

**DIN EN 545****DIN**

ICS 23.040.10; 23.040.40

Ersatz für  
DIN EN 545:2010-12

**Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren;  
Deutsche Fassung EN 545:2010**

Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines – Requirements and test methods;  
German version EN 545:2010

Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisations d'eau – Prescriptions et méthodes d'essai;  
Version allemande EN 545:2010

Gesamtumfang 94 Seiten

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

## **Nationales Vorwort**

Dieses Dokument (EN 545:2010) ist vom Technischen Komitee CEN/TC 203 „Gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) 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.

Im nationalen Anhang NA ist eine Tabelle angegeben, die den Zusammenhang zwischen den ehemaligen K-Klassen und den derzeitigen Druckklassen darstellt. Dieser informative Anhang erscheint als notwendig, da einige DVGW-Regelwerke (DVGW) die ehemaligen K-Klassen verwenden und somit eine Vergleichsmöglichkeit gegeben ist.

## **Änderungen**

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

- a) Ausweitung des Anwendungsbereiches;
- b) generelle Einführung von Druckklassen für alle Nennweiten und die daraus resultierenden Bauteildimensionierungen und -eigenschaften;
- c) in 6.6 Anhebung der mittleren flächenbezogenen Zinkmasse von mindestens 130 g/m<sup>2</sup> auf mindestens 200 g/m<sup>2</sup> ;
- d) Verlegelänge und die Muffentiefe an die Erfordernisse der Praxis angepasst;
- e) Anhang F „Qualitätssicherung“ als normativen Teil in Abschnitt 9 „Konformitätsbewertung“ neu aufgenommen und im Anhang entfernt;
- f) Anpassung an europäische Direktiven;
- g) Verweise auf europäische Beschichtungsnormen für Auskleidungen und Umhüllungen wurden aufgenommen;
- h) Norm redaktionell überarbeitet.

Gegenüber DIN EN 545:2010-12 wurde folgende Korrektur vorgenommen:

- a) in Tabelle 4 wurde für DN 900 bis DN 1400 der Wert 5,5 für die genormte Länge  $L_u$  hinzugefügt.

**Frühere Ausgaben**

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| DIN 2614: 1990-02                    | DIN 28534-1: 1963-12                           |
| DIN 2833: 1934-09, 1935-02, 1938x-05 | DIN 28534-2: 1963-12                           |
| DIN 2834: 1934-09, 1935-02, 1938-05  | DIN 28534-3: 1963-12                           |
| DIN 2839: 1934-09, 1938-05           | DIN 28537: 1963-12                             |
| DIN 2840: 1934-09, 1935-02, 1938-05  | DIN 28538: 1963-12                             |
| DIN 2841: 1934-09, 1935-02, 1938-05  | DIN 28539: 1963-12                             |
| DIN 2846: 1943-03                    | DIN 28543: 1963-12                             |
| DIN 2847: 1943-03                    | DIN 28546: 1963-12                             |
| DIN 2849: 1943x-03                   | DIN 28600: 1968-08, 1977-08, 1983-01           |
| DIN 2850: 1943-03                    | DIN 28610: 1968-08, 1977-08                    |
| DIN 2851: 1943-03                    | DIN 28610-1: 1983-01                           |
| DIN 28514: 1966-03                   | DIN 28614: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28522-1: 1963-12                 | DIN 28615: 1976-03                             |
| DIN 28522-2: 1963-12                 | DIN 28615-1: 1990-01                           |
| DIN 28522-3: 1963-12                 | DIN 28615-2: 1990-01                           |
| DIN 28523: 1963-12                   | DIN 28622: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28524-1: 1963-12                 | DIN 28623: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28524-2: 1963-12                 | DIN 28624: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28524-3: 1963-12                 | DIN 28625: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28525-1: 1963-12                 | DIN 28626: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28525-2: 1963-12                 | DIN 28628: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28525-3: 1963-12                 | DIN 28629: 1970-11, 1990-01                    |
| DIN 28526-1: 1963-12                 | DIN 28630: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28526-2: 1963-12                 | DIN 28632: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28526-3: 1963-12                 | DIN 28634: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28528-1: 1963-12                 | DIN 28637: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28528-2: 1963-12                 | DIN 28638: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28528-3: 1963-12                 | DIN 28639: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28529-1: 1963-12                 | DIN 28643: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28529-2: 1963-12                 | DIN 28645: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28529-3: 1963-12                 | DIN 28646: 1970-11, 1977-08, 1990-01           |
| DIN 28530-1: 1963-12                 | DIN 30674-3: 1982-09                           |
| DIN 28530-2: 1963-12                 | DIN EN 545: 1995-01, 2002-09, 2007-02, 2010-12 |
| DIN 28530-3: 1963-12                 | DIN EN 545 Berichtigung 1: 2005-03             |
| DIN 28532-1: 1963-12                 |  |
| DIN 28532-2: 1963-12                 |  |
| DIN 28532-3: 1963-12                 |  |

## Nationaler Anhang NA (informativ)

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

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

| DN    | Außendurchmesser DE<br>mm |                          | Vergleich mit<br>ehemaliger K7  | Vergleich mit<br>ehemaliger K8 | Vergleich mit<br>ehemaliger K9 | Vergleich mit<br>ehemaliger K10 |
|-------|---------------------------|--------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
|       | <b>Nennwert</b>           | <b>Grenzabweichungen</b> | <b>Druckklasse</b>  |                                |                                |                                 |
|       |                           |                          | ANMERKUNG Die nachfolgenden Druckwerte sind stets größer als die des entsprechenden Rohres der K-Klasse. Die hohen Druckwerte bei den kleineren Nennweiten ergeben sich aus den geltenden Herstellungsbeschränkungen aufgrund der ehemaligen K-Klassen. |                                |                                |                                 |
| 80    | 98                        | +1/-2,7                  | 100   | 100                            | 100                            | 100                             |
| 100   | 118                       | +1/-2,8                  | 100   | 100                            | 100                            | 100                             |
| 125   | 144                       | +1/-2,8                  | 64  | 64                             | 64                             | 64                              |
| 150   | 170                       | +1/-2,9                  | 64  | 64                             | 64                             | 64                              |
| 200   | 222                       | +1/-3,0                  | 50  | 50                             | 50                             | 64                              |
| 250   | 274                       | +1/-3,1                  | 40  | 40                             | 50                             | 50                              |
| 300   | 326                       | +1/-3,3                  | 40  | 40                             | 40                             | 50                              |
| 350   | 378                       | +1/-3,4                  | 30  | 30                             | 40                             | 50                              |
| 400   | 429                       | +1/-3,5                  | 30  | 30                             | 40                             | 40                              |
| 450   | 480                       | +1/-3,6                  | 25  | 30                             | 40                             | 40                              |
| 500   | 532                       | +1/-3,8                  | 25  | 30                             | 30                             | 40                              |
| 600   | 635                       | +1/-4,0                  | 25  | 30                             | 30                             | 40                              |
| 700   | 738                       | +1/-4,3                  | 20  | 25                             | 30                             | 30                              |
| 800   | 842                       | +1/-4,5                  | 20  | 25                             | 30                             | 30                              |
| 900   | 945                       | +1/-4,8                  | 20  | 25                             | 30                             | 30                              |
| 1 000 | 1 048                     | +1/-5,0                  | 20  | 25                             | 30                             | 30                              |
| 1 100 | 1 152                     | +1/-6,0                  | 20  | 25                             | 25                             | 30                              |
| 1 200 | 1 255                     | +1/-5,8                  | 20  | 25                             | 25                             | 30                              |
| 1 400 | 1 462                     | +1/-6,6                  | 20  | 20                             | 25                             | 30                              |
| 1 500 | 1 565                     | +1/-7,0                  | 20  | 20                             | 25                             | 30                              |
| 1 600 | 1 668                     | +1/-7,4                  |   | 20                             | 25                             | 30                              |
| 1 800 | 1 875                     | +1/-8,2                  |   | 20                             | 25                             | 30                              |
| 2 000 | 2 082                     | +1/-9,0                  |   | 20                             | 25                             | 25                              |

**Nationaler Anhang NB**  
(informativ)

**Literaturhinweise**

DIN 2880, *Anwendung von Zementmörtel-Auskleidung für Gußrohre, Stahlrohre und Formstücke*

DVGW GW 337, *Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen für die Gas- und Wasserversorgung — Anforderungen und Prüfungen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. August 2010 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

# Inhalt

|   | Seite     |
|---|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>4 Technische Anforderungen</b> .....   | <b>12</b> |
| 4.1 Allgemeines .....   | 12        |
| 4.2 Druckklasse .....   | 14        |
| 4.3 Maßanforderungen .....  | 14        |
| 4.4 Werkstoffkennwerte .....  | 18        |
| 4.5 Umhüllungen und Auskleidungen für Rohre .....                                       | 19        |
| 4.6 Umhüllungen und Auskleidungen für Formstücke und Zubehörteile .....                 | 22        |
| 4.7 Kennzeichnung der Rohre, Formstücke und Zubehörteile .....                          | 23        |
| 4.8 Dichtheit .....   | 23        |
| <b>5 Anforderungen an die Funktionsfähigkeit von Verbindungen und Rohrsätteln</b> ..... | <b>24</b> |
| 5.1 Allgemeines .....   | 24        |
| 5.2 Bewegliche Verbindungen .....   | 24        |
| 5.3 Bewegliche längskraftschlüssige Verbindungen .....                                  | 26        |
| 5.4 Flanschverbindungen, angegossen, eingeschraubt, angeschweißt und lose .....         | 26        |
| 5.5 Rohrsättel .....  | 27        |
| <b>6 Prüfverfahren</b> .....  | <b>28</b> |
| 6.1 Rohrmaße .....  | 28        |
| 6.2 Geradheit der Rohre .....   | 29        |
| 6.3 Zugversuch bei Bauteilen aus duktilen Gusseisen .....                               | 29        |
| 6.4 Brinellhärte bei Bauteilen aus duktilem Gusseisen .....                             | 31        |
| 6.5 Dichtheitsprüfung für Rohre und Formstücke im Werk .....                            | 31        |
| 6.6 Masse des Zinküberzuges .....   | 32        |
| 6.7 Dicke der Beschichtung .....  | 32        |
| 6.8 Dicke der Zementmörtelauskleidung .....   | 33        |
| <b>7 Prüfungen der Funktionsfähigkeit</b> .....   | <b>33</b> |
| 7.1 Druckfestigkeit der Zementmörtelauskleidung .....                                   | 33        |
| 7.2 Dichtheit beweglicher Verbindungen .....  | 33        |
| 7.3 Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Flanschverbindungen .....               | 37        |
| 7.4 Dichtheit und mechanische Beständigkeit der Rohrsättel .....                        | 37        |
| <b>8 Maßtabellen</b> .....  | <b>39</b> |
| 8.1 Muffenrohre .....   | 39        |
| 8.2 Flanschrohre .....  | 42        |
| 8.3 Formstücke für Muffenverbindungen .....   | 42        |
| 8.4 Formstücke für Flanschverbindungen .....  | 53        |
| <b>9 Konformitätsbewertung</b> .....  | <b>68</b> |
| 9.1 Allgemeines .....   | 68        |
| 9.2 Erstprüfung der Funktionsfähigkeit .....  | 68        |
| 9.3 Werkseigene Produktionskontrolle (WPK) .....  | 70        |
| <b>Anhang A (normativ) Zulässige Drücke</b> .....                                       | <b>74</b> |
| A.1 Allgemeines .....   | 74        |
| A.2 Muffenrohre (siehe 8.1) .....   | 74        |
| A.3 Flanschstücke für Muffenverbindungen (siehe 8.3) .....                              | 75        |
| A.4 Flanschrohre (siehe 8.2) und Formstücke für Flanschverbindungen (siehe 8.4) .....   | 75        |
| A.5 Zubehör .....   | 75        |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>Anhang B</b> (informativ) <b>Längsbiegefestigkeit der Rohre</b> .....   | <b>76</b> |
| <b>Anhang C</b> (informativ) <b>Ringsteifigkeit der Rohre</b> .....  | <b>77</b> |
| <b>Anhang D</b> (informativ) <b>Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen, Einsatzbereich, Bodenbeschaffenheit</b> ..... | <b>80</b> |
| <b>D.1</b> <b>Andere mögliche Umhüllungen und Auskleidungen</b> .....  | <b>80</b> |
| <b>D.2</b> <b>Einsatzbereich im Verhältnis zur Bodenbeschaffenheit</b> .....   | <b>81</b> |
| <b>Anhang E</b> (informativ) <b>Einsatzbereich, Wasserbeschaffenheit</b> .....   | <b>83</b> |
| <b>Anhang F</b> (informativ) <b>Berechnungsverfahren für erdverlegte Rohrleitungen, Überdeckungshöhen</b> ....               | <b>84</b> |
| <b>F.1</b> <b>Berechnungsverfahren</b> .....   | <b>84</b> |
| <b>F.2</b> <b>Überdeckungshöhen</b> .....  | <b>86</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....   | <b>88</b> |

