

**Rohre und Formstücke aus Beton,
Stahlfaserbeton und Stahlbeton**
Deutsche Fassung EN 1916:2002

DIN
EN 1916

ICS 23.040.50; 93.030

Mit DIN V 1201:2003-04
Ersatz für
DIN 4032:1981-01 und
DIN 4035:1995-08

Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced;
German version EN 1916:2002

Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé,
béton fibré acier et béton armé;
Version allemande EN 1916:2002

Die Europäische Norm EN 1916:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 165 „Abwassertechnik“ (Sekretariat: DIN) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet.

Die nationalen Normungsinstitute der im Vorwort aufgeführten Länder haben sich verpflichtet, diese Europäische Norm vollständig und unverändert in ihr Normenwerk zu übernehmen.

Anforderungen an Rohre aus Beton, die nach Tabelle 1 nicht zum Anwendungsbereich dieser Norm gehören, wurden in DIN V 1201:2003-04 festgelegt.

Für abwassertechnische Anlagen im Zuständigkeitsbereich der Unfallversicherungsträger in Deutschland wird auf die Bestimmungen der Unfallverhütungsvorschriften, insbesondere der Unfallverhütungsvorschrift „Abwassertechnische Anlagen“ hingewiesen.

Für die Verwendung von Produkten nach dieser Norm in Bauwerken für die Ableitung von häuslichem wie auch von Industrieabwässern werden die erforderlichen Leistungsmerkmale in DIN V 1202 festgelegt.

Fortsetzung Seite 2
und 88 Seiten EN

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Änderungen

Gegenüber DIN 4032:1981-01 und DIN 4035:1995-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Anwendungsbereich wurde auf Nennweiten eingeschränkt, die DN 1750 nicht überschreiten;
- b) Maße sind nicht Bestandteil dieser Europäischen Norm;
- c) Mindestwerte für Festigkeitsklassen, Mindestscheiteldruckkräfte und Betondeckung der Bewehrung sind in dieser Europäischen Norm nicht enthalten;
- d) Prüf- und Konformitätsbewertungsverfahren wurden präzisiert und erweitert;
- e) die Fremdüberwachung ist nicht mehr verpflichtend in dieser Europäischen Norm enthalten;
- f) grundlegende Anforderungen der EG-Bauproduktenrichtlinie wurden aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 1201: 1923-02

DIN 4032: 1939-07, 1973-07, 1981-01

DIN 4032-1: 1959-04

DIN 4032-2: 1959-04

DIN 4035: 1939-05, 1968-12, 1976-09, 1990-07, 1995-08

DIN 4036: 1939-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

Unfallverhütungsvorschrift 7.4 „Abwassertechnische Anlagen“ mit Durchführungsanweisungen vom Februar 1994, in der Fassung vom Januar 1997.¹⁾

1) zu beziehen durch: Bundesverband der Unfallkassen (BUK), Fockensteinstraße 1, 81539 München

Deutsche Fassung

Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton

Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced

Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. August 2002 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Symbole	7
3.1 Begriffe.....	7
3.2 Symbole	11
4 Allgemeine Anforderungen	15
4.1 Werkstoffe.....	15
4.1.1 Allgemeines	15
4.1.2 Dichtungen.....	16
4.2 Beton	16
4.2.1 Betonwerkstoffe	16
4.2.2 Betongüte.....	16
4.2.3 Wassergehalt des Betons	16
4.2.4 Zementgehalt des Betons	16
4.2.5 Chloridgehalt des Betons.....	16
4.2.6 Wasseraufnahme des Betons	17
4.3 Bauteile	17
4.3.1 Allgemeines	17
4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit.....	17
4.3.3 Maße	17
4.3.4 Rohrverbindungen und Dichtungen.....	18
4.3.5 Scheiteldruckfestigkeit.....	20
4.3.6 Längsbiegefestigkeit	20
4.3.7 Wasserdichtheit.....	21
4.3.8 Gebrauchsfähigkeit.....	21
4.3.9 Dauerhaftigkeit	21
5 Besondere Anforderungen	21
5.1 Stahlfaserbetonbauteile	21
5.1.1 Stahlfasergehalt	21
5.1.2 Scheiteldruckfestigkeit.....	22
5.2 Stahlbetonbauteile	22
5.2.1 Bewehrung.....	22
5.2.2 Betondeckung	22
5.2.3 Scheiteldruckfestigkeit.....	22
5.2.4 Konformität der mit Prüfkraft (Risskraft) geprüften Rohre.....	22
5.3 Vortriebsrohre	23
5.3.1 Rohrverbindungen	23
5.3.2 Betonfestigkeit	23
5.3.3 Betondeckung	24
5.3.4 Vortriebskraft.....	24
5.4 Rohre mit Zulauf.....	24
6 Prüfverfahren für fertig gestellte Bauteile	24
6.1 Allgemeines	24
6.2 Verbindungsprofile	25
6.3 Bewehrung.....	26
6.3.1 Lage und Menge der Bewehrung.....	26
6.3.2 Betondeckung	26
6.4 Scheiteldruckfestigkeit(en)	26
6.5 Längsbiegefestigkeit	26
6.6 Wasserdichtheit.....	26
6.7 Wasseraufnahme.....	26
6.8 Betonfestigkeit von Vortriebsrohren.....	26

7	Beurteilung der Konformität	27
7.1	Allgemeines	27
7.2	Durchführung der Bauteilbeurteilung	27
7.2.1	Allgemeines	27
7.2.2	Erstprüfung	27
7.2.3	Produktionskontrolle im Werk	27
7.2.4	Weitere Prüfungen von im Werk entnommenen Prüfstücken	27
7.2.5	Aufgaben einer Zertifizierungsstelle	28
8	Kennzeichnung	28
Anhang A (normativ)	Prüf- und Berechnungsverfahren für Dichtungen	29
A.1	Symbole	29
A.2	Prüfverfahren	30
A.2.1	Anwendbarkeit	30
A.2.2	Grundlagen	30
A.2.3	Prüfeinrichtung	30
A.2.4	Vorbereitung	30
A.2.5	Durchführung	31
A.2.6	Darstellung der Ergebnisse	32
A.2.7	Berechnungsbeispiel	33
A.3	Berechnung	35
A.3.1	Anwendbarkeit	35
A.3.2	Grundlagen	35
A.3.3	Berechnungsbeispiel	37
Anhang B (normativ)	Berechnung der Vortriebskraft	41
B.1	Allgemeines	41
B.2	Symbole	41
B.3	Bemessungskriterien	42
B.3.1	Grundlagen	42
B.3.2	Zustand „geschlossene Fuge“	43
B.3.3	Zustand „klaffende Fuge“	44
B.4	Berechnungsbeispiel	45
B.4.1	Berechnungsannahmen	45
B.4.2	Berechnung	45
Anhang C (normativ)	Prüfverfahren für die Scheiteldruckfestigkeit	46
C.1	Grundlagen	46
C.2	Prüfeinrichtung	46
C.3	Vorbereitung	46
C.4	Durchführung	47
C.4.1	Allgemeines	47
C.4.2	Betonrohre	49
C.4.3	Stahlfaserbetonrohre	49
C.4.4	Stahlbetonrohre	49
C.5	Darstellung der Ergebnisse	50
Anhang D (normativ)	Prüfverfahren für die Längsbiegefestigkeit	51
D.1	Grundlagen	51
D.2	Prüfeinrichtung	51
D.3	Durchführung	51
D.3.1	Allgemeines	51
D.3.2	Vier-Punkt-Belastungsverfahren	51
D.3.3	Drei-Punkt-Belastungsverfahren	52
D.4	Darstellung der Ergebnisse	53
D.4.1	Vier-Punkt-Belastungsverfahren	53
D.4.2	Drei-Punkt-Belastungsverfahren	53
Anhang E (normativ)	Prüfung der Wasserdichtheit	54
E.1	Grundlagen	54
E.2	Prüfeinrichtung	54
E.3	Vorbereitung	54

