

DIN EN 545**DIN**

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

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

	Seite
6.3.4	Prüfergebnisse29
6.4	Brinellhärte.....30
6.5	Dichtheitsprüfung für Rohre und Formstücke im Werk30
6.5.1	Allgemeines30
6.5.2	Schleudergussrohre.....30
6.5.3	Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile.....30
6.6	Masse des Zinküberzuges31
6.7	Dicke der Beschichtung.....31
6.8	Dicke der Zementmörtelauskleidung32
7	Prüfungen der Funktionsfähigkeit.....32
7.1	Druckfestigkeit der Zementmörtelauskleidung32
7.2	Dichtheit beweglicher Verbindungen32
7.2.1	Allgemeines32
7.2.2	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen positiven Innendruck33
7.2.3	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen negativen Innendruck34
7.2.4	Dichtheit der beweglichen Steckmuffenverbindungen gegen positiven Außendruck34
7.2.5	Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen dynamischen Innendruck35
7.3	Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Flanschverbindungen.....35
7.4	Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Rohrsättel36
7.4.1	Positiver Innendruck36
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	Allgemeines41
8.3.2	Flanschmuffen41
8.3.3	Einflanschstücke43
8.3.4	Überschiebmuffe43
8.3.5	Doppelmuffe 90° (1/4) Bögen45
8.3.6	Doppelmuffe 45° (1/8) Bögen45
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-Stücke49
8.3.10	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig51
8.3.11	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 300 bis DN 70053
8.3.12	Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 800 bis DN 200054
8.3.13	Doppelmuffenübergangsstücke55
8.4	Formstücke für Flanschverbindungen57
8.4.1	Allgemeines57
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-Stücke62
8.4.8	Alle Flansch-T-Stücke, DN 300 bis DN 70064
8.4.9	Alle Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 200065
8.4.10	Doppelflanschübergangsstücke66
8.4.11	Blindflansche PN 1068
8.4.12	Blindflansche PN 1668
8.4.13	Blindflansche PN 2570
8.4.14	Blindflansche PN 4070
8.4.15	Reduzierflansche PN 1071
8.4.16	Reduzierflansche PN 1672
8.4.17	Reduzierflansche PN 2573
8.4.18	Reduzierflansche PN 4073

	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 Zubehörteils, 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 \times 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 funktionalen 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: <ul style="list-style-type: none"> — 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 werkseitig 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 werkseitig 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 Zubehörteile

Alle Zubehörteile 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 Flanschausführung. 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 Rohrinneenseite 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:

- a) 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.
- b) bei waagrecht 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 Grenzabweichungen 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 PFA + 5) bar Prüfdauer: 2 h Keine sichtbare Undichtheit	Verbindung mit größtem Ringraum	Nach 7.4.1
2 Negativer Innendruck	Prüfdruck: -0,9 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 $\pm 0,1$ 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.

6.1.4 Länge

Die Länge der Muffenrohre muss mit geeigneten Mitteln gemessen werden:

- an einem Rohr aus dem ersten Los von Rohren aus einer neuen Kokille im Gusszustand;
- am ersten Rohr derjenigen Rohre, die systematisch auf eine festgelegte Länge gekürzt werden.

6.2 Geradheit der Rohre

Das Rohr muss auf zwei Schienen gerollt oder auf Rollen um seine Längsachse gedreht werden, die in jedem Fall um nicht weniger als zwei Drittel der genormten Rohrlänge voneinander entfernt angebracht sind.

Die Stelle der größten Abweichung von der geraden Achse muss ermittelt und die Abweichung an diesem Punkt gemessen werden.

6.3 Zugversuch

6.3.1 Proben

Die Dicke der Probe und der Durchmesser des Probestabes müssen den Angaben in Tabelle 14 entsprechen.

6.3.1.1 Schleudergussrohre

Vom Einsteckende eines Rohres muss eine Probe abgestochen werden. Diese Probe kann parallel oder quer zur Rohrachse entnommen werden, im Streitfall ist die Probe jedoch parallel zur Rohrachse zu entnehmen.

6.3.1.2 Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile

Nach Maßgabe des Herstellers müssen die Proben entweder am Gussstück angegossen oder getrennt gegossen sein. Im letzteren Fall muss sie aus der gleichen Metall-Charge wie das Gussstück stammen. Wenn die Gussstücke einer Wärmebehandlung unterzogen werden, muss das Probestück dieselbe Wärmebehandlung erfahren.

6.3.2 Herstellen des Probestabes

Von jeder Probe, die für den Werkstoff repräsentativ ist, muss aus dem Bereich der mittleren Wanddicke ein Probestab herausgearbeitet werden, mit einem zylindrischen Teil, dessen Durchmesser in Tabelle 14 angegeben ist.

Die Messlänge des Probestabes muss mindestens das 5fache seines Nenndurchmessers zwischen den Einbaulängen betragen. Die Enden des Probestabes müssen so ausgeführt sein, dass sie der Prüfmaschine angepasst sind.

Die Oberflächenrauheit des zylindrischen Teils des Probestabes muss $R_z \leq 6,3$ sein.

Beträgt der festgelegte Durchmesser des Probestabes mehr als 60 % der gemessenen Mindestdicke der Probe, dann darf ein Probestab mit einem kleineren Durchmesser hergestellt oder eine weitere Probe aus einem Rohrteil mit größerer Wanddicke entnommen werden.

Tabelle 14 — Maße des Probestabes

Art der Gussstücke	Nenndurchmesser des Probestabes mm	Grenzabweichungen des Durchmessers mm	Form- toleranz ^a mm
Schleudergussrohre mit Wanddicken (mm):			
— < 4	2,0		
— 4 < 6	2,5		
— 6 < 8	3,5	± 0,06	0,03
— 8 < 12	5,0		
— ≥ 12	6,0		
Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile:			
— angegossene Proben	5,0	± 0,06	0,03
— getrennt gegossene Proben:			
— Probendicke 12,5 mm für Gussstücke mit Wanddicken < 12 mm	6,0	± 0,06	0,03
— Probendicke 25 mm für Gussstücke mit Wanddicken 12 mm und größer	12,0 oder 14,0	± 0,09 ± 0,09	0,04 0,04
^a Größte Differenz zwischen dem kleinsten und dem größten gemessenen Durchmesser des Probestabes.			

Die Zugfestigkeit muss entweder aus dem Nenndurchmesser des Probestabes errechnet werden, wenn dieser so aus der Probe herausgearbeitet wurde, dass alle in Tabelle 14 angegebenen Grenzabmaße eingehalten werden oder, falls dies nicht zutrifft, aus dem tatsächlichen Durchmesser des Probestabes, gemessen vor der Prüfung; der tatsächliche Durchmesser des Probestabes muss mit einer Fehlergrenze von ≤ 0,5 % gemessen werden und darf nicht mehr als ± 10 % des Nenndurchmessers betragen.

6.3.3 Einrichtung und Prüfverfahren

Der Zugversuch muss nach EN 10002-1 durchgeführt werden.

6.3.4 Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse müssen Tabelle 8 entsprechen. Wenn sie nicht übereinstimmen, muss der Hersteller:

- a) im Falle, dass der Werkstoff nicht die geforderten Eigenschaften besitzt, die Ursache ermitteln und sicherstellen, dass alle Gussstücke dieses Loses entweder nachgeglüht oder zurückgewiesen werden. Gussstücke, die nachgeglüht worden sind, sind dann nach 6.3 erneut zu prüfen;
- b) im Falle eines Fehlers im Probestab eine weitere Prüfung durchführen. Bei Bestehen der Prüfung ist das Los angenommen, anderenfalls steht es dem Hersteller frei, nach a) vorzugehen.

Der Hersteller kann den Umfang der Zurückweisungen verringern, indem er weitere Prüfungen durchführt, bis das zurückgewiesene Los so unterteilt ist, dass durch eine erfolgreiche Prüfung Anfang und Ende des in Frage stehenden Prüfintervalls erreicht sind.

6.4 Brinellhärte

Werden Brinellhärteprüfungen durchgeführt (siehe 4.4.2), müssen sie im Streitfall am Gussstück selbst oder an einer dem Gussstück entnommenen Probe vorgenommen werden. Die zu prüfende Oberfläche muss in geeigneter Weise durch örtlich begrenztes Anschleifen der Oberfläche vorbereitet werden, um eine glatte Fläche sicherzustellen, die Prüfung muss nach EN ISO 6506-1 mit einer Stahlkugel mit einem Durchmesser von 2,5 mm oder 5 mm oder 10 mm ausgeführt werden.

6.5 Dichtheitsprüfung für Rohre und Formstücke im Werk

6.5.1 Allgemeines

Rohre und Formstücke müssen in Übereinstimmung mit 6.5.2 bzw. 6.5.3 geprüft werden. Die Prüfung muss an allen Rohren und Formstücken vor dem Aufbringen der Umhüllungen und Auskleidungen, mit Ausnahme des metallischen Zinküberzuges von Rohren, der vor der Prüfung aufgebracht werden kann, durchgeführt werden.

Die Prüfeinrichtung muss geeignet sein, die für die Rohre und/oder Formstücke geforderten Prüfdrücke zu erzeugen. Sie muss mit einem industriellen Druckmessgerät mit einer Fehlergrenze von $\pm 3\%$ ausgerüstet sein.

6.5.2 Schleudergussrohre

Der hydrostatische Innendruck muss stetig gesteigert werden, bis er den Werksprüfdruck erreicht hat, der der Druckklasse bis Klasse 50 entspricht und auf 50 bar für Klassen über Klasse 50 begrenzt ist und der dann ausreichend lange gehalten wird, um den Rohrschaft einer Sichtprüfung zu unterziehen. Die Gesamtdauer des Druckzyklus darf einschließlich der 10 s Haltezeit bei Prüfdruck nicht weniger als 15 s betragen.

6.5.3 Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile

Nach Maßgabe des Herstellers müssen sie entweder einer Wasserdruckprüfung oder einer Luftdruckprüfung unterzogen werden.

Wenn die Wasserdruckprüfung durchgeführt wird, muss sie in gleicher Weise wie für Schleudergussrohre ausgeführt werden (siehe 6.5.2), mit Ausnahme der Prüfdrücke, die in Tabelle 15 angegeben sind.

Tabelle 15 — Werksprüfdrücke für Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile

DN	Nichtgeschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile ^a
40 bis 300	25 ^b
350 bis 600	16
700 bis 2 000	10

^a Der hydrostatische Prüfdruck im Werk ist geringer als für Rohre, weil es schwierig ist, für die hohen Innendrucke während der Prüfung eine ausreichende Längskraftschlüssigkeit zu erzielen.

^b 16 bar für Rohre und Formstücke mit PN 10-Flanschen.

Wenn die Luftdruckprüfung durchgeführt wird, dann muss sie mit mindestens 1 bar Innendruck und einer Prüfdauer von nicht weniger als 10 s für die Sichtprüfung ausgeführt werden; zur Erkennung von Undichtheiten müssen die Gussstücke außen mit einem geeigneten schaumbildenden Mittel gleichmäßig bestrichen oder in Wasser getaucht werden.

6.6 Masse des Zinküberzuges

Bevor das Rohr die Beschichtungsanlage durchläuft, wird ein rechteckiger Probenträger von bekannter flächenbezogener Masse in Längsrichtung auf dem Rohrschaft angebracht. Nach dem Beschichten mit Zink und dem Beschneiden müssen die Maße des Probenträgers 500 mm × 50 mm betragen. Er muss auf einer Waage mit einer Fehlergrenze von ± 0,01 g gewogen werden.

Die mittlere flächenbezogene Zinkmasse M muss durch die Massendifferenz vor und nach der Beschichtung bestimmt werden:

$$M = C \left(\frac{M_2 - M_1}{A} \right)$$

Dabei ist

- M die mittlere Zinkmasse, in Gramm je Quadratmeter;
- M_1 und M_2 die Masse des Probenträgers vor und nach der Beschichtung, in Gramm;
- C der vorgegebene Korrekturfaktor, der die Art des Probenträgers und die unterschiedliche Oberflächenrauheit des Probenträgers und des Gussrohres berücksichtigt;
- A die tatsächliche Fläche des zugeschnittenen Probenträgers, in Quadratmeter.

Der Wert für C beträgt im Allgemeinen zwischen 1 und 1,2 und ist in den WPK-Verfahren des Herstellers anzugeben.

Die Gleichmäßigkeit der Beschichtung muss durch Sichtprüfung des Probenträgers überprüft werden; im Falle von Ungleichmäßigkeiten müssen Stücke von 50 mm × 50 mm aus dem geringer beschichteten Bereich des Probenträgers geschnitten und von jedem Stück muss die mittlere Zinkmasse durch Massendifferenz bestimmt werden.

Alternativ kann die flächenbezogene Zinkmasse auf dem Rohr direkt nach einem beliebigen Verfahren bestimmt werden, dessen Zusammenhang mit dem oben angeführten Referenzverfahren überprüft ist, z. B. Röntgenfluoreszenz-Verfahren oder chemische Analyse.

6.7 Dicke der Beschichtung

Die Trockenschichtdicke der Beschichtung muss nach einem der folgenden drei Verfahren gemessen werden:

- direkt am Gussstück mit geeigneten Messgeräten, z. B. magnetisch oder mit einem Nassschichtdickenmessgerät, wenn ein Verhältnis zwischen Nassschichtdicke und Trockenschichtdicke nachgewiesen werden kann; oder
- indirekt auf einem Probenträger, der vor dem Beschichten auf dem Gussstück angebracht wird und nach dem Beschichten zum Messen der Trockenschichtdicke mit mechanischen Mitteln, z. B. Mikrometer oder nach einem Wägeverfahren, ähnlich dem in 6.6 benutzt wird; oder
- indirekt an einer Prüfplatte aus Stahl oder duktilem Gusseisen, die nach dem gleichen Verfahren wie die zu prüfenden Gussstücke beschichtet wurde.

An jedem zu prüfenden Gussstück müssen mindestens drei Messungen durchgeführt werden (entweder am Gussstück selbst oder am Probenträger oder an einer Prüfplatte). Die mittlere Schichtdicke ist der Mittelwert aller Messungen, und die örtliche Mindestschichtdicke ist der niedrigste Wert aller Messungen. Der Hersteller muss das verwendete Verfahren in seinen dokumentierten WPK-Verfahren aufzeichnen.

6.8 Dicke der Zementmörtelauskleidung

Während der Fertigung muss die Dicke der frisch eingebrachten Auskleidung durch Einstechen einer Spitze mit einem Durchmesser von höchstens 1,5 mm gemessen werden und an der ausgehärteten Auskleidung mit einem geeigneten Messgerät, z. B. magnetisch, überprüft werden.

Die Messungen müssen etwa 200 mm vom Ende durchgeführt werden. Der Hersteller muss in seinem Prozesskontrollsystem die Häufigkeit dieser Prüfungen angeben.

7 Prüfungen der Funktionsfähigkeit

7.1 Druckfestigkeit der Zementmörtelauskleidung

Die Druckfestigkeit muss das arithmetische Mittel aus sechs Druckfestigkeitsprüfungen sein, die an drei Prismen-Proben nach 28 Tagen Reifezeit durchgeführt werden.

Die Druckfestigkeit muss in einer Prüfung der Funktionsfähigkeit nach EN 196-1 bestimmt werden, ausgenommen, wenn:

- der Sand, der Zement und das für die Prismen-Proben benutzte Wasser dem des Mörtels vor dem Einbringen der Auskleidung entspricht;
- das Sand/Zement-Verhältnis der Prismen-Proben dem des Mörtels vor dem Einbringen der Auskleidung entspricht;
- das Wasser/Zement-Verhältnis der Prismen-Proben dem des Mörtels in der frisch eingebrachten Auskleidung an der Rohrwand entspricht; oder
- die Proben entweder mit einem Schocktisch (nach EN 196-1) oder mit einem Vibrationstisch (2 min bei 63 Hz) vorbereitet wurden, wenn das Verhältnis Wasser/Zement kleiner als 0,35 ist.

ANMERKUNG Dies berücksichtigt den Einfluss des Schleuderverfahrens, das ein Austreiben des überschüssigen Wassers zulässt.

7.2 Dichtheit beweglicher Verbindungen

7.2.1 Allgemeines

Die Prüfungen sind für Formstücke und andere Bauteile getrennt durchzuführen, wenn die Maße der Muffe von den Maßen der Schleudergussrohrmuffe abweicht. Für eine derartige Prüfung muss eine Flanschmuffe (siehe 8.3.2) mit einem Flanschrohr verschraubt werden, dessen Länge den Anforderungen von 7.2.2 genügt.

Prüfungen sind nach Bedarf sowohl an längskraftfreien als auch an längskraftschlüssigen Verbindungen durchzuführen.

Die Übereinstimmung der Kurzzeit- und Langzeit-Eigenschaften des Dichtgummis mit EN 681-1 ist nachzuweisen.

Die zutreffenden Ausführungen von Muffe und Dichtung mit allen möglichen Kombinationen der Grenzabweichungen (siehe 5.2.3) müssen:

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

Die folgenden Verbindungsparameter werden für die Funktionsfähigkeit einer Verbindung als grundlegend angesehen und ihre Übereinstimmung mit den zutreffenden Spezifikationen ist zu überprüfen:

- Wanddicke;
- Außendurchmesser des Einsteckendes;
- wirksame Innendurchmesser der Muffe;
- Muffentiefe;
- Durchmesser und Dicken der Dichtungen.

