

**DIN EN 295-3****DIN**

ICS 93.030

Einsprüche bis 2010-08-07  
Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 295-3:1999-02**Entwurf****Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle –  
Teil 3: Prüfverfahren;  
Deutsche Fassung prEN 295-3:2010**Vitrified clay pipe systems for drains and sewers –  
Part 3: Test methods;  
German version prEN 295-3:2010Systèmes de tuyaux et accessoires en grès pour les réseaux de branchement et  
d'assainissement –  
Partie 3: Méthodes d'essai;  
Version allemande prEN 295-3:2010**Anwendungswarnvermerk**Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-06-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und  
Stellungnahme vorgelegt.Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses  
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [naw@din.de](mailto:naw@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann  
im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift:  
Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 42 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 295-3:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 165 „Abwassertechnik“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) erarbeitet.

Die vorbereitenden Arbeiten wurden von der Arbeitsgruppe „Steinzeugrohre“ (WG 2) des CEN/TC 165 durchgeführt.

Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 119-05-07 AA „Steinzeugrohre“ im Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 295-3:1999-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Prüfung der Beständigkeit gegenüber Hochdruckwasserstrahl neu aufgenommen;
- b) Prüfungen für alle Produkte aus Steinzeug unter der Normenreihe EN 295 in diese Norm eingearbeitet;
- c) die Norm wurde redaktionell überarbeitet und an den aktuellen Stand der Gestaltungsregeln angepasst.

## **Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und -kanäle — Teil 3: Prüfverfahren**

*Systèmes de tuyaux et accessoires en grès pour les réseaux de branchement et d'assainissement — Partie 3 :  
Méthodes d'essai*

*Vitrified clay pipe systems for drains and sewers — Part 3: Test methods*

ICS:

Deskriptoren

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	5
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe .....	6
4 Symbole und Abkürzungen .....	7
5 Prüfung der Rechtwinkligkeit der Stirnflächen .....	8
5.1 Prüfung der Rechtwinkligkeit der Stirnflächen von Rohren nach prEN 295-1:2010.....	8
5.2 Prüfung der Rechtwinkligkeit der Stirnflächen von Rohren nach prEN 295-7:2010.....	8
6 Prüfung der Abweichung von der Geraden .....	9
7 Prüfung der Scheiteldruckfestigkeit .....	10
7.1 Allgemeines .....	10
7.1.1 Vorkonditionierung .....	10
7.1.2 Prüfvorrichtung .....	11
7.1.3 Belastung .....	11
7.2 Druck- bzw. Auflagerbalken, Auflagerstreifen/-flächen .....	11
7.2.1 Druck- bzw. Auflagerbalken .....	11
7.2.2 Auflagerstreifen/-flächen .....	12
7.3 Auflagersystem .....	12
7.3.1 System mit flexiblen Schlauchleitungen (zur Verwendung mit beliebigen Längen von Rohren oder Rohrabschnitten ab 300 mm) .....	12
7.3.2 Gemeinsames hydraulisches Verteilungssystem (zur Verwendung mit beliebigen Längen von Rohren oder Rohrabschnitten ab 300 mm) .....	14
7.3.3 System mit starren Balken (begrenzt auf die Verwendung mit Rohren oder Rohrabschnitten mit einer Baulänge zwischen 300 mm und 1 100 mm) .....	14
7.4 Aufbringen der Prüflast .....	14
7.4.1 Rohre mit glatten Enden .....	14
7.4.2 Muffenrohre .....	14
7.4.3 Belastung .....	14
7.5 Ergebnisse und Prüfberichte .....	14
7.5.1 Annahme-(Nachweis-)Prüfungen .....	14
7.5.2 Versagensprüfung .....	15
7.5.3 Streitfälle .....	15
7.5.4 Aufzeichnungen über die Prüfungen .....	15
8 Prüfung der Biegezugfestigkeit .....	15
8.1 Vorkonditionierung .....	15
8.2 Prüfverfahren .....	15
9 Prüfung des Bruchmomentes bei Längsbiegung (BMR) .....	17
9.1 Allgemeines .....	17
9.1.1 Vorkonditionierung .....	17
9.1.2 Prüfvorrichtung .....	17
9.1.3 Belastung .....	17
9.2 Vierpunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung .....	17
9.2.1 Prüfverfahren .....	17
9.2.2 Attributprüfung .....	18
9.2.3 Variablenprüfung .....	18

	Seite
9.3	Dreipunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung ..... 18
9.3.1	Prüfverfahren ..... 18
9.3.2	Attributprüfung ..... 19
9.3.3	Variablenprüfung ..... 19
10	Prüfung der Klebfestigkeit ..... 20
11	Prüfungen der Schwellfestigkeit ..... 20
11.1	Vorkonditionierung ..... 20
11.2	Prüfung an Rohr oder Rohrabschnitt ..... 20
11.3	Prüfung an gesägten Probekörpern ..... 20
12	Prüfung der Wasserdichtheit ..... 21
12.1	Allgemeines ..... 21
12.2	Rohre und Abzweige ..... 22
12.3	Andere Formstücke als Abzweige und Anschlussbauteile ..... 22
13	Prüfung der chemischen Beständigkeit von Rohren und Formstücken ..... 22
14	Bestimmung der Wandrauheit ..... 23
15	Prüfung der Abriebfestigkeit ..... 23
16	Prüfung der Luftdichtheit ..... 25
17	Prüfungen der Beständigkeit gegen Hochdruckwasserstrahl ..... 25
17.1	Allgemeines ..... 25
17.1.1	Wasserquelle ..... 25
17.1.2	Druckmessung ..... 25
17.1.3	Prüftemperatur ..... 25
17.2	Prüfung mit beweglicher Düse ..... 25
17.3	Prüfung mit feststehender Düse ..... 25
17.3.1	Prüfgerät ..... 25
17.3.2	Probekörper ..... 26
17.3.3	Durchführung ..... 27
18	Härteprüfung von Polyurethan ..... 28
18.1	Probekörper ..... 28
18.2	Prüfverfahren ..... 28
19	Prüfungen der Werkstoffanforderungen von Polypropylen-Überschiebkupplungen ..... 28
19.1	Schmelzindex ..... 28
19.2	Reißfestigkeit und Bruchdehnung ..... 28
19.3	Verhalten nach Warmlagerung ..... 29
20	Leistungsprüfung von Polypropylen-Überschiebkupplungen ..... 29
21	Mechanische Prüfverfahren für Verbindungen ..... 29
21.1	Allgemeines ..... 29
21.2	Prüfung der Abwinkelbarkeit ..... 30
21.3	Prüfung der Scherfestigkeit ..... 30
21.3.1	Belastungsanordnung für die Prüfung der Scherfestigkeit ..... 30
21.3.2	Prüfung der Kurzzeit-Scherfestigkeit ..... 32
21.3.3	Prüfung der Langzeit-Scherfestigkeit ..... 33
22	Prüfung der Sohlengleichheit ..... 33
22.1	Prüfverfahren ..... 33
22.2	Rohre und Formstücke mit Scheitelmarkierung ..... 33
22.3	Willkürlich verbundene Muffenrohre und Formstücke ..... 34
22.3.1	Probenahme und Maße ..... 34
22.3.2	Berechnungen ..... 34
22.3.3	Bewertung ..... 35

	Seite
<b>23</b>	<b>Prüfung der chemischen Beständigkeit von Verbindungen .....35</b>
23.1	Prüflösungen.....35
23.2	Durchführung .....36
<b>24</b>	<b>Prüfung der Temperaturbeständigkeit .....36</b>
24.1	Temperaturwechselbeständigkeit.....36
24.2	Langzeit-Temperaturbeständigkeit.....37
<b>25</b>	<b>Kriechverhalten von starren Ausgleichsmaterialien.....37</b>
25.1	Kriechverformung.....37
25.1.1	Probekörper.....37
25.1.2	Prüfvorrichtung.....37
25.1.3	Durchführung .....37
25.2	Eindringtiefe .....38
25.2.1	Probekörper.....38
25.2.2	Prüfvorrichtung.....38
25.2.3	Durchführung .....38
<b>26</b>	<b>Prüfung der Wasserdichtheit von montierten Bauteilen von Einsteig- und Inspektionsschächten .....38</b>
<b>27</b>	<b>Druckfestigkeit von Rohren für Rohrvortrieb .....38</b>
27.1	Prüfverfahren .....38
27.1.1	Prüfvorrichtung.....38
27.1.2	Vorbereitung der Probekörper .....39
27.1.3	Durchführung .....39
27.2	Belastung.....40
27.3	Berechnung der Druckfestigkeit .....40

## Vorwort

Dieses Dokument (prEN 295-3:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 165 „Abwassertechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 295-3:1991 ersetzen.

Die Normenreihe EN 295 „Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle“ besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und Verbindungen*
- *Teil 2: Bewertung der Konformität und Probenahme*
- *Teil 3: Prüfverfahren*
- *Teil 4: Anforderungen an Übergangs- und Anschlussbauteile und flexible Kupplungen*
- *Teil 5: Anforderungen an gelochte Rohre und Formstücke*
- *Teil 6: Anforderungen an Bauteile für Einsteig- und Inspektionsschächte*
- *Teil 7: Anforderungen an Rohre und Verbindungen beim Rohrvortrieb*

Die vorliegende Norm berücksichtigt die Anforderungen nach EN 476.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen für die Prüfung von Produkten aus Steinzeug und anderen Werkstoffen fest, die in den folgenden Normen festgelegt sind:

- Rohre, Formstücke und Verbindungen nach prEN 295-1:2010;
- Übergangs- und Anschlussbauteile und flexible Kupplungen nach bis prEN 295-4:2010;
- gelochte Rohre und Formstücke nach prEN 295-5:2010;
- Bauteile für Einsteig- und Inspektionsschächte nach prEN 295-6:2010; und
- Rohre und Verbindungen für Rohrvortrieb nach prEN 295-7:2010.

## 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).

prEN 295-1:2010, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle — Teil 1: Anforderungen an Rohre, Formstücke und Verbindungen*

prEN 295-4:2010, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle — Teil 4: Anforderungen an Übergangs- und Anschlussbauteile und flexible Kupplungen*

prEN 295-5:2010, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle — Teil 5: Anforderungen an gelochte Rohre und Formstücke*

prEN 295-6:2010, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle — Teil 6: Anforderungen an Bauteile für Einsteig- und Inspektionsschächte*

prEN 295-7:2010, *Steinzeugrohrsysteme für Abwasserleitungen und –kanäle — Teil 7: Anforderungen an Rohre und Verbindungen für Rohrvortrieb*

EN 10002-1:2001, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur*

EN ISO 527-2, *Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen*

ISO 868, *Plastics and ebonite — Determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness)*

EN ISO 1133:2005, *Kunststoffe — Bestimmung der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) und Schmelze-Massefließrate (MFR) von Thermoplasten — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren*

CEN/TR 14920, *Jetting resistance of drain and sewer pipes — Moving jet test method*

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach prEN 295-1:2010, prEN 295-4:2010, prEN 295-5:2010 und prEN 295-6:2010.



#### 4 Symbole und Abkürzungen

Symbol	Beschreibung
$a_M$	Maß von der Innenseite des Rohrschaftes bis zum Mittelpunkt der Innenseite des Ausgleichs-rings, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$a_p$	Breite des Druckbalkens, in Millimeter (Prüfung der Scheiteldruckfestigkeit und der Biegezug-festigkeit)
$B$	Baulänge des äußeren Rohrschaftes zwischen Muffenschräge und/oder Verbindungs-konfiguration, in Millimeter (Prüfung der Scheiteldruckfestigkeit)
$B_t$	Abstand zwischen der Außenfläche des Dichtelementes am Spitzende und einem Punkt des Rohr-Innendurchmessers, an dem der Außendurchmesser des Dichtelementes am Spitzende ( $A$ ) gemessen wurde, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$b$	Breite der Probe, in Millimeter (Prüfung der Schwellfestigkeit)
$C_t$	Abstand von der Außenfläche des Dichtelementes am Spitzende bis zum Rohr-Innendurch-messer auf der gegenüberliegenden Seite von $B_t$ am Durchmesser, gemessen als Außendurch-messer des Dichtelementes am Spitzende ( $A$ ), in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$c$	Konzentration der Lösung, in Mol je Liter (Prüfung der chemischen Beständigkeit)
$c_i$	Faktor für die Oberlast (0,4) oder Unterlast (0,1) (Prüfung der Schwellfestigkeit)
DN	Nennweite – eine numerische Bezeichnung einer Größe, ausgedrückt als ganzzahliger Wert, der (annähernd) dem Durchmesser, in Millimeter, entspricht (Prüfung des Bruchmomentes bei Längsbiegung)
$d_1$	Innendurchmesser des Rohrschaftes, in Millimeter (Prüfung der Biegezugfestigkeit)
$E_1$	Abstand von der Innenfläche der Muffe bis zum Innendurchmesser des Rohres an einem Punkt, an dem der Innendurchmesser der Muffe ( $D$ ) gemessen wurde, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$F_i$	Ober- und Unterlast, in Kilonewton (Prüfung der Schwellfestigkeit)
$F_N$	Scheiteldruckkraft, in Kilonewton je Meter
$F_t$	Abstand zwischen der Innenfläche der Muffe bis zum Innendurchmesser des Rohres auf der gegenüberliegenden Seite von $E$ , dem Durchmesser, gemessen an der Innenseite der Muffen-dichtung ( $D$ ), in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$G_m$	Mittlerer Spalt, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
IRHD	(International Rubber Hardness Degree) Internationaler Gummi-Härtegrad der Auflagerstreifen/-flächen, in Grad IRHD (Prüfung der Scheiteldruckfestigkeit)
$l_4$	Abstand zwischen den Mittellinien der Auflager, in Millimeter (Prüfung der Schwellfestigkeit)
$M$	Bruchmoment bei Längsbiegung, in Kilonewtonmeter (Prüfung des Bruchmomentes bei Längsbiegung)
$M_b$	Biegemoment, in Newtonmillimeter (Prüfung der Biegezugfestigkeit)
$M_p$	Mittlere Korngröße, in Millimeter (Prüfung der Abriebfestigkeit)
$M_1$	Masse des Probekörpers vor der Behandlung, in Gramm (Prüfung der chemischen Beständigkeit)
$M_2$	Masse des Probekörpers nach der Behandlung, in Gramm (Prüfung der chemischen Beständigkeit)
$S_f$	Wanddicke des Probekörpers, in Millimeter (Prüfung der Schwellfestigkeit)

$S_{\min}, S_{\max}$	Grenzwerte für den Sohlensprung, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$S_t$	Standardabweichung, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$s_f$	Wanddicke des Probekörpers, in Millimeter (Prüfung der Schwellfestigkeit)
$t$	Zeit
$U$	Ungleichförmigkeitsgrad der Körner (Prüfung der Abriebfestigkeit)
$W_{15}$	Wasserzugabe während 15 min, in Liter je Quadratmeter (Prüfung der Wasserdichtheit)
$\beta$	Halbe Tiefe des Muffenausgleichsring, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$\Delta a$	Differenzmaß der Sohlenlinie, in Millimeter (Prüfung der Sohlengleichheit)
$\Delta s$	Abweichung von der Rechtwinklichkeit, in Millimeter
$\varepsilon$	Verformung der starren Ausgleichsmaterialien (Prüfung des Kriechverhaltens starrer Ausgleichsmaterialien)
$\sigma_i, \sigma_j$	Rückstellspannung bei $t = 10^i$ und $t = 10^j$ , in N/mm <sup>2</sup> (Prüfung der Relaxation von Polyurethan)
$\sigma_{bz}$	Biegezugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (Prüfung der Biegezugfestigkeit)

## 5 Prüfung der Rechtwinklichkeit der Stirnflächen

### 5.1 Prüfung der Rechtwinklichkeit der Stirnflächen von Rohren nach prEN 295-1:2010

Ein ganzes Rohr wird waagrecht auf zwei Auflager gelegt, die jeweils 75 mm von den Enden des Rohrschaftes bei Rohren bis einschließlich DN 500 bzw. 100 mm bei Rohren über DN 500 entfernt sind.