	Seite
E.4 Durchführung (hydrostatische Prüfung — Erstprüfung und laufende Überwachung)	54
E.5 Durchführung (Prüfung der Rohrverbindung)	54
E.5.1 Allgemeines	54
E.5.2 Wasserdichtheit bei Abwinklung	54
E.5.3 Wasserdichtheit unter Scherkraft	55
E.5.4 Wasserdichtheit bei Abwinklung unter Scherkraft	56
E.6 Darstellung der Ergebnisse	56
Anhang F (normativ) Prüfung der Wasseraufnahme	57
F.1 Grundlagen	57
F.2 Prüfkörper	57
F.3 Prüfeinrichtung	57
F.4 Durchführung	57
F.4.1 Bestimmung der Masse m_1 des eingetauchten Prüfkörpers	57
F.4.2 Bestimmung der Masse m_2 des getrockneten Prüfkörpers	57
F.5 Darstellung der Ergebnisse	58
Anhang G (normativ) Qualitätssicherungssystem des Herstellers	59
G.1 Organisation	59
G.1.1 Verantwortlichkeit und Befugnis	59
G.1.2 Beauftragter der Werksleitung für die Produktionskontrolle im Werk	59
G.1.3 Überprüfung durch die Werksleitung	59
G.1.4 Werksunterlagen	59
G.2 Werkseigene Produktionskontrolle	60
G.3 Überwachung und Prüfung	60
G.3.1 Allgemeines	60
G.3.2 Überwachungs- und Prüfstatus	60
G.3.3 Prüfung	60
G.3.4 Überwachungs- und Prüfberichte	60
G.3.5 Reklamationen	60
G.4 Erforderliche Maßnahmen bei fehlerhaften Bauteilen	61
G.4.1 Unbefriedigende Ergebnisse	61
G.4.2 Fehlerhafte Bauteile	61
G.4.3 Kundeninformation	61
G.5 Handhabung, Lagerung, Verpackung und Auslieferung der Bauteile	61
G.5.1 Allgemeines	61
G.5.2 Handhabung	61
G.5.3 Lagerung	61
G.5.4 Verpackung und Kennzeichnung	61
G.5.5 Rückverfolgbarkeit	61
G.6 Schulung des Personals	61
G.7 Werkstoffprüfung	62
G.8 Kontrolle der Einrichtung	64
G.9 Kontrolle des Herstellvorganges	65
G.10 Kontrolle der Laboreinrichtung	66
Anhang H (normativ) Prüfplan für die Überwachung fertiger Bauteile	67
Anhang I (normativ) Prüfplan für die ständige Überwachung der Scheiteldruckfestigkeit und der Wasserdichtheit (hydrostatische Prüfung)	69
I.1 Prüfhäufigkeit und Auswertung der Ergebnisse	69
I.1.1 Prüfhäufigkeit	69
I.1.2 Auswertung der Ergebnisse	69
I.2 Anwendung der Abstufungsregeln	69
I.2.1 Von erhöhter zu normaler Überwachung	69
I.2.2 Unterbrechung der Überwachung	69
I.2.3 Von normaler zu reduzierter Überwachung	70
I.2.4 Von reduzierter zu normaler Überwachung	70
I.2.5 Von normaler zu erhöhter Überwachung	70
I.3 Erhöhte, normale und reduzierte Überwachung	70
I.3.1 Erhöhte Überwachung	70
I.3.2 Normale Überwachung	70

I.3.3	Reduzierte Überwachung	70
I.3.4	Beispiele	72
I.4	Bestimmung der Annahmefähigkeit	74
I.4.1	Überwachung auf der Basis von Einzelbeurteilungen	74
I.4.2	Überwachung der Scheiteldruckfestigkeit auf der Basis einer statistischen Beurteilung	77
Anhang J (normativ)	Aufgaben für eine Produktzertifizierungsstelle	79
J.1	Erstprüfung des Werkes und der Produktionskontrolle im Werk	79
J.2	Beurteilung und Abnahme der Erstprüfung der Bauteile	79
J.3	Periodische Fremdüberwachung, Beurteilung und Abnahme der Produktionskontrolle im Werk	79
J.4	Kontrollprüfung von im Werk entnommenen Proben	80
J.5	Qualitätssicherungssystem	80
Anhang K (normativ)	Prüfplan für unbewehrte Betonrohre, bei denen die ständige Überwachung der Scheiteldruckkraft hauptsächlich bis zur Mindestscheiteldruckkraft durchgeführt wird	81
Anhang ZA (informativ)	Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	83
ZA.1	Anwendungsbereich und relevante Eigenschaften	83
ZA.2	Verfahren der Konformitätsbescheinigung von vorgefertigten Betonrohren und -formstücken	84
ZA.2.1	System der Konformitätsbescheinigung	84
ZA.2.2	Konformitätserklärung	85
ZA.3	CE-Kennzeichnung und Etikettierung	85
Literaturhinweise		88

Vorwort

Dieses Dokument EN 1916:2002 wurde vom Technischen Komitee CEN /TC 165 „Abwassertechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm steht in Verbindung mit EN 1917 „Einsteig- und Kontrollschächte aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton“.

Dieses Europäische Dokument muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2004 zurückgezogen werden.

Zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Europäischen Norm konnte keine vollständige Übereinstimmung für alle Anforderungen in den bestehenden nationalen Normen der CEN-Mitglieder erzielt werden und deshalb sind nur jene Anforderungen und zugehörigen Prüfverfahren enthalten, worüber ein Konsens herbeigeführt werden konnte. Übereinstimmung für die Anforderungen an die Qualitätskontrolle wurde erreicht.

ANMERKUNG Vorläufig sind ergänzende Festlegungen zur EN, (d. h. nicht widersprechende) Anforderungen und damit zusammenhängende Prüfverfahren außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Europäischen Norm auf nationaler Ebene erforderlich (siehe Tabelle 1). Um keine Handelshemmnisse zu verursachen, sollte jede Forderung nach ergänzenden Anforderungen stets die Einfügung „oder gleichwertig“ enthalten.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die in Tabelle 1 angegebenen Leistungsanforderungen fest und beschreibt Prüfverfahren für vorgefertigte Rohre und Formstücke aus Beton, Stahlfaserbeton und Stahlbeton mit flexiblen Verbindungen (mit im Bauteil eingebauten oder getrennt mitgelieferten Dichtungen) und Nennweiten nicht über DN 1 750 für Bauteile mit kreisrundem inneren Querschnitt oder WN/HN 1200/1800 für Bauteile mit eiförmigem inneren Querschnitt. Bauteile nach dieser Norm werden im Wesentlichen für den Transport von Abwasser, Regenwasser und Oberflächenwasser als Freispiegleleitungen oder gelegentlich unter geringem Überdruck und in der Regel erdverlegt angewendet.

Festlegungen für die Beurteilung der Konformität und für die Kennzeichnung von Bauteilen nach dieser Europäischen Norm sind enthalten.

Tabelle 1 — Festgelegte und nicht im Anwendungsbereich enthaltene Eigenschaften

Eigenschaft	Nicht im Anwendungsbereich der Norm enthalten
Werkstoffe	Festlegungen zu denen noch keine entsprechenden Europäischen Normen veröffentlicht wurden.
Beton	Arten und Wert(e) des Mindestzementgehaltes zuzüglich eines etwaigen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzes nach den Bedingungen für die Gebrauchstauglichkeit.
Oberflächenbeschaffenheit	Einschränkung der Größe von Lunkern.
Maße	— Nennweiten; — Innenmaße mit Maßtoleranzen; — Maße und Toleranzen der Wanddicke; — Maße und Toleranzen der Baulänge; — Abweichung von der Geradheit und von der Rechtwinkligkeit an den Rohrenden.
Verbindungen und Dichtungen	— die Auswahl des Verfahrens aus der Aufstellung in 4.3.4.2 zum Nachweis der Dauerhaftigkeit von Verbindungen; — Vorkehrungen zur Auswechselbarkeit; — Anforderungen an zusätzliche Prüfungen, wenn die Wasserdichtheit der Rohrverbindung abhängig von innerem Wasserüberdruck ist
Scheiteldruckfestigkeit	Besondere Festigkeitsklassen und entsprechende Mindestscheiteldruckkräfte.
Längsbiegefestigkeit	Keine (in der Norm festgelegt)
Wasserdichtheit	Keine (in der Norm festgelegt)
Besondere Anforderungen an Stahlfaserbeton-, Stahlbeton-, Vortriebsrohre und Rohre mit Zulauf	— Festigkeitsklasse über Klasse 165 für Bauteile aus Stahlfaserbeton und Stahlbeton; — Mindestbetondeckung für Bauteile aus Stahlbeton; — Begrenzung des Abstandes der Bewehrung; — Zusammenhang zwischen inneren und äußeren Bewehrungskörben; — Anforderungen an die Prüfung von geschweißten Bewehrungskörben; — Toleranzen des Außendurchmessers von Vortriebsrohren; — Führungsringe aus Werkstoffen, die nicht aus geschweißten Stahlplatten, nichtrostenden Stahlplatten oder verstärkten Kunststoffen bestehen.
Kennzeichnung	— Zeichen oder Buchstaben zur Identifizierung des Werkstoffes eines Bauteiles; — Zeichen oder Buchstaben zur Identifizierung von Bedingungen für die Gebrauchsfähigkeit zusätzlich zu den Angaben in 4.3.8.
ANMERKUNG Folgende Festlegungen sind ebenfalls nicht im Anwendungsbereich dieser Norm enthalten: — Bauteile mit Nennweiten größer als DN 1750 oder WN/HN 1200/1800; — Bauteile mit anderen Querschnitten als kreis- oder eiförmig; — Hebeeinrichtungen; — Beständigkeit gegenüber Hochdruckspülverfahren; — andere als die genannten Eigenschaften; — jegliche Wareneingangskontrolle durch den Käufer oder in dessen Vertretung.	