## Tabellen

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1 — Grenzabweichungen der Dicke von Formstücken .....   | 15 |
| Tabelle 2 — Grenzabweichungen der Innendurchmesser .....  | 16 |
| Tabelle 3 — Maximale DN für die Grenzabweichungen der Innendurchmesser für die Druckklassen .....                           | 16 |
| Tabelle 4 — Genormte Längen von Muffenrohren .....  | 16 |
| Tabelle 5 — Genormte Längen von Flanschrohren .....   | 17 |
| Tabelle 6 — Zulässige Längenabweichung bei Formstücken.....   | 17 |
| Tabelle 7 — Grenzabweichungen der Längen .....  | 18 |
| Tabelle 8 — Festigkeitseigenschaften .....  | 18 |
| Tabelle 9 — Schichtdicke der Zementmörtelauskleidung .....  | 21 |
| Tabelle 10 — DN-Gruppen für die Prüfungen der Funktionsfähigkeit.....   | 24 |
| Tabelle 11 — Prüfung der Funktionsfähigkeit von Verbindungen .....  | 25 |
| Tabelle 12 — Biegemomente für die Prüfung der Funktionsfähigkeit von Flanschverbindungen .....                              | 27 |
| Tabelle 13 — Prüfungen der Funktionsfähigkeit von Rohrsätteln.....  | 28 |
| Tabelle 14 — Maße des Probestabes .....   | 30 |
| Tabelle 15 — Werkprüfdrücke für nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre, Formstücke und Zubehörteile ..... | 31 |
| Tabelle 16 — Maße der bevorzugten Rohr-Druckklassen .....   | 40 |
| Tabelle 17 — Maße von Rohren .....  | 41 |
| Tabelle 18 — Maße von Flanshmuffen .....  | 43 |
| Tabelle 19 — Maße von Einflansch-Stücken und Überschiebmuffen.....  | 44 |
| Tabelle 20 — Maße von Doppelmuffen-Bögen 90° und 45° .....  | 46 |
| Tabelle 21 — Maße von Doppelmuffen-Bögen 22,5° und 11,25° .....   | 47 |
| Tabelle 22 — Maße aller Muffen-T-Stücke .....   | 48 |
| Tabelle 23 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 40 bis DN 250 .....                                     | 49 |
| Tabelle 24 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 300 bis DN 700 .....                                    | 50 |
| Tabelle 25 — Maße von Doppelmuffen-T-Stücken mit Flanschabzweig, DN 800 bis DN 2000 .....                                   | 51 |
| Tabelle 26 — Maße von Doppelmuffenübergangsstücken .....  | 52 |

|  | Seite |
|--|-------|
| Tabelle 27 — Maße von Doppelflansch-Bögen 90° und Doppelflansch-Fußbögen 90° .....   | 54    |
| Tabelle 28 — Maße von Doppelflanschbögen 45° .....                                   | 55    |
| Tabelle 29 — Maße von Doppelflanschbögen 22,5° und 11,25° .....                      | 57    |
| Tabelle 30 — Maße aller Flansch-T-Stücke .....                                       | 58    |
| Tabelle 31 — Maße aller Flansch-T-Stücke, DN 300 bis DN 700 .....                    | 59    |
| Tabelle 32 — Maße aller Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 2000 .....                   | 60    |
| Tabelle 33 — Maße von Doppelflanschübergangsstücken .....                            | 61    |
| Tabelle 34 — Maße von Blindflanschen PN 10 und PN 16 .....                           | 63    |
| Tabelle 35 — Maße von Blindflanschen PN 25 und PN 40 .....                           | 65    |
| Tabelle 36 — Maße von Reduzierflanschen PN 10 und PN 16 .....                        | 66    |
| Tabelle 37 — Maße von Reduzierflanschen PN 25 und PN 40 .....                        | 68    |
| Tabelle 38 — Anzahl der Probekörper für die Erstprüfung der Funktionsfähigkeit ..... | 70    |
| Tabelle 39 — Mindesthäufigkeit der Produktprüfung im Rahmen der WPK .....            | 71    |
| Tabelle 40 — Maximale Chargengröße für die Festigkeitsprüfung .....                  | 72    |
| Tabelle A.1 — Druckklassen von Formstücken .....                                     | 75    |
| Tabelle A.2 — Drücke für Flanschrohre und Formstücke .....                           | 75    |
| Tabelle B.1 — Längsbiegefestigkeit der Rohre .....                                   | 76    |
| Tabelle C.1 — Ringsteifigkeit der bevorzugten Druckklassen für Rohre .....           | 79    |
| Tabelle E.1 — Einsatzbereich für Zementmörtelauskleidungen .....                     | 83    |
| Tabelle F.1 — Überdeckungshöhen für die bevorzugten Druckklassen von Rohren .....    | 87    |

## **Bilder**

|   |    |
|---|----|
| Bild 1 — Dichtheit von Verbindungen (Innendruck) .....                      | 35 |
| Bild 2 — Prüfung der Dichtheit von Verbindungen (Außendruck) .....          | 36 |
| Bild 3 — Prüfung der Festigkeit und Dichtheit von Flanschverbindungen ..... | 37 |
| Bild 4 — Prüfung der Dichtheit von Sattelstücken .....                      | 38 |
| Bild 5 — Muffenrohre .....  | 39 |
| Bild 6 — Flanschmuffen .....  | 42 |
| Bild 7 — Einflanschstücke .....   | 43 |
| Bild 8 — Überschiebmuffe .....  | 44 |
| Bild 9 — Doppelmuffe 90° (1/4) Bögen .....                                  | 45 |
| Bild 10 — Doppelmuffe 45° (1/8) Bögen .....                                 | 45 |
| Bild 11 — Doppelmuffen-Bögen 22°30' (1/16) .....                            | 46 |
| Bild 12 — Doppelmuffen-Bögen 11°15' (1/32) .....                            | 47 |
| Bild 13 — Alle Muffen-T-Stücke .....  | 48 |
| Bild 14 — Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig .....                    | 49 |
| Bild 15 — Doppelmuffenübergangsstücke .....                                 | 52 |
| Bild 16 — Doppelflansch-Bögen 90° (1/4) .....                               | 53 |

|  | Seite |
|--|-------|
| Bild 17 — Doppelflansch-Fußbögen 90° (1/4) ..... | 54    |
| Bild 18 — Doppelflanschbögen 45° (1/8) .....     | 55    |
| Bild 19 — Doppelflanschbögen 22°30' (1/16) ..... | 56    |
| Bild 20 — Doppelflanschbögen 11°15' (1/32) ..... | 56    |
| Bild 21 — Alle Flansch-T-Stücke.....             | 57    |
| Bild 22 — Doppelflanschübergangsstücke.....      | 61    |
| Bild 23 — Blindflansche PN 10 .....              | 62    |
| Bild 24 — Blindflansche PN 16 .....              | 62    |
| Bild 25 — Blindflansche PN 25 .....              | 64    |
| Bild 26 — Blindflansche PN 40 .....              | 64    |
| Bild 27 — Reduzierflansche PN 10 .....           | 65    |
| Bild 28 — Reduzierflansche PN 16 .....           | 66    |
| Bild 29 — Reduzierflansche PN 25 .....           | 67    |
| Bild 30 — Reduzierflansche PN 40 .....           | 67    |

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 545:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 203 „Gusseiserne Rohre, Formstücke und ihre Verbindungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2011 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wird EN 545:2006 ersetzen.

Anhang A dieser Norm ist normativ und die Anhänge B, C, D, E, und F sind informativ.

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.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## 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 verschiedener Arten von Wasser (z. B. Rohwasser, behandeltes Wasser, wieder aufbereitetes Wasser) für alle Anwendungsarten (z. B. Wasser für den menschlichen Gebrauch, für die Brandbekämpfung, für die Schneeherstellung, für die Bewässerung, für Wasserkraftanlagen usw.);
- mit oder ohne Innendruck;
- oberirdisch oder erdverlegt.

Diese Europäische 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.

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

Diese Europäische 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 2 000.

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 Mindestleistungsanforderungen an Kupplungen, Flanschadapter und Sattelstücke, die für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus duktilem Gusseisen hergestellt sind, Bezug genommen.

**ANMERKUNG** In dieser Europäischen Norm sind alle Drücke relative Drücke und werden in bar angegeben (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 — Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen 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 1333:2006, *Flansche und ihre Verbindungen — Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von PN*

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

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 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2009)*

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

EN ISO 9001:2000, *Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen (ISO 9001:2000)*

### **3 Begriffe**

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

**3.1 duktiles Gusseisen**  
Gusseisen, das für Rohre, Formstücke und Zubehörteile verwendet wird, bei dem der Graphit 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

ANMERKUNG Darüber hinaus werden auch Flansch-Muffenstücke, Einflanschstücke sowie Überschiebmuffen als Formstücke angesehen.

### 3.4

#### Zubehörteil

jedes Gussstück/Produkt, außer einem Rohr oder Formstück, das zur Verwendung für eine gusseiserne Rohrleitung vorgesehen ist, einschließlich:

- Druckringe und Schrauben für bewegliche mechanische Verbindungen (siehe 3.14);
- Druckringe, Schrauben und Klemmringe für bewegliche längskraftschlüssige Muffenverbindungen (siehe 3.15);
- Rohrsättel für Rohranschlüsse;
- lose Flansche sowie Vorschweiß- oder Gewindeflansche;
- Flanschadapter für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus Gusseisen (siehe 4.1.3.2);
- Kupplungen für den Gebrauch mit Rohren und Formstücken aus Gusseisen (siehe 4.1.3.2);

ANMERKUNG 1 Armaturen jeder Art fallen nicht unter den Begriff Zubehörteil.

ANMERKUNG 2 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, angeschraubt 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 Schaftachse 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 Bauteils, 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 Bauteilen, 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, zur Verwendung für Referenzzwecke, die die Buchstaben DN umfasst, 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 bezogen auf eine Kombination von mechanischen und maßlichen Eigenschaften eines Bauteils eines Rohrleitungssystems, zur Verwendung für Referenzzwecke, welche die Buchstaben PN, gefolgt von einer dimensionslosen Zahl, umfasst

[EN 1333:2006]

ANMERKUNG Alle Teile der gleichen Nennweite DN und 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

##### C

alphanumerische Bezeichnung einer Bauteilfamilie, einschließlich deren Verbindungen, bezogen auf deren Betriebsdrücke, entsprechend dem Nachweis durch alle in dieser Norm beschriebenen Prüfungen der Funktionsfähigkeit, die den Buchstaben C gefolgt von einer dimensionslosen Zahl, gleich des höchstzulässigen PFA der Bauteilfamilie in bar, beinhaltet

### 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.

### 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 nach jeder Änderung der Bauart wiederholt werden muss

### 3.26

#### Baulänge

Länge einer Rohrleitung, um die der Bau einer Rohrleitung fortschreitet, wenn ein zusätzliches Rohr oder Formstück verlegt ist

ANMERKUNG Bei Muffenrohren und Formstücken entspricht die Baulänge,  $L_e$ , der Gesamtlänge (OL) abzüglich der vom Hersteller angegebenen größten Einstecktiefe (X). Bei Flanschrohren und Formstücken ist die Baulänge gleich der Gesamtlänge.

### 3.27

#### genormte Länge

Länge des Rohrschaftes und Formstücks, Rohrkörpers oder Abzweigs, wie in dieser Norm festgelegt (siehe 4.3.3)

ANMERKUNG Bei Muffenrohren (siehe Bild 5) und Muffenformstücken entspricht die genormte Länge  $L_u$  ( $l_u$  für Abzweige) der Gesamtlänge des Rohres (OL) abzüglich der vom Hersteller angegebenen Muffentiefe (DOS). Bei Flanschrohren und -formstücken entspricht die Normlänge  $L$  ( $l$  für Abzweige) der Gesamtlänge.