Die Abweichung von der Rechtwinklichkeit wird an jeder Stirnfläche als die größte Differenz der Abstände bestimmt, die zwischen einem beliebigen Punkt der Stirnfläche und einer Ebene rechtwinklig zur Verbindungslinie der Auflagerpunkte gemessen werden. Jede geeignete Prüfvorrichtung kann verwendet werden. Ein Beispiel ist in Bild 1 dargestellt.

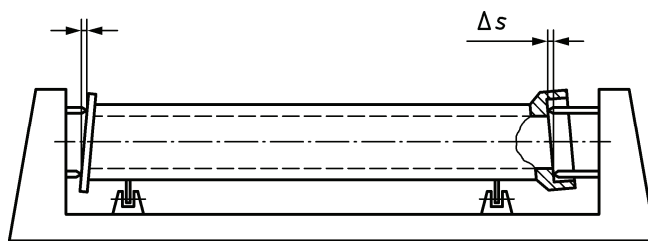
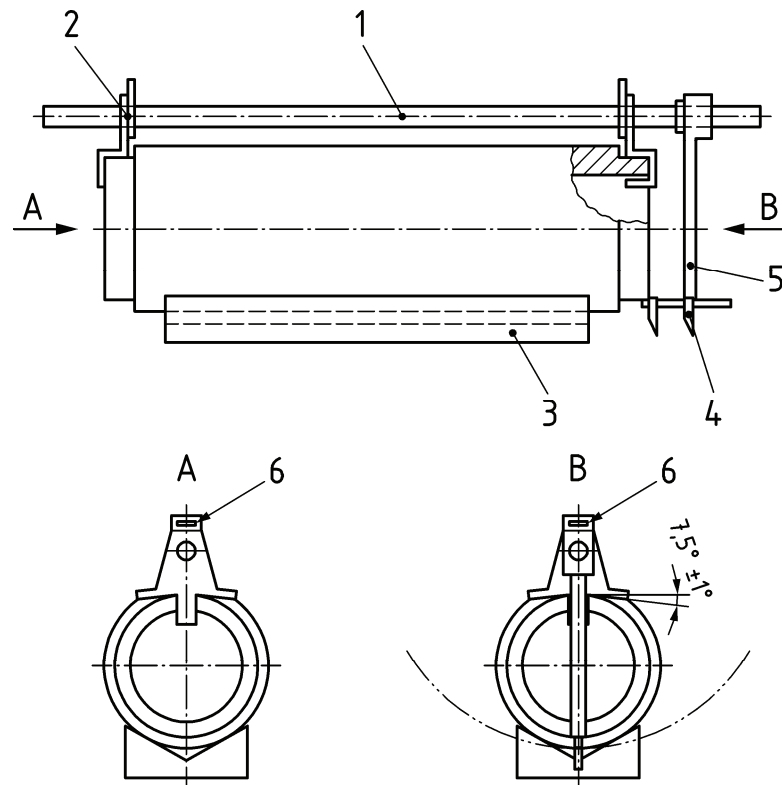


Bild 1 — Messung der Rechtwinklichkeit der Stirnflächen

### 5.2 Prüfung der Rechtwinklichkeit der Stirnflächen von Rohren nach prEN 295-7:2010

Ein ganzes Rohr wird nach Bild 2 waagrecht auf eine Auflage gelegt. Das Messgerät wird an den geschliffenen Enden des Rohres befestigt. Der Schwenkarm befindet sich etwa 100 mm vom abgelängten Rohrende entfernt.

Der Abstand zwischen Schwenkarm und abgelängtem Rohrende wird in Abständen von 90° gemessen. Die Abweichung von der Rechtwinklichkeit ist die Differenz zwischen den höchsten und den niedrigsten Messwerten. Dieses Verfahren ist für beide Rohrende durchzuführen.



#### Legende

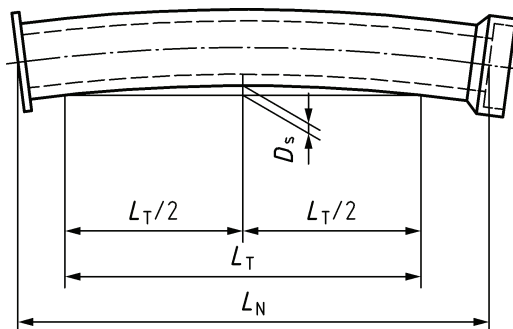
- 1 Messgerät
- 2 Klemme
- 3 Auflager
- 4 Schieblehre
- 5 Schwenkarm
- 6 Wasserwaage

Bild 2 — Messgerät für die Rechtwinkligkeit der Stirnflächen

## 6 Prüfung der Abweichung von der Geraden

Die Abweichung eines Rohrschaftes von der Geraden ist der größte Abstand zwischen dem Mittelpunkt einer Geraden, die der Prüflänge entspricht und eine konkave Krümmung auf der Außenseite des Rohrschaftes überspannt, sowie der Rohroberfläche  $D_s$ , wie in Bild 3 dargestellt. Für die Prüfung der Abweichung von der Geraden darf jedes geeignete Prüfgerät verwendet werden.

Die Prüflänge muss 150 mm kürzer als die Baulänge des Rohres sein, so dass ein Freiraum an der Schulter einer vorhandenen Muffe und am Dichtmaterial am Spitzende zur Verfügung steht.



### Legende

$L_N$  Baulänge des Rohres

$L_T$  Prüflänge

$D_s$  Abweichung von der Geraden

$L_T = L_N - 150$  mm bei  $DN \leq 500$

$L_T = L_N - 200$  mm bei  $DN > 500$

Bild 3 — Verfahren zur Prüfung der Abweichung von der Geraden

## 7 Prüfung der Scheiteldruckfestigkeit

### 7.1 Allgemeines

#### 7.1.1 Vorkonditionierung

Vor Beginn der Prüfungen der Scheiteldruckfestigkeit sind die als Proben verwendeten Rohre oder Rohrab-schnitte einer Vorkonditionierung zu unterziehen.

Dafür stehen zwei Verfahren zur Auswahl:

- vollständiges Eintauchen in Wasser bei Umgebungstemperatur für die in Tabelle 1 angegebenen Mindestzeiten, wobei die mittlere Wanddicke des Loses als Wanddicke gilt;

Tabelle 1 — Vorkonditionierungszeiten für die Prüfungen der Scheiteldruckfestigkeit

Wanddicke mm	Mindest-Vorkonditionierungszeit	
	Unglasiert, nur an der Innen- oder Außenfläche glasiert, salzglasiert h	Mit Tauchglasur h
bis 20	18	42
> 20 bis ≤ 35	42	66
> 35	66	90

oder

- vollständiges Eintauchen in einem mit Wasser gefüllten Druckbehälter bei Umgebungstemperatur, über eine Prüfdauer von 24 h und bei einem Druck von 250 kPa (2,5 bar).

Ein Beispiel für den Druckbehälter ist in Bild 4 dargestellt.

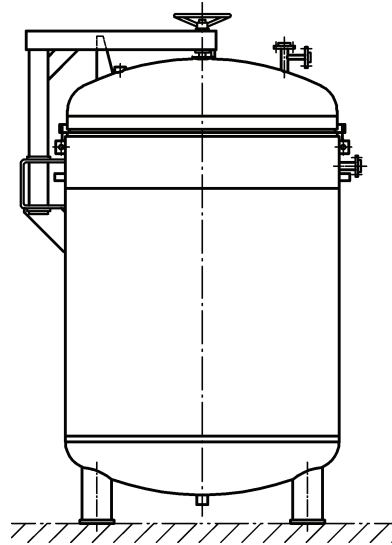


Bild 4 — Beispiel des Druckbehälters für die Vorkonditionierung

### 7.1.2 Prüfvorrichtung

Die Scheiteldruck-Prüfvorrichtung muss zum Aufbringen von Drucklasten geeignet sowie stabil und starr sein, damit die Lastverteilung nicht durch Verformen oder Nachgeben eines Teils der Prüfvorrichtung beeinträchtigt wird. Die Prüfvorrichtung und die Druck- bzw. Auflagerbalken sind so auszuführen, dass die Last in einer senkrechten, über eine Ebene, die durch die Mittellinien in Längsrichtung der Druck- und Auflagerbalken und des Rohres verläuft, übertragen wird.

Die Belastung ist über den Druckbalken so aufzubringen, dass die Kombination von Stützträgern, der Druck- bzw. Auflagerbalken und Auflagerstreifen in einer senkrechten Ebene durch die Längsachsen der Druck- und Auflagerbalken frei drehbar ist.

Die durch die Prüfvorrichtung aufgebrachte Last ist mindestens einmal in 12 Monaten von einer dafür zugelassenen Stelle durch Eichung mit einer Genauigkeit von 1 % nachzuweisen.

### 7.1.3 Belastung

Das Rohr oder der Rohrabschnitt von mindestens 300 mm Länge wird auf die beiden unteren Auflagerstreifen gelegt. Bei Verwendung des in 7.3.3 beschriebenen Systems mit starren Balken muss die Ebene einer zulässigen Längskrümmung annähernd waagrecht sein.

Das Rohr bzw. der Rohrabschnitt ist mit einer gleichmäßigen Steigerungsrate zwischen 0,40 kN/m Rohrlänge je Sekunde und 0,60 kN/m Rohrlänge je Sekunde oder in Schritten von höchstens 0,50 kN/m bei gleicher Steigerungsrate schwingungs- und stoßfrei bis zum Versagen zu belasten, oder im Fall von Annahme- (Nachweis-)Prüfungen bis zu der Last, die der erforderlichen Festigkeit entspricht.

## 7.2 Druck- bzw. Auflagerbalken, Auflagerstreifen/-flächen

### 7.2.1 Druck- bzw. Auflagerbalken

Die Druck- bzw. Auflagerbalken müssen aus Metall, Teakholz oder gleichwertigem Hartholz bestehen, gerade und frei von Astlöchern, Verziehungen und Verwerfungen sein und sind mittig auf ihren jeweiligen Stützträgern anzuordnen.

Die Druck- und Auflagerbalken müssen eine Mindestdicke von 25 mm aufweisen. Bei Verwendung von Auflagerstreifen muss die Breite der Balken mindestens der Breite der zugehörigen Auflagerstreifen nach Bild 5a) entsprechen. Druck- bzw. Auflagerbalken müssen in Längs- und Querrichtung ausgerichtet sein.

Bei Verwendung von Auflagerflächen darf die Breite des Auflagerbalkens nicht kleiner sein als der Abstand der Stützlinien des Rohres; die Breite des Druckbalkens ist in Tabelle 2 angegeben, siehe Bild 5b).

Die Querschnittsform des Druck- bzw. Auflagerbalkens muss Bild 5 entsprechen. Die Neigung der V-förmigen Oberfläche des Auflagerbalkens muss zwischen 0° und 5° liegen.

**Tabelle 2 — Breite  $a_p$  des Druckbalkens bei Verwendung von Auflagerflächen**

DN	100 bis 200	225 und 250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1 000	> 1 000
$a_p$	25	30	35	45	50	55	60	75	85	95	105	115	DN/9

### 7.2.2 Auflagerstreifen/-flächen

Die Auflagerstreifen müssen aus einem Elastomer-Werkstoff bestehen, der eine Härte von  $(55 \pm 10)$  IRHD aufweist.

Die Streifen müssen einen rechtwinkligen Querschnitt mit einer Breite von  $(50 \pm 5)$  mm und einer Dicke von mindestens 25 mm und höchstens 40 mm aufweisen. Die Abmessung von 50 mm muss mit dem Rohr in Berührung kommen.

Der obere Auflagerstreifen ist mittig auf der Mittellinie des Druckbalkens anzuordnen. Die unteren Auflagerstreifen sind symmetrisch auf den Auflagerbalken anzuordnen; sie müssen die gleiche Dicke haben und in einem Abstand von  $(25 \pm 5)$  mm parallel zueinander sein.