7.2.2 Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen positiven Innendruck

Die Prüfung ist dementsprechend an zwei miteinander verbundenen, mindestens je 1 m langen Rohrabschnitten durchzuführen (siehe Bild 1).

Die Prüfeinrichtung muss für die Aufnahme eines passenden Endes und mit seitlichen Widerlagern ausgerüstet sein, gleichgültig, ob die Verbindung achsgleich oder abgewinkelt ist oder unter Scherlast steht. Sie muss mit einem Druckmessgerät mit einer Genauigkeit von $\pm 3\%$ ausgerüstet sein.

Die Scheitellast W muss über einen V-förmigen Block mit einem Winkel von 120° auf das Einsteckende aufgebracht werden, der etwa $0,5\text{ DN}$, in mm, oder 200 mm von der Stirnfläche der Muffe entfernt ist, es gilt der jeweils größere Abstand; die Muffe muss auf einer ebenen Auflage liegen. Die Scherlast W muss so bemessen sein, dass die resultierende Scherkraft F über der Verbindung gleich dem in 5.2.3.3 festgelegten Wert ist, der die Masse M des Rohres und seinen Inhalt sowie die Geometrie der Prüfeinrichtung berücksichtigt:

$$W = \frac{F \times c - M (c - b)}{c - a}$$

Dabei entsprechen:

a, b und c Bild 1.

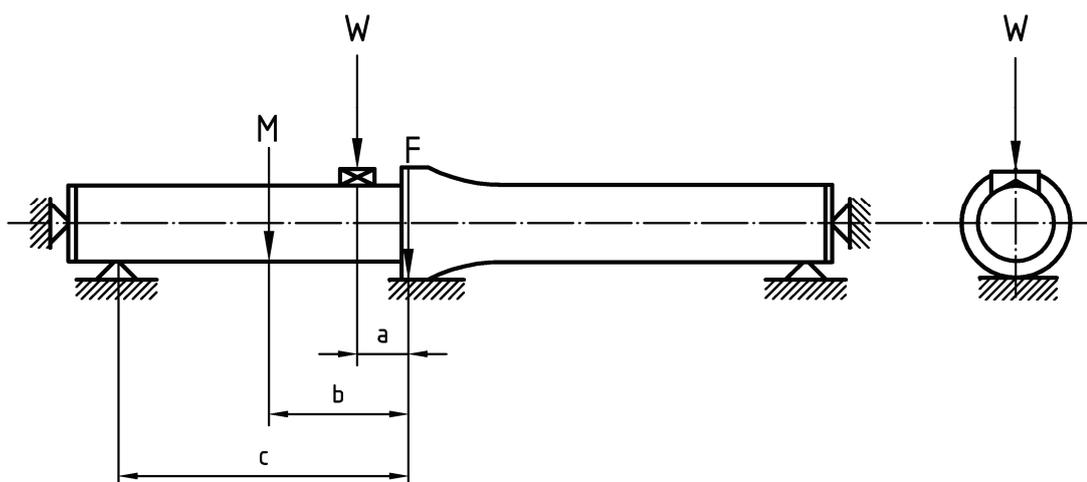


Bild 1 — Dichtheit von Verbindungen (Innendruck)

Die Prüfeinrichtung muss mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden. Der Druck muss stetig bis zum Erreichen des in 5.2.2 angegebenen Prüfdruckes erhöht werden; die Drucksteigerung darf 1 bar/s nicht übersteigen. Der Prüfdruck muss mit $\pm 0,5$ bar über mindestens 2 h konstant gehalten werden, währenddessen muss die Verbindung alle 15 min eingehend überprüft werden.

ANMERKUNG Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Druckprüfung beachtet werden.

Für eine längskraftschlüssige Verbindung müssen die Prüfanordnung, die Prüfeinrichtung und das Prüfverfahren identisch sein, mit der Ausnahme, dass keine Endwiderlager vorhanden sein dürfen, so dass während der Prüfung die axiale Kraft von der längskraftschlüssigen Verbindung aufgenommen wird. Zusätzlich muss die mögliche Längsverschiebung des Einsteckendes alle 15 min gemessen werden.

7.2.3 Dichtheit der beweglichen Verbindungen gegen negativen Innendruck

Die Prüfeinrichtung und die Versuchsanordnung müssen 7.2.2 entsprechen, jedoch mit Rohrabschnitten, die axial derart befestigt sind, dass sie sich nicht aufeinander zu bewegen.

Die Prüfeinrichtung muss frei von Wasser und bis auf einen negativen Innendruck von 0,9 bar entlüftet sein (siehe 5.2.2) und danach von der Vakuumpumpe getrennt werden. Die Prüfeinrichtung muss mindestens 2 h im Vakuum gehalten werden, während dieser Zeit darf sich der Druck um nicht mehr als 0,09 bar verändert haben. Der Versuch muss bei einer Temperatur zwischen 5 °C und 40 °C beginnen. Die Temperatur der Prüfeinrichtung darf sich während der Prüfung um nicht mehr als 10 °C verändern.

Für eine längskraftschlüssige Verbindung sind die Prüfanordnung, die Prüfeinrichtung und das Prüfverfahren identisch.

7.2.4 Dichtheit der beweglichen Steckmuffenverbindungen gegen positiven Außendruck

Die Prüfeinrichtung muss aus zwei zusammengeschweißten Rohrmuffen und einem Glattrohrstück bestehen (siehe Bild 2); dadurch entsteht eine umlaufende Kammer, womit eine Verbindung gegen Innendruck und eine Verbindung gegen Außendruck geprüft werden können.

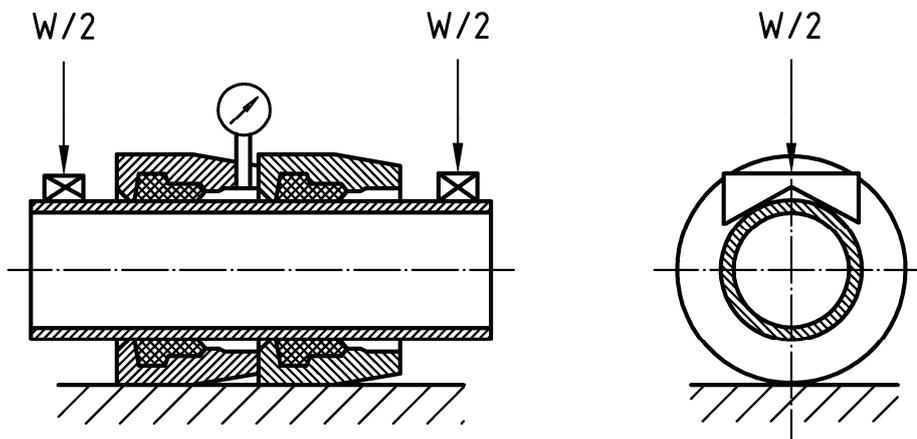


Bild 2 — Prüfung der Dichtheit von Verbindungen (Außendruck)
Bild 3 — Prüfung der Dichtheit von Verbindungen (Außendruck)

Die Prüfeinrichtung muss einer in 5.2.3.3 angegebenen Scheitellast W , die der Scherkraft F entspricht, ausgesetzt werden; eine Hälfte dieser Last muss auf das Einsteckende auf jeder Seite der Prüfeinrichtung über einen V-förmigen Block mit einem Winkel von 120° aufgebracht werden, der etwa 0,5 DN in mm oder 200 mm von den Muffenenden entfernt ist, es gilt das jeweils größere Maß; die Muffen müssen auf einer ebenen Auflage liegen.

Die Prüfeinrichtung muss anschließend mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden. Der Druck muss stetig bis zum Erreichen des Prüfdruckes von 2 bar erhöht werden, anschließend muss er mit $\pm 0,1$ bar über mindestens 2 h konstant gehalten werden, währenddessen die Innenseite der Prüfeinrichtung, die dem Außendruck unterworfen ist, alle 15 min eingehend geprüft werden muss.

Für eine längskraftschlüssige Verbindung müssen Versuchsanordnung, Prüfeinrichtung und Prüfverfahren die gleichen sein.

7.2.5 Dichtigkeit der beweglichen Verbindungen gegen dynamischen Innendruck

Die Prüfeinrichtung und die Versuchsanordnung müssen 7.2.2 entsprechen. Die Prüfeinrichtung muss mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden.

Der Druck muss stetig bis auf PMA, dem zulässigen Betriebsdruck der Verbindung, gesteigert und dann nach dem folgenden Druckzyklus automatisch überwacht werden:

- a) stetige Druckreduzierung bis $(PMA - 5)$ bar;
- b) Halten bei $(PMA - 5)$ bar über mindestens 5 s;
- c) stetige Drucksteigerung bis PMA;
- d) Halten bei PMA über mindestens 5 s.

Die Anzahl der Zyklen muss aufgezeichnet und die Prüfung muss bei Versagen der Verbindung automatisch beendet werden.

Für eine längskraftschlüssige Verbindung sind die Prüfanordnung, die Prüfeinrichtung und das Prüfverfahren identisch, mit der Ausnahme, dass keine Endwiderlager vorhanden sein dürfen, so dass während der Prüfung die axialen Kräfte von der längskraftschlüssigen Verbindung aufgenommen werden. Zusätzlich muss jede axiale Bewegung am Einsteckende alle 15 min gemessen werden.

ANMERKUNG Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Druckprüfung beachtet werden.

7.3 Dichtigkeit und mechanische Beständigkeit der Flanschverbindungen

Die Prüfeinrichtung besteht aus zwei passenden Rohren mit identischen Flanschen, die mit den vom Hersteller festgelegten passenden Dichtungen und Schrauben verbunden sind. Beide Enden der Prüfeinrichtung sind mit Blindflanschen zu versehen. Die Schrauben müssen bis zu dem Drehmoment angezogen werden, das der Hersteller für den maximalen PN-Wert der zu prüfenden Nennweite DN angegeben hat. Sofern nicht anders angegeben, muss für die Schraube die Werkstoffsorte 4.6 nach EN ISO 4016 gewählt werden.

Die Prüfeinrichtung muss derart auf zwei einfache Auflagen gelegt werden (siehe Bild 3), dass die Flanschverbindung mittig gelagert ist. Die Mindestlänge für die Stützweite ist entweder 6 DN in Millimeter oder 4 000 mm, es gilt der jeweils kleinere Wert. Diese Länge kann durch eine Kombination von Rohren oder Formstücken erreicht werden, zu berücksichtigen ist jedoch nur die geprüfte Verbindung in der Mitte der Stützweite.

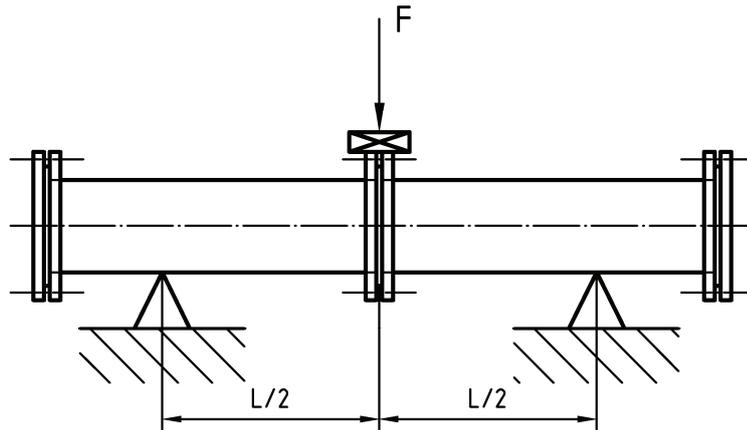


Bild 3 — Prüfung der Festigkeit und Dichtheit von Flanschverbindungen

Die Prüfeinrichtung muss mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden. Der Druck muss stetig bis zum Erreichen des in 5.4 angegebenen Prüfdruckes erhöht werden. Das in Tabelle 12 festgelegte Biegemoment wird durch Aufbringung der äußeren Last F auf die montierte Flanschverbindung mittels einer flachen Platte senkrecht zur Achse der Prüfeinrichtung erreicht.

Innendruck und äußere Belastung müssen über 2 h konstant gehalten werden. Während dieser Zeit muss die Flanschverbindung sorgfältig überprüft werden.

ANMERKUNG Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Druckprüfung beachtet werden.

7.4 Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Rohrsättel

7.4.1 Positiver Innendruck

Die Prüfung ist unter Verwendung eines Prüfaufbaus von mindestens 1 m Länge (siehe Bild 4) durchzuführen. Die Rohrenden sind mit geeigneten Verschlüssen zu versehen und zu befestigen, um dem positiven Innendruck zu widerstehen.

Das Sattelstück ist mit dem Auslass in senkrechter Position zu montieren und vor der Druckbeanspruchung ist das jeweils zutreffende Drehmoment auf das Entnahmeventil des Sattelstückes aufzubringen (siehe 5.5.1).

Die Prüfeinrichtung muss mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden. Der Druck ist stetig bis zum Erreichen des in 5.5.1 angegebenen Prüfdruckes zu erhöhen. Der Prüfdruck ist innerhalb $\pm 0,5$ bar für mindestens 2 h konstant zu halten, während das Sattelstück alle 15 min überprüft wird.

Die Prüfung ist mit waagrechttem Sattelauslass zu wiederholen, wobei die jeweils zutreffende Last auf den Verschluss des Entnahmeventils des Sattelstückes aufzubringen ist (siehe 5.5.1).

Sattelstücke, die für den Gebrauch in nur einer Lage (senkrecht oder waagrecht) ausgelegt sind, müssen nur in dieser Ausrichtung geprüft werden.

ANMERKUNG Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Prüfung beachtet werden.

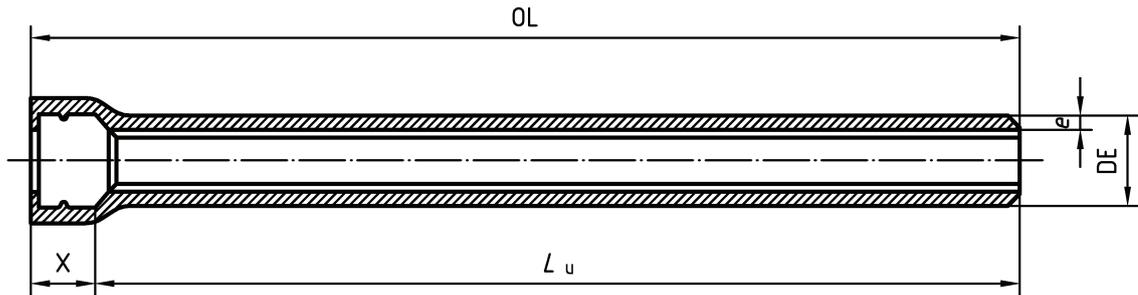


Bild 4 — Prüfung der Dichtheit von Sattelstücken

7.4.2 Negativer Innendruck

Prüfaufbau und Prüfgerät müssen 7.4.1 entsprechen, und die Rohrenden müssen verschlossen sein.

Das Sattelstück ist mit dem Auslass in senkrechter Position zu montieren und vor der Druckbeanspruchung ist das jeweils zutreffende Drehmoment auf das Entnahmeventil des Sattelstückes aufzubringen (siehe 5.5.1).

Der Prüfaufbau muss frei von Wasser sein und bis zum Erreichen eines negativen Prüfdruckes von 0,9 bar entlüftet (siehe Tabelle 13) sowie anschließend von der Vakuumpumpe getrennt werden. Der Prüfaufbau muss für mindestens 2 h unter Vakuum verbleiben, während sich der Druck um nicht mehr als 0,09 bar ändert.

Die Prüfung ist mit waagrechttem Sattelauslass zu wiederholen, wobei die jeweils zutreffende Last auf den Verschluss des Entnahmeventils des Sattelstückes aufzubringen ist (siehe 5.5.1).

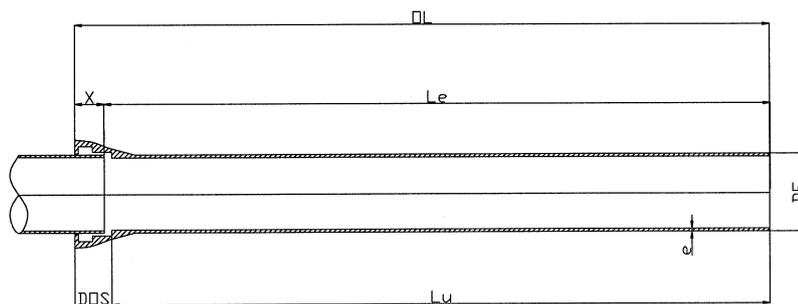
Sattelstücke, die für den Gebrauch in nur einer Lage (senkrecht oder waagrecht) ausgelegt sind, müssen nur in dieser Ausrichtung geprüft werden.

8 Maßtabellen

8.1 Muffenrohre

Die Maße von Muffenrohren müssen Tabellen 16 und 17 entsprechen. Die Werte für L_u sind Tabelle 4 zu entnehmen. Zu Umhüllungen und Auskleidungen, siehe 4.5.