### 3.28

#### Abweichung

herstellungsbedingte Grenzabweichung von der genormten Länge eines Rohres oder Formstückes

### **3.29**

#### **Ovalität**

Unrundheit eines Rohrquerschnittes

ANMERKUNG 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 von PFA und Druckklasse verwendete Mindestdicke an einem beliebigen Punkt des Rohres (siehe Tabellen 16 und 17)

### **3.31**

#### **Dicke für die Berechnung der Steifigkeit des Rohres**

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

## **4 Technische Anforderungen**

### **4.1 Allgemeines**

#### **4.1.1 Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen**

Die Nennweiten, Druckklassen, Dicken, Längen sowie die Umhüllungen und Auskleidungen sind in 4.1.1, 4.2, 4.3.1, 4.3.3, 4.5 sowie in 4.6 beschrieben. Wenn Rohre, Formstücke und Zubehörteile 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.

Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre gelten als Formstücke.

ANMERKUNG 1 Andere Formstücke sind Abzweige mit anderen Winkeln sowie T-Stücke und Übergangsstücke mit anderen Kombinationen von DN × dn, Formstücke zur Entleerung usw.

Die genormten Nennweiten DN der Rohre und Formstücke sind wie folgt: 40, 50, 60, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1 000, 1 100, 1 200, 1 400, 1 500, 1 600, 1 800, 2 000.

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

ANMERKUNG 2 Die Anhänge B und C enthalten Angaben zur Längsbiegefestigkeit bzw. Ringsteifigkeit der Rohre aus duktilem Gusseisen.

ANMERKUNG 3 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 F), 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

Elastomere Dichtungswerkstoffe 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 Bewegliche Verbindungen

Bauteile mit beweglichen Verbindungen müssen bezüglich ihrer Außendurchmesser DE und Grenzabweichungen im Bereich der Einsteckenden mit 4.3.2.1 übereinstimmen. Das 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 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 und 7 erfüllt und im Falle von einer Verbindung der Bauteile von verschiedenen Herstellern müssen diese Verbindungen den Anforderungen an die Funktionsfähigkeit entsprechen.

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).

### **4.1.3.3 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 mindestens den Anforderungen nach EN ISO 4016 und EN ISO 4034, Festigkeitsklasse 4.6, entsprechen. Scheiben müssen, sofern erforderlich, EN ISO 7091 entsprechen.

Obleich 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 (alle Teile) enthaltenen Arten entsprechen.

### **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 die Bauteile, 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 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, die den Einfluss von Stoffen auf die Wasserbeschaffenheit behandeln, sowie auf die Anforderungen an äußere Systeme und Bauteile nach EN 805.

## **4.2 Druckklasse**

Entsprechend 3.21 wird die Druckklasse eines Bauteils durch eine Kombination der konstruktionsbezogenen Funktionsfähigkeit und der Funktionsfähigkeit der längskraftfreien beweglichen Verbindung festgelegt.

Längskraftschlüssige Verbindungen können den PFA verringern; in diesem Fall ist der PFA vom Hersteller anzugeben.

Anhang A gibt den PFA, PMA und PEA der Bauteile und ihrer Druckklassen an.

## **4.3 Maßanforderungen**

### **4.3.1 Dicke von Rohren und Formstücken**

Die Mindest-Gusswanddicke von Rohren mit DN 40 bis DN 2 000 ist in Abhängigkeit von Nennweite (DN) und Druckklasse (C) in den Tabellen 16 und 17 angegeben.

Bei den Formstücken ist die in den Tabellen und Bildern von 8.3 und 8.4 angegebene Nennwanddicke  $e$  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.

Die Messung der Wanddicke muss nach 6.1.1 erfolgen.

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

Die Grenzabweichungen für die Nennwanddicke von Formstücken müssen Tabelle 1 entsprechen.

**Tabelle 1 — Grenzabweichungen der Dicke von Formstücken**

| <b>Nenngusswanddicke</b><br>$e$<br>mm  | <b>Grenzabweichungen für die Nennwanddicke<sup>a</sup></b><br>mm |
|--|--|
| ≤ 7,0  | -2,3   |
| > 7,0  | -(2,3 + 0,001 DN)  |
| <sup>a</sup> Es ist nur ein unteres Grenzmaß angegeben, um eine ausreichende Beständigkeit gegen Innendruck sicherzustellen. |  |

#### 4.3.2 Durchmesser

##### 4.3.2.1 Außendurchmesser

Unterabschnitt 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 4.1.3.2).

Für  $DN \leq 300$  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.

Für  $DN > 300$ , wenn vom Abnehmer gefordert, muss der Hersteller in der Lage sein, geeignete Rohre zum Kürzen zu liefern, die eine Verbindung über mindestens zwei Drittel der Rohrlänge, gemessen vom Einsteckende, ermöglichen. Solche Rohre müssen gekennzeichnet sein.

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 nur anwendbar auf Rohre mit Zementmörtelschichtdicken, wie sie für jede Druckklasse in Tabelle 9 angegeben sind, und bis zur maximalen DN, wie sie für jede Druckklasse in Tabelle 3 angegeben ist. 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 Grenzmaß 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 <sup>a</sup><br>mm |
|-----------------|------------------------------------|
| 40 bis 1 000    | -10                                |
| 1 100 bis 2 000 | -0,01 DN                           |

<sup>a</sup> Nur die untere Grenze ist angegeben.

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

|             | Klasse < 40 | Klasse = 40 | Klasse > 40 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Maximale DN | 2 000       | 600         | 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 $L_u$ <sup>a</sup><br>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   | 5,5 oder 6 oder 7 oder 8,15             |
| 1 500 bis 2 000 | 8,15                                    |

<sup>a</sup> Siehe 3.27.

Die Grenzabweichungen (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 Grenzabweichung; 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 für DN < 700;
- bis 3 m durch 0,1-m-Abschnitte für DN ≥ 700

betragen.

#### 4.3.3.2 Genormte Längen von Flanschrohren

Genormte Längen sind in Tabelle 5 angegeben. Andere Längen sind zulässig und können innerhalb der Herstellungsbeschränkungen in Bezug auf jeden Typ von Flanschrohren geliefert werden.

**Tabelle 5 — Genormte Längen von Flanschrohren**

| Rohrtyp                            | DN              | Genormte Längen $L^a$<br>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        |
| <sup>a</sup> Siehe 3.27.           |                 |                               |

#### 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 Grenzabweichungen (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 Grenzabweichung; sie müssen in dieser Herstelllänge zuzüglich oder abzüglich der in Tabelle 7 festgelegten Grenzabweichungen ausgeführt sein.

**Tabelle 6 — Zulässige Längenabweichung bei Formstücken**

| Formstück-Typ  | DN                              | Abweichung<br>mm                      |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Flansch-Muffenstücke<br>Einflansch-Stücke<br>Überschiebmuffenstücke, Übergangsstücke | 40 bis 1 200<br>1 400 bis 2 000 | ± 25<br>± 35                          |
| T-Stücke   | 40 bis 1 200<br>1 400 bis 2 000 | +50/–25<br>+75/–35                    |
| Bögen 90° (1/4)  | 40 bis 2 000                    | ± (15 + 0,03 DN)                      |
| Bögen 45° (1/8)  | 40 bis 2 000                    | ± (10 + 0,025 DN)                     |
| Bögen 22°30' und 11°15' (1/16 und 1/32)  | 40 bis 1 200<br>1 400 bis 2 000 | ± (10 + 0,02 DN)<br>± (10 + 0,025 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 <sup>a</sup> |
| <sup>a</sup> Kleinere Grenzabweichungen sind möglich, jedoch nicht kleiner als ± 3 mm für Nennweiten DN ≤ 600 und ± 4 mm für Nennweiten 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

Bauteile 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 $R_m$ | Mindest-Bruchdehnung $A$ |                       |
|--|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|
|  | MPa                         | %                        |                       |
|  | DN 40 bis DN 2 000          | DN 40 bis DN 1 000       | DN 1 100 bis DN 2 000 |
| Schleudergussrohre   | 420                         | 10                       | 7                     |
| Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte 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"> <li>— 270 MPa, wenn <math>A \geq 12\%</math> bei DN 40 bis DN 1 000 oder <math>A \geq 10\%</math> bei DN &gt; 1 000;</li> <li>— 300 MPa in anderen Fällen.</li> </ul> Für Schleudergussrohre von DN 40 bis DN 1 000 und einer Mindest-Wanddicke von $\geq 10$ mm muss die Bruchdehnung mindestens 7 % betragen. |                             |                          |                       |



#### 4.4.2 Härte

Die Härte der verschiedenen Bauteile aus duktilem Gusseisen 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 HBW 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 äußeren Umhüllung und einer inneren 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 müssen aus einer metallischen Zinkschicht bestehen, die mit einer zinkverträglichen Bitumen- oder Kunstharz-Deckbeschichtung versehen ist. Beide Schichten müssen werksseitig aufgebracht werden.

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

#### **4.5.2.2 Eigenschaften des Überzuges**

Der metallische Zinküberzug muss die Rohroberfläche bedecken und einen dichten, durchgehenden und gleichmäßigen Überzug bilden. Er muss frei von Fehlstellen, wie bloßen Stellen oder fehlender Haftung, sein. Die Gleichmäßigkeit des Überzuges muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Wenn sie nach 6.6 gemessen wird, darf die mittlere flächenbezogene Zinkmasse nicht weniger als 200 g/m<sup>2</sup> 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 Probenrägern, 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 220 g/m<sup>2</sup>; 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.

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. Das in der Mörtelmischung verwendete Wasser muss der Trinkwasser-Richtlinie DWD 98/83/EG entsprechen. Tonerdezement kann für Rohwasser, Gegenstand nationaler Bestimmungen, 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<br>und maximaler radialer<br>Versatz |
|-----------------|--------------|------------------------------|--|
|                 | Nennwert     | Grenzabweichung <sup>a</sup> |  |
|                 | mm           |                              | 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  |

<sup>a</sup> Es ist nur das untere Grenzabmaß gegeben.

Zementmörtelauskleidungen an Rohrenden dürfen eine Abschrägung von höchstens 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 allmählich 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 nicht nach dem Schleuderverfahren hergestellte Rohre müssen mit einer Umhüllungs- und Auskleidungsbeschichtung 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 muss aus Bitumen oder Kunstharz bestehen. Geeignete Zusätze (wie Lösemittel, anorganische Füllstoffe usw.) sind zulässig, um das Aufbringen und Trocknen zu erleichtern. Vor dem Aufbringen der Beschichtung muss die Gussoberfläche trocken, frei von Rost, losen Teilchen oder Fremdstoffen, z. B. Öl oder Fett, sein. Die Beschichtung muss werksseitig aufgebracht werden.

##### **4.6.2.2 Eigenschaften der Beschichtungen**

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

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

## 4.7 Kennzeichnung der Rohre, Formstücke und Zubehörteile

### 4.7.1 Rohre und Formstücke

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

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

Diese Kennzeichnungen sollten eingegossen oder kalt eingeschlagen sein, sofern praktisch nicht durchführbar können sie aufgemalt oder als Beschriftung angebracht oder der Verpackung beigefügt werden.

## 4.8 Dichtheit

Bauteile und ihre Verbindungen müssen so ausgelegt sein, dass sie bei ihrem zulässigen Prüfdruck (PEA) dicht sind:

- Bauteile 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           | 1 600           |

Bei längskraftfähigen Verbindungen ist der PFA in der Regel geringer als die Druckklasse für Rohre und demnach können DN-Gruppierungen nach Tabelle 10 mehr als nur eine Druckklasse für Rohre enthalten; als solches muss eine Prüfung der Funktionsfähigkeit für jede DN-Untergruppe derselben Druckklasse für Rohre durchgeführt werden.

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 2 000.