Die Auflagerflächen müssen entweder bestehen aus:

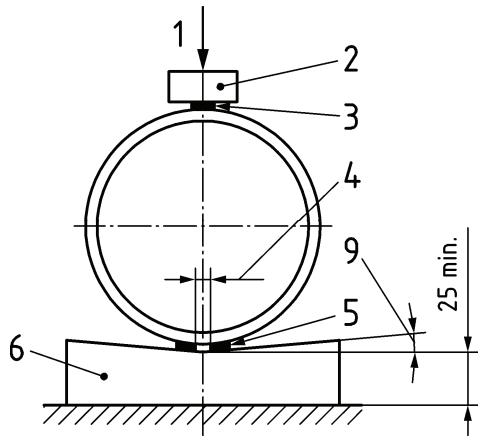
- a) Elastomer-Werkstoff mit einer Dicke zwischen 15 mm und 30 mm und einer Härte von  $(55 \pm 10)$  IRHD; oder
- b) Filz mit einer Dicke von  $(20 \pm 2)$  mm und einer Dichte von  $(0,3 \pm 0,025)$  g/cm<sup>3</sup>.

### 7.3 Auflagersystem

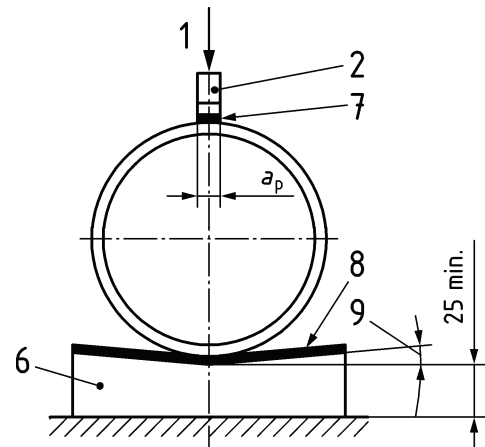
#### 7.3.1 System mit flexiblen Schlauchleitungen (zur Verwendung mit beliebigen Längen von Rohren oder Rohrabschnitten ab 300 mm)

Die Gesamtlänge der Druck- bzw. Auflagerbalken muss  $(B - 50)$  mm bei Rohren mit Baulängen bis einschließlich 1 500 mm und  $(B - 100)$  mm bei Rohren mit Baulängen oberhalb 1 500 mm betragen, wobei  $B$  die Baulänge (in Millimeter) des äußeren Rohrschaftes zwischen der Muffenschräge und/oder den Verbindungselementen an beiden Rohrenden ist (siehe Bild 6).

Die Druck- und Auflagerbalken müssen über ihre Länge in einzelne Abschnitte unterteilt sein. Diese Abschnitte sind auf an beiden Enden verschlossenen Hochdruckschläuchen zu lagern. Die Schläuche sind mit Flüssigkeit zu befüllen und in U-Profile unter dem Auflagerbalken bzw. über dem Druckbalken einzulegen. Alle Abschnitte müssen die gleiche Länge von höchstens 300 mm aufweisen, mit Ausnahme einzelner kürzerer Abschnitte, die für das Erreichen der Gesamtlänge der Balken erforderlich sind. Alternativ dazu kann der Unterschied zwischen der Gesamtlänge der Balken und der Summe der Abschnitte auch in Form gleich großer Zwischenräume zwischen den Abschnitten verteilt werden. Kein Zwischenraum darf größer sein als ein Drittel der Länge des Balkenabschnittes. Die Länge jedes Auflagerstreifens oder jeder Auflagerfläche darf mit der Länge des entsprechenden Abschnittes übereinstimmen.



a) – Querschnittsform der Druck- und Auflagerbalken für Auflagerstreifen



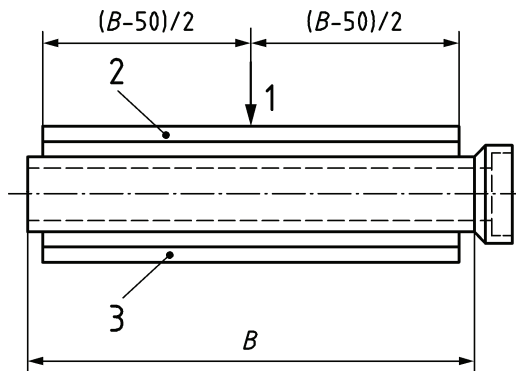
b) – Querschnittsform der Druck- und Auflagerbalken für Auflagerflächen

**Legende**

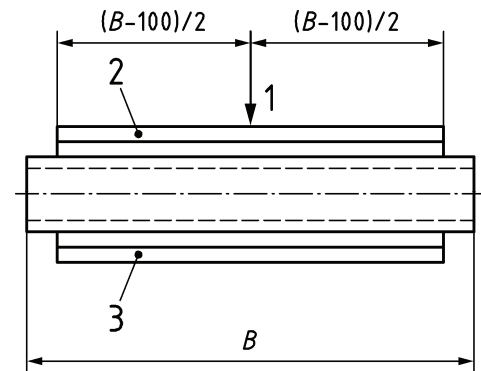
- $a_p$  Breite des Druckbalken
- 1 Last
- 2 Druckbalken
- 3 Auflagerstreifen
- 4 Breite des Zwischenraumes ( $25 \pm 5$ ) mm

- 5 Auflagerstreifen
- 6 Auflagerbalken
- 7 Auflagerfläche
- 8 Auflagerfläche aus Elastomer oder Filz
- 9 Neigung der V-förmigen Oberfläche ( $0^\circ$  bis  $5^\circ$ )

**Bild 5 — Querschnittsform der Druck- und Auflagerbalken**



a) – Beispiel Baulänge  $\leq 1,5$  m



b) – Beispiel Baulänge  $> 1,5$  m

**Legende**

- 1 Last
- 2 Druckbalken
- 3 Auflagerbalken
- $B$  Baulänge des Rohres

**Bild 6 — Typische Prüfanordnung für Scheiteldruckprüfungen**

ANMERKUNG In Abschnitte unterteilte Balken können für alle Baulängen verwendet werden. Starre Balken dürfen ausschließlich für Rohre bis zu einer Länge von 1,1 m verwendet werden.

### 7.3.2 Gemeinsames hydraulisches Verteilungssystem (zur Verwendung mit beliebigen Längen von Rohren oder Rohrabschnitten ab 300 mm)

Die Gesamtlänge der Druck- bzw. Auflagerbalken muss  $(B - 50)$  mm bei Rohren mit Baulängen bis einschließlich 1 500 mm und  $(B - 100)$  mm bei Rohren mit Baulängen oberhalb 1 500 mm betragen, wobei  $B$  die Baulänge (in Millimeter) des äußeren Rohrschaftes zwischen der Muffenschräge und/oder den Verbindungselementen an beiden Rohrenden ist (siehe Bild 6).

Die Druck- und Auflagerbalken sind in Längsrichtung in einzelne Abschnitte zu unterteilen. Jeder Abschnitt muss durch ein gemeinsames hydraulisches System gehalten werden, wodurch über die Länge des Rohrschaftes eine gleichmäßige Lastverteilung bewirkt wird. Alle Abschnitte müssen die gleiche Länge von höchstens 300 mm aufweisen.

Die Länge jedes Auflagerstreifens oder jeder Auflagerfläche muss der Länge jedes Balkenabschnittes entsprechen.

Die Differenz, um die die Gesamtlänge des Auflagerbalkens die Gesamtlänge der Abschnitte überschreitet, ist in Form von gleichmäßigen Zwischenräumen zwischen den Abschnitten zu verteilen. Die Zwischenräume dürfen ein Drittel des Balkenabschnittes nicht überschreiten. Kein Teil eines Balkenabschnittes darf über eines der beiden Rohrenden hinausragen.

### 7.3.3 System mit starren Balken (begrenzt auf die Verwendung mit Rohren oder Rohrabschnitten mit einer Baulänge zwischen 300 mm und 1 100 mm)

Die Gesamtlänge jedes Auflagerstreifens/jeder Auflagerfläche muss  $(B - 50)$  mm betragen, wobei  $B$  die Baulänge (in Millimeter) des äußeren Rohrschaftes zwischen der Muffenschräge und/oder den Verbindungselementen an beiden Rohrenden ist (siehe Bild 6).

Die Gesamtlänge des Druck- bzw. Auflagerbalkens muss mindestens der Länge von Auflagerstreifen oder -fläche entsprechen. Kein Teil eines Auflagerstreifens/einer Auflagerfläche darf über eines der beiden Rohrenden hinausragen.

## 7.4 Aufbringen der Prüflast

### 7.4.1 Rohre mit glatten Enden

Die Prüflast ist in Längsrichtung auf den Mittelpunkt der Gesamtlänge des Druckbalkens bei den in 7.3.1 und 7.3.2 beschriebenen Systemen und bei dem in 7.3.3 beschriebenen System in Längsrichtung auf den Mittelpunkt der Gesamtlänge des Auflagerstreifens/der Auflagerfläche aufzubringen.

### 7.4.2 Muffenrohre

Die Prüflast der in 7.3.1 und 7.3.3 beschriebenen Systeme ist auf die in 7.4.1 angegebenen Punkte aufzubringen. Für das System nach 7.3.2 ist der Punkt für das Aufbringen der Prüflast so einzustellen, dass das waagerechte Gleichgewicht des Systems beibehalten wird.

### 7.4.3 Belastung

Die Belastung des Rohres muss durchgehend erfolgen. Das Rohr darf nicht länger belastet werden, als für das Aufbringen der Last und das Aufzeichnen der Ergebnisse erforderlich.

## 7.5 Ergebnisse und Prüfberichte

### 7.5.1 Annahme-(Nachweis-)Prüfungen

Die auf Rohre, die als Proben für eine Attributprüfung entnommen wurden, aufzubringende Prüflast, in kN, ist durch Multiplizieren der erforderlichen Scheiteldruckfestigkeit, in kN/m, mit der inneren Baulänge des Rohrschaftes, in m, zu berechnen.



### 7.5.2 Versagensprüfung

Für die Prüfung von Rohren, die als Proben für eine Variablenprüfung entnommen wurden, ist die Scheiteldruckfestigkeit, in kN/m, durch Dividieren der Bruchlast durch die innere Baulänge des Rohrschaftes, in m, zu berechnen.

Ist ein Nachweis der Biegezugfestigkeit  $\sigma_{bz}$  erforderlich, erfolgt die Berechnung nach der folgenden Gleichung unter Verwendung der Symbole nach 8.2:

$$\sigma_{bz} = 0,3 \cdot F_N \frac{d_1 + s_1}{2} \cdot \frac{6}{s_1^2} \cdot \alpha_K \quad (1)$$

### 7.5.3 Streitfälle

Sollten Streitfälle hinsichtlich der Bestimmung der Scheiteldruckfestigkeit auftreten, sind die Prüfungen nach demselben Verfahren durchzuführen, das der Hersteller anwendet.

### 7.5.4 Aufzeichnungen über die Prüfungen

Die Aufzeichnungen müssen neben den Prüfergebnissen und anderen wesentlichen Einzelheiten zusätzlich die folgenden Angaben enthalten:

- Verfahren der Vorkonditionierung;
- Neigungswinkel des Auflagebalkens;
- Verwendung von Auflagerstreifen oder Auflagerflächen, im letzteren Fall, ob aus Elastomer oder Filz;
- Auflagersystem, 7.3.1, 7.3.2 oder 7.3.3, sowie bei 7.3.1 oder 7.3.2 die Baulänge der Abschnitte.

## 8 Prüfung der Biegezugfestigkeit

### 8.1 Vorkonditionierung

Vor Beginn der Prüfung der Biegezugfestigkeit sind die Probekörper einer Vorkonditionierung durch vollständiges Eintauchen in Wasser für die in 7.1.1 angegebenen Mindestzeiten zu unterziehen.

### 8.2 Prüfverfahren

Die Prüfung der Biegezugfestigkeit ist an zehn Probekörpern mit parallelen Begrenzungsflächen durchzuführen, die aus über die Länge und den Umfang des Rohres verteilten Bruchstücken herausgesägt werden. Die Maße sind so zu wählen, dass annähernd ihre Länge dem 5fachen und ihre Breite dem 3fachen ihrer Wanddicke entspricht.

Die Längsseiten der Probekörper müssen senkrecht zur Mantelfläche des Rohres liegen. Die Probekörper sind so zu lagern, dass die freie Beweglichkeit eines Auflagers sichergestellt ist. Die Kraft ist mittig durch einen Druckbalken aus Stahl mit Gummiauflagefläche [Shore-A-Härte  $(60 \pm 5)$ , Dicke 3 mm] aufzubringen. Die Breite  $a_p$  des Druckbalkens muss 1/10 der Wanddicke des Probekörpers entsprechen (siehe Bild 7) und mindestens 2,5 mm betragen.



$\alpha_k$  ein Korrekturfaktor;

$F_N$  die Scheiteldruckfestigkeit, in kN/m;

$M_b$  das Biegemoment, in N/mm;

$W$  das Widerstandsmoment, in mm<sup>3</sup>.

Die durch die Prüfvorrichtung aufgebrachte Last ist einmal in 12 Monaten von einer dafür zugelassenen Stelle durch Eichung mit einer Genauigkeit von 1 % nachzuweisen.

## 9 Prüfung des Bruchmomentes bei Längsbiegung (BMR)

### 9.1 Allgemeines

#### 9.1.1 Vorkonditionierung

Vor Beginn der BMR-Prüfungen sind die Probekörper einer Vorkonditionierung durch vollständiges Eintauchen in Wasser für die in 7.1.1 angegebenen Mindestzeiten zu unterziehen.

#### 9.1.2 Prüfvorrichtung

Die gesamte Prüfvorrichtung muss stabil und starr sein, damit die Lastverteilung nicht spürbar durch Verformen oder Nachgeben eines Teils der Prüfvorrichtung beeinträchtigt wird. Das Verfahren zur Anordnung und Belastung des Rohres sind 9.2 bzw. 9.3 zu entnehmen, und die Last ist schwingungs- und stoßfrei auf das Rohr aufzubringen.

Die durch die Prüfvorrichtung aufgebrachte Last ist mindestens einmal in 12 Monaten von einer dafür zugelassenen Stelle durch Kalibrierung mit einer Genauigkeit von 1 % nachzuweisen.