Die Werte für DE und die diesbezüglichen Grenzabweichungen gelten ebenfalls für die Einsteckenden von Formstücken (siehe 4.3.2.1)



Legende

- OL die Gesamtlänge, in Meter;
- X die vom Hersteller angegebene maximale Einstecktiefe, in Meter;
- L_e $OL - X$, die Baulänge, in Meter;
- DOS die Muffentiefe, in Meter;
- L_u $OL - DOS$, die genormte Länge, in Meter;
- e die Wanddicke, in Millimeter;
- DE Nenn-Außendurchmesser des Einsteckendes, in Millimeter.

Bild 5 — Muffenrohre

Tabelle 16 — Maße der bevorzugten Rohr-Druckklassen

DN	Außendurchmesser DE		Druckklasse	Mindest-Wanddicke <i>e</i>
	mm			
—	Nennwert	Grenzabweichungen	—	—
40	56	+1/-1,2	40	3,0
50	66	+1/-1,2	40	3,0
60	77	+1/-1,2	40	3,0
65	82	+1/-1,2	40	3,0
80	98	+1/-2,7	40	3,0
100	118	+1/-2,8	40	3,0
125	144	+1/-2,8	40	3,0
150	170	+1/-2,9	40	3,0
200	222	+1/-3,0	40	3,1
250	274	+1/-3,1	40	3,9
300	326	+1/-3,3	40	4,6
350	378	+1/-3,4	30	4,7
400	429	+1/-3,5	30	4,8
450	480	+1/-3,6	30	5,1
500	532	+1/-3,8	30	5,6
600	635	+1/-4,0	30	6,7
700	738	+1/-4,3	25	6,8
800	842	+1/-4,5	25	7,5
900	945	+1/-4,8	25	8,4
1 000	1 048	+1/-5,0	25	9,3
1 100	1 152	+1/-6,0	25	10,2
1 200	1 255	+1/-5,8	25	11,1
1 400	1 462	+1/-6,6	25	12,9
1 500	1 565	+1/-7,0	25	13,9
1 600	1 668	+1/-7,4	25	14,8
1 800	1 875	+1/-8,2	25	16,6
2 000	2 082	+1/-9,0	25	18,4

Tabelle 17 — Maße von Rohren

DN	Außendurchmesser DE		Mindest-Wanddicke <i>e</i>					
	mm		mm					
	Nennwert	Grenzabweichungen	Klasse 25	Klasse 30	Klasse 40	Klasse 50	Klasse 64	Klasse 100
40	56	+1/-1,2			3,0	3,5	4,0	4,7
50	66	+1/-1,2			3,0	3,5	4,0	4,7
60	77	+1/-1,2			3,0	3,5	4,0	4,7
65	82	+1/-1,2			3,0	3,5	4,0	4,7
80	98	+1/-2,7			3,0	3,5	4,0	4,7
100	118	+1/-2,8			3,0	3,5	4,0	4,7
125	144	+1/-2,8			3,0	3,5	4,0	5,0
150	170	+1/-2,9			3,0	3,5	4,0	5,9
200	222	+1/-3,0			3,1	3,9	5,0	7,7
250	274	+1/-3,1			3,9	4,8	6,1	9,5
300	326	+1/-3,3			4,6	5,7	7,3	11,2
350	378	+1/-3,4		4,7	5,3	6,6	8,5	13,0
400	429	+1/-3,5		4,8	6,0	7,5	9,6	14,8
450	480	+1/-3,6		5,1	6,8	8,4	10,7	16,6
500	532	+1/-3,8		5,6	7,5	9,3	11,9	18,3
600	635	+1/-4,0		6,7	8,9	11,1	14,2	21,9
700	738	+1/-4,3	6,8	7,8	10,4	13,0	16,5	
800	842	+1/-4,5	7,5	8,9	11,9	14,8	18,8	
900	945	+1/-4,8	8,4	10,0	13,3	16,6		
1 000	1 048	+1/-5,0	9,3	11,1	14,8	18,4		
1 100	1 152	+1/-6,0	10,2	12,2	16,2	20,2		
1 200	1 255	+1/-5,8	11,1	13,3	17,7	22,0		
1 400	1 462	+1/-6,6	12,9	15,5				
1 500	1 565	+1/-7,0	13,9	16,6				
1 600	1 668	+1/-7,4	14,8	17,7				
1 800	1 875	+1/-8,2	16,6	19,9				
2 000	2 082	+1/-9,0	18,4	22,1				

Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen das Standardangebot.

Die Mindest-Wanddicke für einige Druckrohre mit geringerer DN wird durch eine Kombination von Herstellungsbeschränkungen und Konstruktionsanforderungen hinsichtlich Verlegung oder Handhabung bestimmt.

Die Mindest-Wanddicke ist für längstkräftfreie Verbindungen angegeben. Die grau hinterlegten Tabellenzellen stehen für nicht genormte Produkte.

Druckklassen zwischen 64 und 100 können aus Anfrage durch Interpolation geliefert werden.

8.2 Flanschrohre

Die Druckklasse der Rohrschäfte von Flanschrohren muss mindestens einem Wert, in bar, entsprechen, welcher der PN der Flansche entspricht. Die Produkte müssen der Prüfung nach Abschnitt 5.4 entsprechen.

8.3 Formstücke für Muffenverbindungen

8.3.1 Allgemeines

In den folgenden Tabellen sind alle Maße und Nennwerte in Millimeter angegeben. Die Werte für L_U und l_U sind auf das nächste Vielfache von fünf gerundet.

Zu Umhüllungen und Auskleidungen, siehe 4.6.

8.3.2 Flanshmuffen

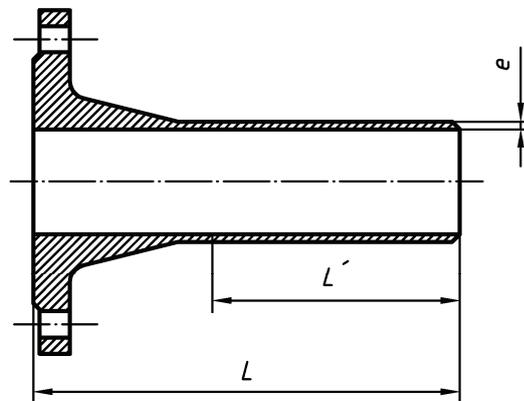


Bild 6 — Flanshmuffen

Tabelle 18 — Maße von Flanschmuffen

DN	<i>E</i>	<i>L_u</i> Reihe A	<i>L_u</i> Reihe B	<i>d</i>
40	7,0	125	75	67
50	7,0	125	85	78
60	7,0	125	100	88
65	7,0	125	105	93
80	7,0	130	105	109
100	7,2	130	110	130
125	7,5	135	115	156
150	7,8	135	120	183
200	8,4	140	120	235
250	9,0	145	125	288
300	9,6	150	130	340
350	10,2	155	135	393
400	10,8	160	140	445
450	11,4	165	145	498
500	12,0	170	—	550
600	13,2	180	—	655
700	14,4	190	—	760
800	15,6	200	—	865
900	16,8	210	—	970
1 000	18,0	220	—	1 075
1 100	19,2	230	—	1 180
1 200	20,4	240	—	1 285
1 400	22,8	310	—	1 477
1 500	24,0	330	—	1 580
1 600	25,2	330	—	1 683
1 800	27,6	350	—	1 889
2 000	30,0	370	—	2 095

8.3.3 Einflanschstücke

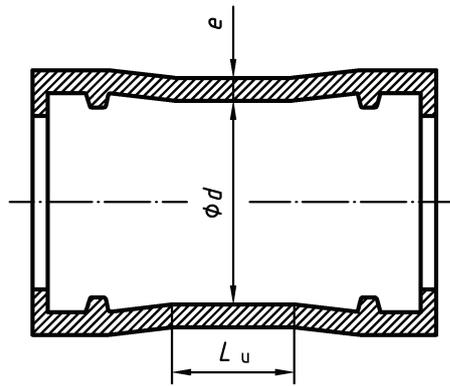


Bild 7 — Einflanschstücke

8.3.4 Überschiebmuffe

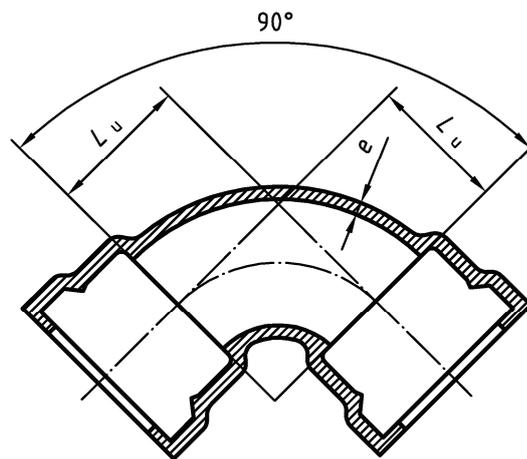


Bild 8 — Überschiebmuffe

Tabelle 19 — Maße von Einflansch-Stücken und Überschiebmuffen

DN	e	Einflansch-Stücke			Überschiebmuffen		
		L Reihe A	L Reihe B	L'	L_u Reihe A	L_u Reihe B	d
40	7,0	335	335	200	155	155	67
50	7,0	340	340	200	155	155	78
60	7,0	345	345	200	155	155	88
65	7,0	345	345	200	155	155	93
80	7,0	350	350	215	160	160	109
100	7,2	360	360	215	160	160	130
125	7,5	370	370	220	165	165	156
150	7,8	380	380	225	165	165	183
200	8,4	400	400	230	170	170	235
250	9,0	420	420	240	175	175	288
300	9,6	440	440	250	180	180	340
350	10,2	460	460	260	185	185	393
400	10,8	480	480	270	190	190	445
450	11,4	500	500	280	195	195	498
500	12,0	520	—	290	200	—	550
600	13,2	560	—	310	210	—	655
700	14,4	600	—	330	220	—	760
800	15,6	600	—	330	230	—	865
900	16,8	600	—	330	240	—	970
1 000	18,0	600	—	330	250	—	1 075
1 100	19,2	600	—	330	260	—	1 180
1 200	20,4	600	—	330	270	—	1 285
1 400	22,8	710	—	390	340	—	1 477
1 500	24,0	750	—	410	350	—	1 580
1 600	25,2	780	—	430	360	—	1 683
1 800	27,6	850	—	470	380	—	1 889
2 000	30,0	920	—	500	400	—	2 095

ANMERKUNG Die Länge L' ist die Länge, für die der Wert DE und dessen Grenzabmaße, wie in Tabellen 16 und 17 festgelegt, gelten.

8.3.5 Doppelmuffe 90° (1/4) Bögen

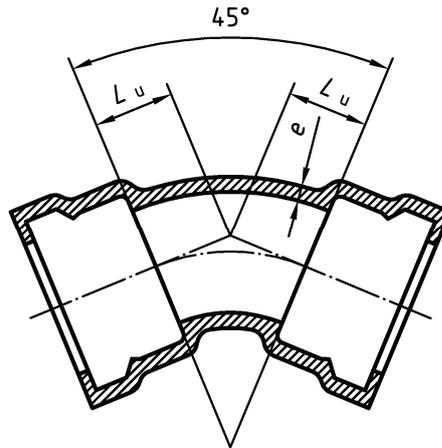


Bild 9 — Doppelmuffe 90° (1/4) Bögen

8.3.6 Doppelmuffe 45° (1/8) Bögen

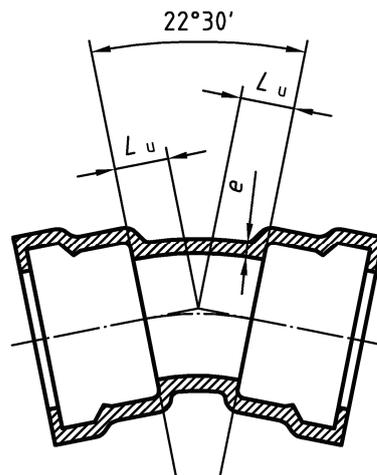


Bild 10 — Doppelmuffe 45° (1/8) Bögen

Tabelle 20 — Maße von Doppelmuffen-Bögen 90° und 45°

DN	e	90° (1/4) Bögen		45° (1/8) Bögen	
		L_U Reihe A	L_U Reihe B	L_U Reihe A	L_U Reihe B
40	7,0	60	85	40	85
50	7,0	70	85	40	85
60	7,0	80	90	45	90
65	7,0	85	90	50	90
80	7,0	100	85	55	50
100	7,2	120	100	65	60
125	7,5	145	115	75	65
150	7,8	170	130	85	70
200	8,4	220	160	110	80
250	9,0	270	240	130	135
300	9,6	320	280	150	155
350	10,2	—	—	175	170
400	10,8	—	—	195	185
450	11,4	—	—	220	200
500	12,0	—	—	240	—
600	13,2	—	—	285	—
700	14,4	—	—	330	—
800	15,6	—	—	370	—
900	16,8	—	—	415	—
1 000	18,0	—	—	460	—
1 100	19,2	—	—	505	—
1 200	20,4	—	—	550	—
1 400	22,8	—	—	515	—
1 500	24,0	—	—	540	—
1 600	25,2	—	—	565	—
1 800	27,6	—	—	610	—
2 000	30,0	—	—	660	—

8.3.7 Doppelmuffen-Bögen $22^{\circ}30'$ (1/16)

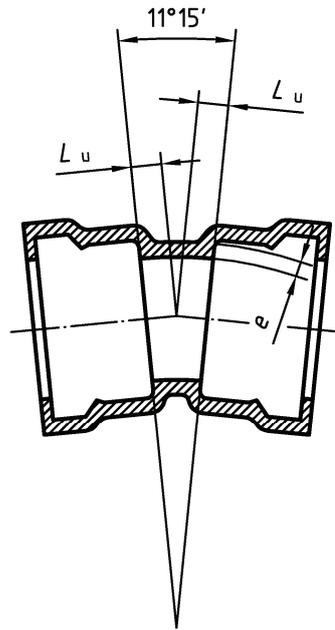


Bild 11 — Doppelmuffen-Bögen $22^{\circ}30'$ (1/16)

8.3.8 Doppelmuffen-Bögen $11^{\circ}15'$ (1/32)

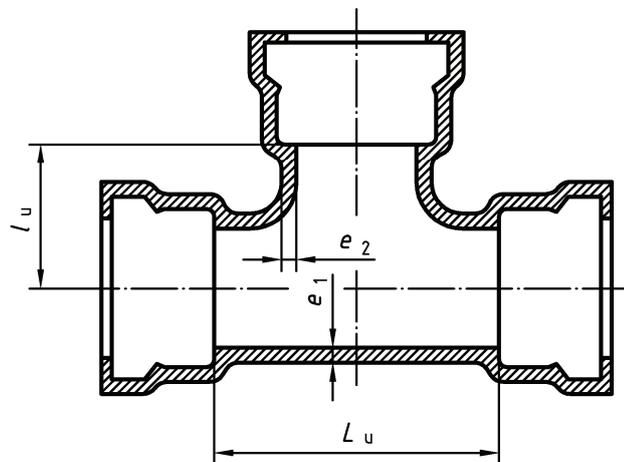


Bild 12 — Doppelmuffen-Bögen $11^{\circ}15'$ (1/32)

Tabelle 21 — Maße von Doppelmuffen-Bögen 22,5° und 11,25°

DN	<i>e</i>	22°30' (1/16) Bögen		11°15' (1/32) Bögen	
		<i>L_U</i> Reihe A	<i>L_U</i> Reihe B	<i>L_U</i> Reihe A	<i>L_U</i> Reihe B
40	7,0	30	30	25	25
50	7,0	30	30	25	25
60	7,0	35	35	25	25
65	7,0	35	35	25	25
80	7,0	40	40	30	30
100	7,2	40	50	30	30
125	7,5	50	55	35	35
150	7,8	55	60	35	40
200	8,4	65	70	40	45
250	9,0	75	80	50	55
300	9,6	85	90	55	55
350	10,2	95	100	60	60
400	10,8	110	110	65	65
450	11,4	120	120	70	70
500	12,0	130	—	75	—
600	13,2	150	—	85	—
700	14,4	175	—	95	—
800	15,6	195	—	110	—
900	16,8	220	—	120	—
1 000	18,0	240	—	130	—
1 100	19,2	260	—	140	—
1 200	20,4	285	—	150	—
1 400	22,8	260	—	130	—
1 500	24,0	270	—	140	—
1 600	25,2	280	—	140	—
1 800	27,6	305	—	155	—
2 000	30,0	330	—	165	—

