

DIN EN 12953-3

ICS 27.060.30

Einsprüche bis 2013-12-18
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12953-3:2002-08

Entwurf

**Großwasserraumkessel –
Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Teile;
Deutsche Fassung prEN 12953-3:2013**

Shell boilers –
Part 3: Design and calculation for pressure parts;
German version prEN 12953-3:2013

Chaudières à tube de fumée –
Partie 3: Conception et calcul des parties sous pression;
Version allemande prEN 12953-3:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-10-18 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nard@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

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

Gesamtumfang 92 Seiten

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12953-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-18 AA „Dampfkesselanlagen“ im Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

Für weitere Informationen über den NARD besuchen Sie uns im Internet unter www.nard.din.de.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12953-3:2002-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) der Abschnitt 3 zu Begriffen wurde ergänzt;
- c) der Unterabschnitt 5.5 zur thermischen Auslegung der Flammrohre wurde überarbeitet;
- d) der Abschnitt 6 zu der Berechnungstemperatur und den Festlegungen über die zulässige Spannung wurde überarbeitet;
- e) der Abschnitt 8 zu Festlegungen für Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln wurde überarbeitet;
- f) der Abschnitt 10 zu Festlegungen für unterstützte ebene Böden, Verankerungen und Versteifungen wurde überarbeitet;
- g) der Unterabschnitt 12.3.1 zur Unrundheit von Rohrbiegungen wurde überarbeitet;
- h) der Unterabschnitt 12.4 zu Festlegungen für Rauchrohre wurde überarbeitet;
- i) ein normativer Anhang B über die Berechnung des Höchst- und des Mittelwertes der Temperatur der Flammrohrwand wurde aufgenommen;
- j) der Anhang ZA bezüglich des Zusammenhangs zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG wurde aktualisiert;
- k) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Großwasserraumkessel — Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Teile

Chaudières à tubes de fumée — Partie 3 : Conception et calcul des parties sous pression

Shell boilers — Part 3: Design and calculation for pressure parts

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Allgemeines	6
5.1 Dampfkessel	6
5.2 Heißwasserkessel	6
5.3 Hauptschweißnähte	7
5.4 Schweißnahtfaktor	7
5.5 Thermische Auslegung der Flammrohre	7
5.6 Abmessungen von drucktragenden Teilen	10
5.7 Bestimmung von Drücken	10
5.8 Zuschläge	11
6 Berechnungstemperatur und zulässige Spannung	12
6.1 Berechnungstemperatur	12
6.2 Zulässige Spannung	13
7 Zylindrische Mäntel	13
7.1 Wanddicke	13
7.2 Grundlegende Berechnung für Innendruck	13
7.3 Kesselunterstützungen und Hebeösen	14
8 Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Schweißnahtfaktor, alternatives Berechnungsverfahren, maximaler Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts	22
8.3 Auslegung von Ausschnitten und Abzweigen in zylindrischen Mänteln (Verschwächung und Verstärkung)	23
9 Böden	30
9.1 Unverankerte gewölbte Böden ohne Ausschnitte	30
9.2 Unverankerte ebene abnehmbare Verschlüsse	33
9.3 Flanschverbindungen	34
10 Unterstützte ebene Böden, Verankerungen und Versteifungen	35
10.1 Lichter Abstand (Ausdehnungsräume) von ebenen Böden	35
10.2 Verankerte ebene Wandungen	37
11 Auslegung von Einzelausschnitten in ebenen Großwasserraumkesselböden	59
11.1 Unverstärkte Einzelausschnitte	59
11.2 Ausschnitte mit Abzweigen	59
11.3 Mann-, Kopf- und Handlöcher	61
12 Rohre ohne Ausschnitte und Rohrplatten	62
12.1 Wanddicke gerader Rohre unter äußerem Überdruck	62
12.2 Wanddicke von geraden Rohren unter innerem Überdruck	63
12.3 Wanddicke und Unrundheit von Krümmern und Rohrbiegungen	63
12.4 Rauchrohre	66
12.5 Rohrteilung	69