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 681-1, *Elastomer-Dichtungen — Werkstoff-Anforderungen für Rohrleitungs-Dichtungen für Anwendungen in der Wasserversorgung und Entwässerung — Teil 1: Vulkanisierter Gummi.*

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

EN ISO 4287, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997).*

EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996).*

ISO 3384, en: *Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of stress relaxation in compression at ambient and at elevated temperatures;*

de: *Gummi, vulkanisiert oder thermoplastisch — Bestimmung der Spannungsrelaxaktion unter Druck bei Raumtemperatur und erhöhter Temperatur.*

ISO 4012, en: *Concrete — Determination of compressive strength of test specimens;*

de: *Beton — Bestimmung der Druckfestigkeit von Probekörpern.*

ISO 10544, en: *Cold-reduced steel wire for the reinforcement of concrete and the manufacture of welded fabric;*

de: *Kaltgezogener Stahldraht für die Bewehrung von Beton und die Herstellung von Betonstahlmatten.*

3 Begriffe und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Rohr

hohles vorgefertigtes Bauteil aus Beton, hergestellt mit oder ohne Fuß, das eine gleichmäßige innere Querschnittsform über die gesamte Baulänge hat, mit Ausnahme im Bereich der Verbindungsprofile. Die Verbindungen der Bauteile sind als Spitzende und Muffe vorgeformt und schließen eine oder mehrere Dichtungen ein

3.1.2

Betonrohr

Rohr aus Beton, das keine statische Stahlbewehrung oder Verstärkung durch Stahlfasern enthält

3.1.3

Stahlfaserbetonrohr

Rohr aus Beton, das mit Stahlfasern konstruktiv verstärkt ist

3.1.4

Stahlbetonrohr

Rohr aus Beton, das mit einem oder mehreren Bewehrungskörben statisch bewehrt ist, die so angeordnet sind, dass die Zugspannungen in der Rohrwand aufgenommen werden

3.1.5

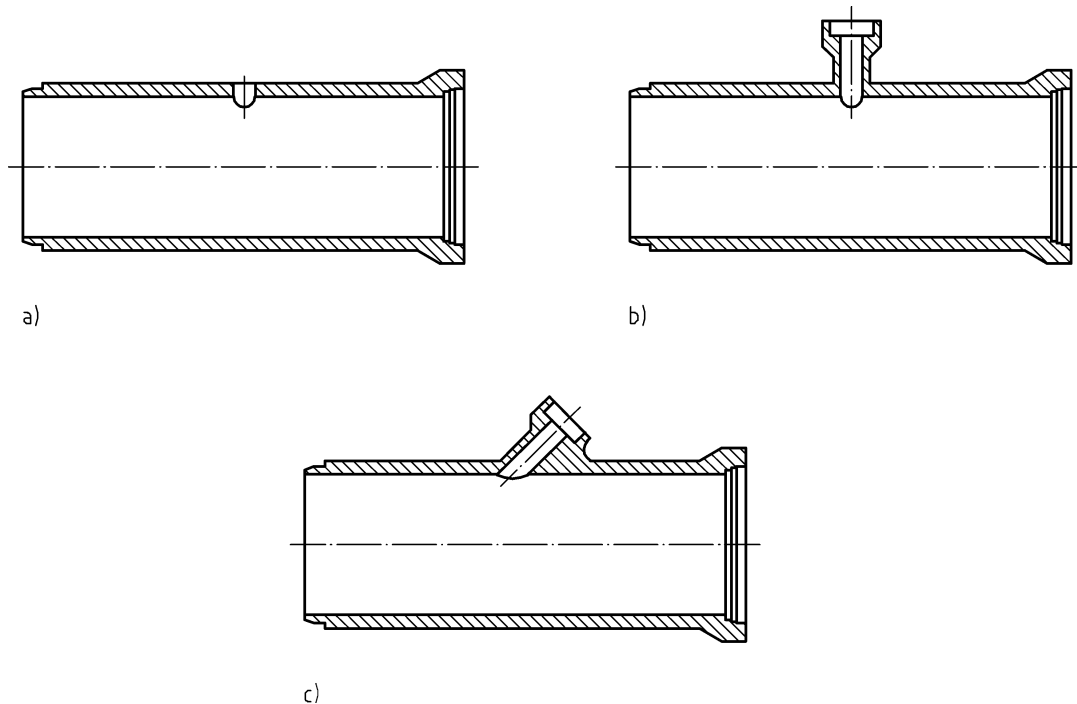
Vortriebsrohr

Rohr aus Beton, Stahlfaserbeton oder Stahlbeton einschließlich einer flexiblen Verbindung innerhalb der Wanddicke als Falzverbindung oder mit glatten Enden mit Führungsring

3.1.6

Rohr mit Zulauf

Rohr, wie in Bild 1a) dargestellt, das während oder nach der Herstellung mit einer oder mehreren Zulauföffnungen versehen wird



Legende

- a) Rohr mit Zulauföffnung
- b) Anschluss mit rechtwinkligem Zulauf
- c) Anschluss mit abgewinkeltm Zulauf

ANMERKUNG Andere Arten von Rohrverbindungen als hier dargestellt sind möglich.

Bild 1 — Rohre mit Zulauf

3.1.7

kreisrundes Rohr

Rohr, bei dem der Querschnitt in einer Ebene senkrecht zur Längsachse ein konzentrischer Kreis ist

3.1.8

Formstück

Passstück, Krümmer, Verbindungsrohr, Anschlussstück oder Übergangsstück (Reduzierstück)

3.1.9

Passstück

Formstück für den Anschluss an Bauwerke, an Rohre anderer Werkstoffe oder unterschiedlicher Anschlüsse

3.1.10

Bogen (Krümmer)

zur Abwinklung der Rohrleitung hergestelltes Formstück

3.1.11

Verbindungsrohr

kurzes Rohr mit glatten Enden, Spitzende oder Muffe

3.1.12

Zulauf

Bauteil wie in Bild 1b) und 1c) dargestellt

3.1.13**Übergangsstück (Reduzierstück)**

Formstück, dessen innere Querschnittsform entlang seiner Baulänge reduziert wird

3.1.14**Bauteil**

Rohr oder Formstück

3.1.15**Typ**

Bauteile des gleichen Herstellverfahrens, Querschnittes und Werkstoffes (Beton, Stahlfaserbeton, Stahlbeton)

3.1.16**Nennweite (DN)**

Kenngroße eines Bauteiles, die ganzzahlig annähernd dem Herstellungsmaß in mm entspricht; bei einem kreisrunden Bauteil ist es der Innendurchmesser (DN), bei einem Bauteil mit eiförmigem inneren Querschnitt ist es die innere Breite/Höhe (WN/HN)

3.1.17**Baulänge**

Länge zwischen dem Muffenspiegel und dem Spitzende eines Bauteiles, wie in Bild 2 dargestellt

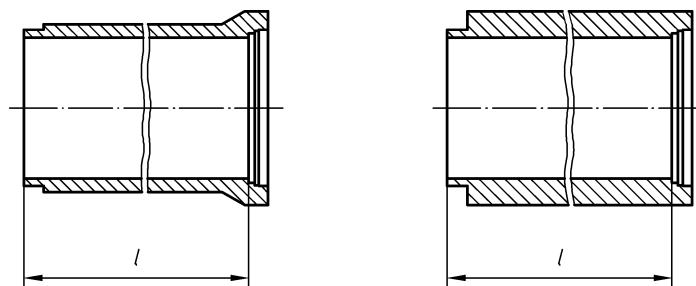


Bild 2 — Baulänge

3.1.18**integrierte Dichtung**

Dichtung, die bei der Herstellung in das Bauteil eingebaut wird

3.1.19**Festigkeitsklasse**

Mindestschieiteldruckkraft eines Bauteiles in Kilonewton je Meter geteilt durch ein Tausendstel der Nennweite (DN) oder der Nennbreite (WN)

3.1.20**Mindestschieiteldruckkraft**

Prüfkraft, die ein Bauteil aufnehmen muss

3.1.21**Bruchkraft**

in der Prüfeinrichtung erreichte maximale Kraft während einer Scheiteldruckprüfung (d.h. wenn die Kraftanzeige keine weitere Erhöhung anzeigt)

3.1.22**Prüfkraft**

Kraft, die ein Bauteil aus Stahlfaserbeton oder Stahlbeton bis zu einer bestimmten Rissgrenze aufnehmen kann

3.1.23**Betondeckung**

tatsächliche Dicke des Betons über jeder Bewehrung

3.1.24

charakteristische Festigkeit

Festigkeitswert, unter dem 5 % der Grundgesamtheit aller möglichen Messwerte des bestimmten Werkstoffes mit einer Vertrauensgrenze von 75 % liegen dürfen

ANMERKUNG Eine Vertrauensgrenze von 75 % wird in ISO 12491 empfohlen.