8.3.9 Alle Muffen-T-Stücke

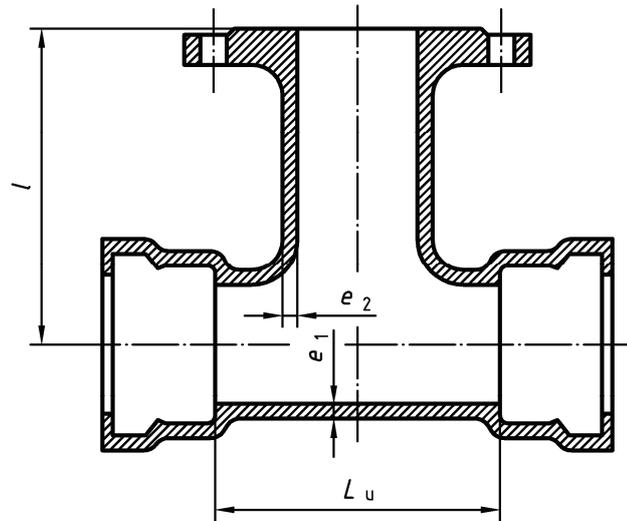


Bild 13 — Alle Muffen-T-Stücke

Tabelle 22 — Maße aller Muffen-T-Stücke

DN × dn	Körper			Abzweig		
	e_1	L_u Reihe A	L_u Reihe B	e_2	l_u Reihe A	l_u Reihe B
40 × 40	7,0	120	155	7,0	60	75
50 × 50	7,0	130	155	7,0	65	75
60 × 60	7,0	145	155	7,0	70	80
65 × 65	7,0	150	155	7,0	75	80
80 × 40	7,0	120	155	7,0	80	80
80 × 80	7,0	170	175	7,0	85	85
100 × 40	7,2	120	155	7,0	90	90
100 × 60	7,2	145	155	7,0	90	90
100 × 80	7,2	170	165	7,0	95	90
100 × 100	7,2	190	195	7,2	95	100
125 × 40	7,5	125	155	7,0	100	105
125 × 80	7,5	170	175	7,0	105	105
125 × 100	7,5	195	195	7,2	110	115
125 × 125	7,5	225	225	7,5	110	115
150 × 40	7,8	125	160	7,0	115	115
150 × 80	7,8	170	180	7,0	120	120
150 × 100	7,8	195	200	7,2	120	125
150 × 150	7,8	255	260	7,8	125	130
200 × 40	8,4	130	165	7,0	140	140
200 × 80	8,4	175	180	7,0	145	145
200 × 100	8,4	200	200	7,2	145	150
200 × 150	8,4	255	260	7,8	150	155
200 × 200	8,4	315	320	8,4	155	160
250 × 80	9,0	180	185	7,0	170	185
250 × 100	9,0	200	205	7,2	170	190
250 × 150	9,0	260	265	7,8	175	190
250 × 200	9,0	315	320	8,4	180	190
250 × 250	9,0	375	380	9,0	190	190
300 × 100	9,6	205	210	7,2	195	220
300 × 150	9,6	260	265	7,8	200	220
300 × 200	9,6	320	325	8,4	205	220
300 × 250	9,6	375	380	9,0	210	220
300 × 300	9,6	435	440	9,6	220	220

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.3.10 Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig

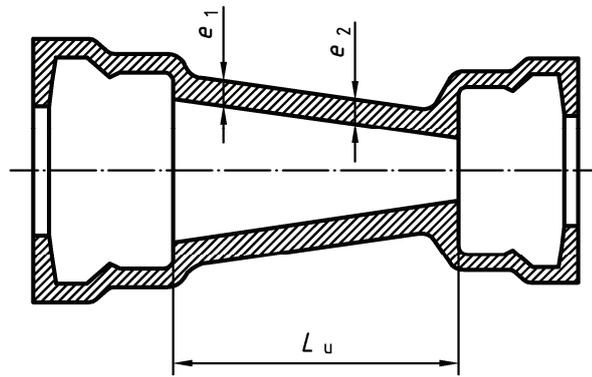


Bild 14 — Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig

Tabelle 23 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 40 bis DN 250

DN × dn	Körper			Abzweig		
	e_1	L_u Reihe A	L_u Reihe B	e_2	l_u Reihe A	l_u Reihe B
40 × 40	7,0	120	155	7,0	130	130
50 × 50	7,0	130	155	7,0	140	140
60 × 40	7,0	—	155	7,0	—	130
60 × 60	7,0	145	155	7,0	150	150
65 × 40	7,0	—	155	7,0	—	130
65 × 65	7,0	150	155	7,0	150	155
80 × 40	7,0	—	155	7,0	—	135
80 × 60	7,0	—	155	7,0	—	155
80 × 80	7,0	170	175	7,0	165	165
100 × 40	7,2	—	155	7,0	—	145
100 × 60	7,2	—	155	7,0	—	165
100 × 80	7,2	170	165	7,0	175	170
100 × 100	7,2	190	195	7,2	180	180
125 × 40	7,5	—	155	7,0	—	160
125 × 60	7,5	—	155	7,0	—	180
125 × 80	7,5	170	175	7,0	190	185
125 × 100	7,5	195	195	7,2	195	195
125 × 125	7,5	225	225	7,5	200	200
150 × 40	7,8	—	160	7,0	—	170
150 × 60	7,8	—	160	7,0	—	190
150 × 80	7,8	170	180	7,0	205	200
150 × 100	7,8	195	200	7,2	210	205
150 × 125	7,8	—	230	7,5	—	215
150 × 150	7,8	255	260	7,8	220	220
200 × 40	8,4	—	165	7,0	—	195
200 × 60	8,4	—	165	7,0	—	215
200 × 80	8,4	175	180	7,0	235	225
200 × 100	8,4	200	200	7,2	240	230
200 × 125	8,4	—	235	7,5	—	240
200 × 150	8,4	255	260	7,8	250	245
200 × 200	8,4	315	320	8,4	260	260
250 × 60	9,0	—	165	7,0	—	260
250 × 80	9,0	180	180	7,0	265	265
250 × 100	9,0	200	205	7,2	270	270
250 × 150	9,0	260	265	7,8	280	280
250 × 200	9,0	315	320	8,4	290	290
250 × 250	9,0	375	380	9,0	300	300

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.3.11 Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 300 bis DN 700

Tabelle 24 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 300 bis DN 700

DN × dn	Körper			Abzweig		
	e_1	L_u Reihe A	L_u Reihe B	e_2	l_u Reihe A	l_u Reihe B
300 × 60	9,6	—	165	7,0	—	290
300 × 80	9,6	180	185	7,0	295	295
300 × 100	9,6	205	210	7,2	300	300
300 × 150	9,6	260	265	7,8	310	310
300 × 200	9,6	320	325	8,4	320	320
300 × 250	9,6	—	380	9,0	—	330
300 × 300	9,6	435	440	9,6	340	340
350 × 60	10,2	—	170	7,0	—	320
350 × 80	10,2	—	185	7,0	—	325
350 × 100	10,2	205	210	7,2	330	330
350 × 150	10,2	—	270	7,8	—	340
350 × 200	10,2	325	325	8,4	350	350
350 × 250	10,2	—	385	9,0	—	360
350 × 350	10,2	495	500	10,2	380	380
400 × 80	10,8	185	190	7,0	355	355
400 × 100	10,8	210	210	7,2	360	360
400 × 150	10,8	270	270	7,8	370	370
400 × 200	10,8	325	330	8,4	380	380
400 × 250	10,8	—	385	9,0	—	390
400 × 300	10,8	440	445	9,6	400	400
400 × 400	10,8	560	560	10,8	420	420
450 × 100	11,4	—	215	7,2	—	390
450 × 150	11,4	—	270	7,8	—	400
450 × 200	11,4	—	330	8,4	—	410
450 × 250	11,4	—	390	9,0	—	420
450 × 300	11,4	—	445	9,6	—	430
450 × 400	11,4	—	560	10,8	—	450
450 × 450	11,4	—	620	11,4	—	460
500 × 100	12,0	215	—	7,2	420	—
500 × 200	12,0	330	—	8,4	440	—
500 × 400	12,0	565	—	10,8	480	—
500 × 500	12,0	680	—	12,0	500	—
600 × 200	13,2	340	—	8,4	500	—
600 × 400	13,2	570	—	10,8	540	—
600 × 600	13,2	800	—	13,2	580	—
700 × 200	14,4	345	—	8,4	525	—
700 × 400	14,4	575	—	10,8	555	—
700 × 700	14,4	925	—	14,4	600	—

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.3.12 Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, DN 800 bis DN 2000

Tabelle 25 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 800 bis DN 2000

DN × dn	Körper		Abzweig	
	e_1	L_u Reihe A	e_2	l_u Reihe A
800 × 200	15,6	350	8,4	585
800 × 400	15,6	580	10,8	615
800 × 600	15,6	1 045	13,2	645
800 × 800	15,6	1 045	15,8	675
900 × 200	16,8	355	8,4	645
900 × 400	16,8	590	10,8	675
900 × 600	16,8	1 170	13,2	705
900 × 900	16,8	1 170	16,8	750
1 000 × 200	18,0	360	8,4	705
1 000 × 400	18,0	595	10,8	735
1 000 × 600	18,0	1 290	13,2	765
1 000 × 1 000	18,0	1 290	18,0	825
1 100 × 400	19,2	600	10,8	795
1 100 × 600	19,2	830	13,2	825
1 200 × 600	20,4	840	13,2	885
1 200 × 800	20,4	1 070	15,6	915
1 200 × 1 000	20,4	1 300	18,0	945
1 400 × 600	22,8	1 030	13,2	980
1 400 × 800	22,8	1 260	15,6	1 010
1 400 × 1 000	22,8	1 495	18,0	1 040
1 500 × 600	24,0	1 035	13,2	1 035
1 500 × 1 000	24,0	1 500	18,0	1 595
1 600 × 600	25,2	1 040	13,2	1 090
1 600 × 800	25,2	1 275	15,6	1 120
1 600 × 1 000	25,2	1 505	18,0	1 150
1 600 × 1 200	25,2	1 740	20,4	1 180
1 800 × 600	27,6	1 055	13,2	1 200
1 800 × 800	27,6	1 285	15,6	1 230
1 800 × 1 000	27,6	1 520	18,0	1 260
1 800 × 1 200	27,6	1 750	20,4	1 290
2 000 × 600	30,0	1 065	13,2	1 310
2 000 × 1 000	30,0	1 530	18,0	1 370
2 000 × 1 400	30,0	1 995	22,8	1 430

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.3.13 Doppelmuffenübergangsstücke

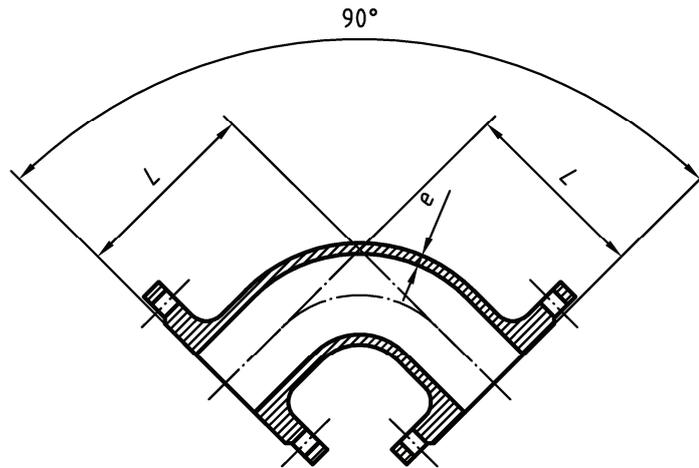


Bild 15 — Doppelmuffenübergangsstücke

Tabelle 26 — Maße von Doppelmuffenübergangsstücken

DN × dn	e_1	e_2	L_U Reihe A	L_U Reihe B
50 × 40	7,0	7,0	70	75
60 × 50	7,0	7,0	70	75
65 × 50	7,0	7,0	80	75
80 × 40	7,0	7,0	—	80
80 × 60	7,0	7,0	90	80
80 × 65	7,0	7,0	80	80
100 × 60	7,2	7,0	—	120
100 × 80	7,2	7,0	90	85
125 × 60	7,5	7,0	—	190
125 × 80	7,5	7,0	140	135
125 × 100	7,5	7,2	100	120
150 × 80	7,8	7,0	190	190
150 × 100	7,8	7,2	150	150
150 × 125	7,8	7,5	100	115
200 × 100	8,4	7,2	250	250
200 × 125	8,4	7,5	200	230
200 × 150	8,4	7,8	150	145
250 × 125	9,0	7,5	300	335
250 × 150	9,0	7,8	250	250
250 × 200	9,0	8,4	150	150
300 × 150	9,6	7,8	350	370
300 × 200	9,6	8,4	250	250
300 × 250	9,6	9,0	150	150
350 × 200	10,2	8,4	360	370
350 × 250	10,2	9,0	260	260
350 × 300	10,2	9,6	160	160
400 × 250	10,8	9,0	360	380
400 × 300	10,8	9,6	260	260
400 × 350	10,8	10,2	160	155
450 × 350	11,4	10,2	260	270
450 × 400	11,4	10,8	160	160
500 × 350	12,0	10,2	360	—

Tabelle 26 (fortgesetzt)

DN × dn	e_1	e_2	L_u Reihe A	L_u Reihe B
500 × 400	12,0	10,8	260	—
600 × 400	13,2	10,8	460	—
600 × 500	13,2	12,0	260	—
700 × 500	14,4	12,0	480	—
700 × 600	14,4	13,2	280	—
800 × 600	15,6	13,2	480	—
800 × 700	15,6	14,4	280	—
900 × 700	16,8	14,4	480	—
900 × 800	16,8	15,6	280	—
1 000 × 800	18,0	15,6	480	—
1 000 × 900	18,0	16,8	280	—
1 100 × 1 000	19,2	18,0	280	—
1 200 × 1 000	20,4	18,0	480	—
1 400 × 1 200	22,8	20,4	360	—
1 500 × 1 400	24,0	22,8	260	—
1 600 × 1 400	25,2	22,8	360	—
1 800 × 1 600	27,6	25,2	360	—
2 000 × 1 800	30,0	27,6	360	—

ANMERKUNG Das größere Ende ist mit DN bezeichnet und das kleinere Ende mit dn angegeben.

8.4 Formstücke für Flanschverbindungen

8.4.1 Allgemeines

In den folgenden Tabellen sind alle Maße und Nennwerte in Millimeter angegeben. Zu Umhüllungen und Auskleidungen, siehe 4.6.

8.4.2 Doppelflansch-Bögen 90° (1/4)

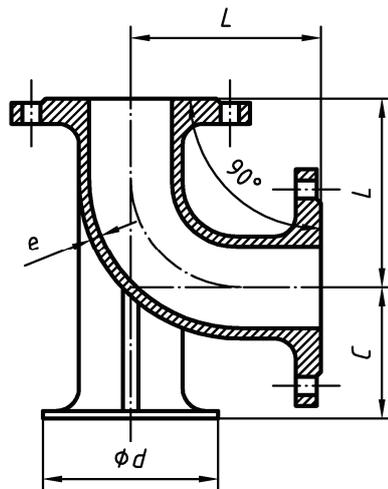


Bild 16 — Doppelflansch-Bögen 90° (1/4)

8.4.3 Doppelflansch-Fußbögen 90° (1/4)

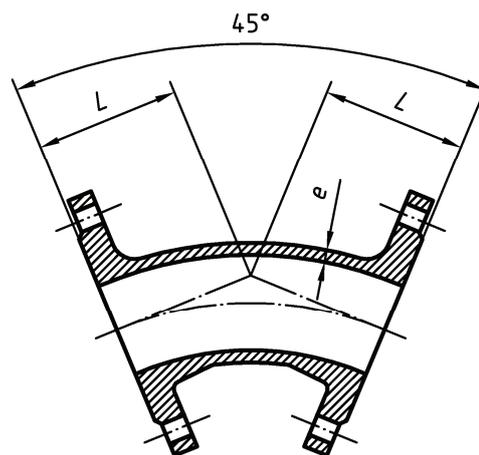


Bild 17 — Doppelflansch-Fußbögen 90° (1/4)

Tabelle 27 — Maße von Doppelflansch-Bögen 90° und Doppelflansch-Fußbögen 90°

DN	Reihe A und B				
	<i>e</i>	90° (1/4) Bögen	90° (1/4) Fußbögen		
		<i>L</i>	<i>L</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
40	7,0	140	—	—	—
50	7,0	150	150	95	150
60	7,0	160	160	100	160
65	7,0	165	165	100	165
80	7,0	165	165	110	180
100	7,2	180	180	125	200
125	7,5	200	200	140	225
150	7,8	220	220	160	250
200	8,4	260	260	190	300
250	9,0	350	350	225	350
300	9,6	400	400	255	400
350	10,2	450	450	290	450
400	10,8	500	500	320	500
450	11,4	550	550	355	550
500	12,0	600	600	385	600
600	13,2	700	700	450	700
700	14,4	800	—	—	—
800	15,6	900	—	—	—
900	16,8	1 000	—	—	—
1 000	18,0	1 100	—	—	—

8.4.4 Doppelflanschbögen 45° (1/8)

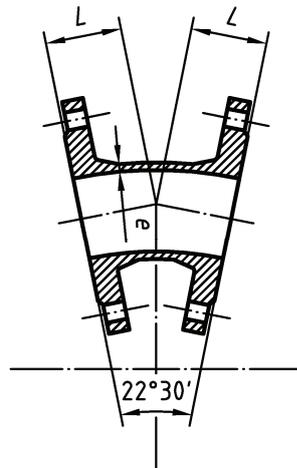


Bild 18 — Doppelflanschbögen 45° (1/8)