Alle Verbindungen müssen so ausgelegt sein, dass sie eine 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 |
|--|--|--|---------------|
| 1) Positiver hydrostatischer Innendruck  | Prüfdruck: (1,5 PFA + 5) bar<br>Prüfdauer: 2 h<br>Keine sichtbare Undichtheit                              | Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich und auseinander gezogen, mit Scherlast | Nach 7.2.2    |
|  |  | Verbindung mit größtem Ringraum, abgewinkelt                                       |               |
| 2) Negativer Innendruck                  | Prüfdruck: -0,9 bar <sup>a</sup><br>Prüfdauer: 2 h<br>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                                       |               |
| 3) Positiver hydrostatischer Außendruck  | Prüfdruck: 2 bar<br>Prüfdauer: 2 h<br>Keine sichtbare Undichtheit  | Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich, mit Scherlast                         | Nach 7.2.4    |
| 4) Zyklischer hydrostatischer Innendruck | 24 000 Druckzyklen<br>Prüfdruck: zwischen PMA und (PMA - 5) bar<br>Keine sichtbare Undichtheit             | Verbindung mit größtem Ringraum, achsgleich und auseinander gezogen, mit Scherlast | Nach 7.2.5    |

<sup>a</sup> 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 einer Prüfung der Funktionsfähigkeit mit einem Einsteckende mit mittlerer Gusswanddicke unterzogen werden, entsprechend dem für das Rohr angegebenen Wert, für das die Verbindung ausgelegt ist, plus 10 %, minus 0 %. Die mittlere Gusswanddicke muss dem Mittelwert der insgesamt mindestens 12 an den 6 Punkten vorgenommenen Messungen (ca. 60° auf der Umfangslänge) auf einer Länge von  $2 \times DN$ , in Millimeter, vom Einsteckende (mit einer Höchstlänge von 1 m) entsprechen. Es ist zulässig, die Rohrrinnenseite 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  $50 \times DN$ , 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 halb beweglich 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 eine Nennweite  $DN \leq 250$ ;
- $L = 12$  m für eine Nennweite ab  $DN \geq 300$ .



**Tabelle 12 — Biegemomente für die Prüfung der Funktionsfähigkeit von Flanschverbindungen**

| DN  | Biegemoment<br>kN·m | DN   | Biegemoment<br>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                 | 1000 | 222                 |
| 125 | 2,9                 | 1100 | 265                 |
| 150 | 4,0                 | 1200 | 313                 |
| 200 | 6,0                 | 1400 | 423                 |
| 250 | 8,6                 | 1500 | 475                 |
| 300 | 26,0                | 1600 | 548                 |
| 350 | 33,8                | 1800 | 625                 |
| 400 | 42                  | 2000 | 770                 |
| 450 | 51                  |      |                     |

## 5.5 Rohrsättel

### 5.5.1 Prüfbedingungen

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

- bei senkrecht angebrachtem und mit Entnahmeventil versehenem Auslass, einem entsprechend den Herstelleranweisungen auf dem Rohr montierten Sattelstück und einer Sattelstückverbindung mit maximalem Ringraum (siehe 5.5.2) ist ein Drehmoment, in Nm, auf das Entnahmeventil aufzubringen, das das 3-fache der Nennweite DN des größten für das Sattelstück vorgesehenen Entnahmeventils, mindestens jedoch 100 Nm beträgt.
- 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 mindestens 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 Beweglichkeit bezüglich des Rohrs 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<br>Prüfdauer: 2 h<br>Keine sichtbare Undichtheit                              | Verbindung mit größtem Ringraum | Nach 7.4.1    |
| 2) Negativer Innendruck                 | Prüfdruck: -0,9 bar <sup>a</sup><br>Prüfdauer: 2 h<br>Maximale Druckänderung während der Prüfung: 0,09 bar | Verbindung mit größtem Ringraum | Nach 7.4.2    |

<sup>a</sup> 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:

entweder

- a) 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 bei Bauteilen aus duktilen Gusseisen

### 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 Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte 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 5-fache 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   | Nenn Durchmesser des Probestabes<br>mm | Grenzabweichungen des Durchmessers<br>mm | Formtoleranz <sup>a</sup><br>mm |
|--|--|--|---------------------------------|
| Schleudergussrohre mit Wanddicken (mm):  |  |  |                                 |
| a) < 6   | 2,5                                    | ± 0,06                                   | 0,03                            |
| b) 6 bis < 8   | 3,5                                    |  |                                 |
| c) 8 bis < 12  | 5,0                                    |  |                                 |
| d) ≥ 12  | 6,0                                    |  |                                 |
| Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre, Formstücke und Zubehörteile:                       |  |  |                                 |
| a) angegossene Proben  | 5,0                                    | ± 0,06                                   | 0,03                            |
| b) getrennt gegossene Proben:  |  |  |                                 |
| 1) Probendicke 12,5 mm für Gussstücke mit Wanddicken < 12 mm   | 6,0                                    | ± 0,06                                   | 0,03                            |
| 2) Probendicke 25 mm für Gussstücke mit Wanddicken 12 mm und größer  | 12,0<br>oder<br>14,0                   | ± 0,09                                   | 0,04                            |
| <sup>a</sup> Größte Differenz zwischen dem kleinsten und dem größten gemessenen Durchmesser des Probestabes. |  |  |                                 |

Die Zugfestigkeit muss entweder aus dem Nenn Durchmesser 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 einem Messgerät, das eine Fehlergrenze ≤ 0,5 % hat, gemessen werden und darf nicht mehr als ± 10 % des Nenn Durchmessers betragen.

### 6.3.3 Einrichtung und Prüfverfahren

Der Zugversuch muss nach ISO 6892-1 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 Prüfintervals erreicht sind.

## 6.4 Brinellhärte bei Bauteilen aus duktilem Gusseisen

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 oder 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 Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte 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 nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre, Formstücke und Zubehörteile**

| DN            | Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre, Formstücke und Zubehörteile <sup>a</sup><br>bar |
|---------------|---|
| 40 bis 300    | 25 <sup>b</sup>   |
| 350 bis 600   | 16  |
| 700 bis 2 000 | 10  |

<sup>a</sup> 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.

<sup>b</sup> 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 Undichtigkeiten müssen die Gussstücke außen mit einem geeigneten schaubildenden 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 verwendet 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 in einer Prüfung der Funktionsfähigkeit nach EN 196-1 bestimmt werden, ausgenommen, wenn:

- der Sand und der Zement für die Prismen-Proben dem des Mörtels vor dem Einbringen der Auskleidung entspricht, und das Wasser müssen die Anforderungen von 4.5.3.1 erfüllen;
- 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 (Zeitraum  $(120 \pm 5)$  s, Häufigkeit der Vibration 50 Hz bis 65 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 Rohrverbindungen und auch an Verbindungen für Formstücke und andere Bauteile getrennt durchzuführen, wenn deren Maße der Muffe, die die Dichtheit der Verbindung beeinflussen, von diesen Maßen der Schleudergussrohrmuffe abweichen. Für derartige Prüfungen muss eine Flanschmuffe (siehe 8.3.2) mit einem Flanschrohr verschraubt werden, dessen Länge den Anforderungen von 7.2.2 entspricht.

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

Die Übereinstimmung der Kurzzeit- und Langzeit-Eigenschaften des Dichtgummis müssen EN 681-1, Typ WA entsprechen.

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

### 7.2.2 Dichtigkeit der beweglichen Verbindungen gegen positiven Innendruck

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

Bei Kupplungen muss nur eine Verbindung geprüft werden, die Kupplung, die nicht geprüft wird, muss befestigt werden, um das Drehen der Kupplung unter der Scherbeanspruchung zu vermeiden.

Bei Flanschadaptern muss nur ein Rohr, mindestens 1 m lang, verwendet werden, der Flansch ist abzudecken, wobei ein geeigneter Blindflansch zu verwenden ist. Die Flansch-/Blindflanschverbindung muss auf einer ebenen Auflage liegen.

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  $\leq 3\%$  im Verhältnis zum Bereich der gemessenen Drücke ausgerüstet sein.

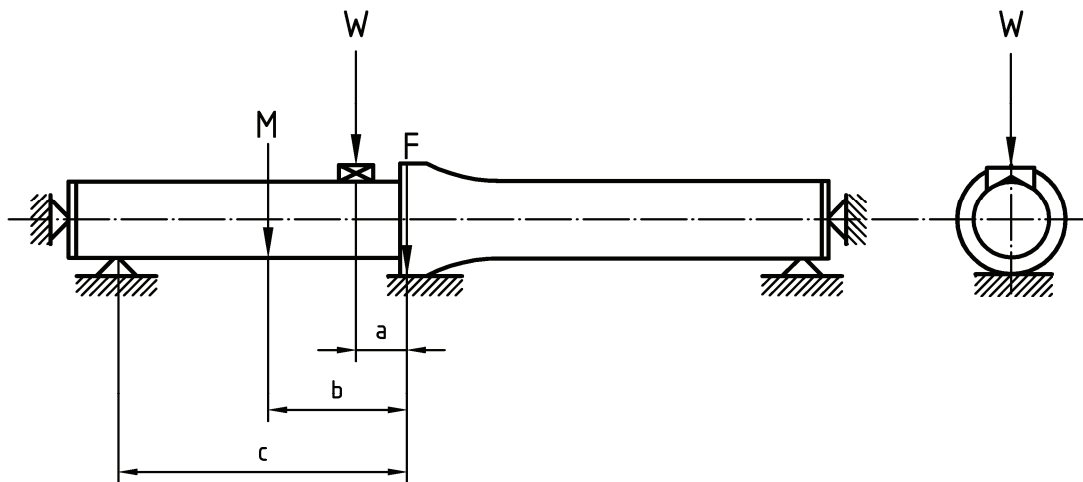
Die Scheitellast  $W$  muss über einen V-förmigen Block mit einem Winkel von  $120^\circ \pm 10^\circ$  auf das Einsteckende aufgebracht werden, der etwa  $0,5 DN$ , in mm, oder 200 mm von der Stirnfläche der Muffe entfernt ist, es gilt der jeweils größere Abstand; die Muffe muss auf einer ebenen Auflage 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:

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

Dabei ist

$a, b$  und  $c$  siehe Bild 1.





**Bild 1 — Prüfung der 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 2 bar/s nicht übersteigen. Der Druck muss für mindestens 2 h mindestens gleich dem Prüfdruck sein, währenddessen muss die Verbindung alle 15 min eingehend überprüft werden.

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

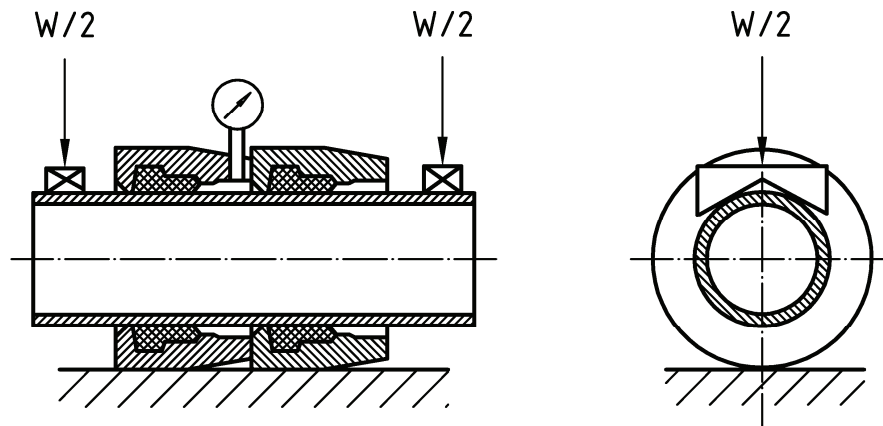
Die Prüfeinrichtung und die Versuchsanordnung müssen 7.2.2 entsprechen, jedoch mit Rohrabschnitten, die axial derart befestigt sind, dass sie sich nicht aufeinander zu bewegen.

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 Glattrhrstück 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 Dichtigkeit 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  $120^\circ \pm 10^\circ$ , 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:

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

Der Druck kann sich während der Schritte b) und d) auf jeder Seite des festgelegten Drucks verändern, aber der Unterschied zwischen dem mittleren Druck in b) und dem mittleren Druck in d) muss mindestens 5 bar betragen.

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

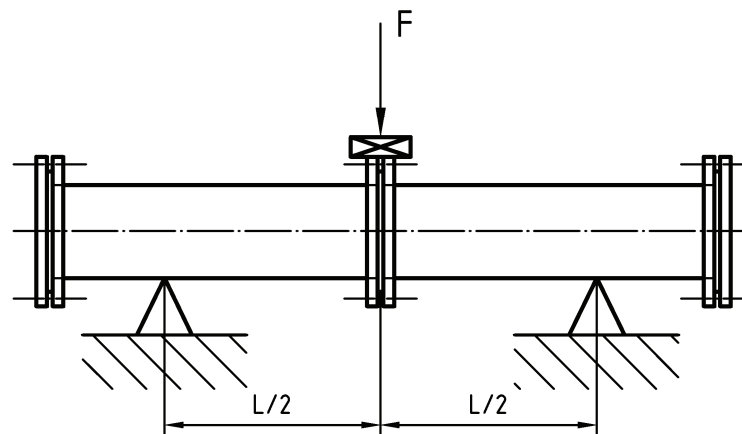
Für eine längskraftschlüssige Verbindung sind die Prüfanordnung, die Prüfeinrichtung und das Prüfverfahren identisch, mit der Ausnahme, dass keine Endwiderlager vorhanden sein dürfen, so dass während der Prüfung die axialen Kräfte von der längskraftschlüssigen Verbindung aufgenommen werden. Zusätzlich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

Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Druckprüfung beachtet werden.