3.1.25

Überwachung

Vorgang des Messens, Untersuchens, Prüfens, Eichens oder sonstigen Vergleichens eines Bauteiles mit den geltenden Anforderungen

3.1.26

laufende Überwachung

Überwachung durch Probennahme in vorgeschriebenen Zeitabständen, um die Annahmefähigkeit der durch die Proben repräsentierten Bauteile festzustellen

3.1.27

ständige Überwachung

laufende Überwachung entsprechend einem Prüfplan, der auf die bewertete Anzahl von Bauteilen aus einem bestimmten Herstellvorgang hinweist, die einen kontrollierten Zustand erreicht haben und weiterhin die entsprechenden Annahmekriterien beibehalten

3.1.28

Probe

ein oder mehrere Bauteile, die zufällig ohne Bezug auf ihre Qualität ausgewählt werden

3.1.29

Gruppe

klar identifizierbare Menge von Bauteilen aus dem gleichen Herstellprozess; Bauteile verschiedener Nennweiten dürfen zu einer Gruppe so zusammengefasst werden, dass das Verhältnis der größten zur kleinsten Nennweite nicht größer als 2 ist

3.1.30

bestimmter Herstellvorgang

Herstellung von Bauteilen gleicher Nennweite, gleicher Festigkeitsklasse und gleichen Typs, im Wesentlichen unter den gleichen Bedingungen über einen bestimmten Zeitraum

3.1.31

statistisch kontrollierter Zustand

Zustand, in dem die Schwankungen einzelner Prüfergebnisse in ein Zufälligkeitssystem eingeordnet werden können, das sich im zeitlichen Verlauf nicht zu verändern scheint

3.1.32

Abstufungsregeln

Regeln, um den Überwachungsaufwand zu erhöhen oder zu vermindern

3.2 Symbole

Tabelle 2 enthält die Bedeutungen, Maßeinheiten und Hinweise der in dieser Europäischen Norm angewendeten Symbole.

Tabelle 2 — Symbole

Symbole	Bedeutung	Einheit	Bezug
A_c	auf Druck beanspruchte Stirnfläche der Rohrverbindung	Quadratmeter	B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.2
A_w	Wasseraufnahme durch Eintauchen	Prozent	F.5
a_l	Länge des Hebelarmes	Meter	D.3.2, D.4.1
a_s	Abstand zwischen der zusätzlichen Scherkraft und dem Mittelpunkt der Dichtung	Meter	E.5.3
b_t	wirksame Dichtbreite	Millimeter	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
C	Konstante gleich 0,013	Kilonewton durch Meter	4.3.6
d_e	Außendurchmesser der Stirnfläche	Meter	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.2
d'_e	Durchmesser an der Vorderseite des Falzendes	Meter	B.3.1
d_i	Innendurchmesser der Stirnfläche	Meter	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.2
d'_i	Durchmesser an der Basis des Falzendes	Meter	B.3.1
d_{so}	Nennmaß des Innendurchmessers der Muffe	Millimeter	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
d_{sos}	Nennmaß des Innendurchmessers der Muffe mit Schersicherung	Millimeter	A.1, A.3.2, A.3.3
d_{sp}	Nennmaß des Außerdurchmessers des Spitzendes	Millimeter	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
d_{sps}	Nennmaß des Außendurchmessers des Spitzendes mit Schersicherung	Millimeter	A.1, A.3.2, A.3.3
E	Elastizitätsmodul	Megapascal	A.1, A.3.2, A.3.3
e	Lastminderungsfaktor (Exzentrizitätsfaktor)	-	B.2, B.3.3, B.4.2
F	gemessene Dichtkraft	Newton	A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7
F'	an der Baustelle aufgebrachte Vortriebskraft	Meganewton	B.2, B.4.2
F_a	Ergebnis der Scheiteldruckprüfung	Kilonewton durch Meter	C.5, I.3.2, I.4.1
F_c	Prüfkraft	Kilonewton durch Meter	5.2.3, C.1, C.4.4, I.3.2, I.3.4, I.4.1
F_{cj}	größte Vortriebskraft bei geschlossener Fuge	Meganewton	B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.2

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Symbole	Bedeutung	Einheit	Bezug
F_d	verteilte Einheitskraft infolge Scherkraft	Newton durch Millimeter	A.1, A.2.5, A.2.7
F_e	Dichtkraft je Längeneinheit	Newton durch Millimeter	A.1, A.3.2, A.3.3
F_j	Rechenwert der Vortriebskraft	Meganewton	5.3.4, B.2, B.3.1, B.3.2, B.4.1, B.4.2
$F_{j \max}$	größte theoretisch berechnete Vortriebskraft	Meganewton	B.2, B.3.1, B.3.2, B.4.1, B.4.2
F_{oj}	größte Vortriebskraft bei klaffender Fuge	Meganewton	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.2
F_n	Mindestscheiteldruckkraft	Kilonewton durch Meter	4.3.5, 5.1.2, 5.2.3, C.1, C.4.4, I.1.1, I.3.2, I.4.1, I.4.2, K
F_s	Scherkraft	Kilonewton	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, E.5.3, E.5.4
F_u	Bruchkraft	Kilonewton durch Meter	5.1.2, C.1, C.4, I.1.1, I.3.2, I.3.4, I.4.1, I.4.2, K
f	durchschnittlicher Anpressdruck des Prüfkörpers	Megapascal	4.3.4, A.1, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
f_{bt}	Biegezugfestigkeit des Betons	Megapascal	K
f_{ch}	charakteristische Biegezugfestigkeit im Beton	Megapascal	K
f_{ck}	charakteristische Betondruckfestigkeit	Megapascal	5.3.2, B.2, B.3.1, B.3.2, B.3.3, B.4.1, B.4.2
f_{des}	berechnete Biegezugfestigkeit des Betons	Megapascal	K
G	Prüfung je Gruppe	-	H
h_j	Nennhöhe der Dichtung	Millimeter	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
h_m	Höhe der eingebauten Dichtung	Millimeter	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
J	Prüfung je 500 einer hergestellten Gruppe, mindestens eine je Monat	-	H
K	zusammengesetzter Toleranzfaktor	-	A.1, A.3.2, A.3.3
k	Annahmekonstante	-	I.4.1, I.4.2, K
k_b	Umrechnungsfaktor für die Scheiteldruckprüfung	-	C.5
l	Baulänge	Meter	3.1, 4.3.6, C.4.1, C.5
l_b	Achsabstand zwischen den unteren Auflagern	Meter	D.3.3, D.4.2
l_l	Abstand zwischen den Mittellinien benachbarter Dichtungen	Meter	E.5.3
l_s	Spannweite zwischen den Auflagern	Meter	D.3.2, D.4.1
l_t	Länge des Prüfkörpers	Millimeter	A.1, A.2.6, A.2.7
l_1	Länge des Dichtmittels vor Einbau	Millimeter	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
l_2	Länge des Dichtmittels nach Einbau	Millimeter	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Symbole	Bedeutung	Einheit	Bezug
M	Längsbiegemoment (BMR-Wert)	Kilonewton Meter	4.3.6, D.4.1, D.4.2
m_1	Massenkonstanz des eingetauchten Prüfkörpers	Kilogramm	F.4.1, F.5
m_2	Massenkonstanz des trockenen Prüfkörpers	Kilogramm	F.4.2, F.5
N	Prüfung je Typ und Nennweite	-	H
n	Anzahl aufeinander folgender Proben	-	I.4.1, I.4.2, K
P	gemessene Prüfkraft	Kilonewton	C.4.1, C.5
P^*	Eigengewicht des Belastungsbalkens	Kilonewton	C.5
P_b	insgesamt aufgebrachte Biegebelastung	Kilonewton	D.3.2, D.3.3, D.4.1, D.4.2
Q	Qualitätsstatistik für den unteren geforderten Mindestwert	-	I.4.2, K
R	laufende Überwachung	-	6.1, C.1
R_a	arithmetisches Mittel der Abweichung des Oberflächenprofils	Mikrometer	A.1, A.2.3
R_s	zusätzliche Scherkraft	Kilonewton	E.5.3
r	Radius der Krümmung	Meter	4.3.3
r_m	mittlerer Radius des Rohres	Millimeter	K
S	Prüfung je Typ, Nennweite und Festigkeitsklasse	-	H
s	geschätzte Standardabweichung	-	H, I.4.1, I.4.2
T	Erstprüfung	-	6.1, C.1
t	berechnete Wanddicke	Millimeter	H, I.3.2
t_{act}	mittlere gemessene Wanddicke im Rohrscheitel	Millimeter	K
t_{min}	geringste zulässige Wanddicke im Rohrscheitel	Millimeter	K
W	Prüfung je Typ, Nennweite und gleicher Wanddicke	-	H
W_w	Gewicht eines mit Wasser gefüllten Rohres	Kilonewton	E.5.3
x	Messwert	-	I.4.2
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert	-	I.4.1, I.4.2
Y	Prüfung je hergestellten Typ, Nennweite und Festigkeitsklasse, je 1000, mit mindestens einer Prüfung je Typ und Jahr	-	H
z	Maß des durchmesserbezogenen Druckbereiches	Meter	B.2, B.3.1, B.3.3, B.4.2
α	durch einen Krümmer gebildeter Winkel	Grad	4.3.3
β	eingeschlossener Winkel bei der Prüfung	Grad	C.4.1
Δd_{so}	Maßtoleranz des Innendurchmessers der Muffe	Millimeter	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
Δd_{sos}	Maßtoleranz des Innendurchmessers der Muffe mit Schersicherung	Millimeter	A.3.2, A.3.3
Δd_{sp}	Maßtoleranz des Außendurchmessers des Spitzendes	Millimeter	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
Δd_{sps}	Maßtoleranz des Außendurchmessers des Spitzendes mit Schersicherung	Millimeter	A.3.2, A.3.3