Tabelle 28 — Maße von Doppelflanschbögen 45°

DN	<i>e</i>	<i>L</i> Reihe A	<i>L</i> Reihe B
40	7,0	140	140
50	7,0	150	150
60	7,0	160	160
65	7,0	165	165
80	7,0	130	130
100	7,2	140	140
125	7,5	150	150
150	7,8	160	160
200	8,4	180	180
250	9,0	350	245
300	9,6	400	275
350	10,2	298	300
400	10,8	324	325
450	11,4	350	350
500	12,0	375	—
600	13,2	426	—
700	14,4	478	—
800	15,6	529	—
900	16,8	581	—
1 000	18,0	632	—
1 100	18,2	694	—
1 200	20,4	750	—
1 400	22,8	775	—
1 500	24,0	810	—
1 600	25,2	845	—
1 800	27,6	910	—
2 000	30,0	980	—

8.4.5 Doppelflanschbögen $22^{\circ}30'$ (1/16)

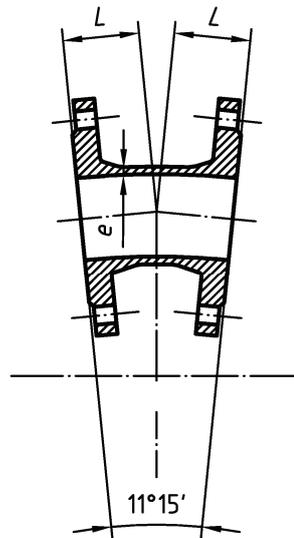


Bild 19 — Doppelflanschbögen $22^{\circ}30'$ (1/16)

8.4.6 Doppelflanschbögen $11^{\circ}15'$ (1/32)

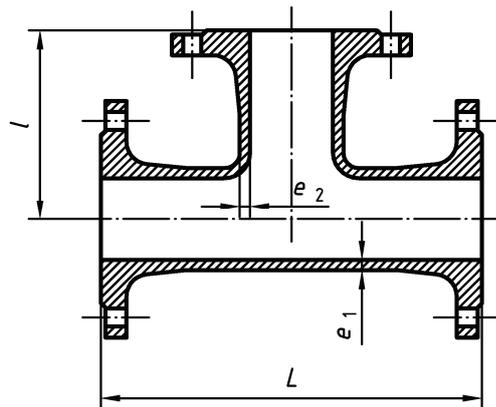


Bild 20 — Doppelflanschbögen $11^{\circ}15'$ (1/32)

Tabelle 29 — Maße von Doppelflanschbögen 22,5° und 11,25°

DN	22°30' (1/16) Bögen			11°15' (1/32) Bögen		
	e	L Reihe A	L Reihe B	e	L Reihe A	L Reihe B
40	7,0	94	85	7,0	99	80
50	7,0	104	95	7,0	109	90
60	7,0	114	105	7,0	119	100
65	7,0	119	110	7,0	124	105
80	7,0	105	120	7,0	113	110
100	7,2	110	130	7,2	115	115
125	7,5	105	140	7,5	111	120
150	7,8	109	150	7,8	113	130
200	8,4	131	170	8,4	132	145
250	9,0	190	190	9,0	165	165
300	9,6	210	210	9,6	175	175
350	10,2	210	230	10,2	191	190
400	10,8	239	250	10,8	205	205

ANMERKUNG Doppelflansch-Bögen 22°30' und 11°15' mit Nennweiten über DN 400 sind erhältlich, jedoch mit einem vom Hersteller festzulegenden Baulängenbereich.

8.4.7 Alle Flansch-T-Stücke

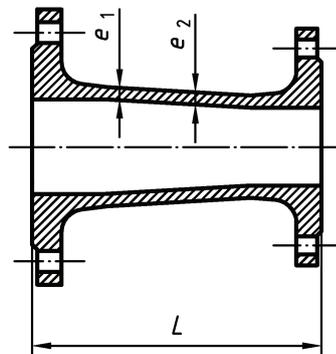


Bild 21 — Alle Flansch-T-Stücke

Tabelle 30 — Maße aller Flansch-T-Stücke

DN × dn	Körper			Abzweig		
	e_1	L Reihe A	L Reihe B	e_2	l Reihe A	l Reihe B
40 × 40	7,0	280	255	7,0	140	130
50 × 50	7,0	300	280	7,0	150	140
60 × 40	7,0	300	—	7,0	130	—
60 × 60	7,0	320	300	7,0	160	150
65 × 65	7,0	330	305	7,0	165	150
80 × 40	7,0	—	310	7,0	—	135
80 × 60	7,0	—	310	7,0	—	155
80 × 80	7,0	330	330	7,0	165	165
100 × 40	7,2	—	320	7,0		145
100 × 60	7,2	—	320	7,0		165
100 × 80	7,2	360	330	7,0	175	170
100 × 100	7,2	360	360	7,2	180	180
125 × 40	7,5	—	330	7,0	—	160
125 × 60	7,5	—	330	7,0	—	180
125 × 80	7,5	400	350	7,0	190	185
125 × 100	7,5	400	370	7,2	195	195
125 × 125	7,5	400	400	7,5	200	200
150 × 40	7,8	—	340	7,0	—	170
150 × 60	7,8	—	340	7,0	—	190
150 × 80	7,8	440	360	7,0	205	200
150 × 100	7,8	440	380	7,2	210	205
150 × 125	7,8	440	410	7,5	215	215
150 × 150	7,8	440	440	7,8	220	220
200 × 40	8,4	—	365	7,0	—	195
200 × 60	8,4	—	365	7,0	—	215
200 × 80	8,4	520	380	7,0	235	225
200 × 100	8,4	520	400	7,2	240	230
200 × 125	8,4	—	435	7,5	—	240
200 × 150	8,4	520	460	7,8	250	245
200 × 200	8,4	520	520	8,4	260	260
250 × 60	9,0	—	385	7,0	—	260
250 × 80	9,0	—	405	7,0	—	265
250 × 100	9,0	700	425	7,2	275	270
250 × 150	9,0	—	485	7,8	—	280
250 × 200	9,0	700	540	8,4	325	290
250 × 250	9,0	700	600	9,0	350	300

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.4.8 Alle Flansch-T-Stücke, DN 300 bis DN 700

Tabelle 31 — Maße aller Flansch-T-Stücke, DN 300 bis DN 700

DN × dn	Körper			Abzweig		
	e_1	L Reihe A	L Reihe B	e_2	l Reihe A	l Reihe B
300 × 60	9,6	—	405	7,0	—	290
300 × 80	9,6	—	425	7,0	—	295
300 × 100	9,6	800	450	7,2	300	300
300 × 150	9,6	—	505	7,8	—	310
300 × 200	9,6	800	565	8,4	350	320
300 × 250	9,6	—	620	9,0	—	330
300 × 300	9,6	800	680	9,6	400	340
350 × 60	10,2	—	430	7,0	—	320
350 × 80	10,2	—	445	7,0	—	325
350 × 100	10,2	850	470	7,2	325	330
350 × 150	10,2	—	530	7,8	—	340
350 × 200	10,2	850	585	8,4	325	350
350 × 250	10,2	—	645	9,0	—	360
350 × 350	10,2	850	760	10,2	425	380
400 × 80	10,8	—	470	7,0	—	355
400 × 100	10,8	900	490	7,2	350	360
400 × 150	10,8	—	550	7,8	—	370
400 × 200	10,8	900	610	8,4	350	380
400 × 250	10,8	—	665	9,0	—	390
400 × 300	10,8	—	725	9,6	—	400
400 × 400	10,8	900	840	10,8	450	420
450 × 100	11,4	950	515	7,2	375	390
450 × 150	11,4	—	570	7,8	—	400
450 × 200	11,4	950	630	8,4	375	410
450 × 250	11,4	—	690	9,0	—	420
450 × 300	11,4	—	745	9,6	—	430
450 × 400	11,4	—	860	10,8	—	450
450 × 450	11,4	950	920	11,4	475	460
500 × 100	12,0	1 000	535	7,4	400	420
500 × 200	12,0	1 000	650	8,4	400	440
500 × 400	12,0	1 000	885	10,8	500	480
500 × 500	12,0	1 000	1 000	12,0	500	500
600 × 200	13,2	1 100	700	8,4	450	500
600 × 400	13,2	1 100	930	10,8	550	540
600 × 600	13,2	1 100	1 165	13,2	550	580
700 × 200	14,4	650	—	8,4	525	—
700 × 400	14,4	870	—	10,8	555	—
700 × 700	14,4	1 200	—	14,4	600	—

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.4.9 Alle Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 2000

Tabelle 32 — Maße aller Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 2000

DN × dn	Körper		Abzweig	
	e_1	L Reihe A	e_2	l Reihe A
800 × 200	15,6	690	8,4	585
800 × 400	15,6	910	10,8	615
800 × 600	15,6	1 350	13,2	645
800 × 800	15,6	1 350	15,6	675
900 × 200	16,8	730	8,4	645
900 × 400	16,8	950	10,8	675
900 × 600	16,8	1 500	13,2	705
900 × 900	16,8	1 500	16,8	750
1 000 × 200	18,0	770	8,4	705
1 000 × 400	18,0	990	10,8	735
1 000 × 600	18,0	1 650	13,2	765
1 000 × 1 000	18,0	1 650	18,0	825
1 100 × 400	19,2	980	8,4	795
1 100 × 600	19,2	1 210	13,2	825
1 200 × 600	20,4	1 240	13,2	885
1 200 × 800	20,4	1 470	15,6	915
1 200 × 1 000	20,4	1 700	18,0	945
1 400 × 600	22,8	1 550	13,2	980
1 400 × 800	22,8	1 760	15,6	1 010
1 400 × 1 000	22,8	2 015	18,0	1 040
1 500 × 600	24,0	1 575	13,2	1 035
1 500 × 1 000	24,0	2 040	18,0	1 095
1 600 × 600	25,2	1 600	13,2	1 090
1 600 × 800	25,2	1 835	15,6	1 120
1 600 × 1 000	25,2	2 065	18,0	1 150
1 600 × 1 200	25,2	2 300	20,4	1 180
1 800 × 600	27,6	1 655	13,2	1 200
1 800 × 800	27,6	1 885	15,6	1 230
1 800 × 1 000	27,6	2 120	18,0	1 260
1 800 × 1 200	27,6	2 350	20,4	1 290
2 000 × 600	30,0	1 705	13,2	1 310
2 000 × 1 000	30,0	2 170	18,0	1 370
2 000 × 1 400	30,0	2 635	22,8	1 430

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

8.4.10 Doppelflanschübergangsstücke

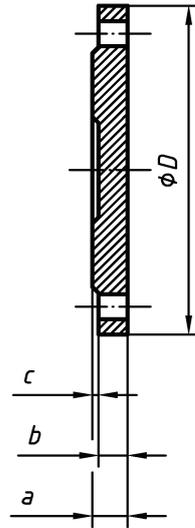


Bild 22 — Doppelflanschübergangsstücke

Tabelle 33 — Maße von Doppelflanschübergangsstücken

DN × dn	e_1	e_2	L Reihe A	L Reihe B
50 × 40	7,0	7,0	150	165
60 × 50	7,0	7,0	160	160
65 × 50	7,0	7,0	200	190
80 × 60	7,0	7,0	200	185
80 × 65	7,0	7,0	200	190
100 × 80	7,2	7,0	200	195
125 × 100	7,5	7,2	200	185
150 × 125	7,8	7,5	200	190
200 × 150	8,4	7,8	300	235
250 × 200	9,0	8,4	300	250
300 × 250	9,6	9,0	300	265
350 × 300	10,2	9,6	300	290
400 × 300	10,8	9,6	300	—
400 × 350	10,8	10,2	300	305
450 × 400	11,4	10,8	300	320
500 × 400	12,0	10,8	600	—
600 × 500	13,2	12,0	600	—
700 × 600	14,4	13,2	600	—
800 × 700	15,6	14,4	600	—
900 × 800	16,8	15,6	600	—
1 000 × 900	18,0	16,8	600	—
1 100 × 1 000	19,2	18,0	600	—
1 200 × 1 000	20,4	18,0	790	—
1 400 × 1 200	22,8	20,4	850	—
1 500 × 1 400	24,0	22,8	695	—
1 600 × 1 400	25,2	22,8	910	—
1 800 × 1 600	27,6	25,2	970	—
2 000 × 1 800	30,0	27,6	1 030	—

ANMERKUNG Das größere Ende ist mit DN und das kleinere Ende mit dn angegeben.

8.4.11 Blindflansche PN 10

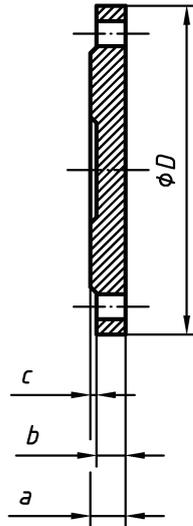


Bild 23 — Blindflansche PN 10

8.4.12 Blindflansche PN 16

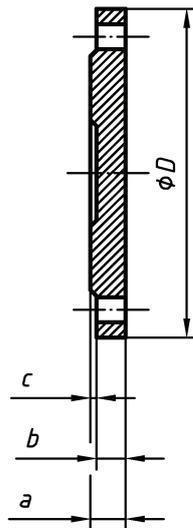


Bild 24 — Blindflansche PN 16

Tabelle 34 — Maße von Blindflanschen PN 10 und PN 16

DN	PN 10				PN 16			
	<i>D</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>D</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
40	150	19	16	3	150	19	16	3
50	165	19	16	3	165	19	16	3
60	175	19	16	3	175	19	16	3
65	185	19	16	3	185	19	16	3
80	200	19	16	3	200	19	16	3
100	220	19	16	3	220	19	16	3
125	250	19	16	3	250	19	16	3
150	285	19	16	3	285	19	16	3
200	340	20	17	3	340	20	17	3
250	400	22	19	3	400	22	19	3
300	455	24,5	20,5	4	455	24,5	20,5	4
350	505	24,5	20,5	4	520	26,5	22,5	4
400	565	24,5	20,5	4	580	28	24	4
450	615	25,5	21,5	4	640	30	26	4
500	670	26,5	22,5	4	715	31,5	27,5	4
600	780	30	25	5	840	36	31	5
700	895	32,5	27,5	5	910	39,5	34,5	5
800	1 015	35	30	5	1 025	43	38	5
900	1 115	37,5	32,5	5	1 125	46,5	41,5	5
1 000	1 230	40	35	5	1 255	50	45	5
1 100	1 340	42,5	37,5	5	1 355	53,5	48,5	5
1 200	1 455	45	40	5	1 485	57	52	5
1 400	1 675	46	41	5	1 685	60	55	5
1 500	1 785	47,5	42,5	5	1 820	62,5	57,5	5
1 600	1 915	49	44	5	1 930	65	60	5
1 800	2 115	52	47	5	2 130	70	65	5
2 000	2 325	55	50	5	2 345	75	70	5

ANMERKUNG Für Blindflansche bis einschließlich DN 300 darf der Mittelteil der Blindflansche gewölbt sein.

8.4.13 Blindflansche PN 25

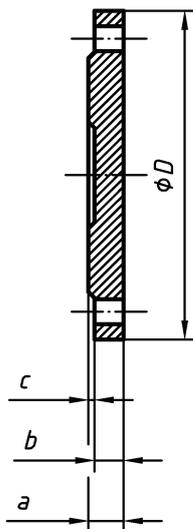


Bild 25 — Blindflansche PN 25

8.4.14 Blindflansche PN 40

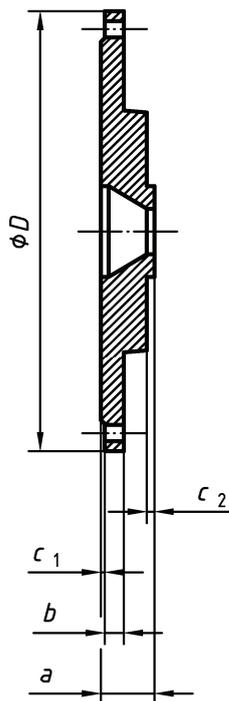


Bild 26 — Blindflansche PN 40

Tabelle 35 — Maße von Blindflanschen PN 25 und PN 40

DN	PN 25				PN 40			
	D	a	b	c	D	a	b	c
40	150	19	16	3	150	19	16	3
50	165	19	16	3	165	19	16	3
60	175	19	16	3	175	19	16	3
65	185	19	16	3	185	19	16	3
80	200	19	16	3	200	19	16	3
100	235	19	16	3	235	19	16	3
125	270	19	16	3	270	23,5	20,5	3
150	300	20	17	3	300	26	23	3
200	360	22	19	3	375	30	27	3
250	425	24,5	21,5	3	450	34,5	31,5	3
300	485	27,5	23,5	4	515	39,5	35,5	4
350	555	30	26	4	—	—	—	—
400	620	32	28	4	—	—	—	—
450	670	34,5	30,5	4	—	—	—	—
500	730	36,5	32,5	4	—	—	—	—
600	845	42	37	5	—	—	—	—

ANMERKUNG Für Blindflansche bis einschließlich DN 300 darf der Mittelteil der Blindflansche gewölbt sein.