12.6	Wanddicke von Rohrplatten innerhalb von Rohrbündeln.....	69
13	Flammrohre, Flammrohrkomponenten und zylindrische Wendekammern unter äußerem Überdruck.....	69
13.1	Flammrohre.....	69
13.2	Berechnungslänge von zusammengesetzten Flammrohren	72
13.3	Flammrohrtoleranzen	72
13.4	Versteifungen.....	73
14	Befahr- und Inspektionsöffnungen.....	77
14.1	Allgemeine Anforderungen	77
14.2	Arten und Mindestabmessungen von Befahr- und Inspektionsöffnungen	77
14.3	Mindestauflagebreite einer Dichtung und Spielraum von Befahr- und Inspektionsöffnungen	80
14.4	Befahr- und Inspektionsöffnungen in ebenen Böden	80
14.5	Anforderungen an den Befahrbereich bei Kesseln mit einem Mantel-Außendurchmesser über 1 400 mm	80
14.6	Zugänglichkeit und Anordnung von Befahr- und Inspektionsöffnungen	81
Anhang A (informativ)	Berechnungs-Formblatt für Kurvenabschnitte oder Wellen für „Walker“-Typ.....	82
Anhang B (normativ)	Berechnungstemperatur des Flammrohrs	84
Anhang C (informativ)	Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe	87
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG	88
Literaturhinweise		89

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12953-3:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12953-3:2002 ersetzen.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Die Europäische Norm EN 12953 *Großwasserraumkessel* besteht aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: *Allgemeines*
- Teil 2: *Werkstoffe für drucktragende Kesselteile und Zubehör*
- Teil 3: *Konstruktion und Berechnung für drucktragende Teile*
- Teil 4: *Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile*
- Teil 5: *Prüfung während der Herstellung, Dokumentation und Kennzeichnung für drucktragende Kesselteile*
- Teil 6: *Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel*
- Teil 7: *Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel*
- Teil 8: *Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung*
- Teil 9: *Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen an Kessel und Zubehör*
- Teil 10: *Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität*
- Teil 11: *Abnahmeversuche*
- Teil 12: *Anforderungen an Rostfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe für den Kessel*
- Teil 13: *Betriebsanleitungen*
- CR 12953-14: *Leitfaden für die Einbeziehung einer herstellerunabhängigen Prüforganisation*

Obwohl alle Teile der Norm einzeln erworben werden können, sollte bedacht werden, dass die Teile voneinander abhängig sind. Deshalb werden für Konstruktion und Herstellung der Großwasserraumkessel mehrere Teile benötigt, um die Anforderungen der Europäischen Norm zu erfüllen.

Für alle anfallenden Fragen bei der Anwendung dieser Norm kann der „Boiler Helpdesk“ des CEN/TC 269 kontaktiert werden: <http://www.boiler-helpdesk.din.de>

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Europäischen Norm legt Anforderungen an die Konstruktion und die Berechnung von drucktragenden Teilen für die in EN 12953-1 definierten Großwasserraumkessel fest.

ANMERKUNG Für andere Komponenten, wie z. B. Speisewasservorwärmer, Überhitzer, Rohrwände, Rohrböden, sollte die Normenreihe EN 12952 in Bezug genommen werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 12953-1:2012, *Großwasserraumkessel — Teil 1: Allgemeines*

EN 12953-2:2012, *Großwasserraumkessel — Teil 2: Werkstoffe für drucktragende Kesselteile und Zubehör*

EN 12953-4, *Großwasserraumkessel — Teil 4: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile*

EN 12953-5, *Großwasserraumkessel — Teil 5: Prüfung während der Herstellung, Dokumentation und Kennzeichnung für drucktragende Kesselteile*

EN 12953-6:2011, *Großwasserraumkessel — Teil 6: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel*

EN 12953-8:2001, *Großwasserraumkessel — Teil 8: Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung*

EN 12953-10:2003, *Großwasserraumkessel — Teil 10: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität*

EN 13445-3:2009, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12953-1:2012, EN 12953-6:2011 und die folgenden Begriffe.

3.1

Abzweig

Stutzen, Bund, Führungsrohr

3.2

Kaltstart

Anfahren des Kessels von Umgebungsdruck bei Raumtemperatur auf Normalbetriebszustand

3.3

Warmstart

Anfahren des Kessels aus dem warmen Bereitschaftszustand

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in EN 12953-1:2012, Tabelle 5-1, angegebenen Symbole. In der gesamten Norm sind zusätzliche Terminologie und Symbole aufgenommen worden, wenn für die Erfüllung der Anforderungen des betreffenden spezifischen Textes erforderlich. Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass in einigen Abschnitten das gleiche zusätzliche Symbol in verschiedenen Gleichungen für verschiedene Begriffe verwendet wird. Allerdings wird bei all diesen Fällen die besondere Bedeutung jedes Symbols für jede Gleichung angegeben.

5 Allgemeines

5.1 Dampfkessel

Die Anforderungen in dieser Norm gelten für Großwasserraumkessel nach EN 12953-1:2012, die vollständig nach den in der Norm festgelegten Bedingungen hergestellt werden und unter normalen Betriebsbedingungen mit Speise- und Kesselwasser nach EN 12953-10:2003 unter angemessener Überwachung zu betreiben sind.