#### 9.1.3 Belastung

Das Rohr bzw. der Rohrabschnitt ist mit einer gleichmäßigen Steigerungsrate, in kN/S, zwischen 0,04 DN/50 und 0,06 DN/50 oder in Schritten von höchstens 0,05 DN/50 bei gleicher Steigerungsrate bis zum Versagen oder bis zu der Last, die dem erforderlichen BMR entspricht, zu belasten.

Die Belastung des Rohres muss gleichmäßig erfolgen. Das Rohr darf nicht länger belastet werden, als für das Aufbringen der Last und das Aufzeichnen der Ergebnisse erforderlich.

## 9.2 Vierpunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung

### 9.2.1 Prüfverfahren

Für diese Prüfung ist ein ganzes Rohr oder ein kürzerer Rohrabschnitt mit oder ohne Muffe und mit einer Baulänge von mindestens 1 100 mm zu verwenden.

Das Rohr wird in waagerechter Lage in zwei Schlingen angeordnet. Jede Schlinge muss senkrecht zur Rohrachse verlaufen und bezogen auf den Mittelpunkt der Rohrlänge symmetrisch angeordnet sein. Die beiden Tragschlingen müssen einen Mindest-Tragabstand von 900 mm aufweisen (siehe Bild 8). Die Last wird über zwei weitere Schlingen auf das Rohr aufgebracht, die in einem Mittenabstand von 300 mm angebracht sind.

Jede Schlinge muss 150 mm breit und so ausgeführt sein, dass der Berührungswinkel um den Rohrumfang mindestens 120° beträgt. Das Rohr darf während der gesamten Prüfung ausschließlich die vier Schlingen berühren.

### 9.2.2 Attributprüfung

Bei Prüfungen an Rohren, die als Proben für Attributprüfungen entnommen wurden, wird die gesamte aufzubringende Prüflast, in kN, durch Dividieren des 2fachen erforderlichen Bruchmomentes bei Längsbiegung, in kNm, durch die Länge des Hebelarms, in m, berechnet.

$$P_b = \frac{2}{a} \cdot M^1 \quad (5)$$

Dabei ist

- $M^1$  das erforderliche BMR, in kNm;
- $P_b$  die aufgebrachte Last, in kN;
- $a$  die Länge des Hebelarms =  $1/2(S - 0,3)$ , in m;
- $S$  der Tragabstand, in m.

### 9.2.3 Variablenprüfung

Bei Prüfungen an Rohren, die als Proben für Variablenprüfungen entnommen wurden, ist das Bruchmoment bei Längsbiegung, in kNm, durch Multiplizieren der aufgebrachten Bruchlast mit der 0,5fachen Länge des Hebelarms zu berechnen.

$$M = P_b \cdot \frac{a}{2} \quad (6)$$

Dabei ist

- $M$  das BMR, in kNm;
- $P_b$  die aufgebrachte Last, in kN;
- $a$  die Länge des Hebelarms =  $1/2(S - 0,3)$ , in m;

## 9.3 Dreipunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung

### 9.3.1 Prüfverfahren

Für diese Prüfung ist ein ganzes Rohr oder ein kürzerer Rohrabschnitt mit oder ohne Muffe und mit einer Baulänge von mindestens 1 100 mm zu verwenden.

Das zu prüfende Rohr wird waagrecht auf zwei Auflagerstreifen angeordnet, so dass die konkave Seite einer zulässigen Längskrümmung nach oben gerichtet ist. Der Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen muss 150 mm kürzer als die Außenlänge des Rohrschaftes sein, und die Auflagerstreifen müssen bezogen auf den Mittelpunkt der Rohrlänge symmetrisch angeordnet sein. Die Last ist über einen vergleichbaren Auflagerstreifen senkrecht auf den oberen Mittelpunkt des Rohrschaftes aufzubringen (siehe Bild 9).

Die Auflagerstreifen müssen jeweils mindestens 75 mm lang sein, und das Rohr muss rechtwinklig zu deren Längsachsen liegen. Die Auflagerstreifen müssen aus einem Elastomer-Werkstoff mit einer Härte von  $(55 \pm 10)$  IRHD bestehen und einen rechteckigen Querschnitt mit einer Dicke von  $(30_{-5}^{+10})$  mm und einer Breite von  $(50 \pm 5)$  mm aufweisen. Die beiden unteren Auflagerstreifen müssen gleich dick sein.

Die unteren Auflagerstreifen werden auf einem waagerechten, nicht nachgebenden horizontalen Stützträger, der flach oder abgewinkelt sein darf, angeordnet. Die Last wird auf den oberen Auflagerstreifen über eine starre Verstärkung aufgebracht, deren Fläche mindestens der des Auflagerstreifens darunter entspricht.

### 9.3.2 Attributprüfung

Bei Prüfungen an Rohren, die als Proben für Attributprüfungen entnommen wurden, wird die gesamte aufzubringende Prüflast, in kN, durch Dividieren des 4fachen erforderlichen Bruchmomentes bei Längsbiegung, in kNm, durch den Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen, in m, berechnet.

$$P_b = \frac{4}{d} \cdot M^1 \quad (7)$$

Dabei ist

- $M^1$  das erforderliche BMR, in kNm;
- $P_b$  die aufgebrachte Last, in kN;
- $d$  der Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen, in m.

### 9.3.3 Variablenprüfung

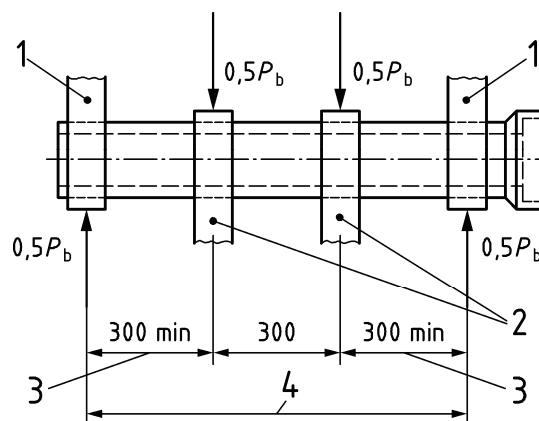
Bei Prüfungen an Rohren, die als Proben für Variablenprüfungen entnommen wurden, wird das Bruchmoment bei Längsbiegung, in kNm, durch Multiplizieren der aufgebrachten Bruchlast mit dem 0,25fachen Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen, in m, berechnet.

$$M = P_b \cdot \frac{d}{4} \quad (8)$$

Dabei ist

- $M$  das BMR, in kNm;
- $P_b$  die aufgebrachte Last, in kN;
- $d$  der Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen, in m.

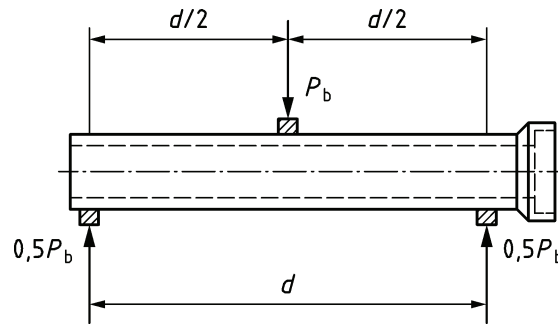
**ANMERKUNG** Das in 9.3 festgelegte Prüfverfahren ist geeignet, wenn es sich bei den an den Rohrproben aufgetretenen Fehlern eindeutig um Balkenbruch handelt. Wenn deutlich wird, dass derartige Brüche nicht eintreten (z. B. bei offensichtlichem Splitterbruch am Rohrende), ist das in 9.2 festgelegte Prüfverfahren anzuwenden.



#### Legende

- 1 Tragschlingen
- 2 Lastschlingen
- 3 Hebelarm ( $a \geq 300$  mm)
- 4 Tragabstand ( $S$ )

**Bild 8 — Prüfanordnung für die Vierpunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung**



### Legende

- $d$  Mittenabstand der unteren Auflagerstreifen, in m
- $P_b$  aufgebrachte Last, in kN

**Bild 9 — Prüfanordnung für die Dreipunkt-Längsbiegefestigkeitsprüfung**

## 10 Prüfung der Klebfestigkeit

Der Probekörper ist mittels Klebstoff aus zwei gebrannten Steinzeugteilen mit einer Klebfläche von mindestens  $100 \text{ mm}^2$  herzustellen und muss unter den gleichen Bedingungen wie das/die Formstück(e) aushärten. Dann ist eine Prüflast auf den Probekörper so aufzubringen, dass die höchste Belastung der Klebverbindung mit einer Steigerungsrate von höchstens  $50 \text{ N/mm}^2/\text{min}$  erhöht wird.

## 11 Prüfungen der Schwellfestigkeit

### 11.1 Vorkonditionierung

Vor Beginn der Prüfungen der Schwellfestigkeit nach 11.2 bzw. 11.3 sind die Rohre, Rohrabschnitte oder Probekörper einer Vorkonditionierung durch vollständiges Eintauchen in Wasser für die in 7.1.1 angegebenen Mindestzeiten zu unterziehen.

### 11.2 Prüfung an Rohr oder Rohrabschnitt

Ein Rohr oder Rohrabschnitt ist zu prüfen, wie in Abschnitt 7 für die Scheiteldruckfestigkeit beschrieben, allerdings mit einer Wechselbeanspruchung zwischen  $0,1F_N$  und  $0,4F_N$  und einer Frequenz von höchstens  $12 \text{ Hz}$  für  $2 \times 10^6$  Lastwechsel.

### 11.3 Prüfung an gesägten Probekörpern

Die Prüfung der Schwellfestigkeit ist an zehn Probekörpern mit parallelen Begrenzungsflächen durchzuführen, die aus über die Länge und den Umfang verteilten Stellen eines Rohres herausgesägt wurden. Die Maße sind so zu wählen, dass ihre Länge annähernd dem 3fachen ihrer Wanddicke entspricht.

Zur Auflagerung müssen beide Enden der Probekörper plangeschliffen werden, so dass die Auflagerstreifen mit einer Breite von annähernd  $1/3$  der Wanddicke in einer Ebene liegen.

Die Längsseiten der Probekörper müssen senkrecht zur Rohrachse liegen. Die Probekörper sind so zu lagern, dass die freie Beweglichkeit eines Auflagerbalkens sichergestellt ist. Die Kraft ist mittig durch einen Druckbalken aus Stahl aufzubringen (siehe Bild 10).

Die Schwelllast ist stetig zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert mit einer Frequenz von höchstens  $12 \text{ Hz}$  für  $2 \times 10^6$  Lastwechsel zu steigern.

Die Gesamtlasten sind wie folgt zu berechnen:

$$F_i = \frac{2}{3} \cdot \frac{b \cdot s^2}{l_4 \cdot \alpha_{kf}} \cdot \sigma_{bz} \cdot c_i \quad (9)$$

Dabei ist

$\sigma_{bz}$  die Biegezugfestigkeit, in N/mm<sup>2</sup>, berechnet aus der Scheiteldruckfestigkeit durch

$$\sigma_{bz} = 0,3 F_N \cdot \frac{d_1 + s_f}{2} \cdot \frac{6}{s_f^2} \cdot \alpha_k \quad (10)$$

$d_1$  der Durchmesser des Rohrschaftes, in mm;

$F_N$  die Scheiteldruckfestigkeit, in kN/m;

$F_i$  die Kraft (oberer und unterer Grenzwert), in kN;

$l_4$  der Mittenabstand zwischen den Auflagern, in mm;

$b$  die Breite des Probekörpers, in mm;

$s_f$  die Wanddicke des Probekörpers, in mm;

$\alpha_k$  ein Korrekturfaktor (siehe Abschnitt 8);

$c_i$  Faktoren für die Oberlast (0,4) bzw. Unterlast (0,1).

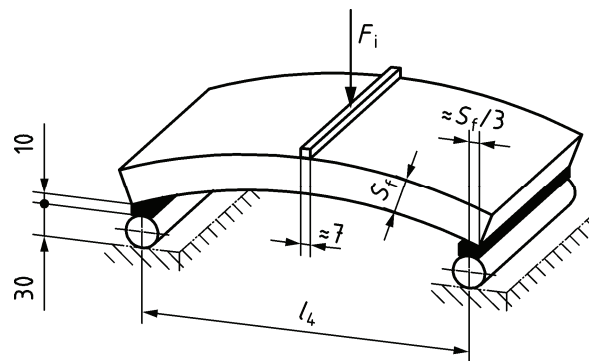


Bild 10 — Prüfanordnung für die Prüfung der Schwellfestigkeit nach 11.3

## 12 Prüfung der Wasserdichtheit

### 12.1 Allgemeines

Die Prüfung der Wasserdichtheit ist an einzelnen Rohren, Bögen, Abzweigen oder Rohrabschnitten bei Umgebungstemperatur durchzuführen.

Die Probekörper sind für die Prüfung ihrer Wasserdichtheit in eine geeignete Prüfvorrichtung einzuspannen. Sie sind langsam mit Wasser zu befüllen und vollständig zu entlüften.

## 12.2 Rohre und Abzweige

Vor Prüfbeginn sind Rohre und Abzweige entweder einer Vorkonditionierung entsprechend des Prüfverfahrens nach 7.1.1 (a) oder (b) oder einer Vorbehandlung bei Prüfdruck über eine Stunde zu unterziehen.

Die Prüfung ist bei einem Wasserdruck von 50 kPa (0,5 bar) bei einer Dauer von 15 min durchzuführen. Während der Prüfdauer ist die zur Aufrechterhaltung des Wasserdrucks erforderliche Wasserzugabe zu messen und das auf den Quadratmeter der benetzten Innenfläche bezogene Volumen  $W_{15}$  zu berechnen.

## 12.3 Andere Formstücke als Abzweige und Anschlussbauteile

Die Prüfung ist bei einem Wasserdruck von 50 kPa (0,5 bar) über eine Dauer von 5 min ohne sichtbare Undichtigkeit durchzuführen.