8.4.15 Reduzierflansche PN 10

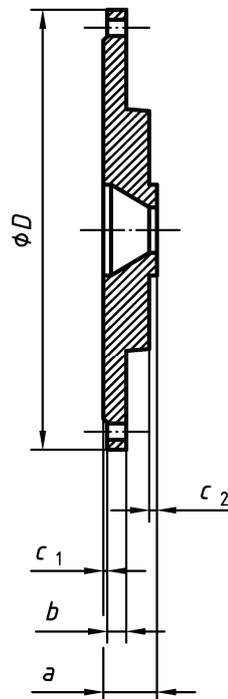


Bild 27 — Reduzierflansche PN 10

8.4.16 Reduzierflansche PN 16

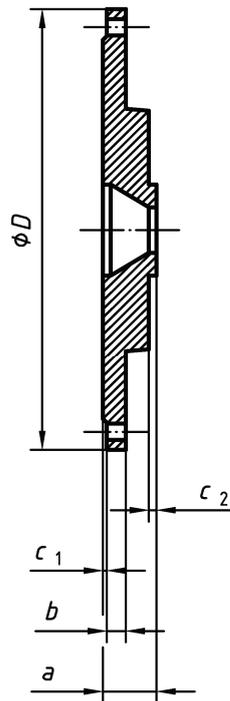


Bild 28 — Reduzierflansche PN 16

Tabelle 36 — Maße von Reduzierflanschen PN 10 und PN 16

DN × dn	PN 10					PN 16				
	D	a	b	c_1	c_2	D	a	b	c_1	c_2
200 × 80	340	40	17	3	3	340	40	17	3	3
200 × 100	340	40	17	3	3	340	40	17	3	3
200 × 125	340	40	17	3	3	340	40	17	3	3
350 × 250	505	48	20,5	4	3	520	54	22,5	4	3
400 × 250	565	48	20,5	4	3	580	54	24	4	3
400 × 300	565	49	20,5	4	4	580	55	24	4	4
700 × 500	895	56	27,5	5	4	910	67	34,5	5	4
900 × 700	1 115	63	32,5	5	5	1 125	73	41,5	5	5
1 000 × 700	1 230	63	35	5	5	1 255	73	45	5	5
1 000 × 800	1 230	68	35	5	5	1 255	77	45	5	5

ANMERKUNG Die größere Nennweite ist mit DN und die kleinere Nennweite mit dn angegeben.

8.4.17 Reduzierflansche PN 25

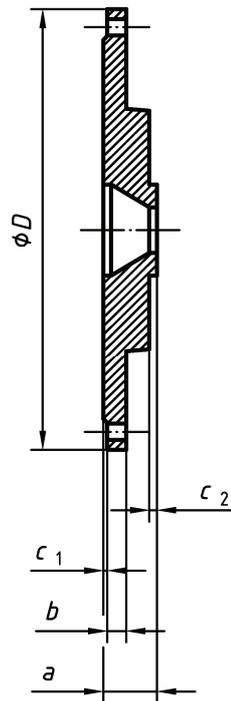
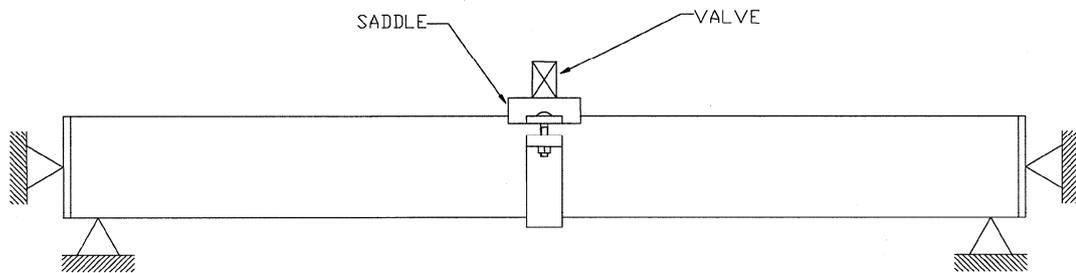


Bild 29 — Reduzierflansche PN 25

8.4.18 Reduzierflansche PN 40



saddle = Sattel
valve = Ventil

Bild 30 — Reduzierflansche PN 40

Tabelle 37 — Maße von Reduzierflanschen PN 25 und PN 40

DN × dn	PN 25					PN 40				
	<i>D</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> ₁	<i>c</i> ₂	<i>D</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i> ₁	<i>c</i> ₂
200 × 80	360	40	19	3	3	375	40	27	3	3
200 × 100	360	47	19	3	3	375	47	27	3	3
200 × 125	360	53	19	3	3	375	53	27	3	3
350 × 250	555	60	26	4	3	—	—	—	—	—
400 × 250	620	60	28	4	3	—	—	—	—	—
400 × 300	620	61	28	4	4	—	—	—	—	—

ANMERKUNG Die Hauptnennweite ist mit DN und die Abzweignennweite mit dn angegeben.

9 Konformitätsbewertung

9.1 Allgemeines

Die Konformität von gusseisernen Rohren, Formstücke und Zubehörteilen und ihren Verbindungen mit den Anforderungen dieser Norm sowie mit den festgelegten Werten (einschließlich Klassen) ist nachzuweisen durch:

- Erstprüfung der Funktionsfähigkeit;
- werkseigene Produktionskontrolle seitens des Herstellers, einschließlich Produktbewertung.

Die Produkte können für Prüfzwecke in Familien zusammengefasst werden (siehe 5.1), wobei angenommen wird, dass die Ergebnisse für eine oder mehrere Eigenschaften eines beliebigen Produktes innerhalb einer Familie für die gleichen Eigenschaften aller Produkte dieser Familie repräsentativ sind.

9.2 Erstprüfung der Funktionsfähigkeit

9.2.1 Allgemeines

Um die Konformität mit dieser Norm nachzuweisen, müssen Erstprüfungen der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden. Es dürfen auch Prüfungen berücksichtigt werden, die zuvor nach den Vorgaben dieser Norm (gleiches Produkt, gleiche Eigenschaft(en), gleiches Prüfverfahren, Probenahmeverfahren, System der Konformitätsbescheinigung usw.) durchgeführt wurden. Zusätzlich muss zu Beginn der Produktion eines neuen Produkttyps oder bei Einführung eines neuen Produktionsverfahrens (falls dieses die angegebenen Eigenschaften beeinträchtigen kann) eine Erstprüfung der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden.

Werden Bauteile verwendet, deren Eigenschaften bereits vom Hersteller dieser Bauteile auf der Grundlage der Konformität mit anderen Produktnormen bestimmt wurden, brauchen diese Eigenschaften nicht erneut bewertet zu werden, vorausgesetzt, die Leistung dieser Bauteile oder das Verfahren ihrer Bewertung bleiben gleich, die Eigenschaften dieser Bauteile sind für den vorgesehenen Verwendungszweck des Endproduktes geeignet, und der Herstellungsprozess hat keine nachteiligen Auswirkungen auf die ermittelten Eigenschaften.

Bei Bauteilen und Ausgangsstoffen, die bereits in Übereinstimmung mit den entsprechenden harmonisierten Europäischen Spezifikationen CE-gekennzeichnet wurden, darf davon ausgegangen werden, dass sie die in Verbindung mit der CE-Kennzeichnung angegebenen Leistungseigenschaften besitzen, obgleich dies die Hersteller von Rohrleitungsprodukten aus duktilem Gusseisen nicht aus der Verantwortung entlässt, sicherzustellen, dass ihre Produkte insgesamt vorschriftsmäßig bemessen werden, und dass deren Bauteile die für die Bemessung erforderlichen Leistungskennwerte erreichen.

9.2.2 Eigenschaften

Im Rahmen der Erstprüfung müssen alle in Abschnitt 5 angegebenen Eigenschaften geprüft werden, ausgenommen die Freisetzung gefährlicher Stoffe, die indirekt durch Kontrolle des Gehalts an der betreffenden Substanz bewertet werden darf.

Sobald eine Änderung in der Zusammensetzung des Produktes, in den Ausgangsstoffen oder beim Lieferanten der Bauteile oder im Produktionsprozess (abhängig von der Definition der Familie) eintritt, die signifikanten Einfluss auf eine oder mehrere der Eigenschaften hat, müssen die Prüfungen der Funktionsfähigkeit in Bezug auf die betreffenden Eigenschaften wiederholt werden.

9.2.3 Behandlung von Rechenwerten und Bemessung

In Fällen, in denen die Konformität mit dieser Norm auf Berechnungen beruht, beschränkt sich die Prüfung der Funktionsfähigkeit auf die Überprüfung der angestellten Berechnungen und den Nachweis, dass die hergestellten Produkte den bei der Bemessung zugrunde gelegten Annahmen entsprechen.

9.2.4 Kriterien der Probenahme, Prüfung und Konformität

9.2.4.1 Probenahmeverfahren

Die Erstprüfung der Funktionsfähigkeit ist an Proben der betreffenden Produkte durchzuführen, die für den hergestellten Produkttyp repräsentativ sind.

Bei der Probenahme ist das Zufallsprinzip anzuwenden, davon ausgenommen ist die Entnahme von Proben für die Bewertung der Dichtheit von Verbindungen, für die Proben erforderlich sind, die die Extremwerte der zulässigen Toleranzen repräsentieren (siehe 5.2, 5.3 und 5.5).

9.2.4.2 Prüf- und Übereinstimmungskriterien

Die Anzahl der zu prüfenden (oder zu bewertenden) Proben muss Tabelle 38 entsprechen.

Die Ergebnisse aller Typprüfungen sind aufzuzeichnen und müssen vom Hersteller mindestens 10 Jahre ab dem letzten Herstellungsdatum des/der betreffenden Produkte(s) aufbewahrt werden.

Tabelle 38 — Anzahl der Probekörper für die Erstprüfung der Funktionsfähigkeit

Zu prüfende Eigenschaften	(Mindest-)Anzahl der Probekörper				Prüfverfahren nach	Anforderungen nach
Beständigkeit gegen Innendruck	1 je DN				Berechnung Anhang A.2	4.2
Längsbiegefestigkeit der Rohre	1 je DN				Berechnung Anhang B	Anhang B
Ringsteifigkeit der Rohre	1 je DN				Berechnung Anhang C	Anhang C
Dichtheit beweglicher Verbindungen gegen:	1 je DN-Gruppe				7.2	5.2 oder 5.3
positiven Innendruck					7.2.2	5.2.2
negativen Innendruck	DN 80 bis DN 250	DN 300 bis DN 600	DN 700 bis DN 1000	DN 1100 bis DN 2000	7.2.3	5.2.2
positiven Außendruck					7.2.4	5.2.2
dynamischen Innendruck					7.2.5	5.2.2
Festigkeit und Dichtheit von Flanschverbindungen	1 je DN-Gruppe					
	DN 80 bis DN 250	DN 300 bis DN 600	DN 700 bis DN 1000	DN 1100 bis DN 2000	7.3	5.4
Dichtheit von Sattelstücken gegen:	1 je DN-Gruppe					
positiven Innendruck	DN 80 bis DN 250		DN 300 bis DN 600		7.4.1	5.5.1
negativen Innendruck	DN 250		DN 600		7.4.2	5.5.1
Druckbeständigkeit der Zementmörtelauskleidung	Mittelwert aus 6 Prüfungen an 3 Proben				7.1	4.5.3.2

9.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK)

9.3.1 Allgemeines

Der Hersteller muss ein System der werkseigenen Produktionskontrolle (WPK) einführen, dokumentieren und betreiben, um sicherzustellen, dass die auf den Markt gebrachten Produkte mit den angegebenen Leistungseigenschaften übereinstimmen und alle Anforderungen der vorliegenden Norm erfüllen. Das WPK-System muss aus Verfahren (Werkshandbuch), regelmäßigen Inspektionen und Prüfungen und/oder Bewertungen und der Verwendung der Ergebnisse zur Kontrolle der Ausgangsstoffe und sonstiger eingehender Materialien oder Bauteile, der Ausrüstung, des Herstellungsprozesses und des Produktes bestehen. Die Aufzeichnungen müssen leserlich sowie problemlos identifizierbar und auffindbar sein.

Das WPK-System darf Teil eines Qualitätsmanagementsystems sein, das z. B. EN ISO 9001:2000 entspricht.

Ein WPK-System, das den Anforderungen von EN ISO 9001:2000 entspricht und auf die Anforderungen dieser Europäischen Norm abgestimmt ist, gilt als den oben genannten Anforderungen entsprechend.

Die Ergebnisse aller Inspektionen, Prüfungen oder Bewertungen, die eine Maßnahme erforderlich machen, müssen ebenso wie die getroffenen Maßnahmen protokolliert werden. Die bei Abweichungen von Kontrollwerten oder -kriterien zu ergreifenden Maßnahmen müssen aufgezeichnet und für die Dauer, die in den Verfahrensanweisungen des Herstellers für die WPK angegeben ist, aufbewahrt werden.

Falls der Hersteller die Bemessung, die Herstellung, den Zusammenbau, die Verpackung, die Verarbeitung und/oder die Beschriftung bestimmter Bauteile durch Unterauftragnehmer durchführen lässt, darf die WPK des ursprünglichen Herstellers mit berücksichtigt werden. Jedoch muss der Hersteller auch bei Vergabe von Unteraufträgen die Gesamtkontrolle über die betreffenden Bauteile behalten und sicherstellen, dass er alle Informationen erhält, die erforderlich sind, um seine Pflichten in Bezug auf diese Europäische Norm zu erfüllen.

9.3.2 Für alle Hersteller geltende WPK-Anforderungen

9.3.2.1 Allgemeines

Der Hersteller muss Verfahren festlegen, mit denen sicherzustellen ist, dass sich die Fertigungstoleranzen in einem Bereich bewegen, der es ermöglicht, dass die Leistungseigenschaften des Produktes den aus der Erstprüfung der Funktionsfähigkeit abgeleiteten deklarierten Werten entsprechen.

Die Eigenschaften und die entsprechenden Nachweisverfahren sind in Tabelle 39 angegeben. Die Mindest-Prüfhäufigkeiten gelten für die kontinuierliche Produktion großer Stückzahlen in einem stabilen Prozess. Die zur Sicherstellung der dauerhaften Konformität der Produkte anzuwendenden tatsächlichen Prüfhäufigkeiten sind unter Berücksichtigung der Produktionsgeschwindigkeit und der implementierten Prozesskontrollmaßnahmen von der WPK des Herstellers festzulegen.

Der Hersteller muss die Ergebnisse der oben festgelegten Prüfungen aufzeichnen. Diese Ergebnisse müssen mindestens die folgenden Angaben umfassen:

- die Identität des geprüften Produktes;
- das Datum von Probenahme und Prüfung;
- die angewendeten Prüfverfahren;
- die Prüfergebnisse.

Tabelle 39 — Mindesthäufigkeit der Produktprüfung im Rahmen der WPK

Zu prüfende Eigenschaften	Prüfverfahren nach	Anforderungen nach	Mindestprüfhäufigkeit
Maße			
Wanddicke	6.1.1	4.3.1	1-mal je Schicht
Außendurchmesser der Einsteckenden	6.1.2	4.3.2.1	10 %
Innendurchmesser	6.1.3	4.3.2.2	1-mal je Schicht
Länge der Rohre	6.1.4	4.3.3	1-mal wöchentlich
Geradheit der Rohre	6.2	4.3.4	1 %
Werkstoffeigenschaften			
Zugversuch	6.3	4.4.1	siehe 9.3.2.2
Brinellhärte	6.4	4.4.2	1-mal wöchentlich
Umhüllungen und Auskleidungen von Rohren			
Masse des Zinküberzugs	6.6	4.5.2.2	1-mal je Schicht
Dicke der Beschichtungen	6.7	4.5.2.2	1-mal je Schicht
Dicke der Zementmörtelauskleidung	6.8	4.5.3.3	1-mal je Schicht
Umhüllungen von Formstücken und Zubehörteilen			
Epoxid-Umhüllung	EN 14901	4.6.1	1-mal je Schicht
Farbbeschichtung	6.7	4.6.2.2	1-mal je Schicht
Dichtheit von Rohren und Formstücken			
Werksseitige Dichtheitsprüfung	6.5	4.8	100 %

9.3.2.2 WPK für Festigkeitsprüfungen

Während des Herstellungsprozesses muss der Hersteller geeignete Prüfungen durchführen, um die in 4.4.1 festgelegten Festigkeitseigenschaften nachzuweisen. Diese Prüfungen können sein:

- a) entweder ein Chargen¹⁾-Probenahmesystem, bei dem Proben vom Einsteckende des Rohres genommen werden bzw. bei dem die Proben im Falle von Formstücken gesondert gegossen oder mit den betreffenden Gussstücken verbunden werden. Aus diesen Proben werden Probestäbe gefertigt und der Festigkeitsprüfung nach 6.3 unterzogen; oder
- b) ein Prozesskontrollsystem (z. B. durch zerstörungsfreie Prüfung), bei dem ein positiver Zusammenhang mit den in Tabelle 8 festgelegten Festigkeitseigenschaften nachgewiesen werden kann. Prüfverfahren zur Verifizierung beruhen auf der Verwendung von Vergleichsproben mit bekannten und nachweisbaren Eigenschaften. Dieses System wird unterstützt durch die Festigkeitsprüfung nach 6.3.

Die Prüfhäufigkeit ist mit dem vom Hersteller angewendeten System der Produktions- und Qualitätskontrolle verbunden. Die maximalen Chargengrößen müssen Tabelle 40 entsprechen.

1) Eine Charge ist die Anzahl der Gussstücke, von denen während der Herstellung eine Probe für Prüfzwecke entnommen wird.