### 7.3 Dichtigkeit und mechanische Beständigkeit der Flanschverbindungen

Die Prüfeinrichtung muss aus zwei passenden Rohren oder Formstücken mit identischen Flanschen bestehen, die mit den vom Hersteller festgelegten 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 Dichtigkeit 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.

Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Druckprüfung beachtet werden.

### 7.4 Dichtigkeit 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.

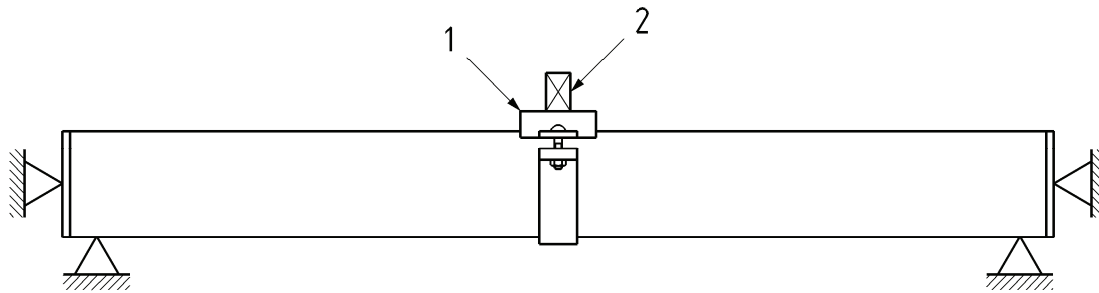
Das Sattelstück ist mit dem Auslass in senkrechter Position zu montieren und vor der Druckbeanspruchung ist das jeweils zutreffende Drehmoment auf das Entnahmeventil des Sattelstückes aufzubringen (siehe 5.5.1).

Die Prüfeinrichtung muss mit Wasser gefüllt und sachgemäß entlüftet werden. Der Druck ist stetig bis zum Erreichen des in Tabelle 15 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), die Rohre gegen Drehung gesichert.

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

Alle notwendigen Sicherheitsvorkehrungen sollten während der Prüfung beachtet werden.



#### Legende

- 1 Sattel
- 2 Ventil

**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), die Rohre gegen Drehung gesichert.

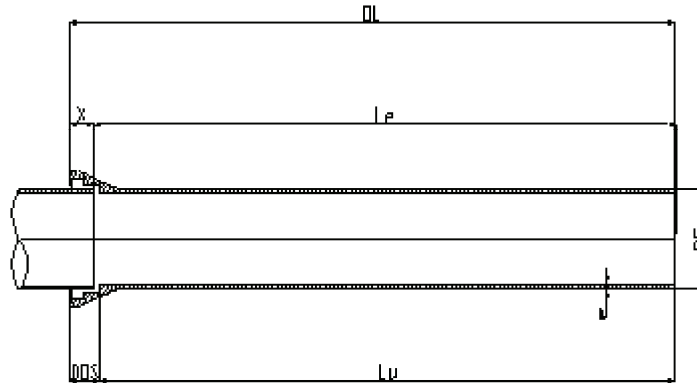
Sattelstücke, die für den Gebrauch in nur einer Lage (senkrecht oder waagrecht) ausgelegt sind, müssen nur in dieser Ausrichtung geprüft werden.

## 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 für Rohre der bevorzugten 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                       |

ANMERKUNG Die bevorzugten Druckklassen für Rohre erfassen Produkte, die für alle üblichen Anwendungen bestimmt sind.

Tabelle 17 — Maße von Rohren

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

ANMERKUNG 1 Die fettgedruckten Zahlen bezeichnen die Standardprodukte, die für die meisten Anwendungen geeignet sind. Die grau hinterlegten Tabellenzellen stellen Produkte dar, die nicht in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen.

ANMERKUNG 2 Die Mindest-Wanddicke für Druckrohre mit geringerer DN ist durch eine Kombination von Herstellungsbeschränkungen, Konstruktionsfunktionsfähigkeit und Anforderungen hinsichtlich Verlegung oder Handhabung bestimmt.

ANMERKUNG 3 Die Mindest-Wanddicke ist für längstkraftfreie Verbindungen (siehe 4.2) angegeben.

ANMERKUNG 4 Druckklassen zwischen 50 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. Die Dicke der angegossenen Flanschrohre muss der Dicke der Formstücke, wie in 8.4 und 4.3.1 festgelegt, 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

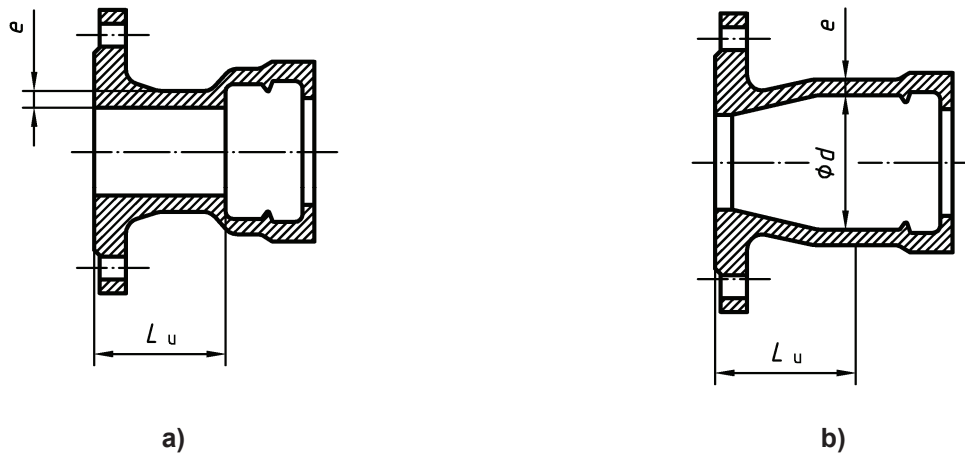


Bild 6 — Flanschmuffen



Tabelle 18 — Maße von Flanschmuffen

| DN   | $E$  | $L_u$<br>Reihe A | $L_u$<br>Reihe B | $d$  |
|------|------|------------------|------------------|------|
| 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  |
| 1000 | 18,0 | 220              | —                | 1075 |
| 1100 | 19,2 | 230              | —                | 1180 |
| 1200 | 20,4 | 240              | —                | 1285 |
| 1400 | 22,8 | 310              | —                | 1477 |
| 1500 | 24,0 | 330              | —                | 1580 |
| 1600 | 25,2 | 330              | —                | 1683 |
| 1800 | 27,6 | 350              | —                | 1889 |
| 2000 | 30,0 | 370              | —                | 2095 |

8.3.3

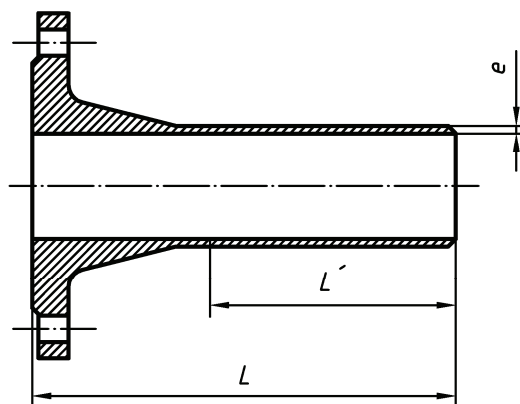


Bild 7 — Einflanschstücke

8.3.4

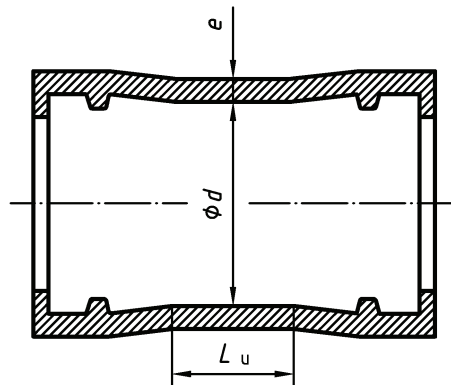


Bild 8 — Überschiebmuffe

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

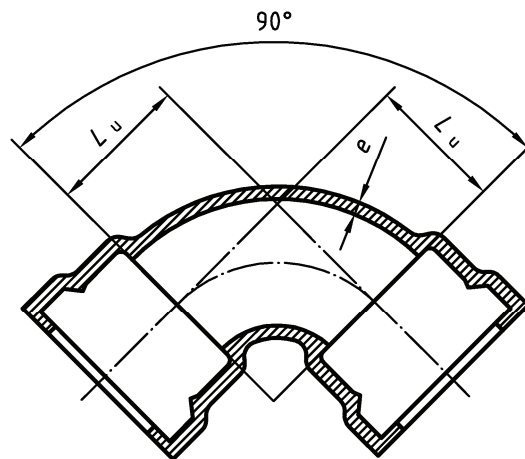


Bild 9 — Doppelmuffe  $90^\circ$  (1/4) Bögen

8.3.6

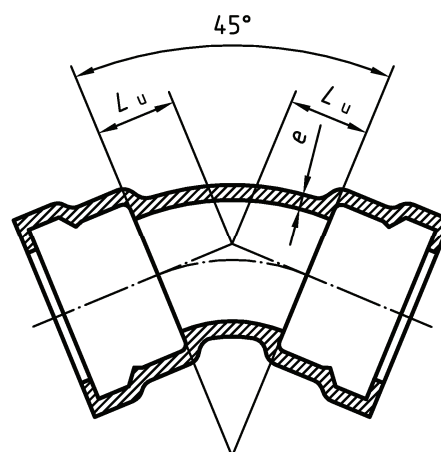


Bild 10 — Doppelmuffe  $45^\circ$  (1/8) Bögen

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             | —             |
| 1000 | 18,0 | —               | —             | 460             | —             |
| 1100 | 19,2 | —               | —             | 505             | —             |
| 1200 | 20,4 | —               | —             | 550             | —             |
| 1400 | 22,8 | —               | —             | 515             | —             |
| 1500 | 24,0 | —               | —             | 540             | —             |
| 1600 | 25,2 | —               | —             | 565             | —             |
| 1800 | 27,6 | —               | —             | 610             | —             |
| 2000 | 30,0 | —               | —             | 660             | —             |

8.3.7

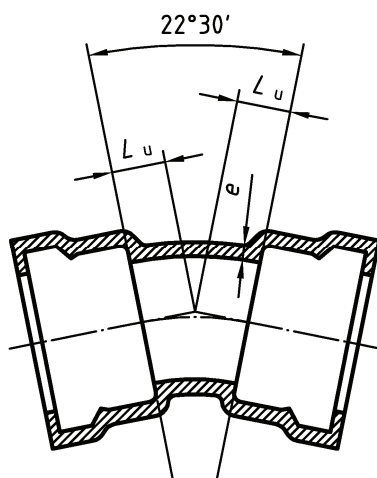


Bild 11 — Doppelmuffen-Bögen 22°30' (1/16)

8.3.8

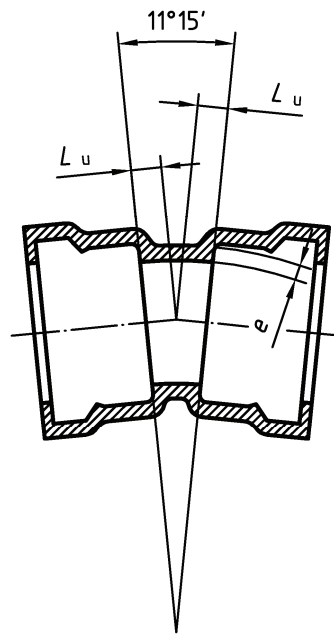


Bild 12 — Doppelmuffen-Bögen 11°15' (1/32)