Sind Betriebsbedingungen festgelegt, wie z. B. strenger zyklischer Betrieb, müssen diese beim Konstruktionsprozess berücksichtigt werden.

Das in einen Dampfkessel eintretende Speisewasser oder das in einen Heißwasserkessel eintretende Rücklaufwasser darf nicht direkt auf das Flammrohr einwirken.

Für die folgenden Bedingungen ist keine Lastspielberechnung für die Konstruktion eines Großwasserraumkessels erforderlich:

- Die Anzahl der Anfahrvorgänge vom Nulldruck bis zum vorgesehenen Betriebsdruck (vollständige Druckzyklen) ist $\leq 1\,000$.
- Bei Werkstoff mit einer festgelegten Streckgrenze bei Raumtemperatur von ≤ 295 MPa ist die Anzahl der Teildruckzyklen im Bereich von $\Delta p = 20\%$ des PS $\leq 100\,000$ oder, alternativ dazu, im Bereich von $\Delta p = 40\%$ des PS $\leq 10\,000$.
- Bei Werkstoff mit einer festgelegten Streckgrenze bei Raumtemperatur von > 295 MPa ist die Anzahl der Teildruckzyklen im Bereich von $\Delta p = 10\%$ des PS $\leq 100\,000$ oder, alternativ dazu, im Bereich von $\Delta p = 20\%$ des PS $\leq 10\,000$.
- Die Schweißnaht zwischen eingesetzten Böden sowie dem Mantel und/oder dem Flammrohr ist zu mindestens 10 % einer Ultraschallprüfung zu unterziehen.

Andernfalls ist bei komplizierterer Lastspielsituation eine diesbezügliche Berechnung durchzuführen.

Dieser Unterabschnitt 5.1 gilt nicht bei Schweißnahtfaktor 0,7 (siehe 5.4).

5.2 Heißwasserkessel

Bei direkt befeuerten Heißwasserkesseln sollte die Differenz zwischen der Wasservorlauftemperatur (am Austritt) und der Wasserrücklauftemperatur (am Eintritt) 50 K nicht überschreiten. Beträgt die Differenz zwischen diesen beiden Temperaturen mehr als 50 K, sind entweder innere oder äußere Mischeinrichtungen zu verwenden, um das Temperaturgefälle im Kessel auf 50 K zu begrenzen.

Die Differenz zwischen der dem maximalen Betriebsdruck entsprechenden Sattdampf Temperatur und der Wasservorlauftemperatur sollte im Normalfall 80 K nicht überschreiten. Bei einer Differenz über 80 K sind die Abstände nach 10.1 um 50 % zu erhöhen. Zusätzlich ist die maximale Wärmeleistung nach Bild 5.4-1 um 20 % zu verringern.

5.3 Hauptschweißnähte

Die Arten der für die Konstruktion des Kessels verwendeten Schweißnähte müssen EN 12953-4 entsprechen.

Zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP) müssen den Anforderungen nach EN 12953-5 entsprechen. Die Schweißnähte müssen so ausgeführt sein, dass die erforderlichen ZfP durchgeführt werden können.

5.4 Schweißnahtfaktor

Die bei der Berechnung der drucktragenden Teile verwendeten Schweißnahtfaktoren ν müssen je nach Umfang der ZfP entweder 1 oder 0,85 oder 0,7 betragen.

Der Umfang der ZfP muss EN 12953-5 entsprechen.

Ein Schweißnahtfaktor $\nu = 0,7$ ist nur zulässig bei einem erhöhten Prüfdruck nach folgender Gleichung:

$$P_t = 2,2 \cdot P_d \cdot \frac{f_a}{f_{T_d}} \cdot \frac{e_{\min}}{e_{\min} - c}$$

5.5 Thermische Auslegung der Flammrohre

Brenner mit konstanter Feuerungsleistung (Einstufenbrenner) dürfen nicht bei einer Wärmeleistung über 1 MW je Flammrohr verwendet werden.

Die Verbrennung muss im Flammrohr abgeschlossen sein.