Tabelle 40 — Maximale Chargengröße für die Festigkeitsprüfung

Typ des Gussstückes	DN	Maximale Chargengröße	
		Chargen- Probenahmesystem	Prozess- kontrollsystem
Schleudergussrohre	40 bis 300	200 Rohre	1 200 Rohre
	350 bis 600	100 Rohre	600 Rohre
	700 bis 1 000	50 Rohre	300 Rohre
	1 100 bis 2 000	25 Rohre	150 Rohre
Nicht geschleuderte Rohre, Formstücke und Zubehörteile	40 bis 2 000	4 t ^a	48 t ^a

^a Gewicht der Roh-Gussstücke ohne Speiser.

9.3.3 Herstellerspezifische Anforderungen des WPK-Systems

9.3.3.1 Personal

Die Verantwortung, Befugnisse und Dienstbeziehungen der mit der Leitung, Ausführung oder Verifizierung von Arbeiten mit Einfluss auf die Produktkonformität betrauten Personen müssen festgelegt sein. Dies gilt insbesondere für Personen, die Maßnahmen zur Verhinderung des erneuten Auftretens von Nichtkonformitäten ergreifen müssen, die für die im Falle einer Nichtkonformität zu ergreifenden Maßnahmen verantwortlich sind und die für das Erkennen und Feststellen von Produktkonformitätsproblemen zuständig sind. Personal, das mit Arbeiten betraut wird, die Einfluss auf die Produktkonformität haben, muss über entsprechende Fachkenntnisse verfügen, die auf angemessener Ausbildung, Schulung, Fähigkeiten und Erfahrungen beruhen, über die entsprechende Aufzeichnungen aufzubewahren sind.

9.3.3.2 Geräte

Alle Wäge-, Mess- und Prüfgeräte, die zum Führen des Konformitätsnachweises benötigt werden, müssen nach dokumentierten Verfahren und unter Einhaltung der dokumentierten Häufigkeiten und Kriterien kalibriert oder verifiziert und in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Die Überprüfung der Überwachungs- und Messgeräte muss dem zutreffenden Abschnitt von EN ISO 9001:2000 entsprechen.

Alle im Herstellungsprozess verwendeten Geräte müssen in regelmäßigen Abständen überprüft und gewartet werden, um sicherzustellen, dass durch ihre Verwendung, den Verschleiß oder einen Ausfall keine Unregelmäßigkeiten im Herstellungsprozess verursacht werden.

Die Inspektionen und die Wartung müssen entsprechend den schriftlich niedergelegten Verfahren des Herstellers durchgeführt und protokolliert werden, und die Aufzeichnungen müssen für die Dauer, die in den Anweisungen des Herstellers für die WPK angegeben ist, aufbewahrt werden.

9.3.3.3 Produktentwicklungsprozess

Das System der werkseigenen Produktionskontrolle muss die verschiedenen Phasen der Produktentwicklung dokumentieren und die Überprüfungsverfahren angeben sowie die für die einzelnen Phasen der Produktentwicklung verantwortlichen Personen benennen.

Während des eigentlichen Entwicklungsprozesses müssen Aufzeichnungen aller Überprüfungen, ihrer Ergebnisse und aller eventuell ergriffenen Korrekturmaßnahmen geführt werden. Diese Aufzeichnungen müssen ausreichend detailliert und genau sein, um den Nachweis führen zu können, dass alle Stufen der Entwicklungsphase und alle Überprüfungen in zufrieden stellender Weise ausgeführt wurden. Bei Übereinstimmung mit EN ISO 9001:2000, 7.3 gelten die Anforderungen dieses Unterabschnitts als erfüllt.

9.3.3.4 Ausgangsstoffe und Bauteile

Die Spezifikationen müssen für alle eingehenden Ausgangsstoffe und Bauteile dokumentiert werden, das Gleiche gilt für den Inspektionsplan zur Sicherstellung ihrer Konformität. Der Nachweis der Konformität der Ausgangsstoffe mit der betreffenden Spezifikation muss nach EN ISO 9001:2000, 7.4.3 geführt werden.

9.3.3.5 Prozesskontrolle

Der Hersteller muss die Produktion planen und sie unter kontrollierten Bedingungen durchführen. Bei Übereinstimmung mit EN ISO 9001:2000, 7.5.1 und 7.5.2 gelten die Anforderungen dieses Unterabschnitts als erfüllt.

9.3.3.6 Fehlerhafte Produkte

Der Hersteller muss schriftlich niedergelegte Verfahren haben, in denen festgelegt ist, wie mit fehlerhaften Produkten umzugehen ist. Alle Vorkommnisse dieser Art müssen im Moment ihres Auftretens aufgezeichnet werden, und diese Aufzeichnungen müssen für die Dauer, die in den schriftlichen Verfahren des Herstellers angegeben ist, aufbewahrt werden. Bei Übereinstimmung mit EN ISO 9001:2000, 8.3 gelten die Anforderungen dieses Unterabschnitts als erfüllt.

9.3.3.7 Korrekturmaßnahmen

Der Hersteller muss dokumentierte Verfahren haben, die die Maßnahmen angeben, die zur Behebung der Ursache von Nichtkonformitäten zu ergreifen sind, um deren Wiederauftreten zu vermeiden. Bei Übereinstimmung mit EN ISO 9001:2000, 8.5.2 gelten die Anforderungen dieses Unterabschnitts als erfüllt.

Anhang A, (normativ)

Zulässige Drücke

A.1 Allgemeines

Die Höchstwerte für PFA, PMA und PEA, die in 3.20, 3.22 bzw. 3.23 für Rohre und Formstücke festgelegt sind, müssen den Angaben (in bar) in den Abschnitten A.2, A.3 und A.4 entsprechen.

Entsprechende Einschränkungen, die die volle Ausnutzung dieser Druckbereiche bei einer eingebauten Rohrleitung eventuell nicht zulassen, müssen berücksichtigt werden, zum Beispiel:

- der Betrieb bei den in A.2 angegebenen Werten für PFA und PMA für Muffenrohre kann durch niedrigeren Druckbereich anderer Rohrleitungsteile, z. B. Flanschrohre (siehe Abschnitt A.4), bestimmte Arten von T-Stücken (siehe Abschnitt A.3) sowie durch bestimmte Ausführungen beweglicher Verbindungen (siehe 5.2.2) eingeschränkt werden;
- die Wasserdruckprüfung am Einbauort mit den in Abschnitt A.2 angegebenen hohen PEA-Werten kann wegen der Art und Ausführung des Verankerungssystems der Rohrleitung und/oder der beweglichen Verbindungen begrenzt sein.

A.2 Muffenrohre (siehe 8.1)

Die Höchstwerte für PFA, PMA und PEA werden wie folgt berechnet:

$$PFA = \frac{20 \times e_{\min} \times R_m}{D \times S_F}$$

Dabei ist

e_{\min} die Mindestrohrwanddicke, in Millimeter;

D der mittlere Rohrdurchmesser ($DE - e_{\min}$), in Millimeter;

DE der Nennaußendurchmesser des Rohres (siehe Tabellen 16 und 17), in Millimeter;

R_m die Mindestzugfestigkeit des duktilen Gusseisens, in Megapascal ($R_m = 420$ MPa, siehe 4.4.1);

S_F ein Sicherheitsfaktor von 3.

- a) PMA: wie PFA, jedoch mit $S_F = 2,5$; daher gilt

$$PMA = 1,2 \times PFA.$$

- b) PEA = PMA + 5 bar.

A.3 Flanschstücke für Muffenverbindungen (siehe 8.3)

Die Höchstwerte für PFA, PMA und PEA sind wie folgt:

- Muffenformstücke außer T-Stücke: Ihre PFA, PMA und PEA entsprechen den Angaben in Tabelle A.1;
- Muffen-T-Stücke: Ihre PFA, PMA und PEA können geringer sein als in Tabelle A.1 angegeben; sie müssen den Angaben des Herstellers entsprechen;
- Formstücke mit einem Flansch, wie Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig, Einflanschstücke und Flanschmuffenstücke: Ihre PFA, PMA und PEA sind wegen ihrer Flansche begrenzt; sie sind gleich denen, die für die entsprechenden PN und DN in Abschnitt A.4 angegeben sind.

Wenn andere Einschränkungen wegen der Art der Verbindung oder wegen anderer spezieller Ausführungen bestehen, müssen sie den Angaben des Herstellers entsprechen.

Tabelle A.1 — Druckklassen von Formstücken

DN	Druckklasse
40 bis 100	100
125 bis 200	64
250 bis 350	50
400 bis 600	40
700 bis 1 400	30
1 500 bis 2 000	25

A.4 Flanschrohre (siehe 8.2) und Formstücke für Flanschverbindungen (siehe 8.4)

Die Höchstwerte für PFA, PMA und PEA sind in Tabelle A.2 angegeben.

Tabelle A.2 — Drücke für Flanschrohre und Formstücke

DN	PN 10			PN 16			PN 25			PN 40		
	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA	PFA	PMA	PEA
40 bis 50	Siehe PN 40			Siehe PN 40			Siehe PN 40			40	48	53
60 bis 80	Siehe PN 16			16	20	25	Siehe PN 40			40	48	53
100 bis 150	Siehe PN 16			16	20	25	25	30	35	40	48	53
200 bis 600	10	12	17	16	20	25	25	30	35	40	48	53
700 bis 1 200	10	12	17	16	20	25	25	30	35	—	—	—
1 400 bis 2 000	10	12	17	16	20	25	—	—	—	—	—	—

Anhang B (informativ)

Längsbiegefestigkeit der Rohre

Rohre mit einem Formfaktor (Länge/Durchmesser) von 25 oder größer können hohen Spannungen infolge von Biegemomenten ausgesetzt sein, die zum Beispiel durch Bodenbewegungen oder durch unterschiedliche Setzungen hervorgerufen werden.

Um einen hohen Grad an Sicherheit in solchen Fällen zu haben, halten duktile Gussrohre den in Tabelle B.1 angegebenen Biegemomenten ohne sichtbare Beschädigung der Rohrwand sowie der Umhüllungen und Auskleidungen stand. Diese Biegemomente sind für ein Rohr mit Mindestwanddicke seiner Klasse und einer Biegespannung des Gusseisens von 250 MPa errechnet.

Tabelle B.1 — Längsbiegefestigkeit der Rohre

DN	Biegemomente (kN·m)			
	Klasse 40	Klasse 50	Klasse 64	Klasse 100
40	1,6	1,9	2,1	2,4
50	2,3	2,7	3,0	3,5
60	3,2	3,7	4,2	4,8
65	3,7	4,2	4,8	5,5
80	5,3	6,1	6,9	8,0
100	7,8	9,0	10,2	11,8
125	11,7	13,6	15,4	19,0
150	16,4	19,0	21,6	31,2
200	29,2	36,4	46,2	69,4

ANMERKUNG 1 Diese Biegemomente, ausgedrückt in Kilonewtonmeter, gehören zu einer Last mit dem gleichen Wert, ausgedrückt in Kilonewton, die im Mittelpunkt einer Spannweite von 4 m angreift.

ANMERKUNG 2 Biegemomente, die zum Versagen der Rohre führen können, sind mindestens 1,7-mal höher als die angegebenen Werte.

Anhang C (informativ)

Ringsteifigkeit der Rohre

Duktile Gussrohre können während des Betriebes großen Ovalitäten unterliegen, wobei alle ihre funktionellen Eigenschaften erhalten bleiben. Die zulässigen Rohrovalitäten während des Betriebes sind in Tabelle C.1 angegeben.

ANMERKUNG Die Ovalität ist das 100fache der senkrechten Rohrverformung, in Millimeter, dividiert durch den ursprünglichen Außendurchmesser des Rohres in Millimeter.

Um große Überdeckungshöhen und/oder hohe Verkehrslasten in einem weiten Bereich von Verlegebedingungen abzudecken, müssen duktile Gussrohre die in Tabelle C.1 angegebenen Mindest-Ringsteifigkeitswerte haben.

Die Ringsteifigkeit S eines Rohres wird durch folgende Gleichung ausgedrückt:

$$S = 1000 \frac{E \times I}{D^3} = 1000 \frac{E}{12} \times \left(\frac{e}{D}\right)^3$$

Dabei ist

- S die Ringsteifigkeit, in Kilonewton je Quadratmeter;
- E der Elastizitätsmodul des Werkstoffes, in Megapascal (170 000 MPa);
- I das Widerstandsmoment der Rohrwanddicke je Längeneinheit, in Kubikmillimeter;
- e die berechnete Rohrwanddicke, in Millimeter;
- D der mittlere Durchmesser des Rohres ($DE - e$), in Millimeter;
- DE der Nennaußendurchmesser des Rohres, in Millimeter.

ANMERKUNG Die Werte für S wurden mit einem Wert für e wie folgt berechnet:

$$e = e_{\min} + 0,5(1,3 + 0,001 \cdot DN)$$

Table C.1 — Ringsteifigkeit der bevorzugten Druckklassen für Rohre

DN	Mindest-Ringsteifigkeit kN/m ²			Zulässige Rohrovalität %		
	Klasse 25	Klasse 30	Klasse 40	Klasse 25	Klasse 30	Klasse 40
40	—	—	4 800	—	—	0,65
50	—	—	2 900	—	—	0,80
60	—	—	1 790	—	—	0,90
65	—	—	1 470	—	—	1,00
80	—	—	850	—	—	1,20
100	—	—	480	—	—	1,45
125	—	—	260	—	—	1,75
150	—	—	160	—	—	2,05
200	—	—	78	—	—	2,65
250	—	—	74	—	—	2,75
300	—	—	68	—	—	2,90
350	—	46	—	—	3,10	—
400	—	34	—	—	3,20	—
450	—	28	—	—	3,30	—
500	—	27	—	—	3,40	—
600	—	26	—	—	3,60	—
700	17	—	—	3,80	—	—
800	15	—	—	4,00	—	—
900	15	—	—	4,00	—	—
1 000	14,5	—	—	4,00	—	—
1 100	14	—	—	4,00	—	—
1 200	14	—	—	4,00	—	—
1 400	13,5	—	—	4,00	—	—
1 500	13,5	—	—	4,00	—	—
1 600	13,5	—	—	4,00	—	—
1 800	13	—	—	4,00	—	—
2 000	13	—	—	4,00	—	—

Anhang D (informativ)

Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen, Einsatzbereich, Bodenbeschaffenheit

D.1 Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen

D.1.1 Rohre

Je nach den äußeren und inneren Einsatzbedingungen können auch die folgenden Umhüllungen und Auskleidungen für Rohre geliefert werden:

- a) Umhüllungen:
- Zinkstaubfarbenanstrich mit einer Masse von mindestens 150 g/m², mit Deckbeschichtung;
 - Polyethylen-Folie (als Zusatz zum Zinküberzug mit Deckbeschichtung);
 - Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle, mit einer Masse von mindestens 400 g/m², mit Deckbeschichtung;
 - extrudierte Polyethylen-Umhüllung nach EN 14628;
 - Polyurethan-Umhüllung nach EN 15189;
 - Zementmörtelumhüllung nach prEN 15542;
 - Schutzbänder;
- b) Auskleidungen:
- dickere Zementmörtelauskleidung;
 - Zementmörtelauskleidung mit Deckbeschichtung;
 - Polyurethan-Auskleidung nach prEN 15565;
- c) Beschichtung der Verbindungsfläche:
- Epoxid-Beschichtung;
 - Polyurethan-Beschichtung.

Diese Umhüllungen und Auskleidungen sollten mit der jeweils zutreffenden Europäischen Technischen Spezifikation oder, sofern keine Europäische Technische Spezifikation vorliegt, mit der zutreffenden Internationalen Norm, nationalen Norm oder vereinbarten Spezifikation übereinstimmen.

D.1.2 Formstücke und Zubehörteile

Je nach den äußeren und inneren Einsatzbedingungen können auch die folgenden Umhüllungen und Auskleidungen für Formstücke und Zubehörteile geliefert werden:

- a) Umhüllungen:
- Zinkstaubfarbenanstrich mit Deckbeschichtung;
 - Polyethylen-Folie (als Zusatz zum Farbüberzug oder zum Zinkstaubfarbenanstrich mit Deckbeschichtung);
 - elektrophoretisch hergestellte Umhüllung mit einer Mindestdicke von 70 µm, aufgebracht auf eine gestrahlte und phosphatierte Oberfläche;
 - Schutzbänder;

b) Auskleidungen:

- dickere Zementmörtelauskleidung;
- Zementmörtelauskleidung mit Deckbeschichtung;
- elektroforetisch hergestellte Umhüllung mit einer Mindestdicke von 70 µm, aufgebracht auf eine gestrahlte und phosphatierte Oberfläche;
- Polyurethan-Auskleidung;
- Email-Auskleidung.

Diese Umhüllungen und Auskleidungen sollten mit der jeweils zutreffenden Europäischen Technischen Spezifikation oder, sofern keine Europäische Technische Spezifikation vorliegt, mit der zutreffenden Internationalen Norm, nationalen Norm oder vereinbarten Spezifikation übereinstimmen.