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

| DN   | e    | 22°30' (1/16) Bögen    |                        | 11°15' (1/32) Bögen    |                        |
|------|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      |      | L <sub>u</sub> Reihe A | L <sub>u</sub> Reihe B | L <sub>u</sub> Reihe A | L <sub>u</sub> 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                    | —                      |
| 1000 | 18,0 | 240                    | —                      | 130                    | —                      |
| 1100 | 19,2 | 260                    | —                      | 140                    | —                      |
| 1200 | 20,4 | 285                    | —                      | 150                    | —                      |
| 1400 | 22,8 | 260                    | —                      | 130                    | —                      |
| 1500 | 24,0 | 270                    | —                      | 140                    | —                      |
| 1600 | 25,2 | 280                    | —                      | 140                    | —                      |
| 1800 | 27,6 | 305                    | —                      | 155                    | —                      |
| 2000 | 30,0 | 330                    | —                      | 165                    | —                      |

8.3.9

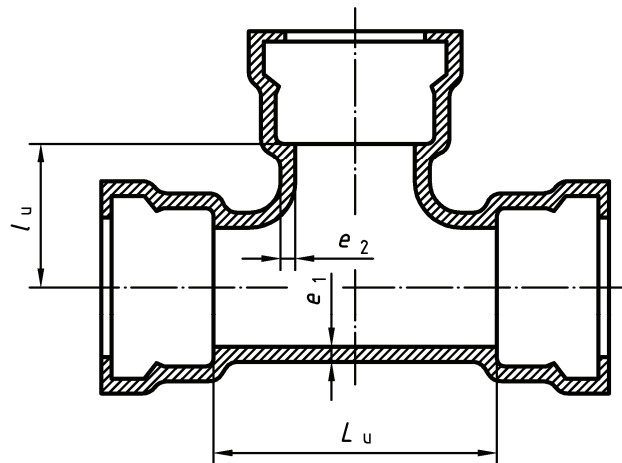


Bild 13 — Alle Muffen-T-Stücke

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

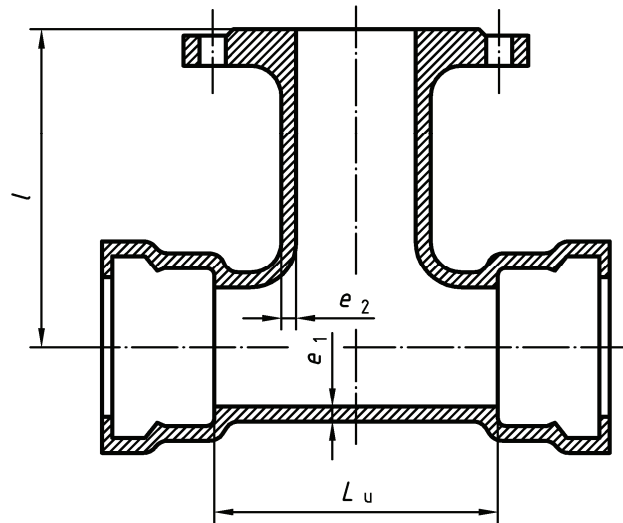


Bild 14 — Doppelmuffen-T-Stücke mit Flanschabzweig

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           |

Tabelle 23 (fortgesetzt)

| DN × dn   | Körper |               |               | Abzweig |               |               |
|-----------|--------|---------------|---------------|---------|---------------|---------------|
|           | $e_1$  | $L_u$ Reihe A | $L_u$ Reihe B | $e_2$   | $l_u$ Reihe A | $l_u$ Reihe B |
| 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           | —             |



Tabelle 24 (fortgesetzt)

| DN × dn   | Körper |               |               | Abzweig |               |               |
|-----------|--------|---------------|---------------|---------|---------------|---------------|
|           | $e_1$  | $L_U$ Reihe A | $L_U$ Reihe B | $e_2$   | $l_U$ Reihe A | $l_U$ Reihe B |
| 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

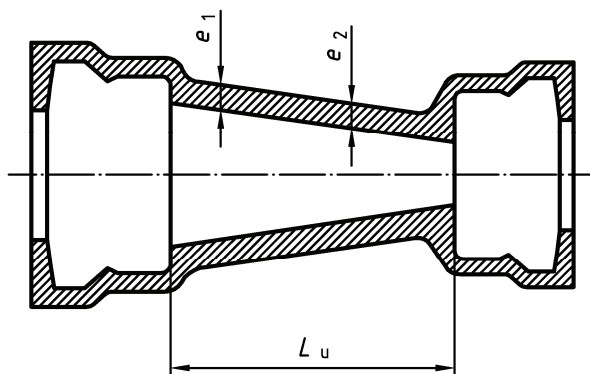


Bild 15 — Doppelmuffenübergangsstücke

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

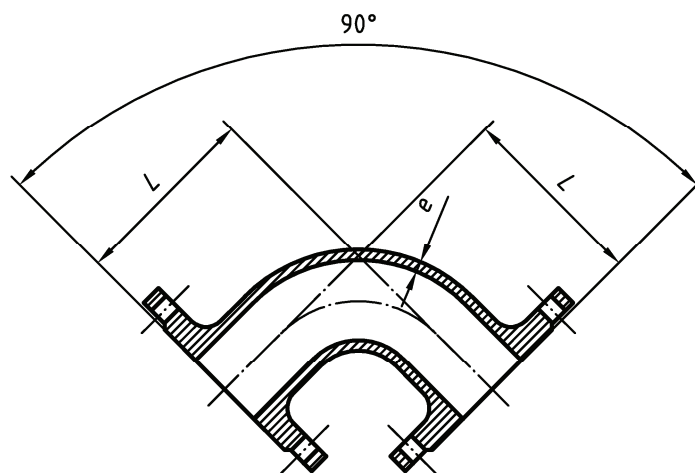


Bild 16 — Doppelflansch-Bögen 90° (1/4)

8.4.3

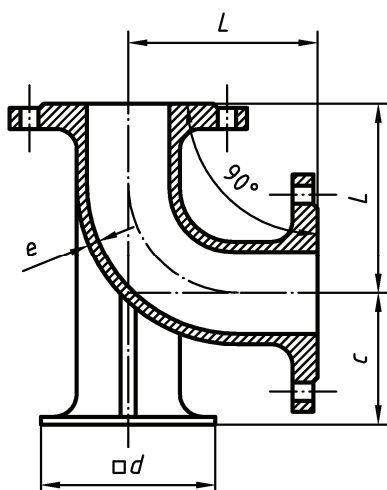


Bild 17 — Doppelflansch-Fußbögen 90° (1/4)

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

| DN   | Reihe A und B |                 |                    |     |     |
|------|---------------|-----------------|--------------------|-----|-----|
|      | e             | 90° (1/4) Bögen | 90° (1/4) Fußbögen |     |     |
|      |               | L               | L                  | c   | d   |
| 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          | 1000            | —                  | —   | —   |
| 1000 | 18,0          | 1100            | —                  | —   | —   |

8.4.4

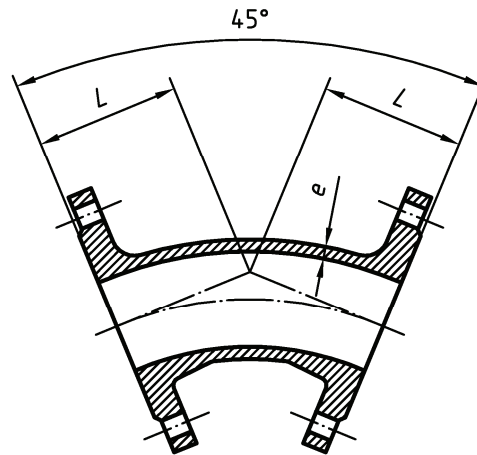


Bild 18 — Doppelflanschbögen 45° (1/8)

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              | —                |
| 1000 | 18,0     | 632              | —                |
| 1100 | 18,2     | 694              | —                |
| 1200 | 20,4     | 750              | —                |
| 1400 | 22,8     | 775              | —                |
| 1500 | 24,0     | 810              | —                |
| 1600 | 25,2     | 845              | —                |
| 1800 | 27,6     | 910              | —                |
| 2000 | 30,0     | 980              | —                |

8.4.5

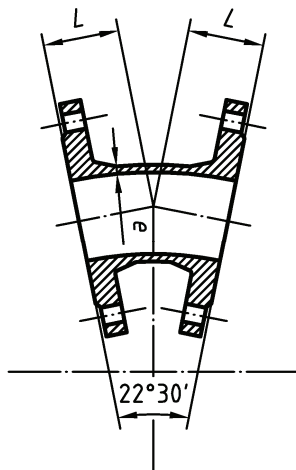


Bild 19 — Doppelflanschbögen  $22^{\circ}30'$  (1/16)

8.4.6

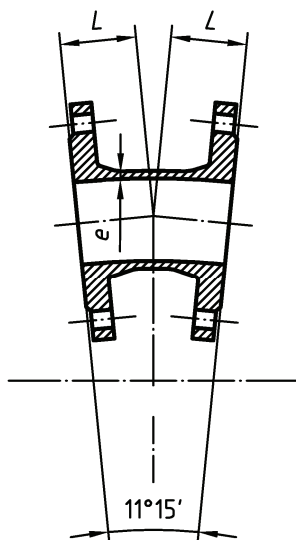


Bild 20 — Doppelflanschbögen  $11^{\circ}15'$  (1/32)

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

| DN  | 22°30' (1/16) Bögen |                  |                  | 11°15' (1/32) Bögen |                  |                  |
|-----|---------------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|
|     | <i>e</i>            | <i>L</i> Reihe A | <i>L</i> Reihe B | <i>e</i>            | <i>L</i> Reihe A | <i>L</i> 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

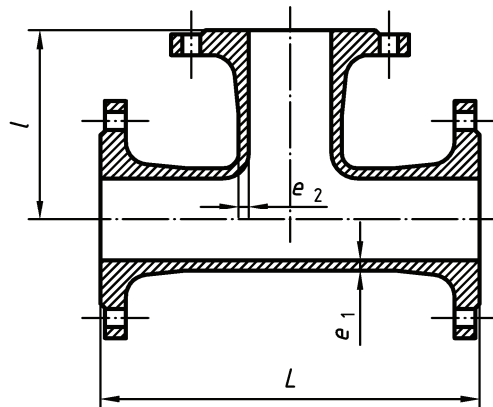


Bild 21 — Alle Flansch-T-Stücke

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   | 1000      | 535       | 7,4     | 400       | 420       |
| 500 × 200 | 12,0   | 1000      | 650       | 8,4     | 400       | 440       |
| 500 × 400 | 12,0   | 1000      | 885       | 10,8    | 500       | 480       |
| 500 × 500 | 12,0   | 1000      | 1000      | 12,0    | 500       | 500       |
| 600 × 200 | 13,2   | 1100      | 700       | 8,4     | 450       | 500       |
| 600 × 400 | 13,2   | 1100      | 930       | 10,8    | 550       | 540       |
| 600 × 600 | 13,2   | 1100      | 1165      | 13,2    | 550       | 580       |
| 700 × 200 | 14,4   | 650       | —         | 8,4     | 525       | —         |
| 700 × 400 | 14,4   | 870       | —         | 10,8    | 555       | —         |
| 700 × 700 | 14,4   | 1200      | —         | 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 2 000

Tabelle 32 — Maße aller Flansch-T-Stücke, DN 800 bis DN 2 000

| 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   | 1350      | 13,2    | 645       |
| 800 × 800   | 15,6   | 1350      | 15,6    | 675       |
| 900 × 200   | 16,8   | 730       | 8,4     | 645       |
| 900 × 400   | 16,8   | 950       | 10,8    | 675       |
| 900 × 600   | 16,8   | 1500      | 13,2    | 705       |
| 900 × 900   | 16,8   | 1500      | 16,8    | 750       |
| 1000 × 200  | 18,0   | 770       | 8,4     | 705       |
| 1000 × 400  | 18,0   | 990       | 10,8    | 735       |
| 1000 × 600  | 18,0   | 1650      | 13,2    | 765       |
| 1000 × 1000 | 18,0   | 1650      | 18,0    | 825       |
| 1100 × 400  | 19,2   | 980       | 8,4     | 795       |
| 1100 × 600  | 19,2   | 1210      | 13,2    | 825       |
| 1200 × 600  | 20,4   | 1240      | 13,2    | 885       |
| 1200 × 800  | 20,4   | 1470      | 15,6    | 915       |
| 1200 × 1000 | 20,4   | 1700      | 18,0    | 945       |
| 1400 × 600  | 22,8   | 1550      | 13,2    | 980       |
| 1400 × 800  | 22,8   | 1760      | 15,6    | 1010      |
| 1400 × 1000 | 22,8   | 2015      | 18,0    | 1040      |
| 1500 × 600  | 24,0   | 1575      | 13,2    | 1035      |
| 1500 × 1000 | 24,0   | 2040      | 18,0    | 1095      |
| 1600 × 600  | 25,2   | 1600      | 13,2    | 1090      |
| 1600 × 800  | 25,2   | 1835      | 15,6    | 1120      |
| 1600 × 1000 | 25,2   | 2065      | 18,0    | 1150      |
| 1600 × 1200 | 25,2   | 2300      | 20,4    | 1180      |
| 1800 × 600  | 27,6   | 1655      | 13,2    | 1200      |
| 1800 × 800  | 27,6   | 1885      | 15,6    | 1230      |
| 1800 × 1000 | 27,6   | 2120      | 18,0    | 1260      |
| 1800 × 1200 | 27,6   | 2350      | 20,4    | 1290      |
| 2000 × 600  | 30,0   | 1705      | 13,2    | 1310      |
| 2000 × 1000 | 30,0   | 2170      | 18,0    | 1370      |
| 2000 × 1400 | 30,0   | 2635      | 22,8    | 1430      |