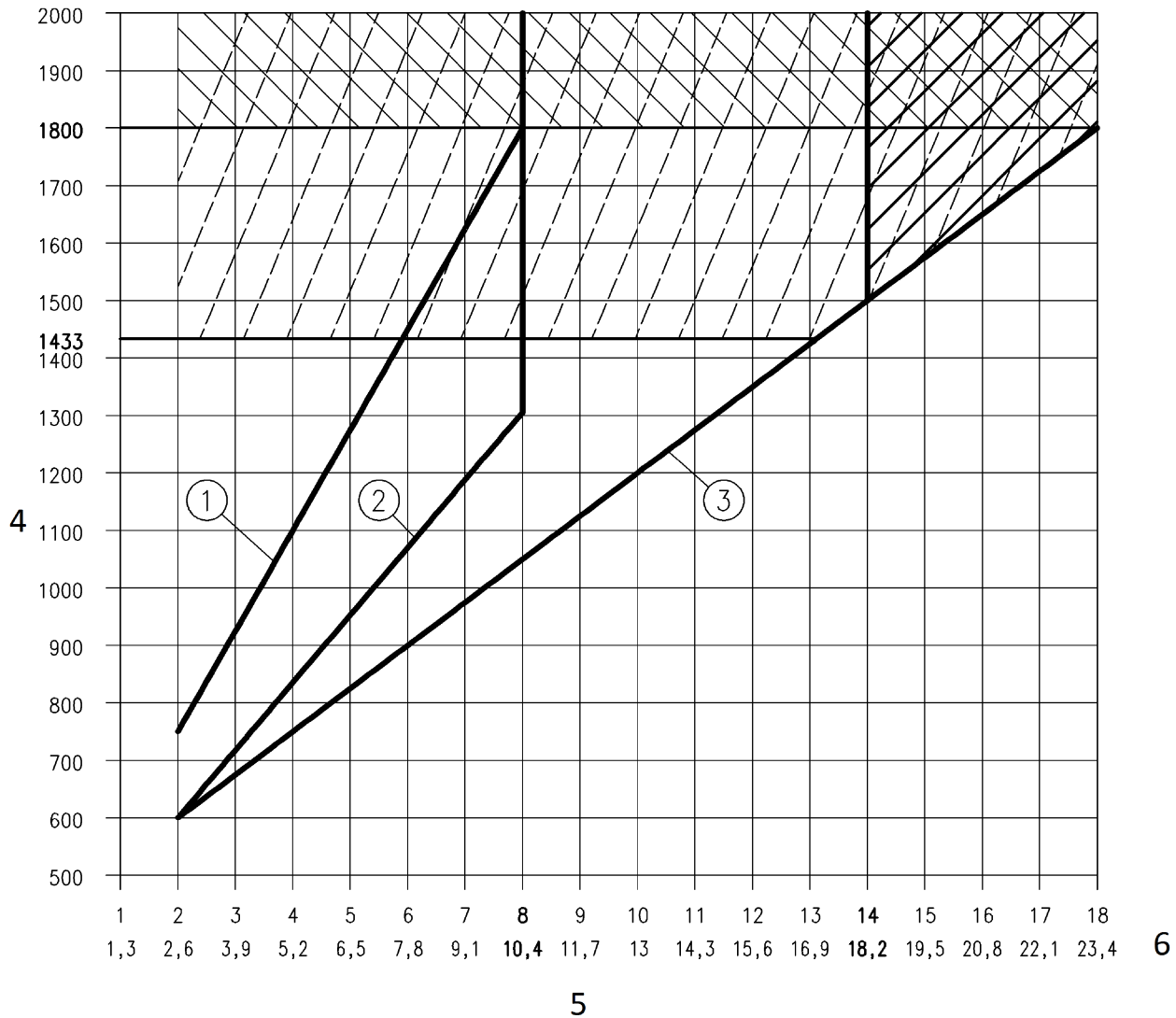
Die folgenden Anforderungen dieses Unterabschnitts 5.5 gelten nicht für Kessel mit Umkehrbrennkammer.

Zur Gewährleistung sicherer Brenner/Kessel-Kombinationen mit einer Wärmeleistung über 2 MW darf der Mindest-Flammrohrdurchmesser d_i die folgenden Werte nicht unterschreiten:

- Nr. 1 P 295 GH
- Kohlefeuerung (Rost): $a = 400 + 175 \times b$
- Nr. 2 P 265 GH
- Ölfeuerung: $a = 365 + 117 \times b$
- Gasfeuerung: $a = 365 + 90,4 \times b$
- Nr. 3 P 295 GH/P 355 GH
- Ölfeuerung: $a = 450 + 75 \times b$
- Gasfeuerung: $a = 450 + 57,7 \times b$

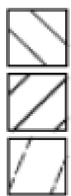
Dabei ist

- a der Innendurchmesser, in mm, bei glatten Flammrohren [mit oder ohne Versteifungen oder Fairbairn-ringe(n)] oder mittlerer Durchmesser, in mm, bei gewellten Flammrohren (mit oder ohne Versteifungen);
- b die Wärmeleistung, in MW, (Produkt aus Brennstoffdurchflussmenge und dem unteren Brennwert; eine Luftvorwärmung sollte bei einer Lufttemperatur über 100 °C berücksichtigt werden).