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Symbole	Bedeutung	Einheit	Bezug
Δh_j	Maßtoleranz der Höhe der Dichtung	Millimeter	A.2.5, A.2.7, A.3.2, A.3.3
$\Delta \delta_{\min}$	Änderung der Mindest-Verformung δ_1 infolge Scherkraft	Prozent	A.1, A.2.5, A.2.7
$\Delta \delta_{\max}$	Änderung der maximalen Verformung δ_2 infolge Scherkraft	Prozent	A.1, A.2.5, A.2.7
δ_1	Mindest-Verformung ohne Scherkraft	Prozent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.2
δ_2	größte Verformung ohne Scherkraft	Prozent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2
$\delta_{\max}$	größte Verformung	Prozent	4.3.4, A.1, A.2.5, A.2.6, A.3.2, A.3.3
$\delta_{\min}$	kleinste Verformung	Prozent	A.1, A.2.5, A.2.6, A.2.7, A.3.2, A.3.3
ε	relative Verlängerung der eingebauten Dichtung über den Umfang	-	A.1, A.2.5, A.2.7, A.3.3
σ	bekannte Standardabweichung	-	I.4.1, I.4.2

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Werkstoffe

4.1.1 Allgemeines

Werkstoffe im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm müssen Tabelle 3 entsprechen.

ANMERKUNG Wenn entsprechende Europäische Normen noch nicht veröffentlicht wurden, werden ergänzende Anforderungen an die Bezugsnormen der Werkstoffe benötigt. Diese sollten in Form von nationalen Normen vorliegen oder, falls solche nicht vorhanden sind, mit am Verlegeort der Bauteile geltenden Richtlinien übereinstimmen.

Tabelle 3 — Werkstoffe im Anwendungsbereich dieser Europäischen Norm

Werkstoff	Ergänzende Anforderungen zur Bezugsnorm
Zemente	Keine.
Zuschlagstoffe	Zuschlagstoffe dürfen keine schädlichen Bestandteile in einer solchen Menge enthalten, dass sie das Erstarren, das Abbinden, die Festigkeit und Wasserdichtheit sowie die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen oder eine Korrosion der Bewehrung verursachen. Der Hersteller darf die Standardabstufungen an das Herstellverfahren anpassen.
Anmachwasser	Anmachwasser darf keine schädlichen Bestandteile in einer solchen Menge enthalten, dass sie das Erstarren, das Abbinden, die Festigkeit und Wasserdichtheit sowie die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen oder eine Korrosion der Bewehrung verursachen ^a .
Zusatzmittel	Wenn Zusatzmittel verwendet werden, dürfen sie die Dauerhaftigkeit des Betons nicht beeinträchtigen oder eine Korrosion der Bewehrung verursachen.
Zusatzstoffe	Wenn Zusatzstoffe verwendet werden, dürfen sie keine schädlichen Bestandteile in solchen Mengen enthalten, dass sie das Erstarren, das Abbinden, die Festigkeit und Wasserdichtheit sowie die Dauerhaftigkeit des Betons beeinträchtigen oder eine Korrosion der Bewehrung verursachen.
Stahlfasern	Stahlfasern müssen: — aus hartgezogenem Stahldraht hergestellt werden und eine Nennzugfestigkeit von mindestens 1 000 MPa (N/mm²) besitzen, wenn diese nach EN 10002-1 ermittelt wird; — eine Form und/oder Oberflächenbeschaffenheit haben, die ihre mechanische Haftung im Beton gewährleistet.
Betonstahl	Betonstahl muss schweißbar sein, sofern geschweißt wird. Der Betonstahl kann glatt, vertieft, profiliert oder gerippt sein. Betonstahlmatten müssen aus dem gleichen Werkstoff hergestellt werden. Wenn keine andere Bezugsnormen für Betonstahl vorhanden ist, ist ISO 10544 anzuwenden.
Dichtungen	Siehe 4.1.2.
Führungsringe für Vortriebsrohre (einschließlich Schweißen, wenn aus Eisen)	Siehe auch 5.3.1.2.
^a Trinkwasser aus einer öffentlichen Versorgung ist im Allgemeinen für die Herstellung von Beton geeignet.	

4.1.2 Dichtungen

Dichtungen müssen EN 681-1 und den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit nach 4.3.4 entsprechen. Sie sind vom Rohrhersteller im Bauteil eingebaut oder getrennt mitzuliefern.

4.2 Beton

4.2.1 Betonwerkstoffe

Nur Werkstoffe wie unter 4.1.1 beschrieben sind zu verwenden.

4.2.2 Betongüte

Der Beton in jedem Bauteil muss dicht und homogen sein und den Anforderungen von 4.2.3, 4.2.4 und 4.2.6 entsprechen.

4.2.3 Wassergehalt des Betons

4.2.3.1 Allgemeines

Der Beton muss so zusammengesetzt sein, dass der Wasserzementwert zuzüglich eines etwaigen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzes im voll verdichteten Zustand mit den Bedingungen für die Gebrauchsfähigkeit nach 4.3.8 übereinstimmt.

4.2.3.2 Anforderung an den Wasserzementwert

Das Verhältnis von Wasser zu Zement zuzüglich eines etwaigen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzes im voll verdichteten Zustand darf nicht größer sein als 0,45.

4.2.4 Zementgehalt des Betons

Der Beton muss so zusammengesetzt sein, dass der Mindestzementgehalt zuzüglich eines etwaigen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzes im voll verdichteten Zustand mit den Bedingungen für die Gebrauchsfähigkeit nach 4.3.8 übereinstimmt.

4.2.5 Chloridgehalt des Betons

4.2.5.1 Allgemeines

Die maximale Menge Chlorid-Ionen im Beton muss durch Berechnung ermittelt werden.

4.2.5.2 Anforderung an den Chloridgehalt

Der berechnete Gehalt von Chlorid-Ionen im Beton darf den entsprechenden Wert nach Tabelle 4 nicht überschreiten.

Tabelle 4 — Maximaler Chloridgehalt im Beton

Art des Betons	Cl ⁻ -Ionen in % vom Zementgewicht
Unbewehrter Beton	1,0 %
Stahlfaserbeton	0,4 %
Stahlbeton	0,4 %

4.2.6 Wasseraufnahme des Betons

4.2.6.1 Allgemeines

Die Wasseraufnahme des Betons ist nach 6.7 zu prüfen.

4.2.6.2 Anforderung an die Wasseraufnahme

Die Wasseraufnahme des Betons darf 6 % seiner Masse nicht überschreiten.

4.3 Bauteile

4.3.1 Allgemeines

Die Bauteile müssen zum Zeitpunkt der Auslieferung den folgenden Anforderungen entsprechen.

4.3.2 Oberflächenbeschaffenheit

Die Dichtflächen der Verbindungsprofile müssen frei von Unregelmäßigkeiten sein, die eine dauerhaft wasserdichte Verbindung verhindern.

Spinnennetzartige Haarrisse in der zementreichen Oberfläche, Schwind- oder Temperaturhaarrisse, die eine Oberflächenbreite von 0,15 mm nicht überschreiten, und bei Stahlbetonrohren von der Prüfung verbleibende Risse mit gleicher Oberflächenbreite sind zulässig. Nach Wahl des Herstellers ist es zulässig, ein Bauteil bis zu maximal 28 Stunden zu wässern, bevor Rissweiten gemessen werden.

Bauteile mit anderen als den oben beschriebenen Rissen entsprechen nicht dieser Europäischen Norm.

Nach einer etwaigen Nachbehandlung muss ein Bauteil allen Anforderungen dieser Europäischen Norm entsprechen.

4.3.3 Maße

4.3.3.1 Baulänge

Die Baulänge eines Rohres muss mit der in den Werksunterlagen angegebenen Baulänge übereinstimmen.