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

8.4.10

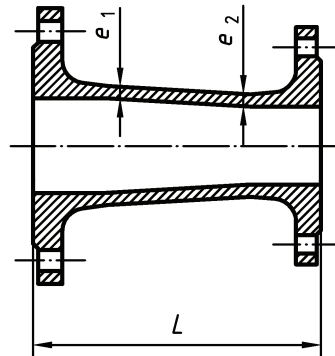


Bild 22 — Doppelflanschübergangsstücke

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         | —           |
| 1000 × 800  | 18,0  | 16,8  | 600         | —           |
| 1100 × 1000 | 19,2  | 18,0  | 600         | —           |
| 1200 × 1000 | 20,4  | 18,0  | 790         | —           |
| 1400 × 1200 | 22,8  | 20,4  | 850         | —           |
| 1500 × 1400 | 24,0  | 22,8  | 695         | —           |
| 1600 × 1400 | 25,2  | 22,8  | 910         | —           |
| 1800 × 1600 | 27,6  | 25,2  | 970         | —           |
| 2000 × 1800 | 30,0  | 27,6  | 1030        | —           |

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

8.4.11

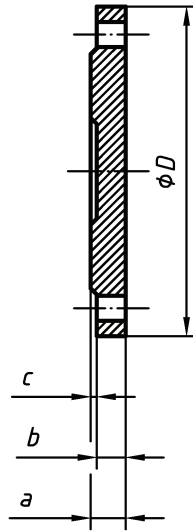


Bild 23 — Blindflansche PN 10

8.4.12

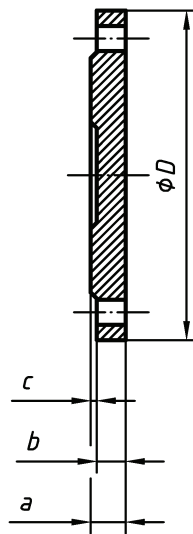


Bild 24 — Blindflansche PN 16

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  | 1015     | 35       | 30       | 5        | 1025     | 43       | 38       | 5        |
| 900  | 1115     | 37,5     | 32,5     | 5        | 1125     | 46,5     | 41,5     | 5        |
| 1000 | 1230     | 40       | 35       | 5        | 1255     | 50       | 45       | 5        |
| 1100 | 1340     | 42,5     | 37,5     | 5        | 1355     | 53,5     | 48,5     | 5        |
| 1200 | 1455     | 45       | 40       | 5        | 1485     | 57       | 52       | 5        |
| 1400 | 1675     | 46       | 41       | 5        | 1685     | 60       | 55       | 5        |
| 1500 | 1785     | 47,5     | 42,5     | 5        | 1820     | 62,5     | 57,5     | 5        |
| 1600 | 1915     | 49       | 44       | 5        | 1930     | 65       | 60       | 5        |
| 1800 | 2115     | 52       | 47       | 5        | 2130     | 70       | 65       | 5        |
| 2000 | 2325     | 55       | 50       | 5        | 2345     | 75       | 70       | 5        |

ANMERKUNG Für Blindflansche mit einem Nenndurchmesser über oder gleich DN 300 darf der Mittelteil der Blindflansche gewölbt sein.

8.4.13

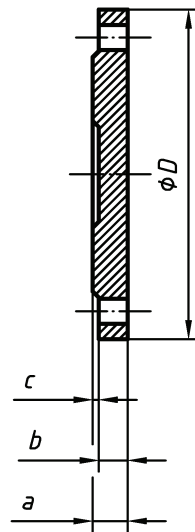


Bild 25 — Blindflansche PN 25

8.4.14

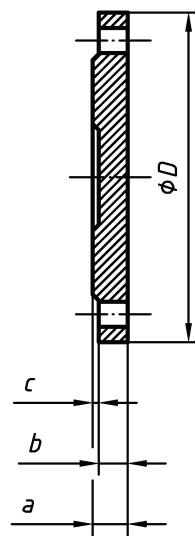


Bild 26 — Blindflansche PN 40

Tabelle 35 — Maße von Blindflanschen PN 25 und PN 40

| DN  | PN 25    |          |          |          | PN 40    |          |          |          |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|     | <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 | 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 mit einem Nenndurchmesser über oder gleich DN 300 darf der Mittelteil der Blindflansche gewölbt sein.

8.4.15

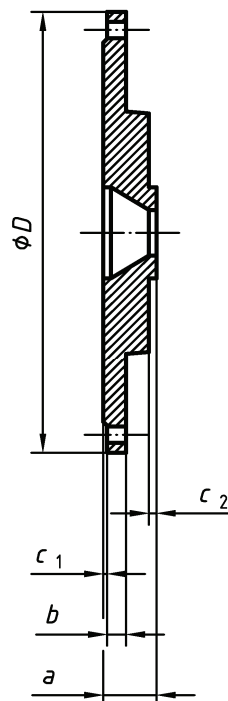


Bild 27 — Reduzierflansche PN 10

8.4.16

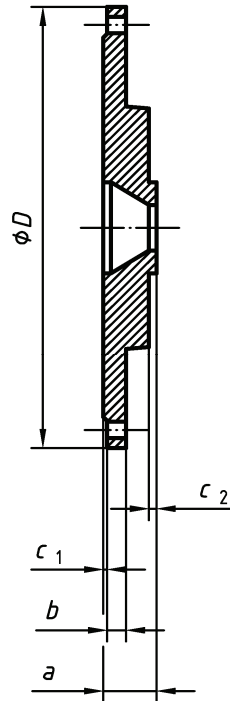


Bild 28 — Reduzierflansche PN 16

Tabelle 36 — Maße von Reduzierflanschen PN 10 und PN 16

| DN × dn    | PN 10    |          |          |                       |                       | PN 16    |          |          |                       |                       |
|------------|----------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|
|            | <i>D</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> | <i>D</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> |
| 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  | 1115     | 63       | 32,5     | 5                     | 5                     | 1125     | 73       | 41,5     | 5                     | 5                     |
| 1000 × 700 | 1230     | 63       | 35       | 5                     | 5                     | 1255     | 73       | 45       | 5                     | 5                     |
| 1000 × 800 | 1230     | 68       | 35       | 5                     | 5                     | 1255     | 77       | 45       | 5                     | 5                     |

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



8.4.17

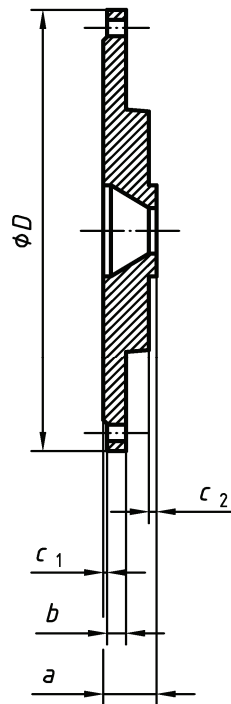


Bild 29 — Reduzierflansche PN 25

8.4.18

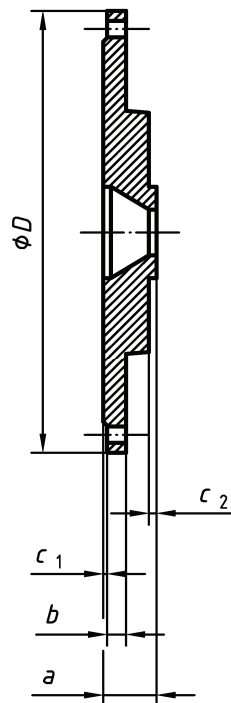


Bild 30 — Reduzierflansche PN 40

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> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> | <i>D</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> <sub>1</sub> | <i>c</i> <sub>2</sub> |
| 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 Röhren, Formstücken 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 Europäischen Norm nachzuweisen, müssen Erstprüfungen der Funktionsfähigkeit durchgeführt werden. Es dürfen auch Prüfungen berücksichtigt werden, die zuvor nach den Vorgaben dieser Europäischen 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.

Für Bauteile, deren Eigenschaften bereits vom Hersteller dieser Bauteile bestimmt wurden, werden auf der Grundlage der Konformität mit anderen Produktnormen verwendet, diese Eigenschaften brauchen 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. Jedoch entlässt dies nicht die Hersteller von Rohrleitungsprodukten aus duktilem Gusseisen aus der Verantwortung, 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 charakteristisch 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 darstellen (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 |
|---|--|-------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Beständigkeit gegen Innendruck</b>                   | 1 je DN                                |                   |                     |                       | Berechnung Anhang A.2 | 4.2                |
| <b>Dichtheit beweglicher Verbindungen gegen:</b>        | 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 1 000 | DN 1 100 bis DN 2 000 | 7.2.3                 | 5.2.2              |
| — positiven Außendruck                                  |  |                   |                     |                       | 7.2.4                 | 5.2.2              |
| — dynamischen Innendruck                                |  |                   |                     |                       | 7.2.5                 | 5.2.2              |
| <b>Festigkeit und Dichtheit von Flanschverbindungen</b> | 1 je DN-Gruppe                         |                   |                     |                       |                       |                    |
|   | DN 80 bis DN 250                       | DN 300 bis DN 600 | DN 700 bis DN 1 000 | DN 1 100 bis DN 2 000 | 7.3                   | 5.4                |
| <b>Dichtheit von Sattelstücken gegen:</b>               | 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 80 bis DN 250                       |                   | DN 300 bis DN 600   |                       | 7.4.2                 | 5.5.1              |
| <b>Druckbeständigkeit der Zementmörtelauskleidung</b>   | 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 |
|--|--------------------|--------------------|-----------------------|
| <b>Maße</b>  |                    |                    |                       |
| — 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 %                   |
| <b>Werkstoffeigenschaften</b>                        |                    |                    |                       |
| — Zugversuch   | 6.3                | 4.4.1              | siehe 9.3.2.2         |
| — Brinellhärte                                       | 6.4                | 4.4.2              | 1-mal wöchentlich     |
| <b>Umhüllungen und Auskleidungen von Rohren</b>      |                    |                    |                       |
| — 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      |
| <b>Umhüllungen von Formstücken und Zubehörteilen</b> |                    |                    |                       |
| — Epoxid-Umhüllung                                   | EN 14901           | 4.6.1              | 1-mal je Schicht      |
| — Farbbeschichtung                                   | 6.7                | 4.6.2.2            | 1-mal je Schicht      |
| <b>Dichtheit von Rohren und Formstücken</b>          |                    |                    |                       |
| — 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 Chargen<sup>1)</sup>-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.

**Tabelle 40 — Maximale Chargengröße für die Festigkeitsprüfung**

| Typ des Gussstückes   | DN              | Maximale Chargengröße    |                        |
|---|-----------------|--------------------------|------------------------|
|   |                 | Chargen-Probenahmesystem | Prozess-kontrollsystem |
| Schleudergussrohre  | 40 bis 300      | 200 Rohre                | 1200 Rohre             |
|   | 350 bis 600     | 100 Rohre                | 600 Rohre              |
|   | 700 bis 1000    | 50 Rohre                 | 300 Rohre              |
|   | 1 100 bis 2 000 | 25 Rohre                 | 150 Rohre              |
| Nicht nach dem Schleudergussverfahren hergestellte Rohre, Formstücke und Zubehörteile | 40 bis 2000     | 4 t <sup>a</sup>         | 48 t <sup>a</sup>      |

<sup>a</sup> Masse 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.