## 13 Prüfung der chemischen Beständigkeit von Rohren und Formstücken

Als Probekörper sind frische Rohrbruchstücke mit einem Volumen von jeweils  $5 \times 10^4 \text{ mm}^3$  bis  $9 \times 10^4 \text{ mm}^3$  zu verwenden, die frei von Rissen und abgesplitterten Kanten sind. Sie sind sorgfältig zu reinigen und bei einer Temperatur von mindestens  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  zu trocknen, bis bei wiederholtem Wägen kein weiterer Masseverlust festzustellen ist. Dann ist ein Probekörper in Prüflösung a) und ein Probekörper in Prüflösung b) einzutauschen, wobei die Prüfdauer 48 h, das Volumen der Prüflösung 500 ml und die Temperatur  $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  beträgt.

Folgende Prüflösungen sind zu verwenden:

- a) Schwefelsäurelösung,  $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \text{ mol/l}$ , angesetzt durch Zugabe von 28,5 ml konzentrierter Säure (1,84 g/ml) zu 971,5 ml destilliertem Wasser für die Herstellung von 1 l Lösung;
- b) Natronlauge,  $c(\text{NaOH}) = 1,0 \text{ mol/l}$  mit einem Natriumhydroxidanteil von 40 g je Liter.

Die verwendete Waage muss bei einem Auflagegewicht von 200 g eine Genauigkeit von 0,01 g aufweisen.

Nach der Entnahme aus der Prüflösung ist jeder Probekörper sorgfältig und gründlich mit heißem destilliertem Wasser zu reinigen und anschließend in 500 ml destilliertem Wasser für 30 min zu kochen. Anschließend sind sie für weitere 30 min in 500 ml destilliertem Wasser zu kochen. Dann sind die Probekörper bei einer Temperatur von mindestens  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  zu trocknen, bis bei wiederholtem Wägen kein weiterer Masseverlust festzustellen ist. Der Verlust von säure- bzw. alkalilöslicher Materie im Probekörper ist als Prozentsatz der Trockenmasse wie folgt zu berechnen. Wird die Masse des Probekörpers vor der Behandlung mit  $M_1$ , in Gramm, und die Masse des Probekörpers nach der Behandlung mit  $M_2$ , in Gramm, bezeichnet, gilt:

$$\text{Masseverlust, in \%} = \frac{(M_1 - M_2) \cdot 100}{M_1} \quad (11)$$

Typische Werte für den Masseverlust für diese Prüflösungen liegen zwischen 0,1 % und 0,25 %.



## 14 Bestimmung der Wandrauheit

Die Wandrauheit ist in einem hydraulischen Verfahren zu bestimmen. Dafür werden die in einer Prüfrohrleitung zwischen einem Punkt  $x$  und einem Punkt  $y$  auftretenden Druckverluste für verschiedene Durchflussmengen  $Q$  bestimmt und der Widerstandsbeiwert  $\lambda$  daraus wie folgt berechnet:

$$\lambda = \frac{g \cdot \pi^2 \cdot d_i^5}{8 \cdot Q^2} \cdot \frac{h_x - h_y}{L_H} \quad (12)$$

Dabei ist

- $\lambda$  der Widerstandsbeiwert;
- $g$  die Fallbeschleunigung, in  $\text{m/s}^2$ ;
- $d_i$  der mittlere Innendurchmesser der Rohrleitung, in m;
- $Q$  die Durchflussmenge, in  $\text{m}^3/\text{s}$ ;
- $h_x$  die Wassersäule an Punkt  $x$ , in m;
- $h_y$  die Wassersäule an Punkt  $y$ , in m;
- $L_H$  die Messlänge zwischen  $x$  und  $y$ , in m;
- $k_s$  die Wandrauheit, in mm.

Die Parameter  $d_i/k_s$ , für den die berechneten Werte die Prandtl-Colebrook-Gleichung im Bereich der Reynoldszahl von  $Re > 10^5$  erfüllen, sind durch Darstellung der aus den Messungen berechneten  $\lambda$ -Werte in Abhängigkeit von der Reynoldszahl festzustellen. Der Einfluss von Verlusten zusätzlich zur Wandreibung ist zuvor zu eliminieren. Aus den resultierenden Werten  $d_i/k_s$  ist die Wandrauheit  $k_s$ , in mm, zu berechnen.

## 15 Prüfung der Abriebfestigkeit

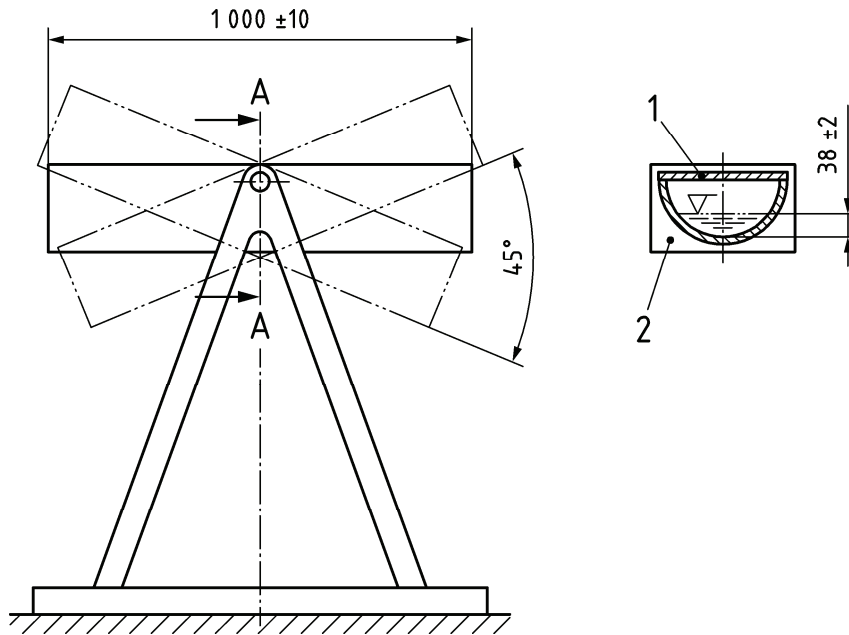
Die Enden einer Rohrhalschale mit einer Länge von  $(1\,000 \pm 10)$  mm werden mittels Verschlussplatten verschlossen, der Probekörper wird mit einem festgelegten Sand/Kies/Wasser-Gemisch befüllt und anschließend mit einer weiteren Platte verschlossen. Dieser Rohrschalen-Probekörper wird abwechselnd in Längsrichtung in einem Winkel von  $\pm 22,5^\circ$  gekippt, wobei durch die Bewegung des Abriebmittels die zu prüfende Abriebwirkung entsteht (siehe Bild 11). Als Abriebmittel ist natürlicher, ungebrochener, rundkörniger Quarzkies mit den folgenden Eigenschaften zu verwenden:

$$\begin{aligned} M_p &= d_{50} = 6 \text{ mm} \\ d_{80} &= 8,4 \text{ mm} \\ d_{20} &= 4,2 \text{ mm} \\ U &= d_{80}/d_{20} = 2 \end{aligned}$$

Dabei ist

- $M_p$  die mittlere Korngröße, in mm;
- $U$  der Ungleichförmigkeitsgrad;
- $d_{50}/d_{80}/d_{20}$  die Korngrößen, in mm, die von 50 %, 80 % bzw. 20 % (Massenanteil) des Materials nicht unterschritten wird.

Die Rohrhalschale ist mit der in Tabelle 3 festgelegten Menge des Abriebmittels zu befüllen und bis zu einer Höhe von  $(38 \pm 2)$  mm mit Wasser aufzufüllen.



**Legende**

- 1 Verschlussplatte
- 2 Endplatte

**Bild 11 — Prüfvorrichtung für die Prüfung der Abriebfestigkeit**

In Tabelle 3 angegebene Rohre oder Nennweiten aus demselben Fertigungslos sind statt Rohren mit Nennweite oberhalb 500 zu prüfen.

Die Rohrhalbschale ist 100 000 Lastwechseln zu unterziehen (Abrieb aufgrund der Gleitbewegung während des Kippens). Der Kippvorgang muss sinusförmig bei einer Frequenz von etwa 20 Lastwechseln je Minute erfolgen.

Die Abriebtiefe ist auf der Sohllinie über eine Prüflänge von 700 mm zu messen, wobei an beiden Enden der Rohrhalbschale 150 mm unberücksichtigt bleiben. Die Messungen sind in Abständen von höchstens 10 mm vorzunehmen, und anschließend ist die mittlere Tiefe zu berechnen. Dieser Wert ist der mittlere Abrieb.

**Tabelle 3 — Menge des Abriebmittels**

DN	Menge des Abriebmittels
	kg
100	2,8
125	3,1
150	3,4
200	4,0
250	4,5
300	5,0
400	5,8
500	6,5

## 16 Prüfung der Luftdichtheit

Die Enden von einzelnen Rohren, Bögen, Abzweigen oder von zu Prüfzwecken aus denselben Werkstoffen in demselben Brennvorgang hergestellten Kurzrohren sind mit luftdichten Dichtungen zu verschließen. Eine der Dichtungen ist mit einem geeigneten Messgerät mit einer Genauigkeit von 2 mm Wassersäule und die andere Dichtung mit einer Vorrichtung zum Aufbringen des Luftdrucks zu verbinden. Für die Dichtheitsprüfung wird ein Druck, dessen Wert geringfügig höher als der erforderliche Anfangsprüfdruck ist, aufgebracht und eine Dauer von 5 min für den Temperatúrausgleich abgewartet. Zu Beginn der Prüfung wird der Luftdruck auf den erforderlichen Anfangsprüfdruck eingestellt. Umgebungstemperatur und Atmosphärendruck sollten während der Ausgleichs- und Prüfzeit möglichst konstant bleiben.

## 17 Prüfungen der Beständigkeit gegen Hochdruckwasserstrahl

### 17.1 Allgemeines

#### 17.1.1 Wasserquelle

Das Wasser muss hinsichtlich des Gehaltes an Chemikalien und Feststoffen den Normen zur Trinkwasserqualität entsprechen.

#### 17.1.2 Druckmessung

Ein Druckmessgerät mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  ist an die Wasserquelle in höchstens 1 m Entfernung von der Düse anzuschließen. Zwischen dem Druckmesspunkt und der Düse muss das Rohr einen freien Innendurchmesser von mindestens 15 mm aufweisen.

#### 17.1.3 Prüftemperatur

Die Prüfungen sind bei einer Umgebungslufttemperatur der Luft von  $(15 \pm 10)^\circ\text{C}$  und einer Wassertemperatur von  $(15 \pm 10)^\circ\text{C}$  am Pumpeneinlass durchzuführen.

### 17.2 Prüfung mit beweglicher Düse

Die Prüfung mit beweglicher Düse ist bei einem Druck von 12 MPa unter Anwendung des Verfahrens nach CEN/TR 14920:2004 durchzuführen.

### 17.3 Prüfung mit feststehender Düse

Die Prüfung mit feststehender Düse ist bei einem Druck von 28 MPa unter Anwendung des Verfahrens nach 17.3.1 und 17.3.2 durchzuführen.

#### 17.3.1 Prüfgerät

##### 17.3.1.1 Pumpeneinheit

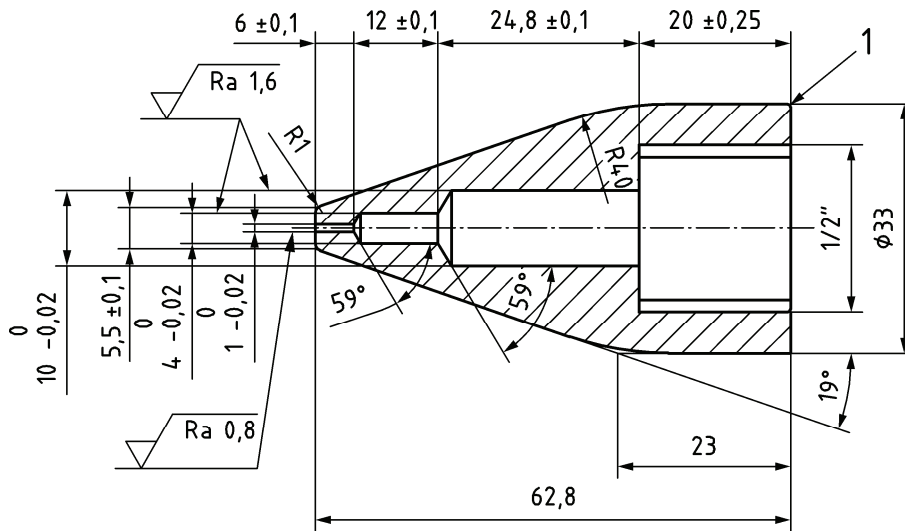
Die Pumpeneinheit muss das Wasser mit einem Druck bereitstellen, der mindestens dem Prüfdruck entspricht und mit einer Durchflussmenge von mindestens 10 l/min. Eine Vorrichtung für die Regelung des Drucks mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  ist vorzusehen.

##### 17.3.1.2 Schutzplatte

Eine abnehmbare Schutzplatte aus Metall mit einer ähnlichen Krümmung wie die Innenwand des Prüfrohrs ist für den Schutz des Rohrwerkstoffes gegen den Wasserstrahl bis zum Erreichen von Betriebsdruck und -durchfluss vorzusehen.

### 17.3.1.3 Düse

Die Düsenöffnung muss einen Durchmesser von  $(1,0^{+0,05}_0)$  mm sowie alle in Bild 12 festgelegten Maße aufweisen. Der Öffnungsdurchmesser ist mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,01$  mm zu messen.



#### Legende

1 abgerundet

Bild 12 — Geometrische Form der Düse

### 17.3.1.4 Genauigkeit der Durchflussmenge

Ein Messgerät für die Durchflussmenge mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  l/min ist zu verwenden.

### 17.3.1.5 Prüfstand

Der Prüfstand muss den Probekörper aufnehmen und die Düse in einem Winkel von  $(30 \pm 1)^\circ$  zur Achse des Probekörpers und in einem senkrechten Abstand von  $(5 \pm 0,5)$  mm zwischen Mittelpunkt der Öffnung und Innenfläche des Probekörpers halten können. Eine Vorrichtung für das Bewegen der Düse in Längsrichtung über den Probekörper und eine Vorrichtung, die die Parallelität dieser Bewegung zur Längsachse des Probekörpers sicherstellt, sind vorzusehen.