Legende

- 1 Kohlefeuerung P 265 GH
- 2 P 265 GH
- 3 P 295 GH/P 355 GH
- 4 äquivalenter Durchmesser d_i [mm]
- 5 Feuerungsleistung H [MW]
- 6 Öl/Kohle/Gas



Temperaturüberwachung erforderlich bei $d_i > 1\,800$ mm

Temperaturüberwachung erforderlich bei $H_{oil} > 14$ MW bzw. $H_{gas} > 18,2$ MW

Überwachung der Betriebsbedingungen bei $d_i > 1\,433$ mm

ANMERKUNG d_i entspricht dem Innendurchmesser, in mm, bei glatten Flammrohren oder dem mittleren Durchmesser, in mm, bei gewellten Flammrohren.

Bild 5.5-1 — Beziehung zwischen Wärmeleistung und Flammrohrinnendurchmesser d_i



Legende

- 1 Mindestlänge des Flammrohrs [mm]
- 2 Wärmeleistung [MW]

Bild 5.5-2 — Beziehung zwischen Wärmeleistung und Flammrohrlänge L

Unterschreitet der Flammrohrdurchmesser den Mindestdurchmesser (siehe Bild 5.5-1) oder die Flammrohrlänge die erforderliche Mindestlänge (siehe Bild 5.5-2) müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- Verifizierung der Wärmestromdichte und der Berechnungstemperatur des Flammrohrs [z. B. nach 6.1 e)]. Niedrigere Berechnungstemperaturen als in 6.1-7 festgelegt dürfen nicht verwendet werden.
- Durchgehende Überwachung der Wasserqualität (siehe EN 12953-6:2011, 4.8.2, 4.8.3 und 4.8.4).

Bei einem Flammrohrdurchmesser über 1 800 mm müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- Eine gesonderte Spannungsanalyse des Flammrohrs (z. B. mittels geeigneter FEA-Berechnung) ist zum Nachweis des Sicherheitsbeiwerts für Verformung und Bruch erforderlich.

Bei einer Wärmeleistung über $18,2 \text{ MW}_{\text{gas}}/14 \text{ MW}_{\text{oil}}$ müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- Verifizierung der Wärmestromdichte und der Berechnungstemperatur des Flammrohrs [z. B. nach 6.1 e)].
- In den Konstruktionsunterlagen ist der zufriedenstellende Einbau des Brenners mit dem Kessel dargestellt und die Betriebsanleitung enthält die vollständigen Spezifikationseinzelheiten für die Kessel/Brenner-Kombination.

Der Kesselhersteller muss die folgenden Betriebsanforderungen berücksichtigen, sofern zutreffend:

- Festlegen von strengeren Betriebsbedingungen, wie z. B. Anforderungen für bessere Wasserqualität zusätzlich zu den Anforderungen nach EN 12953-10:2003, kürzere Wartungs- und/oder Inspektionsintervalle.

- Temperaturüberwachung des Flammrohrmantels oder vergleichbare sicherheitsbezogene oder technische Maßnahmen.
- Strengere Anfahrbedingungen, z. B. Begrenzung der Heizrate beim Kaltstart (entweder automatisch innerhalb des Regel- und Steuersystems oder in der Betriebsanleitung), wie bei der Bewertung des Einbaus von Kessel/Brenner bestimmt.
- Zweiflammrohrkessel: Anforderungen für möglichen Einflammrohrbetrieb, wenn die Betriebsanforderungen einen großen Wärmeleistungsbereich erfordern.
- Diese Betriebsbedingungen des Kessels sind bei der Risikobewertung zu berücksichtigen:
- Bei Dampfkesseln:
 - Überwachung der Leitfähigkeit des Kesselwassers muss EN 12953-6:2011 entsprechen.
 - Verbesserung des Umlaufs während des Anfahrens.
- Bei Heißwasserkesseln:
 - Überwachung des Ergänzungswassers sowie der Rücklaufleitungen auf Verunreinigung muss EN 12953-6:2011 entsprechen.
 - Zuverlässige Überwachung der Rücklaufleitungen auf plötzliche Änderungen der Durchflussmenge oder Temperatur.

Sind hitzebeständige Werkstoffe am Flammrohrmantel angebracht, darf die Länge ein Drittel des Flammrohr-Innendurchmessers nicht überschreiten. Die Länge ist als am Brennerende beginnend festgelegt. Weitere hitzebeständige Werkstoffe oder andere Flammrohrreinbauteile für die Wärmespeicherung oder -rückhaltung sind unzulässig, sofern sie nicht von den Kessel/Brenner-Herstellern zugelassen sind.