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

### **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 Bauteile 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 und beweglicher längskraftschlüssiger Verbindungen (siehe 5.2 und 5.3) 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:

$$a) \quad PFA = \frac{20 \cdot e_{\min} \cdot R_m}{D \cdot S_F}$$

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.

Der maximale PFA eines Rohrs entspricht seiner Klassenzahl, d. h. PFA 40 für ein Rohr der Klasse 40.

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

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

- c) PEA = PMA + 5 bar.



### A.3 Flanschstücke für Muffenverbindungen (siehe 8.3)

Die Höchstwerte für PFA, PMA und PEA sind für Formstücke mit den in 8.3 festgelegten Dicken 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.

Für Formstücke, die mit einer größeren Dicke als in 8.3 festgelegt hergestellt wurden, muss der PFA, PMA und PEA durch Berechnung, Prüfung, oder einer Kombination aus beidem bestimmt werden, und in den Angaben des Herstellers vorhanden sein.

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

**Tabelle A.1 — Druckklasse von Formstücken**

| DN              | Druckklasse<br>C | PFA<br>bar | PMA<br>bar | PEA<br>bar |
|-----------------|------------------|------------|------------|------------|
| 40 bis 100      | 100              | 100        | 120        | 125        |
| 125 bis 200     | 64               | 64         | 77         | 82         |
| 250 bis 350     | 50               | 50         | 60         | 65         |
| 400 bis 600     | 40               | 40         | 48         | 53         |
| 700 bis 1 400   | 30               | 30         | 36         | 41         |
| 1 500 bis 2 000 | 25               | 25         | 30         | 35         |

### 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 1200  | 10          | 12  | 17  | 16          | 20  | 25  | 25          | 30  | 35  | —     | —   | —   |
| 1400 bis 2000 | 10          | 12  | 17  | 16          | 20  | 25  | 25          | 30  | 35  | —     | —   | —   |

### A.5 Zubehör

Der PFA, PMA und PEA von Kupplungen und Sattelstücken wird vom Hersteller angegeben. Für Flanschadapter sind sie in Tabelle A.2 angegeben.

## 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<br>(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 1 Die Ovalität ist das 100-Fache 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:

$$S = 1000 \frac{E \cdot I}{D^3} = 1000 \frac{E}{12} \cdot \left( \frac{e_{\text{steif}}}{D} \right)^3$$

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;
- $e_{\text{steif}}$  die Rohrwanddicke für die Berechnung der Ringsteifigkeit der Rohre, in Millimeter;
- $D$  der mittlere Durchmesser des Rohres ( $DE - e_{\text{steif}}$ ), in Millimeter;
- $DE$  der Nennaußendurchmesser des Rohres, in Millimeter.

ANMERKUNG 2 Die Werte für  $S$  wurden mit einem Wert für  $e_{\text{steif}}$  wie folgt berechnet:

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

Der zulässige Rohrovalitätsdurchmesser für die bevorzugten Druckklassen ist in Tabelle C.1 angegeben. Diese Werte bieten ausreichend Sicherheit gegen Durchbiegung der Rohrwand, Verformung der Auskleidung, für die Dichte bei Verbindungen und die hydraulische Leistungsfähigkeit des Rohrs.

Bei allen Druckklassen für Rohre sind die inneren Rohrauskleidungen für DN 40 bis DN 300 auf eine Ovalität von 3 % und für DN 800 und höher auf 4 % beschränkt. Die Größen DN 350 bis DN 700 folgen einer linearen Interpolation zwischen den Grenzabmaßen von 3 % und 4 %. Die zulässige höchste Ovalität für sämtliche Druckklassen für Rohre ist der geringste Wert, der aus dem Biegespannungsgrenzwert (siehe unten) oder den Auskleidungsgrenzabmaßen, wie oben angegeben, berechnet wird. Jedoch können die Kataloge der Hersteller striktere Beschränkungen enthalten.

Der zulässige Rohrovalitätsdurchmesser,  $\lambda$ , eingeschränkt durch die Durchbiegungsstärke des duktilen Gusseisens ist durch die folgende Formel angegeben:

$$\lambda = 100 \left[ \frac{R_f (DE - e_{\text{nom}})}{SF \cdot E \cdot e_{\text{nom}} \cdot DF} \right]$$

Dabei ist

- $R_f$  die Durchbiegungsstärke des Rohrwandwerkstoffs, in Megapascal (500 MPa);
- $DE$  der Nennaußendurchmesser des Rohres, in Millimeter;
- $e_{\text{nom}}$  die Nennrohrwanddicke, in Millimeter;
- $SF$  der Sicherheitsfaktor (= 1,5);
- $E$  der Elastizitätsmodul des Werkstoffes, in Megapascal (170 000 MPa);
- $DF$  der Verformungsfaktor, der hauptsächlich von der Ringsteifigkeit ( $DF = 3,5$  für duktilen Gusseisen) abhängt.

**ANMERKUNG 3** Für zusätzliche Sicherheit ist zu berücksichtigen, dass die Spannung höher ist, wenn die Dicke größer ist; die Werte für die zusätzliche Ovalisierung ( $\lambda$ ) wurden bestimmt, indem ein Wert von  $e_{\text{nom}}$  verwendet wurde, der wie folgt berechnet ist:

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

Tabelle C.1 — Ringsteifigkeit für Rohre der bevorzugten Druckklassen

| DN   | Mindest-Ringsteifigkeit<br>kN/m <sup>2</sup> |           |           | Zulässige Rohrovalität<br>% |           |           |
|------|--|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|
|      | 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                        | —         | —         |
| 1000 | 14,5   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1100 | 14   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1200 | 14   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1400 | 13,5   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1500 | 13,5   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1600 | 13,5   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 1800 | 13   | —         | —         | 4,00                        | —         | —         |
| 2000 | 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) Äußere Umhüllungen:

- 1) Zinkstaubfarbenanstrich mit einer Masse von mindestens 220 g/m<sup>2</sup>, mit Deckbeschichtung;
- 2) Polyethylen-Folie (als Zusatz zum Zinküberzug mit Deckbeschichtung);
- 3) Zink-Aluminium-Legierung mit oder ohne andere Metalle, mit einer Masse von mindestens 400 g/m<sup>2</sup>, mit Deckbeschichtung;
- 4) extrudierte Polyethylen-Umhüllung nach EN 14628;
- 5) Polyurethan-Umhüllung nach EN 15189;
- 6) Zementmörtelumhüllung nach EN 15542;
- 7) Schutzbänder.

b) Innere Umhüllungen (Auskleidungen):

- 1) dickere Zementmörtelauskleidung;
- 2) Zementmörtelauskleidung mit Deckbeschichtung;
- 3) Polyurethan-Auskleidung nach EN 15655;

c) Beschichtung der Verbindungsfläche:

- 1) Epoxid-Beschichtung;
- 2) 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) Äußere Umhüllungen:

- 1) Zinkstaubfarbenanstrich mit Deckbeschichtung;
- 2) Polyethylen-Folie (als Zusatz zum Farbüberzug oder zum Zinkstaubfarbenanstrich mit Deckbeschichtung);
- 3) elektrophoretisch hergestellte Umhüllung mit einer Mindestdicke von 70 µm und der örtlichen Mindestdicke nicht unter 50 µm, aufgebracht auf eine gestrahlte und phosphatierte Oberfläche;
- 4) Polyurethan-Umhüllung nach EN 15189
- 5) Polyamid-Auskleidung nach EN 10310;
- 6) Schutzbänder;
- 7) Emaile;

b) Innere Umhüllungen (Auskleidungen):

- 1) dickere Zementmörtelauskleidung;
- 2) Zementmörtelauskleidung mit Deckbeschichtung;
- 3) elektrophoretisch hergestellte Umhüllung mit einer Mindestdicke von 70 µm und der örtlichen Mindestdicke nicht unter 50 µm, aufgebracht auf eine gestrahlte und phosphatierte Oberfläche;
- 4) Polyamid-Auskleidung nach EN 10310;
- 5) Polyurethan-Auskleidung nach EN 15655;
- 6) Emaile-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 im Verhältnis zur 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.1, D.2.2 und D.2.3) vorzusehen.

Eine dickere Deckbeschichtung (z. B. Polyurethan oder Epoxid mit einer örtlichen Mindestdicke von 100 µm) 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/m<sup>2</sup> mit Deckbeschichtung und Formstücke aus duktilem Gusseisen mit elektrophoretisch 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:

- saurehaltige 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.1 und D.2.3).

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 EN 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**

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

## Anhang F (informativ)

### Berechnungsverfahren für erdverlegte Rohrleitungen, Überdeckungshöhen

#### F.1 Berechnungsverfahren

##### F.1.1 Berechnungsgleichung

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

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

Dabei ist

- $\Delta$  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 für  $DN \geq 800$  auf 4 % begrenzt.

### F.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;

$\gamma$  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  $20 \text{ kN/m}^3$  anzusetzen; damit wird die überwiegende Mehrheit der Fälle abgedeckt. Wenn eine vorherige Bodenuntersuchung ergibt, dass die tatsächliche Wichte des Grabenfüllmaterials geringer als  $20 \text{ kN/m}^3$  ist, dann kann der tatsächliche Wert für die Berechnung von  $P_e$  eingesetzt werden.

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

### F.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:

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

Dabei ist

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

$\beta$  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.

#### F.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  $2\alpha$  entspricht).

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

#### F.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  $100^\circ$  nach dem IOWA-Spangler-Modell.

#### F.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:

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

Dabei ist

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

$\delta$  die zulässige Ovalität, in Prozent.

In Tabelle F.1 sind die Werte für  $E'$  zu 1 000 kN/m<sup>2</sup>, 2 000 kN/m<sup>2</sup> und 5 000 kN/m<sup>2</sup> 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.

## F.2 Überdeckungshöhen

Tabelle F.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 F.1 sowie bei anderen Verlegebedingungen kann eine Berechnung mittels der Gleichung aus F.1 durchgeführt werden.

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

| DN                                  |               | 40 bis 150   | 200 bis 300  | 350 bis 400 | 450 bis 600 | 700 bis 2 000 |
|-------------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------------|
|                                     |               | Klasse 40    | Klasse 40    | Klasse 30   | Klasse 30   | Klasse 25     |
| K(2 $\alpha$ )                      |               | 0,110 (20°)  | 0,110 (20°)  | 0,105 (45°) | 0,105 (45°) | 0,103 (60°)   |
| $\beta = 0,50$<br>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   |
| $\beta = 0,75$<br>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   |
| $\beta = 1,50$<br>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   |

<sup>a</sup> Nicht empfohlen; nur eine besondere Berechnung für jeden einzelnen Fall kann eine Antwort geben.

## Literaturhinweise

- [1] EN 1514 (alle Teile), *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung*
- [2] EN 10310, *Stahlrohre und -formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen — Auskleidungen und Beschichtungen aus Polyamid-Pulver*
- [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 14628, *Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen — Polyethylenumhüllung von Rohren — Anforderungen und Prüfverfahren*
- [5] EN 15189, *Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen — Polyurethanumhüllung von Rohren — Anforderungen und Prüfverfahren*
- [6] EN 15542, *Rohre, Formstücke und Zubehör aus duktilem Gusseisen — Zementmörtelumhüllung von Rohren — Anforderungen und Prüfverfahren*
- [7] EN 15655, *Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen — Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken — Anforderungen und Prüfverfahren*
- [8] EN 45011, *Allgemeine Kriterien für Stellen, die Produktzertifizierungssysteme betreiben (ISO/IEC Guide 65:1996)*
- [9] EN 45012, *Allgemeine Kriterien für Stellen, die Qualitätssicherungssysteme begutachten und zertifizieren (ISO/IEC Guide 62:1996)*
- [10] EN ISO 6708:1995, *Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (ISO 6708:1995)*
- [11] ISO 2531, *Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water or gas applications*
- [12] EG-Richtlinie 98/83/EG vom 3. November 1998, bekannt als „Trinkwasser-Richtlinie“, über die Güte des für den menschlichen Gebrauch bestimmten Wassers, *Amtsblatt L 330, 5.12.1998; S. 32–54*
- [13] EG-Richtlinie 89/106/EWG vom 12. Dezember 1989, bekannt als „Bauprodukten-Richtlinie“, über die Angleichung von Gesetzen, Richtlinien, und administrativen Richtlinien der Mitgliedstaaten hinsichtlich von Bauprodukten, *Amtsblatt L 40, 11.2.1989, S. 12–26*