### 17.3.2 Probekörper

Die Probekörper müssen eine Länge von mindestens 1 m aufweisen und auf ihren Außenflächen sind 10 Abschnitte in gleichen Abständen zu markieren. Die Wanddicke ist einmal je Abschnitt zu messen. Die Innenfläche des Probekörpers ist vor der Prüfung zu überprüfen und jegliche Fehler sind aufzuzeichnen.

### 17.3.3 Durchführung

#### 17.3.3.1 Vorprüfung

Die Pumpeneinheit ist einzuschalten, wobei das Wasser zunächst abläuft, bevor es zur Düse geleitet wird, und der Druck ist am Messwertempfänger auf 28 MPa einzustellen. Es ist zu bestätigen, dass der Durchfluss zwischen 6,15 l/min und 8,25 l/min beträgt. Liegt die Durchflussmenge außerhalb dieses Bereiches, sind Durchmesser und Zustand der Düsenöffnung und alle Anschlüsse zu überprüfen. Die Vorprüfung ist zu wiederholen, bis die Pumpeneinheit mit einer gleichmäßigen Durchflussmenge innerhalb des Bereiches arbeitet.

Der Probekörper ist in einen Prüfstand einzubringen, eine Markierungsvorrichtung für die Abschnitte ist am Rohrscheitel anzubringen und auf die richtige Höhe einzustellen. Die Düse ist in einem Winkel von  $(30 \pm 1)^\circ$  zum Probekörper bei 250 mm der Probekörperachse anzubringen, wobei der Mittelpunkt der Düsenöffnung senkrecht oberhalb der Sohle des Probekörpers in einem Abstand von  $(5 \pm 0,5)$  mm zu befestigen ist. Eine Metallschutzplatte ist zwischen der Oberfläche des Probekörpers und der Düse anzubringen.

ANMERKUNG 1 MPa = 10 bar = 145 psi, 28 MPa sind etwa 4 000 psi.

#### 17.3.3.2 Prüfverfahren

Während die Einheit bei Prüfdruck betrieben wird, ist gleichzeitig die Schutzplatte zu entfernen und die Stoppuhr für die Zeitmessung zu starten. Der Wasserstrahl ist für die gesamte Prüfdauer von 3 min aufrechtzuerhalten und dann ist der Durchfluss auf den Ablauf umzustellen.

Der Wasserstrahl ist 50 mm vorwärts zu bewegen und der Probekörper ist zum nächsten markierten Abschnitt zu drehen. Die Metallschutzplatte ist wieder anzubringen und der Prüfablauf für den Wasserstrahlversuch ist zu wiederholen. Es ist fortzufahren, bis 10 Prüfungen durchgeführt wurden. Nach Abschluss der 10 Prüfungen ist der Probekörper vorsichtig aus dem Prüfstand zu entnehmen. Die Innenfläche des Probekörpers ist auf Beschädigungen zu untersuchen. Festgestellte Oberflächenfehler sind zu bewerten.

#### 17.3.3.3 Aufzeichnung der Ergebnisse

Alle vor der Prüfung festgestellten Mängel sind aufzuzeichnen.

Die folgenden Parameter sind aufzuzeichnen:

- eindeutige Kennzeichnung der Probekörper;
- Umgebungstemperatur, Wassertemperatur am Einlass;
- Prüfdruck;
- Durchmesser der Düsenöffnung;
- Durchflussmenge;
- berechneter Wert für  $C_d$ ;

Der Durchflusskoeffizient der Düse ( $C_d$ ) wird wie folgt berechnet:

- Messen der Durchmessers der Düse;
- das Austrittsvolumen des Wasserstrahls ist während einer bestimmten Messdauer bei dem am Messwertempfänger gemessenen Prüfdruck aufzufangen und zu messen;

—  $C_d$  ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$C_d = 0,474 \frac{Q}{d^2 p^{1/2}} \quad (13)$$

Das arithmetische Mittel der drei Messungen ist als Wert für  $C_d$  der Düse zu verwenden.

Dabei ist

$C_d$  der Austrittskoeffizient der Düse;

$Q$  Durchflussmenge, in l/min;

$d$  Öffnungsdurchmesser der Düse, in mm;

$p$  in einem Abstand von höchstens 1 m vor der Düse gemessener Druck, in MPa.

## 18 Härteprüfung von Polyurethan

### 18.1 Probekörper

Um den Einfluss von Unregelmäßigkeiten der Oberfläche weitestmöglich auszuschließen, müssen die Probekörper aus dem Inneren der Dichtelemente oder aus gegossenen Probeplatten entnommen werden. Der Werkstoff muss mindestens 7 Tage alt sein. Die Bearbeitung der Probekörper kann durch Schleifen, Schneiden oder Spalten erfolgen, wobei jedoch sicherzustellen ist, dass die Messungen nicht durch Veränderungen der Oberflächenstruktur beeinflusst werden.

### 18.2 Prüfverfahren

Die Shore-A-Härte wird nach ISO 868 an 4 Probekörpern für jede Materialart bestimmt, wobei der Probekörper ein Zylinder mit einem Durchmesser von  $(13 \pm 0,5)$  mm und einer Höhe von  $(6,3 \pm 0,3)$  mm sein muss.

Die Shore-A-Härte ist ausschließlich unter Verwendung der senkrecht montierten Prüfvorrichtung zu bestimmen, wobei die Messwerte nach 3 s abzulesen sind. Die Messung ist an drei Stellen auf den beiden ebenen Oberflächen jedes Probekörpers vorzunehmen.

## 19 Prüfungen der Werkstoffanforderungen von Polypropylen-Überschiebkupplungen

### 19.1 Schmelzindex

Der Schmelzindex von aus dem Kupplungskörper entnommenem Material ist nach EN ISO 1133:2005, Tabellen A.1 und A.2, Bedingung 12 zu bestimmen.

### 19.2 Reißfestigkeit und Bruchdehnung

Prüfungen der Reißfestigkeit und der Bruchdehnung sind an Probekörpern aus Kupplungskörpern durchzuführen (zu vermeiden sind Gravuren, Schweißnähte und Trennlinien). Die Form des Probekörpers muss EN ISO 527-2, Typ 5A entsprechen. Können die Probekörper aufgrund vorhandener Gravuren und/oder Schweißnähte und/oder Trennlinien nicht in dieser Form entnommen werden, ist eine kleinere Form zu verwenden, deren Maße Tabelle 4 (einschließlich der Nomenklatur nach EN ISO 527-2, Bild A.2) entsprechen:

**Tabelle 4 — Maße des Probekörpers**

Symbol	Bezeichnung	Größe mm
$A_L$	Mindest-Gesamtlänge	75
$B_e$	Breite an den Enden	$(12,5 \pm 1)$
$C$	Länge des Stegbereiches	$(25 \pm 1)$
$D_W$	Breite des schmalen parallelen Abschnittes	$(4 \pm 0,1)$
$E$	Kleiner Radius	$(8 \pm 0,5)$
$F$	Großer Radius	$(12,5 \pm 1)$
$G$	Abstand zwischen Bezugslinien	$(20 \pm 0,1)$

Die Probekörper sind mindestens 3 h bei  $(23 \pm 2)$  °C zu konditionieren.

Die Prüfungen sind unter Verwendung der in EN ISO 527-2 beschriebenen Verfahren mit einer Vorschubgeschwindigkeit von 50 mm/min  $\pm$  10 % durchzuführen. Die Reißfestigkeit ist in MPa anzugeben.

### 19.3 Verhalten nach Warmlagerung

Kupplungskörper sind in einem Wärmeschrank waagrecht auf einer ebenen Unterlage für 1 h bei einer Temperatur von  $(150 \pm 3)$  °C zu lagern. Nach dieser Zeit sind sie aus dem Wärmeschrank zu entnehmen und bei Raumtemperatur abzukühlen.

Der als Probe verwendete Kupplungskörper ist auf Blasen, Risse oder Abblätterungen zu überprüfen. Diese sind sämtlich als Fehler zu betrachten.

## 20 Leistungsprüfung von Polypropylen-Überschiebkupplungen

Eine Scherwegprüfung ist an einem Prüfstand durchzuführen, der aus zwei Prüfstopfen besteht, die die Spitzenden von zwei Rohren repräsentieren. Der Außendurchmesser des einen Prüfstopfens muss innerhalb der oberen Quartile des Abmessungsbereiches liegen. Der Außendurchmesser des anderen Prüfstopfens muss innerhalb der unteren Quartile des Abmessungsbereiches liegen. Nach dem Aufstecken der Kupplung auf den Prüfstopfen zur Herstellung einer Verbindung, ist die Anordnung axial auszurichten und ein Scherweg von mindestens 6 mm aufzubringen.

## 21 Mechanische Prüfverfahren für Verbindungen

### 21.1 Allgemeines

Die Prüfvorrichtung muss aus zwei flexibel miteinander verbundenen Rohren bestehen, die so aufgelagert sind, dass sie innerhalb der bei der Prüfung erforderlichen Grenzwerte gegeneinander beweglich sind.

Die Rohre sind mit wasserdichten Dichtungen zu verschließen und mit Wasser bei einer Temperatur von höchstens 30 °C zu befüllen; sie sind vollständig zu entlüften, und der für die jeweilige Prüfkonfiguration geeignete Prüfdruck ist aufzubringen.

ANMERKUNG 1 Aufgrund der Anforderungen an die Prüfstände sind diese Prüfungen ausschließlich für Rohre mit einer Länge über 800 mm anwendbar.

ANMERKUNG 2 Ist es praktisch nicht möglich, die exakten erforderlichen Werte des Biegedrucks, der Last oder der Trennung zu verwenden, ist eine Verbindungsbaugruppe als den Anforderungen entsprechend anzusehen, sofern die angewendeten Werte höher sind als festgelegt.

## 21.2 Prüfung der Abwinkelbarkeit

Die Abwinkelung ist als der Abstand zwischen der verlängerten Längsachse eines Rohres und der Längsachse am freien Ende des anderen Rohres, in Millimeter je Meter, nach Bild 13 festgelegt.

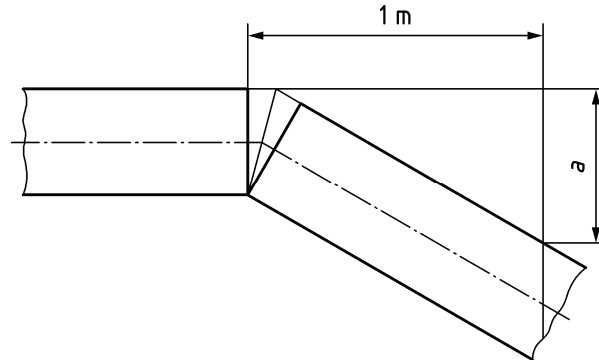
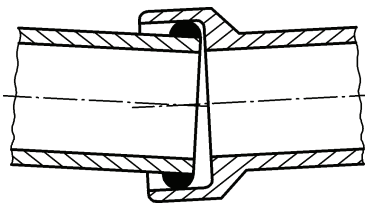
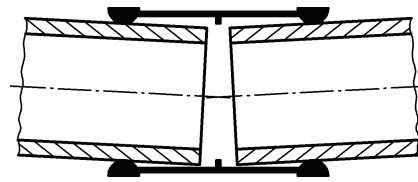


Bild 13 — Abwinkelung der Verbindung

Die beiden Rohre werden vollständig zur Verbindung zusammengesteckt, axial ausgerichtet und anschließend an der Längsachse voneinander getrennt, wobei die Rohrenden zur Verhinderung weiterer Bewegung in Längsrichtung eingespannt werden müssen. Bei Rohren mit Nennweiten unterhalb DN 300 muss der Abstand 5 mm betragen. Bei Rohren mit Nennweiten ab DN 300 muss der Abstand mindestens eine Abwinkelung nach prEN 295-1:2010, Tabelle 12 ermöglichen. Ein Rohr wird entsprechend den Prüfanforderungen gegenüber dem anderen Rohr so abgewinkelt, dass der Drehpunkt auf der Längsachse der beiden Rohre und innerhalb der Verbindung liegt (siehe Bild 14).



a) – Steckmuffen-Rohrverbindung



b) – Überschiebmuffen-Rohrverbindung

ANMERKUNG Das Bild ist lediglich eine Prinzipskizze und keine Darstellung einer bestimmten Verbindungsausführung.