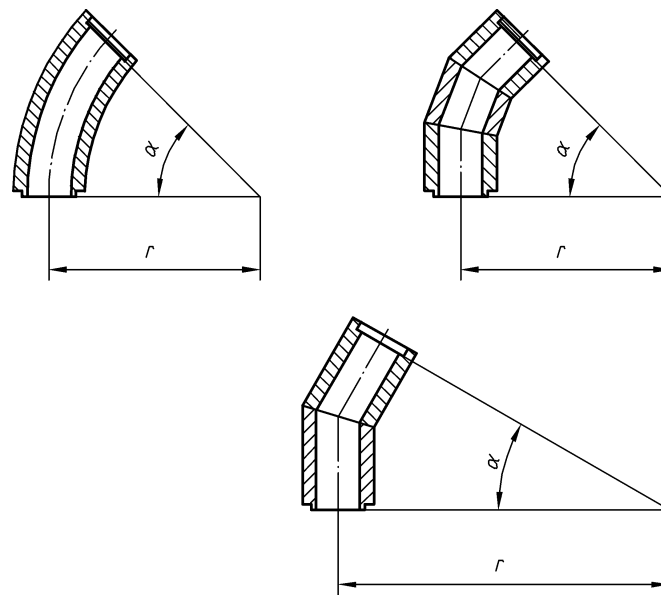
Die Baulänge von kreisrunden Rohren $\leq$ DN 250 darf das 6fache ihres Außendurchmessers nicht überschreiten, außer wenn die Anforderungen nach 4.3.6 erfüllt sind.

4.3.3.2 Maßtoleranzen der Verbindungsprofile

Das Profil einer Verbindung muss mit den in den Werksunterlagen bei der Konstruktion festgelegten Abmessungen und Maßtoleranzen übereinstimmen. Die in den Werksunterlagen angegebenen Maßtoleranzen für jedes Verbindungsprofil und die zulässigen Maßtoleranzen der Dichtung(en) (sie dürfen nicht größer sein als in EN 681-1 angegeben) müssen bei der Berechnung der relativen Verformung der Dichtung(en) nach 4.3.4 berücksichtigt werden. Die Auswirkung weiterer Maßtoleranzen, die die Funktion der Verbindung beeinflussen, muss entsprechend berücksichtigt werden.

4.3.3.3 Bogen (Krümmer)

Bogen sind, wie in Bild 3 dargestellt, entweder in einem Stück oder aus Rohrsegmenten nach dieser Europäischen Norm, die mit Beton oder speziellem Mörtel zusammengefügt sind, herzustellen.



ANMERKUNG Abgebildet sind Falzverbindungen. Muffenverbindungen sind ebenfalls möglich.

Bild 3 — Typische Bogen (Krümmer)

4.3.4 Rohrverbindungen und Dichtungen

4.3.4.1 Allgemeines

Eine Rohrverbindung muss aus Spitzende, Muffe (auch innerhalb der Wanddicke wie in 5.3.1 beschrieben) und Dichtung(en), wie in den Werksunterlagen beschrieben, bestehen, nach 4.3.7 wasserdicht sein und muss die folgenden Anforderungen, soweit zutreffend, unter Berücksichtigung ungünstigster Kombinationen der Maßtoleranzen erfüllen.

Eine zusammengesetzte Rohrverbindung muss die durch die Verpressung der Dichtung(en) hervorgerufenen Kräfte aufnehmen und einem inneren Wasserdruck nach E.5 widerstehen.

Zuläufe oder Zulauföffnungen sind mit Dichtungen nach der Norm für das anzuschließende Teil auszuführen.

4.3.4.2 Dauerhaftigkeit von Verbindungen

4.3.4.3 Allgemeines

Es ist nachzuweisen, dass eine Verbindung den Kriterien eines der folgenden Verfahren entspricht, wobei die ungünstigste Kombination der zulässigen Toleranzen zu berücksichtigen ist. In den Verfahren 1, 2 und 3 wird die Scherkraft F_s betrachtet, in Verfahren 4 hingegen nicht.

ANMERKUNG 1 Verfahren 1, 2 und 3 werden als gleichwertig betrachtet.

ANMERKUNG 2 Verfahren 4 ist nur dort geeignet, wo Bodenart und Einbaubedingungen eine sichere Ausführung der Verbindung zulassen, ohne die Scherkraft zu berücksichtigen. Auf europäischer Ebene sind diese Bedingungen eher selten.

Verfahren 1

Die geringste Dichtbreite b_t , über die eine Dichtung in einer Verbindung wirkt, der durchschnittliche Anpressdruck f über jeden beliebigen Bereich einer Dichtung mit Dichtfunktion und die größte Verformung $\delta_{\max}$ sind nach Anhang A zu bewerten. Der Abschnitt der Dichtung mit Dichtfunktion muss in den Werksunterlagen angegeben werden.

Verfahren 2

- a) Die größte Verformung $\delta_{\max}$ der (integrierten oder nicht integrierten) Dichtung in einer zusammengesetzten Verbindung muss nach Anhang A bewertet werden. Der Abschnitt der Dichtung mit Dichtfunktion muss in den Werksunterlagen angegeben werden.
- b) Die laufende Prüfung auf Wasserdichtheit muss nach E.5.4 erfolgen.

Verfahren 3

Zusätzlich zur Prüfung der Rohrverbindung nach E.5 ist eine Prüfung nach E.5.3 vorzunehmen, unmittelbar nachdem

- der innere hydrostatische Druck auf Null reduziert wurde;
- nach Wahl des Herstellers das eingefüllte Wasser entfernt wurde;
- die Scherlast F_s für eine weitere Zeitspanne von drei Kalendermonaten aufgebracht wurde, nachdem die Prüfvorrichtung entsprechend Bild E.1 neu ausgerichtet wurde, die sich nach Entfernen des Wassers verändert haben könnte;
- der innere hydrostatische Druck nach E.5.3 aufgebracht (nach der Wiederbefüllung des Bauteils, falls erforderlich, und nach der Kontrolle der Prüfvorrichtung nach Bild E.1) und für 15 Minuten gehalten wurde und während dieser Zeit die Konformität der Rohrverbindung nach 4.3.7 bewertet wurde, bevor der Druck auf Null reduziert wurde;
- aufgezeichnet wurde, ob die Rohrverbindung der festgelegten Anforderung entspricht.

Für Rohre mit unterschiedlichen Nennweiten, aber mit identischen Verbindungsprofilen, wird eine zusätzliche Prüfung wie oben in Bezug auf die größte Nennweite als repräsentativ für alle Nennweiten angenommen.

Verfahren 4

Nach Anhang A.3 ist für eine Rohrverbindung Folgendes zu berechnen:

- die Mindest-Verformung δ_1 der Dichtung;
- die größte Verformung δ_2 der Dichtung;
- die kleinste wirksame Dichtbreite b_t der Dichtung.

4.3.4.4 GrenzbedingungenVerfahren 1

Bei einer Rohrverbindung, die nach den Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit für Verbindungsprofile nach 4.3.2 hergestellt wurde, muss die Dichtung über eine Breite b_t von mindestens 50 % des Nennwertes des Ringspaltes wirksam sein und der durchschnittliche Anpressdruck f im Dichtbereich nicht geringer als 0,15 MPa (N/mm²) sein. Für in Bauteile integrierte Dichtungen muss die wirksame Breite an der gegenüberliegenden Fläche des Verbindungsprofils ermittelt werden. Für alle anderen Dichtungen sind beide Dichtflächen zu berücksichtigen. Das in A.2 beschriebene Prüfverfahren ist anzuwenden.

ANMERKUNG 1 Das "Nennmaß des Ringspaltes" ist die Hälfte der Differenz zwischen dem Nennmaß des Innendurchmessers der Muffe d_{so} und dem Nennmaß des Außendurchmessers des Spitzendes d_{sp} .

ANMERKUNG 2 Eine Rohrverbindung muss während ihrer gesamten Betriebsdauer wasserdicht sein. Ein wesentlicher Faktor hierbei ist die Aufrechterhaltung der physikalischen Eigenschaften der eingebauten Dichtung auf einem ausreichenden Niveau oder darüber. Insbesondere verursacht die Spannungsrelaxation des Gummis mit der Zeit eine Verminderung der Rückstellspannung. Daher müssen die Anfangswerte der physikalischen Eigenschaften ausreichend hoch sein, um eine anhaltende Dichtfunktion während der gesamten Lebensdauer der Verbindung sicherzustellen. Zusätzlich ist die Verformung der Dichtungen auf 65 % ihrer Ursprungshöhe begrenzt, mit oder ohne mechanische Verformungsanforderung.

Für Rohre mit unterschiedlichen Nennweiten, aber mit identischen Verbindungsprofilen und Dichtungen, wird eine Prüfung nach A.2 in Bezug auf die größte Nennweite als repräsentativ für alle Nennweiten angenommen.