5.6 Abmessungen von drucktragenden Teilen

Die Wanddicke und andere Abmessungen von drucktragenden Teilen müssen ausreichen, um dem Berechnungsdruck bei Berechnungstemperatur standzuhalten, und sind nach diesem Teil der Europäischen Norm festzulegen.

5.7 Bestimmung von Drücken

5.7.1 Maximal zulässiger Druck

Der maximal zulässige Druck PS ist der maximale Druck, für den der Kessel ausgelegt ist und der am höchsten Punkt des Großwasserraumkessels gemessen wird.

5.7.2 Berechnungsdruck

Der Berechnungsdruck p_c darf die Summe von zulässigem Betriebsdruck und hydrostatischem Druck nicht unterschreiten. Beträgt letzterer weniger als 3 % des maximal zulässigen Betriebsdrucks, darf dessen Wirkung vernachlässigt werden.

ANMERKUNG Der Berechnungsdruck p_c wird auch als Auslegungsdruck p_d bezeichnet. Der Begriff Berechnungsdruck p_c wird durchgehend in dieser Europäischen Norm verwendet.

5.7.3 Ansprechdruck der Sicherheitsventile

Der Ansprechdruck des/der Sicherheitsventils/-e darf den maximal zulässigen Betriebsdruck nicht überschreiten (siehe auch EN 12953-8:2001).

5.7.4 Hydrostatischer Prüfdruck

Der hydrostatische Standard-Prüfdruck darf den größeren der anhand der folgenden Gleichungen ermittelten Werte nicht unterschreiten:

$$p_t = 1,25 p_c \frac{R_{p0,2\ 20}}{R_{p0,2\ t_c}} \quad (5.7-1)$$

oder

$$p_t = 1,43 p_c \quad (5.7-2)$$

Dabei ist

$R_{p0,2\ 20}$ der festgelegte Wert der Streckgrenze bei 20 °C;

$R_{p0,2\ t_c}$ siehe EN 12953-1:2012, Tabelle 5-1.

Das höchste Verhältnis $R_{p0,2\ 20}/R_{p0,2\ t_c}$ ist für den Kesselmantel und die vordere Rohrplatte (oder in Abhängigkeit von der Bauform: den vorderen Kesselboden) sowie den Hinterboden (oder in Abhängigkeit von der Bauform: die hintere Rohrplatte) bei deren jeweiligen Berechnungstemperaturen anzunehmen.

In allen Fällen gelten die folgenden Ausnahmen:

- die Spannung in allen drucktragenden Teilen des Kessels und/oder der Kesselbaugruppe darf 95 % ihrer festgelegten Streckgrenze f nicht überschreiten;
- p_t darf den Berechnungsdruck für das Flammrohr unter Prüfbedingungen nicht überschreiten (siehe 13.1). Der Wert des Elastizitätsmoduls (E) bei Raumtemperatur ist zu verwenden;
- bei Kesseln mit nur eingewalzten Rauchrohren ist der Wert $p_t = 1,43 p_c$ zu verwenden.

5.8 Zuschläge

5.8.1 Zuschläge für Werkstoffliefertoleranzen und Umformvorgänge

Die negative Toleranz der bestellten Nennwanddicke c_1 muss negative Toleranzen aufgrund des Lieferzustands des Werkstoffs ausgleichen.

Bei anschließenden Umformvorgängen muss die vom Lieferanten oder Hersteller zu erreichende Mindestdicke mindestens der in den maßgebenden Dokumenten (d. h. Zeichnungen, Berechnungsblätter usw.) festgelegten Mindestdicke entsprechen.

5.8.2 Zuschlag für den Werkstoffabtrag

Für die Auslegung muss der Zuschlag für den Werkstoffabtrag c_2 Korrosion sowie Erosion und Abrasion einschließen, falls deren Auftreten zu erwarten ist.

Für Komponenten unter normalen Betriebsbedingungen mit einer Wanddicke:

- ≤ 30 mm ist mindestens ein Zuschlag für den Werkstoffabtrag von 0,75 mm einzusetzen;
- > 30 mm und für alle flachen Komponenten darf ein Zuschlag für den Werkstoffabtrag von 0 mm eingesetzt werden.

Im Fall starken Werkstoffabtrags ist ein erhöhter Wert für c_2 entsprechend zu wählen.

6 Berechnungstemperatur und zulässige Spannung

6.1 Berechnungstemperatur

Die Berechnungstemperatur t_c muss die mittlere Metalltemperatur sein und entsprechend den Festlegungen nach a) bis e) bestimmt werden.