D.2 Einsatzbereich, Bodenbeschaffenheit

D.2.1 Standardbeschichtungen

Rohre aus duktilem Gusseisen nach 4.5.2 sowie Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen nach 4.6.2 können in vielen Böden erdverlegt werden, deren Beschaffenheit in vor Ort durchgeführten Untersuchungen des Bodens festgestellt werden kann, ausgenommen sind Böden:

- mit einem niedrigen Bodenwiderstand von weniger als 1 500 Ω·cm bei Einbau oberhalb des Wasserspiegels oder weniger als 2 500 Ω·cm bei Einbau unterhalb des Wasserspiegels;
- Mischböden, d. h. mit zwei oder mehr verschiedenen Arten von Böden;
- mit einem pH-Wert unter 6 und einer hohen Basenkapazität;
- die Abfälle, Asche, Schlacke enthalten oder durch Abfälle oder industrielle Abwässer verunreinigt sind.

In derartigen Böden, aber auch bei Auftreten von Streuströmen ist es empfehlenswert, einen zusätzlichen Schutz (z. B. Polyethylenfolie) oder andere zweckmäßige Umhüllungen (siehe D.2, D.3.2. und D.3.3) vorzusehen.

Eine dickere Deckbeschichtung (z. B. 100 g/m² Polyurethan oder Epoxid) kann bei Einbau oberhalb des Grundwasserspiegels den Einsatzbereich auf einen Widerstand von 1 000 Ω·cm und unterhalb des Grundwasserspiegels auf 1 500 Ω·cm erweitern.

D.2.2 Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle

Rohre aus duktilem Gusseisen mit einer Umhüllung aus Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 400 g/m² mit Deckbeschichtung und Formstücke aus duktilem Gusseisen mit elektroforetisch hergestellter Beschichtung mit einer Schichtdicke von mindestens 50 µm, aufgetragen auf eine gestrahlte und phosphatierte Oberfläche, oder mit einer Epoxid-Beschichtung (siehe 4.6.1) dürfen in den meisten Böden eingebaut werden, ausgenommen:

- säurehaltige torfige Böden;
- Böden, die Abfälle, Asche oder Schlacke enthalten oder durch Abfälle oder industrielle Abwässer verunreinigt sind;
- Böden unterhalb des Meeresspiegels mit einem Bodenwiderstand von weniger als 500 Ω·cm.

In solchen Böden, aber auch bei Auftreten von Streuströmen, ist es empfehlenswert, für die Umhüllung andere, den überwiegend korrosiven Böden angepasste Umhüllungen vorzusehen (siehe D.2 und D.3.3).

Der Hersteller sollte einen Nachweis über das Langzeitverhalten der vorstehenden Lösung (z. B. Prüfungen und Referenzen) bereithalten.

D.2.3 Verstärkte Umhüllungen

Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen mit den folgenden Umhüllungen können in Böden beliebiger Korrosivität eingebaut werden:

- extrudierte Polyethylen-Umhüllung (Rohre) nach EN 14628;
- Polyurethan-Umhüllung (Rohre) nach EN 15189;
- Epoxid-Beschichtung mit einer durchschnittlichen Schichtdicke von mindestens 250 µm (Formstücke) nach EN 14901;
- faserverstärkte Zementmörtel-Umhüllung (Rohre) nach prEN 15542;
- Schutzbänder (Rohre und Formstücke).

Anhang E
(informativ)

Einsatzbereich, Wasserbeschaffenheit

Duktile Gussrohrleitungen, die mit Auskleidungen geliefert werden, die den Angaben in 4.5.3 und 4.6 entsprechen, können für den Transport aller Arten von Wasser für den menschlichen Gebrauch eingesetzt werden, die der EU-Richtlinie 98/83/EG entsprechen.

Für andere Wasserarten sind die Anwendungsgrenzen in Abhängigkeit von der für die Auskleidung verwendeten Zementsorte wie folgt in Tabelle E.1 angegeben:

Tabelle E.1 — Einsatzbereich für Zementmörtelauskleidungen

Wasserkennwerte	Portland-Zement	Sulfatbeständige Zemente (einschließlich Hochofen-Zemente)	Tonerde-Zement
Mindestwert für pH	6	5,5	4
Maximal-Gehalt (mg/l) für: aggressives CO ₂	7	15	unbegrenzt
Sulfat (SO ₄ ⁻)	400	3 000	unbegrenzt
Magnesium (Mg ⁺⁺)	100	500	unbegrenzt
Ammonium (NH ₄ ⁺⁺)	30	30	unbegrenzt

Anhang F
(informativ)

**Zusammenhang zwischen den ehemaligen K-Klassen
und den derzeitigen Druckklassen**

Tabelle F.1 — Zusammenhang zwischen den ehemaligen K-Klassen und den derzeitigen Druckklassen

DN	Außendurchmesser DE mm		Vergleich mit ehemaliger K7	Vergleich mit ehemaliger K8	Vergleich mit ehemaliger K9	Vergleich mit ehemaliger K10
	Nennwert	Grenzabweichungen	Druckklasse			
			ANMERKUNG Die nachfolgenden Druckwerte sind stets größer als das entsprechende Rohr der K-Klasse. Die hohen Druckwerte bei den kleineren Nennweiten ergeben sich aus den geltenden Herstellungsbeschränkungen aufgrund der ehemaligen K-Klassen.			
40	56	+1/-1,2	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
50	66	+1/-1,2	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
60	77	+1/-1,2	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
65	82	+1/-1,2	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
80	98	+1/-2,7	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
100	118	+1/-2,8	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
125	144	+1/-2,8	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
150	170	+1/-2,9	Wie K9	Wie K9	100	Wie K9
200	222	+1/-3,0	64	64	64	100
250	274	+1/-3,1	50	50	64	64
300	326	+1/-3,3	50	50	50	64
350	378	+1/-3,4	40	40	50	64
400	429	+1/-3,5	40	40	50	50
450	480	+1/-3,6	30	40	40	50
500	532	+1/-3,8	30	40	40	50
600	635	+1/-4,0	30	40	40	50
700	738	+1/-4,3	25	30	40	40
800	842	+1/-4,5	25	30	40	40
900	945	+1/-4,8	25	30	40	40
1 000	1 048	+1/-5,0	25	30	30	40
1 100	1 152	+1/-6,0	25	30	30	40
1 200	1 255	+1/-5,8		25	30	40
1 400	1 462	+1/-6,6		25	30	40
1 500	1 565	+1/-7,0		25	30	40
1 600	1 668	+1/-7,4		25	30	40
1 800	1 875	+1/-8,2		25	30	30
2 000	2 082	+1/-9,0		25	30	30

Anhang G (informativ)

Berechnungsverfahren für erdverlegte Rohrleitungen, Überdeckungshöhen

G.1 Berechnungsverfahren

G.1.1 Berechnungsgleichung

Das Verfahren beruht auf einer Berechnung der Ovalität nach der nachstehenden Gleichung:

$$\Delta = \frac{100 \times K (P_e + P_t)}{8 S + (f \times E')}$$

Dabei ist

- Δ die Ovalität des Rohres, in Prozent;
- K der Bettungsfaktor;
- P_e der Druck aus der Erdlast, in Kilonewton je Quadratmeter;
- P_t der Druck aus der Verkehrslast, in Kilonewton je Quadratmeter;
- S die Ringsteifigkeit des Rohres, in Kilonewton je Quadratmeter, siehe Tabelle C.1;
- f der Faktor für den Seitendruck ($f = 0,061$);
- E' der Modul der Bodenreaktion, in Kilonewton je Quadratmeter.

Die nach dieser Gleichung errechnete Ovalität sollte die in Tabelle C.1 angegebene zulässige Ovalität nicht überschreiten. Die zulässige Ovalität steigt mit der Nennweite DN, bleibt aber weit unter dem Wert, dem die Zementmörtelauskleidung ohne Beschädigung widerstehen kann; außerdem beinhaltet sie einen Sicherheitsfaktor von 1,5, bezogen auf die Biegefestigkeit des duktilen Gusseisens (mindestens 500 MPa), aufgrund der Begrenzung der Spannung in der Rohrwand auf 330 MPa; schließlich ist sie ab DN 800 auf 4 % begrenzt.

G.1.2 Druck aus der Erdlast

Der Druck, P_e , über dem Rohrscheitel, gleichmäßig verteilt auf einer Strecke, die dem Außendurchmesser entspricht, wird nach der folgenden Gleichung nach der Silotheorie berechnet:

$$P_e = \gamma H$$

Dabei ist

- P_e der Druck aus der Erdlast, in Kilonewton je Quadratmeter;
- γ die Wichte des Grabenfüllmaterials, in Kilonewton je Kubikmeter;
- H die Überdeckungshöhe, in Meter, das entspricht dem Abstand zwischen Rohrscheitel und Erdoberfläche.

Wenn keine anderen Werte bekannt sind, ist die Wichte des Bodens mit 20 kN/m^3 anzusetzen; damit wird die überwiegende Mehrheit der Fälle abgedeckt. Wenn eine vorherige Bodenuntersuchung ergibt, dass die tatsächliche Wichte des Grabenfüllmaterials $< 20 \text{ kN/m}^3$ ist, dann kann der tatsächliche Wert für die Berechnung von P_e eingesetzt werden.

Wenn jedoch anzunehmen ist, dass der tatsächliche Wert größer als 20 kN/m^3 sein wird, dann sollte dieser Wert eingesetzt werden.

G.1.3 Druck aus der Verkehrslast

Der Druck, P_t , über den Rohrscheitel, gleichmäßig verteilt auf einer Strecke, die dem Außendurchmesser entspricht, wird nach der folgenden Gleichung errechnet:

$$P_t = 40 (1 - 2 \times 10^{-4} \text{ DN}) \frac{\beta}{H}$$

Dabei ist

P_t der Druck aus der Verkehrslast, in Kilonewton je Quadratmeter;

β der Korrekturfaktor für die Verkehrslast.

Diese Gleichung gilt nicht für $H < 0,3 \text{ m}$.

Drei Arten von Verkehrslasten sind zu berücksichtigen:

- Verkehrsflächen mit Hauptstraßen, $\beta = 1,5$: das ist der allgemeine Fall, außer Zufahrtsstraßen;
- Verkehrsflächen mit Zufahrtsstraßen, $\beta = 0,75$: Straßen mit LKW-Verbot;
- ländliche Gebiete, $\beta = 0,5$: alle anderen Fälle.

Es sollte beachtet werden, dass alle Rohrleitungen für mindestens $\beta = 0,5$ ausgelegt werden sollten, auch dann, wenn nicht zu erwarten ist, dass sie Verkehrslasten ausgesetzt werden. Außerdem sollten Rohrleitungen, die im Schwingungsbereich und in Aufschüttungen von Straßen verlegt werden, so ausgelegt sein, als müssten sie den für diese Straße zu erwartenden Verkehrslasten voll widerstehen. Schließlich sollte für Rohrleitungen, die zeitweise besonders hohen Verkehrslasten ausgesetzt werden können, ein Faktor von $\beta = 2$ angenommen werden.

G.1.4 Bettungsfaktor, K

Der Bettungsfaktor K ist abhängig von der Erddruckverteilung über dem Rohrscheitel (auf einer Strecke, die dem Außendurchmesser entspricht) und dem Auflager des Rohres (über eine Strecke, die dem theoretischen Bettungswinkel 2α entspricht).

K liegt üblicherweise zwischen 0,11 für $2\alpha = 20^\circ$ und 0,09 für $2\alpha = 120^\circ$. Der Wert von 20° gilt für ein Rohr, das auf einer glatten Grabensohle aufliegt, ohne Verdichtung.

G.1.5 Faktor für den Seitendruck, f

Der Faktor für den Seitendruck, f , beträgt 0,061; er entspricht der parabelförmigen seitlichen Bodendruckverteilung über einem Winkel von 100° nach dem IOWA-Spangler-Modell.

G.1.6 Modul der Bodenreaktion, E'

Der Modul der Bodenreaktion E' hängt von der Art des verwendeten Bodens im Bereich des Rohres und den Verlegebedingungen ab.

Für eine gegebene Situation kann der notwendige Modul der Bodenreaktion nach der folgenden Gleichung bestimmt werden:

$$E' = \frac{4\,000\,K}{\delta \times f} \left[\frac{\beta}{H} (1 - 2 \times 10^{-4} \text{ DN}) + 0,5 H \right] - \frac{8\,S}{f}$$

Dabei ist

E' der Modul der Bodenreaktion, in Kilonewton je Quadratmeter;

δ die zulässige Ovalität, in Prozent.

In Tabelle G.1 sind die Werte für E' zu 1 000 kN/m², 2 000 kN/m² und 5 000 kN/m² als Richtwerte zu betrachten, sie entsprechen einem Verdichtungsgrad von Null, gering oder gut. Der Wert $E' = 0$ ist ebenfalls angegeben als Grenzwert bei ungünstigen Verlegebedingungen in schlechten Böden (keine Verdichtung, Wasserspiegel oberhalb des Rohres, Entfernen des Grabenverbaus nach der Verfüllung oder bei Dammbedingungen).

Wenn eine vorherige Bodenuntersuchung eine Bestimmung des Wertes für die Bodenreaktion zulässt, dann sollte dieser Wert der Berechnung zu Grunde gelegt werden.

G.2 Überdeckungshöhen

Tabelle G.1 enthält die ungünstigsten Wertebereiche der zulässigen Überdeckungshöhen einer jeden Nennweitengruppe. Die Werte können ohne zusätzliche Berechnungen angewendet werden, sie sind in Meter angegeben, mit E' in Kilonewton je Quadratmeter.

Für Überdeckungshöhen außerhalb der Bereiche in Tabelle G.1 sowie bei anderen Verlegebedingungen kann eine Berechnung mittels der Gleichung aus G.1 durchgeführt werden.

Tabelle G.1 — Überdeckungshöhen für die bevorzugten Druckklassen von Rohren

DN		40 bis 150 Klasse 40	200 bis 300 Klasse 40	350 bis 400 Klasse 30	450 bis 600 Klasse 30	700 bis 2 000 Klasse 25
K(2 α)		0,110 (20°)	0,110 (20°)	0,105 (45°)	0,105 (45°)	0,103 (60°)
$\beta = 0,50$ Ländliche Gebiete	$E' = 0$	0,3 bis 12,0	0,3 bis 7,0	0,3 bis 3,8	0,3 bis 3,1	0,5 bis 1,6
	$E' = 1\,000$	0,3 bis 12,6	0,3 bis 7,8	0,3 bis 4,8	0,3 bis 4,2	0,3 bis 3,0
	$E' = 2\,000$	0,3 bis 13,2	0,3 bis 8,6	0,3 bis 5,7	0,3 bis 5,2	0,3 bis 4,2
	$E' = 5\,000$	0,3 bis 15,0	0,3 bis 11,1	0,3 bis 8,5	0,3 bis 8,1	0,3 bis 7,8
$\beta = 0,75$ Zufahrtsstraßen	$E' = 0$	0,3 bis 12,0	0,3 bis 6,9	0,4 bis 3,7	0,5 bis 3,0	0,9 bis 1,2
	$E' = 1\,000$	0,3 bis 12,6	0,3 bis 7,7	0,3 bis 4,7	0,4 bis 4,1	0,4 bis 2,9
	$E' = 2\,000$	0,3 bis 13,2	0,3 bis 8,6	0,3 bis 5,6	0,3 bis 5,1	0,3 bis 4,1
	$E' = 5\,000$	0,3 bis 14,9	0,3 bis 11,0	0,3 bis 8,5	0,3 bis 8,1	0,3 bis 7,8
$\beta = 1,50$ Hauptstraßen	$E' = 0$	0,3 bis 11,9	0,4 bis 6,7	0,9 bis 3,2	1,2 bis 2,2	a
	$E' = 1\,000$	0,3 bis 12,5	0,4 bis 7,6	0,7 bis 4,3	0,8 bis 3,7	1,0 bis 2,3
	$E' = 2\,000$	0,3 bis 13,1	0,3 bis 8,4	0,6 bis 5,4	0,6 bis 4,8	0,7 bis 3,9
	$E' = 5\,000$	0,3 bis 14,8	0,3 bis 10,9	0,4 bis 8,3	0,4 bis 7,9	0,4 bis 7,7

^a Nicht empfohlen; nur eine besondere Berechnung für jeden einzelnen Fall kann eine Antwort geben.

Literaturhinweise

- [1] EN 1333:2006, *Flansche und ihre Verbindungen — Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von PN*
- [2] EN 1514, *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung*
- [3] EN 14525, *Großbereichskupplungen und -flanschadapter aus duktilem Gusseisen zur Verbindung von Rohren aus unterschiedlichen Werkstoffen: Duktiles Gusseisen, Grauguss, Stahl, PVC-U, PE, Faserzement*
- [4] EN 45011, *Allgemeine Kriterien für Stellen, die Produktzertifizierungssysteme betreiben (ISO/IEC Guide 65:1996)*
- [5] EN 45012, *Allgemeine Kriterien für Stellen, die Qualitätssicherungssysteme begutachten und zertifizieren (ISO/IEC Guide 62:1996)*
- [6] EN ISO 6708:1995, *Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (ISO 6708:1995)*
- [7] EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2000)*
- [8] ISO 2531, *Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications*
- [9] EG-Richtlinie 98/83/EG vom 3. November 1998, bekannt als „Trinkwasser-Richtlinie“
- [10] EG-Richtlinie 89/106/EWG vom 12. Dezember 1989, bekannt als „Bauprodukten-Richtlinie“