Als Alternative zur Prüfung eines Dichtungsabschnittes und nach Wahl des Herstellers ist es zulässig, die oben genannten Grenzbedingungen für eine Dichtung in einer zusammengesetzten Rohrverbindung nach A.3 zu berechnen, vorausgesetzt, dass die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- die Dichtung hat einen kreisförmigen oder konvexen Querschnitt;
- die Dichtung enthält keine Hohlräume (zumindest nicht im Dichtbereich);
- die Dichtung befindet sich in einer Rohrverbindung mit mechanischer Begrenzung der Verpressung auf 65 % ihrer Ursprungshöhe.

Verfahren 2

Wenn eine Verbindung, die den Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit von Rohrverbindungen nach 4.3.2 entspricht, zusammengefügt wird, muss die größte Verformung $\delta_{\max}$ der Dichtung, die nach Anhang A bewertet wurde, auf 65 % ihrer Nennhöhe h_j begrenzt werden.

Verfahren 4

Die Dichtung muss einen kreisrunden oder konvexen Querschnitt haben und darf keine Hohlräume enthalten. Wenn eine Verbindung, die den Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit von Rohrverbindungen nach 4.3.2 entspricht, zusammengefügt wird, müssen die folgenden Kriterien erfüllt werden:

- die Mindest-Verformung δ_1 muss 25 % betragen;
- die größte Verformung δ_2 muss 50 % betragen;
- die kleinste wirksame Dichtbreite b_t der Dichtung darf nicht weniger als 5 mm betragen.

Die o. g. Kriterien für eine Dichtung innerhalb einer Verbindung müssen nach A.3 berechnet werden.

4.3.5 Scheiteldruckfestigkeit

Das Rohr muss bei der Prüfung nach 6.4 die seiner Nennweite und seiner Festigkeitsklasse entsprechende Mindestschieiteldruckkraft F_n erreichen. Für Stahlfaserbeton- bzw. Stahlbetonrohre siehe auch 5.1.2 bzw. 5.2.3.

4.3.6 Längsbiegefestigkeit

4.3.6.1 Allgemeines

Die Längsbiegefestigkeit eines kreisrunden Rohres $\leq$ DN 250 mit einer Baulänge größer als das 6fache des Außendurchmessers ist nach 6.5 zu prüfen.

4.3.6.2 Auswertung

Das Längsbiegemoment eines Rohres darf bei Prüfung nach 4.3.6.1 nicht geringer sein als das nach der folgenden Formel berechnete:

$$M = C \times DN \times l^2$$

Dabei ist

M Längsbiegemoment, in Kilonewtonmeter;

C Konstante gleich 0,013 Kilonewton durch Meter;

DN Nennweite;

l Baulänge, in Meter.

ANMERKUNG Wenn der beabsichtigte Einbauort der Rohre eine zusätzliche Balkentragfähigkeit erfordert (z. B. auf Pfählen), sollte eine spezifische statische Berechnung durchgeführt werden.

4.3.7 Wasserdichtheit

Bei der Prüfung nach 6.6 darf ein Einzelbauteil oder eine Rohrverbindung keine Undichtigkeit oder keine anderen sichtbaren Mängel während der Prüfzeit aufweisen; an der Oberfläche haftende Feuchtigkeit gilt nicht als Undichtigkeit. Bauteile mit einer Wanddicke größer als 125 mm müssen keiner hydrostatischen Prüfung unterzogen werden.

Wenn die gleiche Ausführung von Rohren und Formstücken verwendet wird, ist es nach Wahl des Herstellers zulässig, die Prüfungen für die Abwinkelung und Scherlast (einzeln oder kombiniert) allein an Rohren durchzuführen.

4.3.8 Gebrauchsfähigkeit

Bauteile nach dieser Europäischen Norm sind für die Verwendung in feuchten Verhältnissen und schwach-aggressiven chemischen Umweltbedingungen geeignet (d. h. bei normalen Hausabwässern, aufbereitetem Industrieabwasser und den meisten Böden und Grundwässern). Besondere Aufmerksamkeit ist erforderlich, wenn schwierigere Verhältnisse zu erwarten sind, in erster Linie im Hinblick auf den Zementgehalt zuzüglich eines etwaigen puzzolanischen oder latent-hydraulischen Zusatzes im Beton.

ANMERKUNG „Schwach-aggressive chemische Umgebung“ und stärkere chemische Umgebungsbedingungen sind in den nationalen Vorschriften für Beton festgelegt.

4.3.9 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit der eingebauten Bauteile und deren Verbindungen wird zusätzlich durch folgende Anforderungen gewährleistet:

- maximaler Wasserzementwert des Betons (siehe 4.2.3);
- maximaler Chloridgehalt des Betons (siehe 4.2.5);
- maximale Wasseraufnahme des Betons (siehe 4.2.6);
- Übereinstimmung mit den Kriterien aus einem der vier Verfahren zum Nachweis der Dauerhaftigkeit von Verbindungen (siehe 4.3.4.2);
- Mindestwert der Betondeckung in Stahlbetonbauteilen (siehe 5.2.2);
- besondere Anforderungen für Vortriebsrohre (siehe 5.3.1.2 und 5.3.3).

5 Besondere Anforderungen

Die Bauteile müssen zum Zeitpunkt der Auslieferung den folgenden besonderen Anforderungen entsprechen.

5.1 Stahlfaserbetonbauteile

5.1.1 Stahlfasergehalt

Die Menge der im Beton enthaltenen Stahlfasern muss mindestens der in den Werksunterlagen angegebenen Menge entsprechen.

5.1.2 Scheiteldruckfestigkeit

Ein Stahlfaserbetonrohr muss der Reihe nach folgende Prüfanforderungen erfüllen:

- es muss eine seiner Nennweite und seiner Festigkeitsklasse entsprechende Prüfkraft von $0,67 F_n$ eine Minute lang aufnehmen, ohne einen Riss zu zeigen;
- danach muss die Kraft bis zur Bruchkraft F_u gesteigert werden, die größer als F_n sein muss;
- nachdem die aufgenommene Kraft auf 95 % der Bruchkraft oder weniger gefallen ist, muss zunächst völlig entlastet und anschließend die Kraft wieder auf $0,67 F_n$ gesteigert und eine Minute lang gehalten werden.

5.2 Stahlbetonbauteile

5.2.1 Bewehrung

Die Bewehrung muss 4.1.1 und den Werksunterlagen entsprechen.

Die Bewehrung von Rohren muss sich auf die entsprechende Mindestscheiteldruckfestigkeit nach ihrer Nennweite und ihrer Festigkeitsklasse beziehen. Der Mindestbewehrungsanteil muss 0,4 % für glatten und 0,25 % für vertieften, profilierten oder gerippten Stahl betragen, bezogen auf die Längsquerschnittsfläche über die Baulänge.

Es ist zulässig, ein oder mehrere Bewehrungskörbe zu verwenden, die entweder wendelförmig, oder in konzentrischen Ringen gebogen, oder aus Baustahlgewebe hergestellt und jeweils fest verbunden sind.

Elliptische oder andere nicht runde Bewehrungskörbe sind zulässig. In diesem Fall muss eine dauerhafte Markierung auf dem Scheitel des Bauteiles vorhanden sein, die zumindest auf der Innenseite Angaben zur Lage der Bewehrung enthält.

Ring- und Längsbewehrungsstäbe (falls vorhanden) müssen durch Schweißen oder Binden verbunden werden, um die Abstände und die Form des Bewehrungskorbes (-körbe) zu sichern. Die Ringbewehrung muss in gleichmäßigen Abständen über die ganze Länge des Bauteiles angeordnet sein. Der Bewehrungskorb (-körbe) muss (müssen) die vorgesehene Form beibehalten.

5.2.2 Betondeckung

Die Mindestbetondeckung muss den unter 4.3.8 beschriebenen Bedingungen für die Gebrauchsfähigkeit entsprechen.

5.2.3 Scheiteldruckfestigkeit

Zusätzlich zur Anforderung nach 4.3.5 muss ein Stahlbetonrohr bei der Prüfung nach 6.4 eine Prüfkraft (Risskraft) F_c von $0,67 F_n$ aufnehmen, wobei ein etwaiger stabilisierter Oberflächenriss in den Betonzugzonen nicht breiter als 0,3 mm auf einer durchgehenden Länge von 300 mm oder mehr sein darf.

5.2.4 Konformität der mit Prüfkraft (Risskraft) geprüften Rohre

Stahlbetonrohre, die nur bis zur Prüfkraft (Risskraft) nach 6.4 geprüft worden sind und die die Anforderungen nach 5.2.3 erfüllen, entsprechen dieser Europäischen Norm.

ANMERKUNG Unter Berücksichtigung der notwendigen Einbaubedingungen kann der Bauunternehmer es vorziehen, als Endrohr zum Abschluss einer Vortriebsstrecke ein Stahlbetonvortriebsrohr zu verwenden (siehe 5.3), das der Druckfestigkeitsprüfung unter Prüfkraft (Risskraft) erfolgreich unterworfen wurde.