- a) Bei Komponenten, die nicht der Wärmeübertragung unterliegen (z. B. zylindrische Mäntel), darf die Berechnungstemperatur (t_c) nicht kleiner sein als die Sattedampftemperatur (t_s) entsprechend dem maximal zulässigen Betriebsdruck bzw. der maximal zulässigen Betriebstemperatur.
- b) Für Rauchrohre muss die Berechnungstemperatur (t_c) als der größere Wert aus den folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$t_c = t_s + 2e_t \quad (6.1-1)$$

oder

$$t_c = t_s + 25 \quad (6.1-2)$$

- c) Die Berechnungstemperatur für Komponenten, die Wärme übertragen, jedoch nicht von der Flamme berührt sind, und bei denen die Gaseintrittstemperatur 800 °C nicht überschreitet, ist als der niedrigere Wert aus den folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$t_c = t_s + 2e + 15 \quad (6.1-3)$$

oder

$$t_c = t_s + 50 \quad (6.1-4)$$

Die Berechnungstemperatur für Komponenten im Rauchgasweg mit einer Gaseintrittstemperatur $t_G \leq 400$ °C beträgt:

$$t_c = t_s + 20 \quad (6.1-5)$$

- d) Die Berechnungstemperatur für Komponenten, die Wärme übertragen und bei denen die Gaseintrittstemperatur 800 °C überschreitet, ist nach den folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$\text{Strahlungsheizten: } t_c = t_s + 3e + 30 \quad (6.1-6)$$

oder

$$\text{Konvektionsheizten: } t_c = t_s + 2e + 15, \text{ höchstens jedoch } t_s + 50 \quad (6.1-7)$$

- e) Die Berechnungstemperatur für Flammrohre ist mit der folgenden Gleichung zu bestimmen:

$$t_c = t_s + 3,5e + 35 \quad (6.1-8)$$

Die Verwendung der einfachen Gleichung (6.1-8) ist zulässig, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- $d_i \geq$ äquivalenter Mindestwert für d_i des Flammrohrs (siehe Bild 5.5-1)
- $L \geq$ Mindest-Flammrohrlänge (siehe Bild 5.5-2)
- $H_{\text{Oil}} \leq 14,0$ MW
- $H_{\text{Gas}} \leq 18,2$ MW

Die Berechnungstemperatur ist nach Anhang B zu bestimmen:

- wenn Gleichung (6.1-8) nicht gilt; oder
- als Alternative zu Gleichung (6.1-8).

Die Berechnungstemperatur darf keinesfalls den nach Gleichung (6.1-8) berechneten Wert unterschreiten.

6.2 Zulässige Spannung

Sofern im vorliegenden Teil dieser Europäischen Norm nicht anders angegeben, ist die zulässige Spannung f der kleinere Wert der folgenden Verhältnisse:

$$f = \min \left\{ \frac{R_{p0,2 \text{ tc}}}{1,5}, \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad (6.2-1)$$

ANMERKUNG Der Begriff „zulässige Spannung“, bezeichnet mit dem Symbol f , ist diejenige Spannung, die in den hier aufgeführten Gleichungen für die Konstruktion der drucktragenden Teile zu verwenden ist. Mit den detaillierten Konstruktionsregeln in diesem Teil werden die tatsächlichen maximalen Spannungen innerhalb annehmbarer Grenzen für die jeweils betrachtete Art der Beanspruchung abgedeckt.

7 Zylindrische Mäntel

7.1 Wanddicke

7.1.1 Anforderungen

Die Wanddicke zylindrischer Komponenten nach Abzug aller Zuschläge

$$e_{rs} = e_s - c_1 - c_2 \quad (7.1-1)$$

muss mindestens dem nach den folgenden Anforderungen erforderlichen Höchstwert entsprechen:

- a) mindestens 6 mm bei zylindrischen Mänteln mit Außendurchmesser $\geq 1\,000$ mm, ausgenommen Niederdruck-Dampfkessel (LPB, en: low pressure boiler). Bei zylindrischen Mänteln mit Außendurchmesser $< 1\,000$ mm und bei LPB ist ein Mindestwert von 4 mm erforderlich;
- b) die Anforderungen nach 7.2 durch Anwendung von 8.2 oder 8.3.3 und 8.3.4.

7.1.2 Erforderliche Wanddicke einschließlich der Zuschläge

Die erforderliche Wanddicke einschließlich der Zuschläge ist zu berechnen mittels:

$$e_{sa} = e_{cs} + c_1 + c_2 \quad (7.1-2)$$

7.2 Grundlegende Berechnung für Innendruck

Die erforderliche Wanddicke ohne Zuschläge e_{cs} eines zylindrischen Mantels ist mittels einer der beiden folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$e_{cs} = \frac{p_c d_{is}}{(2f_s - p_c)\nu} \quad (7.2-1)$$

wenn d_{is} gegeben ist oder

$$e_{cs} = \frac{p_c d_{os}}{(2f_s - p_c)\nu + 2p_c} \quad (7.2-2)$$

wenn d_{os} gegeben ist.