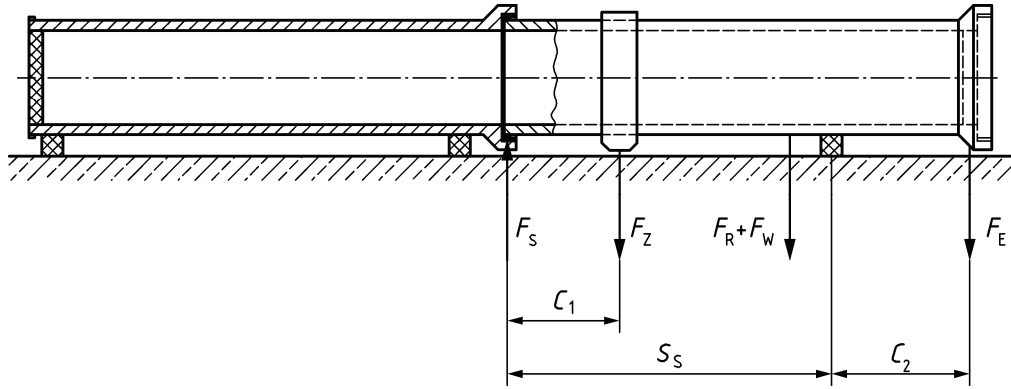
Bild 14 — Prüfung der Abwinkelbarkeit

## 21.3 Prüfung der Scherfestigkeit

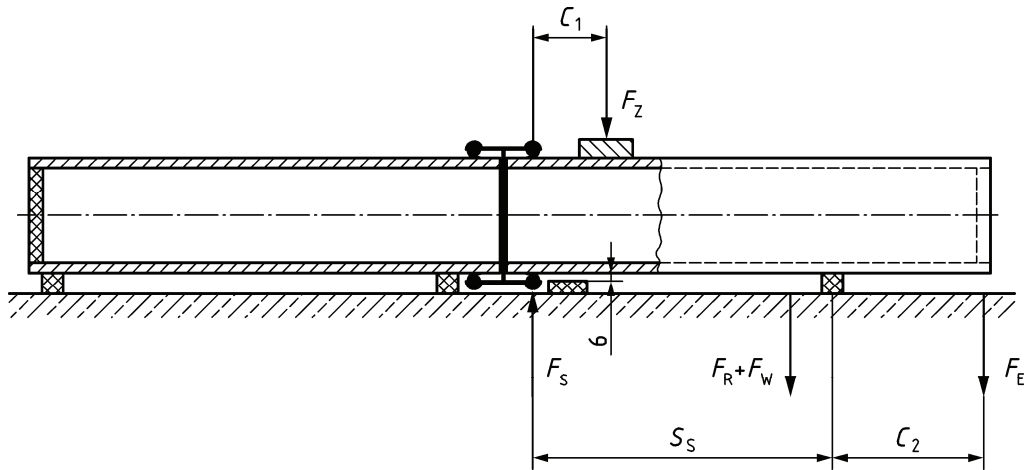
### 21.3.1 Belastungsanordnung für die Prüfung der Scherfestigkeit

Die Rohre sind vollständig in die Verbindung einzuschieben, axial auszurichten und anschließend in Längsrichtung 5 mm auseinander zu ziehen. Danach sind die Enden gegen weitere Längsbewegung zu sichern (siehe Bild 15).





a) – Prüfung der Scherfestigkeit von Steckmuffen-Rohrverbindungen (die Verbindung kann nicht die gesamte senkrechte Bewegung von 6 mm ausführen)



b) – Prüfung der Scherfestigkeit von Überschiebmuffen-Rohrverbindungen

**Legende**

Siehe Gleichung (14)

**Bild 15 — Prüfung der Scherfestigkeit**

Das Rohr mit der Muffe bzw. eines der Rohre in einer Verbindung mit Überschiebkupplung sind fest aufzulagern und gegen Bewegung zu sichern. Das zweite Rohr wird in einem geeigneten Abstand  $S_S$  von der zu prüfenden Verbindung aufgelagert. Die senkrechte Bewegung des freien Rohres der Verbindung ist durch einen Anschlag geeigneter Größe auf höchstens 6 mm zu begrenzen, um Beschädigung des Rohres zu verhindern. Die Scherlast auf die Verbindungsdichtung wird durch die von außen aufgebrachte Belastung sowie das Eigengewicht des eingeschobenen Rohres und der anteiligen Wasserfüllung erzeugt. Die von außen aufzubringende Belastung  $F_Z$  wird durch den Abstand zwischen dem Lasteinwirkungspunkt und der Rohrverbindung und der Länge des frei eingeschobenen Rohres und dem Auflager  $S_S$  berechnet unter Verwendung von Gleichung (14):

$$F_Z = \frac{1}{S_S - C_1} \left[ F_S \cdot S_S + F_E \cdot C_2 - \frac{F_R + F_W}{2} (S_S - C_2) \right] \quad (14)$$

Dabei ist

$F_E$  das Nenn-Eigengewicht des Anschlags, in kN;

$F_R$  das Nenn-Eigengewicht des Rohres (bestimmbar durch Berechnung – Volumen und Dichte), in kN;

$F_S$  die Scherlast, in kN;

$F_W$  das Gewicht des Wassers im Rohr, in kN;

$F_Z$  die aufgebrachte Last, in kN;

$S_S$  der Abstand zwischen Dichtung und rechtem Auflager, in m;

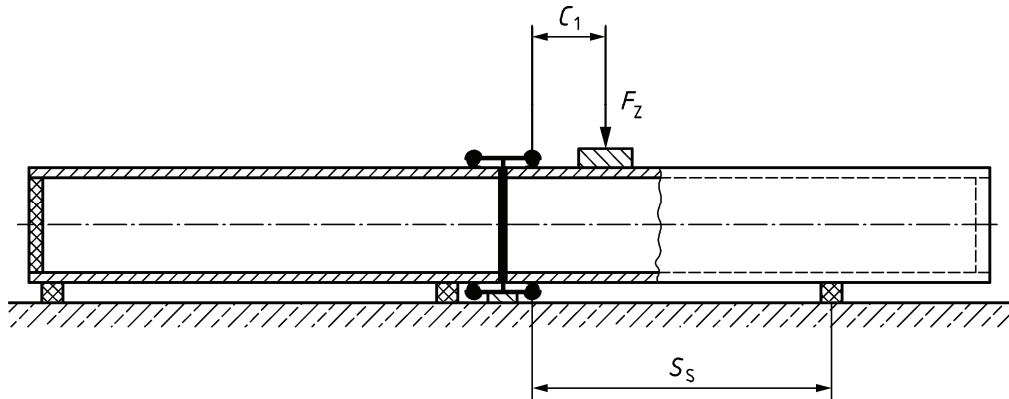
$C_1$  der Abstand zwischen Dichtung und Lasteinwirkungslinie für  $F_Z$ , in m;

$C_2$  der Abstand zwischen rechtem Auflager und Lasteinwirkungslinie für  $F_E$ , in m.

### 21.3.2 Prüfung der Kurzzeit-Scherfestigkeit

Prüfungen der Kurzzeit-Scherfestigkeit von Verbindungsbaugruppen sind entsprechend den Verfahren nach 21.3.1 durchzuführen, wobei die Last für eine Dauer von 15 min aufgebracht wird.

Für Verbindungsbaugruppen, deren senkrechte Bewegung 6 mm beträgt, ist eine zusätzliche Prüfung durchzuführen, bei der die Last wie bereits beschrieben aufzubringen ist, die Unterseite der Verbindungsbaugruppe jedoch auf einer festen ebenen Oberfläche aufgelagert und gegen Bewegung gesichert wird (siehe Bild 16).



### Legende

Siehe Gleichung (14)

**Bild 16 — Prüfanordnung mit der Kupplung auf einem Auflager**

### 21.3.3 Prüfung der Langzeit-Scherfestigkeit

Prüfungen der Langzeit-Scherfestigkeit von Verbindungsbaugruppen sind entsprechend den Verfahren nach 21.3.1 durchzuführen, wobei die Last für eine Dauer von 3 Monaten aufgebracht wird. Am Ende diese Prüfdauer ist die Druckprüfung für 15 min durchzuführen.

Für Verbindungsbaugruppen, deren senkrechte Bewegung 6 mm beträgt, ist eine zusätzliche Prüfung durchzuführen, bei der die Last auf die wie bereits beschrieben angeordneten Rohre aufzubringen ist, die Unterseite der Verbindungsbaugruppe jedoch auf einer festen ebenen Oberfläche aufgelagert und gegen Bewegung gesichert wird (siehe Bild 16).

## 22 Prüfung der Sohlengleichheit

### 22.1 Prüfverfahren

Für Rohre und Formstücke mit Scheitelmarkierung ist das Prüfverfahren nach 22.2 durchzuführen.

Für willkürlich verbundene Muffenrohre und Formstücke sowie Rohre für Rohrvortrieb ist das Prüfverfahren nach 22.3 durchzuführen.

### 22.2 Rohre und Formstücke mit Scheitelmarkierung

Der Sohlensprung  $\Delta a$  für Verbindungsbaugruppen von Muffenrohren ist unter Verwendung der Größen  $a_{Sp}$  und  $a_M$  nach Gleichung (15) zu berechnen (siehe Bild 17).

$$\Delta a = a_{Sp} - a_M - 1 \quad (15)$$

Der Sohlensprung  $\Delta a$  für Verbindungsbaugruppen von Rohren für den Rohrvortrieb ist unter Verwendung der Größen  $a_{J1}$  und  $a_{J2}$  nach Gleichung (16) zu berechnen (siehe Bild 18).

$$\Delta a = a_{J1} - a_{J2} \quad (16)$$

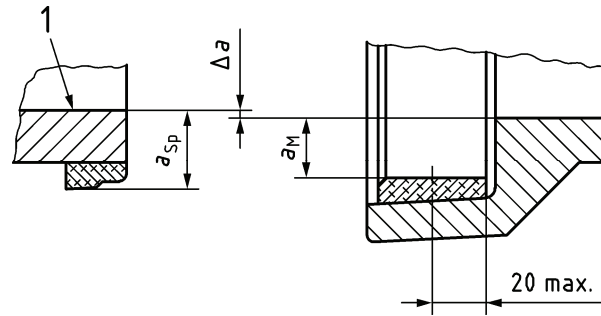


Bild 17 — Sohle (Rohre mit Scheitelmarkierung)

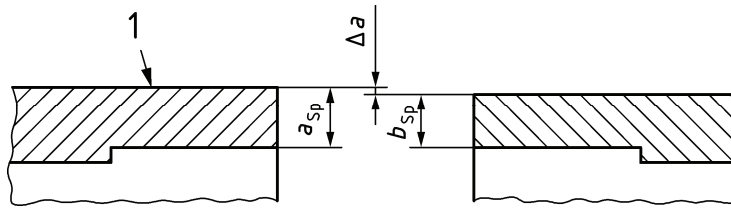


Bild 18 — Sohle von Rohren für den Rohrvortrieb (Rohre mit Scheitelmarkierung)

## 22.3 Willkürlich verbundene Muffenrohre und Formstücke

### 22.3.1 Probenahme und Maße

20 Probekörper von Rohren und Formstücken mit Verbindungen werden zufällig ausgewählt. Für jede Probe ist an einem zufällig gewählten Punkt Folgendes zu messen (siehe Bild 19):

- der Außendurchmesser ( $A$ ) des Dichtelementes am Spitzende und am gleichen Punkt die Abstände zwischen dem Außendurchmesser ( $A$ ) des Dichtelementes am Spitzende und der Innenfläche des Rohres an beiden Seiten ( $B_t$  und  $C_t$ );
- der Innendurchmesser ( $D$ ) der Muffe und am gleichen Punkt die Abstände zwischen dem Innendurchmesser ( $D$ ) der Muffe und der Innenfläche des Rohres an beiden Seiten  $E_t$  und  $F_t$ .

### 22.3.2 Berechnungen

Der mittlere Ringspalt  $G_m$  wird aus den Mittelwerten von  $A$  und  $D$  ( $A_m$  bzw.  $D_m$ ) nach Gleichung (17) berechnet.

$$G_m = 1/2(D_m - A_m) \quad (17)$$

Das Wertepaar  $(B_t + C_t)_m$  ist zu berechnen, indem die Summe der  $B_t$ -Werte und die Summe der  $C_t$ -Werte addiert und durch 40 dividiert werden. Der entsprechende Mittelwert  $(E_t + F_t)_m$  ist ähnlich zu berechnen.

Der mittlere Sohlensprung  $S_m$  ist unter Verwendung von Gleichung (18) zu berechnen.

$$S_m = (B_t + C_t)_m + G_m - (E_t + F_t)_m \quad (18)$$

Die kombinierte Standardabweichung  $S_t$  der Werte  $(B_t + C_t)$  und  $(E_t + F_t)$  ist unter Verwendung von Gleichung (19) zu berechnen.

$$S_t = \left[ s_{(B_t+C_t)}^2 + s_{(E_t+F_t)}^2 \right]^{1/2} \quad (19)$$

Die Grenzwerte (5 %-Fraktile und 95 %-Fraktile) für den Sohlensprung sind unter Verwendung der Gleichungen (20) und (21) zu berechnen.

$$S_{\min} = S_m - 1,68 \cdot S_t \quad (20)$$

$$S_{\max} = S_m + 1,68 \cdot S_t \quad (21)$$

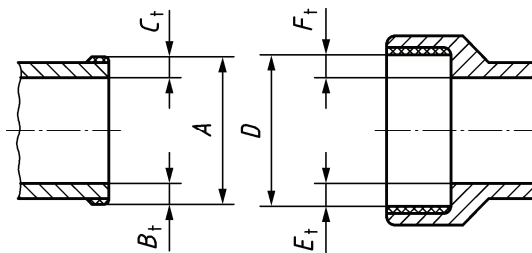


Bild 19 — Sohle (willkürlich verbundene Rohre)

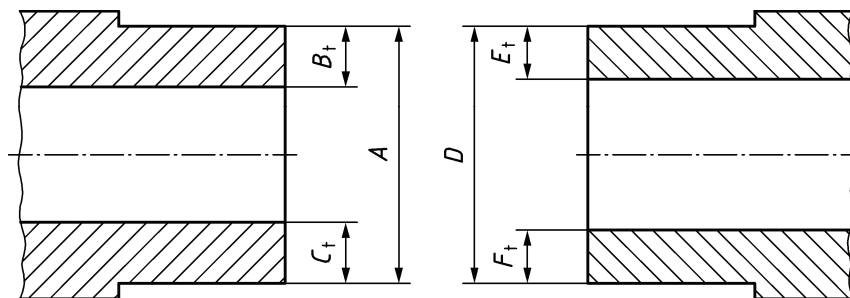


Bild 20 — Sohle von Rohren für den Rohrvortrieb (willkürlich verbunden)

### 22.3.3 Bewertung

Keiner der berechneten Werte ( $S_{\min}$ ,  $S_{\max}$ ) darf die in prEN 295-1:2010, 6.3 oder prEN 295-7:2010, 4.2.4 für die jeweils geprüfte Nennweite angegebenen Werte überschreiten.