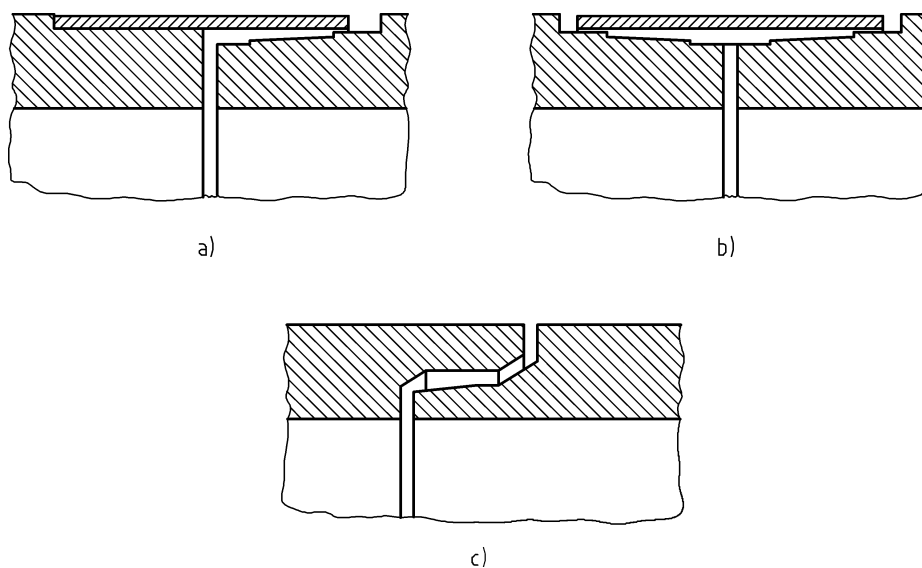
5.3 Vortriebsrohre

5.3.1 Rohrverbindungen

5.3.1.1 Allgemeines

Vortriebsrohre müssen flexible Verbindungen innerhalb der Wanddicke haben, die entweder mit einem Führungsring oder als Falzverbindung, wie in Bild 4 dargestellt, ausgeführt sind. Sie müssen so ausgeführt sein, dass eine oder mehrere Dichtungen verwendet werden können. Alle Stirnflächen der Rohrverbindung, die während des Einbaues der Lastübertragung dienen, müssen eben und frei von Unebenheiten sein, die örtlich hohe Spannungskonzentrationen verursachen könnten.

ANMERKUNG Der aus der Abwinklung nach E.5.2 berechnete Winkel entspricht nicht unbedingt dem, der beim Vortrieb aufgenommen werden kann. Rücksprache zwischen Vortriebsunternehmer und Rohrhersteller wird empfohlen.



Legende

- a) integrierter Führungsring
- b) loser Führungsring
- c) Falzverbindung

ANMERKUNG Zur Verdeutlichung der Verbindungsarten sind die Dichtungen nicht dargestellt.

Bild 4 — Typische Rohrverbindungen innerhalb der Wanddicke

5.3.1.2 Führungsringe

Führungsringe müssen aus Baustahlblech in schweißbarer Qualität, aus rostfreiem Flachstahl oder bewehrtem Kunststoff hergestellt werden.

ANMERKUNG Schweißbare Führungsringe aus Baustahl können empfindlich gegen Korrosion durch Boden, Grundwasser und die geförderte Flüssigkeit sein. Wenn der Planer mit Korrosion rechnet, sollte bei einer Verbindung mit einem Führungsring eine Zusatzdichtung vorgesehen werden, die vom Bauunternehmer auf der Baustelle aufgebracht wird, z. B. mit einem geeigneten Dichtmittel.

5.3.2 Betonfestigkeit

5.3.2.1 Allgemeines

Die charakteristische Betondruckfestigkeit f_{ck} bei Vortriebsrohren muss auf der Grundlage der Prüfung nach 6.8 nachgewiesen werden. Der nachgewiesene Wert darf die vom Hersteller in den Werksunterlagen angegebene Betondruckfestigkeit nicht unterschreiten.

5.3.2.2 Anforderung an der Festigkeit

Die vom Hersteller in den Werksunterlagen angegebene Betondruckfestigkeit darf 40 MPa (N/mm²) nicht unterschreiten.

5.3.3 Betondeckung

Für Stahlbetonvortriebsrohre muss die Mindestbetondeckung nach 5.2.2 auf den Außenflächen, die in ständiger Berührung mit dem Boden sind, um 5 mm erhöht werden.

Innerhalb der Betondeckung auf Verbindungsstirnflächen, die während des Einbaus Kräfte übertragen, darf kein Stahl enthalten sein.

5.3.4 Vortriebskraft

Der Hersteller muss die Vortriebskraft, für die jedes Vortriebsrohr bemessen ist (Rechenwert der Vortriebskraft F_i), angeben. Diese Kraft darf die durch die statische Berechnung nach Anhang B ermittelte maximale Bemessungslast nicht übersteigen.

Die maximale Beanspruchung, die sich aus den vom Hersteller angenommenen Einbaubedingungen ergibt, darf 60 % der erklärten charakteristischen Betondruckfestigkeit nicht überschreiten (siehe Anhang B).

ANMERKUNG Der vom Hersteller festgelegte oder nach Anhang B berechnete Rechenwert der Vortriebskraft berücksichtigt keinen Sicherheitsfaktor für die Bauausführung, der sich auf das Vortriebsverfahren, dabei eintretende Abwinklungen der Rohre, die Art des Bodens und unvorhergesehene Verhältnisse oder auf das Spannungsverhältnis in der Pressfläche bezieht (siehe Bild B.1).

5.4 Rohre mit Zulauf

Die Verbindung für den Zusammenbau mit einem Rohr mit Zulauf ist so auszuführen, dass Konformität mit 4.3.7 erreicht werden kann. Die Öffnung des Zulaufes muss frei von Unebenheiten sein.

6 Prüfverfahren für fertig gestellte Bauteile

6.1 Allgemeines

Wenn in Tabelle 5 keine anderen Angaben enthalten sind, gelten 6.2 bis 6.8 für alle Bauteile.

Tabelle 5 — Zusammenfassung der Prüfanforderungen

Abschnitt	Anforderung	Rohre		Formstücke				
		Rohr	Vortriebsrohr	Verbindungsrohr	Rohr mit Zulauf	Anschlussstück	Übergangs- (Reduzierstück), Passstück	Krümmern
4.2.6.1	Wasseraufnahme	T/R	T/R	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a
4.3.2	Visuelle Prüfung der Oberflächenbeschaffenheit	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R
4.3.3	Maße							
	- Bauteile	T/R	T/R	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a
	- Verbindungsprofile	T/R	T/R	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a
4.3.4	Verbindungen und Dichtungen ^b	T	T	T ^c	T ^c	T ^c	T ^c	T ^c
4.3.5	Scheiteldruckfestigkeit	T/R	T/R	T/R ^a	T/R	-	-	-
4.3.6.1	Längsbiegefestigkeit	T ^d	T ^d		T ^d	-	-	-
4.3.7	Wasserdichtheit							
	- hydrostatisch	T/R	T/R ^e	T/R ^e	T/R ^f	T/R ^f	T/R	T/R ^g
	- Rohrverbindung	T/R	T/R	T/R ^g	T/R ^g	T/R ^h	T/R ^h	T/R ^h
5.2.1, 5.2.2 und 5.3.3	Bewehrung und Betondeckung	T/R	T/R	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a	T/R ^a
5.3.2.1	Bohrkernfestigkeit	-	T/R	-	-	-	-	-
T Erstprüfung; R laufende Überwachung;								
^a Nicht anzuwenden bei Formstücken, die aus Rohren oder Rohrabschnitten hergestellt sind, die mit dieser Europäischen Norm übereinstimmen. ^b Anhang A ist nicht anzuwenden, wenn Verfahren 3 nach 4.3.4.2 angewendet wird. ^c Nicht anzuwenden für Formstücke mit gleicher Ausführung der Rohrverbindung wie die Rohre. ^d Nicht anzuwenden bei Rohren > DN 250 oder bei Rohren ≤ DN 250, deren Baulänge das 6fache ihres Außendurchmessers nicht überschreitet. ^e Nicht anzuwenden für Bauteile mit einer berechneten Wanddicke > 125 mm. ^f Aus Sicherheitsgründen nicht bei Produkten mit Hauptrohren > DN 800 oder Zuläufen > DN 300 anzuwenden. ^g Aus Sicherheitsgründen nicht bei Krümmern > DN 300 anzuwenden. ^h Nach Wahl des Herstellers nicht für Formstücke mit gleicher Ausführung der Verbindung wie bei den Rohren anzuwenden.								

6.2 Verbindungsprofile

Die wesentlichen Maße der Verbindungsprofile und ihre jeweiligen Grenzabmaße müssen auf Konformität mit den Werksunterlagen überprüft werden.