## 23 Prüfung der chemischen Beständigkeit von Verbindungen

### 23.1 Prüflösungen

Die folgenden Prüflösungen sind zu verwenden:

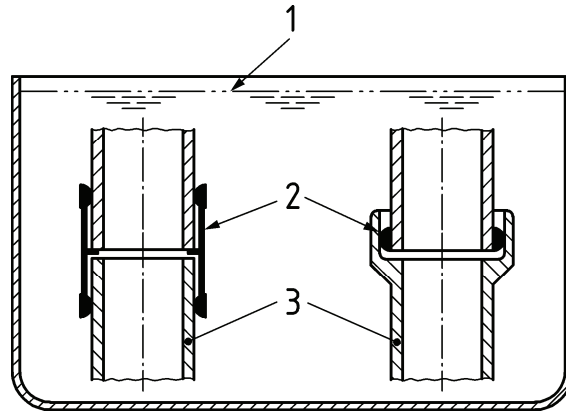
- Schwefelsäure,  $c$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) = 0,005 mol/l (pH-Wert etwa 2,0);
- Salpetersäure,  $c$  ( $\text{HNO}_3$ ) = 0,01 mol/l (pH-Wert etwa 2,0);
- Natronlauge,  $c$  ( $\text{NaOH}$ ) = 0,01 mol/l (pH-Wert etwa 12,0);
- Natriumhypochloritbleichlauge stabilisiert mit Natronlauge,  $c$  ( $\text{NaOCl}$ ) = 0,01 mol/l (pH-Wert etwa 12,0).

## 23.2 Durchführung

Eine Steckverbindung von zwei Rohren, deren Länge für die Durchführung einer Innendruckprüfung nach Ende der Eintauchdauer ausreichend ist, muss hergestellt werden.

Die Verbindung ist in einem geeigneten Gefäß aufrecht stehend so in die Prüflösung einzutauchen, dass diese die Innen- und die Außenseite der Verbindung benetzt. Die Prüflösung wird 168 h bei einer Temperatur von  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  gehalten. Danach wird die Verbindung entnommen und mit Wasser gespült (siehe Bild 21).

Anschließend ist die Verbindung mit Wasser zu befüllen, vollständig zu entlüften und mit dem Prüfdruck zu beaufschlagen. Eine Verbindung, die mit einer Prüflösung geprüft wurde, darf nicht für eine andere Prüfung der chemischen Beständigkeit verwendet werden.



### Legende

- 1 Prüflüssigkeit
- 2 Verbindung
- 3 Rohr

Bild 21 — Anordnung für die Prüfung der chemischen Beständigkeit

## 24 Prüfung der Temperaturbeständigkeit

### 24.1 Temperaturwechselbeständigkeit

Die vollständigen Verbindungen sind einer Temperaturwechselbeanspruchung (in Luft) nach folgendem Zyklus auszusetzen:

- Umgebungstemperatur;
- viermal:
  - 8 Stunden bei  $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$
  - 16 Stunden bei  $(+70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
  - 8 Stunden bei  $(-10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ;
  - Umgebungstemperatur für 2 h.

Dichtheitsprüfungen sind nach prEN 295-1:2010, 6.6 durchzuführen. Dicht- und Haftflächen sind einer Sichtprüfung auf Fehler zu unterziehen.

Die Prüfungen sind an Rohren mit der Nennweite DN 150 stellvertretend für die Nennweitengruppe DN 100 bis DN 150 sowie an Rohren mit der Nennweite DN 225 oder DN 250 stellvertretend für größere Nennweiten durchzuführen.

## 24.2 Langzeit-Temperaturbeständigkeit

Zwei ganze oder abgelängte Rohre sind zu verbinden. Die Enden sind zu verschließen und mit einem Zu- und einem Ablauf auszustatten. Durch die Rohre ist Wasser zu leiten, um eine Temperatur von  $(45_0^{+5})$  °C an der Verbindung aufrechtzuerhalten.

## 25 Kriechverhalten von starren Ausgleichsmaterialien

### 25.1 Kriechverformung

#### 25.1.1 Probekörper

Die Probekörper müssen die folgenden Maße, in mm, aufweisen:

- Zylinder  $(13 \pm 0,5) \times (6,3 \pm 0,3)$  (Durchmesser  $\times$  Höhe); oder
- Quader  $(11,5 \pm 0,5) \times (11,5 \pm 0,5) \times (6,3 \pm 0,3)$ .

Die Begrenzungsflächen des Zylinders müssen parallel sein.

#### 25.1.2 Prüfvorrichtung

Mit der Prüfvorrichtung muss ein Prüfdruck von  $1,25 \text{ N/mm}^2$  über eine Druckplatte von 20 mm Durchmesser auf die Probe aufgebracht werden können. Die Höhe des Probekörpers ist auf 0,01 mm genau zu messen.

#### 25.1.3 Durchführung

Die Probe ist in die Prüfvorrichtung einzubringen. Eine konstante Last von  $1,25 \text{ N/mm}^2$  ist aufzubringen. Die Höhe des Probekörpers ist zu messen. Die Kriechverformung ( $\varepsilon$ ) wird als Prozentsatz der ursprünglichen Höhe zu folgenden Zeiten ( $t$ ) gemessen:

- $t_0 = (1 \pm 0,1) \text{ min}$ ;
- $t_1 = (10 \pm 1) \text{ min}$ ;
- $t_2 = (100 \pm 10) \text{ min}$ ;
- $t_3 = (22 \pm 2) \text{ h}$ ; und
- $t_4 = (7 \pm 0,7) \text{ Tage}$ .

Die Messwerte der Zeit und der Kriechverformung werden in einem Diagramm aufgetragen. Die Ordinaten sind als  $\log \varepsilon$  und die Abszisse als  $\log t$  aufzutragen. Die Ausgleichsgerade ist dann aufzutragen oder durch Regression zu berechnen, um die Regressionswerte für  $10^0 \text{ min}$  und  $10^4 \text{ min}$  zu ermitteln.

Die Kurzzeit-Kriechverformung ist unter Verwendung von Gleichung (22) zu berechnen.

$$\Delta \varepsilon_{4;0} = \varepsilon_4 - \varepsilon_0 \quad (22)$$

Dabei ist

- $\Delta \varepsilon_{4;0}$  die Kurzzeit-Kriechverformung, in %;
- $\varepsilon_4$  der Regressionswert für die Kriechverformung nach  $10^4 \text{ min}$ , in %;
- $\varepsilon_0$  der Regressionswert für die Kriechverformung nach  $10^0 \text{ min}$ , in %.

## 25.2 Eindringtiefe

### 25.2.1 Probekörper

Die Probekörper müssen mindestens 48 h vor der Prüfung gegossen werden und die folgenden Maße, in mm, aufweisen:

Quader  $(50 \pm 2) \times (50 \pm 2) \times (10 \pm 1)$

### 25.2.2 Prüfvorrichtung

Die Prüfvorrichtung muss in der Lage sein, einen Prüfdruck von  $0,7 \text{ N/mm}^2$  über einen Eindringstab von 6 mm Durchmesser aufzubringen. Die Eindringtiefe ist auf 0,01 mm genau zu messen. Der Probekörper ist während der gesamten Prüfdauer bei  $(50 \pm 5) \text{ °C}$  zu halten.

### 25.2.3 Durchführung

Der Probekörper ist mittig unter dem Eindringstab zu positionieren und dieser ist auf den Probekörper herabzusenken. Eine Kraft von  $0,7 \text{ N/mm}^2$  ist über den Eindringstab aufzubringen und die Eindringtiefe nach  $(24_0^{+0,5}) \text{ h}$  zu messen.

## 26 Prüfung der Wasserdichtheit von montierten Bauteilen von Einsteig- und Inspektionsschächten

Ein Einsteig- oder Inspektionsschacht ist entsprechend den Herstelleranweisungen zu montieren. Die Rohrleitungsanschlüsse sind zu verschließen.

Die Prüfanordnung ist mit Wasser zu füllen und mit einem Prüfdruck zu beaufschlagen, um einen Druck von  $(50 \pm 2) \text{ kPa}$  an der Sohle der Prüfanordnung zu erzielen. Der Druck ist für 1 Stunde innerhalb  $\pm 100 \text{ Pa}$  ( $\pm 10 \text{ mm}$  Wassersäule) zu halten.

Anschließend ist die Wasserzugabe zu messen, die erforderlich sind, um die Füllstandshöhe des Wassers während der Prüfdauer von 15 min aufrechtzuerhalten.

Nach Ablauf des festgelegten Zeitraums ist die Außenseite des Einsteig- oder Inspektionsschacht auf sichtbare Anzeichen von Undichtigkeiten zu untersuchen.

## 27 Druckfestigkeit von Rohren für Rohrvortrieb

### 27.1 Prüfverfahren

#### 27.1.1 Prüfvorrichtung

Zu verwenden ist eine Druckprüfmaschine, die mit einer Vorrichtung für die Erzeugung der in 28.2 festgelegten Belastung und einem Schrittschaltgerät ausgestattet ist. Die Leistung der Maschine muss so ausgelegt sein, dass die zu erwartende, auf den Probekörper einwirkende, Bruchlast höher als  $1/5$  ihres Skalenbereiches ist. Die durch die Prüfvorrichtung aufgebrachte Last ist mindestens einmal in 12 Monaten von einer dafür zugelassenen Stelle durch Kalibrierung mit einer Genauigkeit von 1 % nachzuweisen.

Die Maschine muss dauerhaft mit zwei massiven Belastungsplatten aus Stahl ausgestattet sein, die mindestens so groß sein müssen wie die Lastübertragungsplatten, oder, wenn solche nicht verwendet werden, so groß wie die Auflagerflächen des zu prüfenden Probekörpers.



Die obere Belastungsplatte muss in der Lage sein, sobald der Kontakt erfolgt ist, sich frei nach den Probekörpern auszurichten, wobei jedoch ein Kippen der Platte unter Belastung durch Reibung oder andere Mittel zu verhindern ist.

Die untere Belastungsplatte muss ein ebener, kippstarrer Auflagerblock sein. Die Prüffläche der Platten muss gehärtet sein und eine Abweichung von der Ebenheit von  $\pm 0,05$  mm einhalten.

Die gesamte Maschine muss stabil und starr sein, so dass die Lastverteilung nicht durch Verformen oder Nachgeben ihrer Teile beeinträchtigt wird.

### 27.1.2 Vorbereitung der Probekörper

Probekörper sind nach einem der folgenden Verfahren vorzubereiten:

- a) Als Würfel, aus der Rohrwand geschnitten, müssen sie eine Mindestseitenlänge von 14 mm aufweisen, wobei die gegenüberliegenden Seiten, die in Kontakt mit den Platten der Prüfmaschine stehen, parallel zur längsten Seitenlänge mit einer Grenzabweichung von  $\pm 1$  % plangeschliffen sein müssen.
- b) in Zylinderform, parallel zur Längsachse aus dem Rohr herausgeschnitten, müssen sie einen Mindestdurchmesser von 14 mm aufweisen, wobei ihre Länge zwischen dem 1,0fachen und dem 1,5fachen des Durchmessers liegen muss. Die Ober- und Unterseiten, die in Kontakt mit den Platten der Prüfmaschine stehen, müssen eben, parallel und mit einer Grenzabweichung von  $\pm 1$  % der längsten Seitenlänge plangeschliffen sein.
- c) Bei Abschnitten der Rohrwand: parallel zur Längsachse des Rohres herausgeschnitten. Die Dicke muss der der Rohrwand entsprechen, und die an der Rohraußenseite gemessene Breite muss annähernd der Wanddicke entsprechen. Die Länge muss zwischen dem 1,0fachen und dem 1,5fachen der Dicke liegen. Die Ober- und Unterseiten, die in Kontakt mit den Platten der Prüfmaschine stehen, müssen eben, parallel und mit einer Grenzabweichung von  $\pm 0,50$  mm plangeschliffen sein.

Die Probekörper sind einer Vorkonditionierung nach prEN 295-3:2010, 7.1.1 zu unterziehen. Probekörper von bereits vorkonditionierten Rohren müssen keiner weiteren Vorkonditionierung unterzogen werden. Die Dauer der Vorkonditionierung von Probekörpern nach prEN 295-3:2010, 7.1.1 entspricht der für die Wanddicke der Probe und für unglasierte Rohre erforderlichen Zeit. Bei Rohren, die zum Zeitpunkt der Prüfung älter als 3 Monate sind, ist keine Vorkonditionierung erforderlich. Vor Prüfbeginn sind die Probekörper zu trocknen.

Der Hersteller ist für die Wahl der Form der Probekörper aus den oben angegebenen Optionen (a), (b) oder (c) verantwortlich.

### 27.1.3 Durchführung

Die Auflagerflächen aller Platten sind sauber abzuwischen und jegliche lose anhaftende Stoffe oder andere Materialien die mit den Oberflächen der Probekörper in Kontakt kommenden, sind zu entfernen.

Zur Sicherstellung des gleichmäßigen Aufliegens des Probekörpers ist dieser zwischen Sperrholzplatten zu legen, um Unregelmäßigkeiten auszugleichen. Das Sperrholz muss dreilagig sein und eine Dicke von 4 mm haben, entweder aus Europäischer Birke oder Nadelholz bestehen und frei von Astlöchern sein. Außerdem ist sicherzustellen, dass das Sperrholz um 5 mm bis 15 mm über die Abmessungen des Probekörpers hinausragt. Für jede Prüfung ist ein neues Paar Sperrholzplatten zu verwenden.

Der Probekörper ist mittig unter den Belastungspunkt der oberen Platte zu legen, so dass die aufgebrachte Last den Probekörper parallel zur Längsachse des Rohres mit Druck beaufschlagt.

## 27.2 Belastung

Die Last ist stoßfrei aufzubringen und mit einer Steigerungsrate von  $(200 \pm 40)$  N/mm<sup>2</sup>/min bis zum Versagen des Probekörpers aufzubringen, d. h. wenn der Zeiger trotz progressiver Einstellung der Maschinensteuerungen zurückfällt oder der Probekörper schlagartig versagt.

Die Höchstlast, der der Probekörper während der Prüfung standgehalten hat, ist (in Newton) aufzuzeichnen.

Aus dieser Höchstlast und der Kontaktfläche des Probekörpers mit den Sperrholzplatten ist dessen Druckfestigkeit, in N/mm<sup>2</sup>, zu berechnen. Die Kontaktfläche wird als der gemessene Mittelwert der gegenüberliegenden Seiten bestimmt.

## 27.3 Berechnung der Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit des Steinzeugkörpers ist aus der mittleren Druckfestigkeit von mindestens 10 Probekörpern zu berechnen, die demselben Rohr entnommenen wurden. Die Mindest-Druckfestigkeit wird berechnet, indem die zweifache Standardabweichung der Probekörper aus einer Probe vom Mittelwert abgezogen wird.