7.3 Kesselunterstützungen und Hebeösen

Die auf den Kesselmantel wirkenden Spannungen aufgrund der Beanspruchungen durch die Unterstützungen und Hebeösen sind zu berechnen.

ANMERKUNG 1 Als Leitlinie ist für die Berechnung ist EN 13445-3:2009, Abschnitt 16, oder eine spezielle Analyse anwendbar.

ANMERKUNG 2 Die Unterstützungen und Hebeösen selbst sollten ebenfalls berechnet werden.

8 Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln

Dieser Abschnitt beschreibt die Auslegungsregeln für Ausschnitte und Abzweige in zylindrischen Mänteln.

Zu berücksichtigen ist:

- alle Abmessungen gelten ohne Waddickenzuschläge c_1 und c_2 ;
- Schweißnahtdetails sind nur typisch.

8.1 Allgemeines

8.1.1 Anforderungen für die Verstärkung von Ausschnitten in Mänteln

8.1.1.1 Die Verstärkung von Ausschnitten in Mänteln muss, sofern zutreffend, Folgendem entsprechen:

- a) Durch Vergrößerung der nach den Gleichungen (7.2-1 und 7.2-2) berechneten Waddicke des Mantels.

Die zusätzliche Waddicke muss mindestens bis zu einer Länge l_{rs} entsprechend den Bildern (8.1-1) bis (8.1-4) vorhanden sein.

Liegt der Abzweig oder Ausschnitt neben einer Stumpfnah im Mantel, gilt für den Abstand $l_{so} \geq e_{rs}$ (siehe Bilder 8.1-2 und 8.1-3).

- b) Durch Abzweige, gemessen auf einer Länge l_{b1} von der äußeren Oberfläche der Mantelwand, wobei die Waddicke größer ist als aufgrund des Innendrucks erforderlich, mit oder ohne gleichzeitige(r) Erhöhung der Mantelwaddicke (siehe Bilder 8.1-2 und 8.1-3).

Die Schweißverbindung zwischen Mantel und Abzweig muss eine durchgeschweißte Naht sein. Bei nicht voll durchgeschweißter Naht ist der Abzweig bei der Verstärkungsberechnung zu vernachlässigen (siehe Bild 8.1-1).

Ein Waddickenverhältnis von e_{rb}/e_{rs} bis einschließlich 2 ist bei $d_{ib} \leq 50$ mm zulässig. Dies gilt auch für Abzweige mit $d_{ib} > 50$ mm bei einem Durchmesser Verhältnis $d_{ib}/d_{is} \leq 0,2$. Bei Abzweigen mit $d_{ib} > 50$ mm und einem Durchmesser Verhältnis $d_{ib}/d_{is} > 0,2$ darf das Verhältnis e_{rb}/e_{rs} den Wert 1 nicht überschreiten. Diese Bedingungen gelten nicht für Befahr- und Inspektionsöffnungen.

Die Länge l_{bo} in Bild 8.1-3 muss mindestens der Dicke des Abzweigs e_{rb} entsprechen.

- c) Durch Verstärkungsscheiben zur Vergrößerung der Waddicke wie in a) festgelegt (siehe Bilder 8.1-4 und 8.1-5). Die Verstärkung von Ausschnitten durch innen aufgeschweißte Verstärkungsscheiben ist unzulässig.
- d) Durch eingesetzten Verstärkungsring, der als Flansch verwendet werden kann, siehe Bild 8.1-7.

Die für die Verstärkungsberechnung verwendete Höhe e_r des Rings ist begrenzt auf $\max\{3 \cdot e_{rs}; 3 \cdot l_r\}$. Für die Verstärkungsberechnung sind in den nachfolgenden Abschnitten A_{fr} statt A_{fb} und f_r statt f_b einzusetzen.

ANMERKUNG Aufgesetzte Ringe (Flansche) dürfen nur als Verstärkungsscheibe angesehen werden.

8.1.1.2 Im Falle von elliptischen Befahr- und Inspektionsöffnungen darf das Verhältnis von großer zu kleiner Achse den Wert von 1,5 nicht überschreiten.

Bei elliptischen oder unrunten Ausschnitten in zylindrischen Mänteln muss die Abmessung in Richtung der Mantellinie als Durchmesser des Ausschnitts für die Verstärkungsrechnung verwendet werden (siehe Bild 8.1-1).

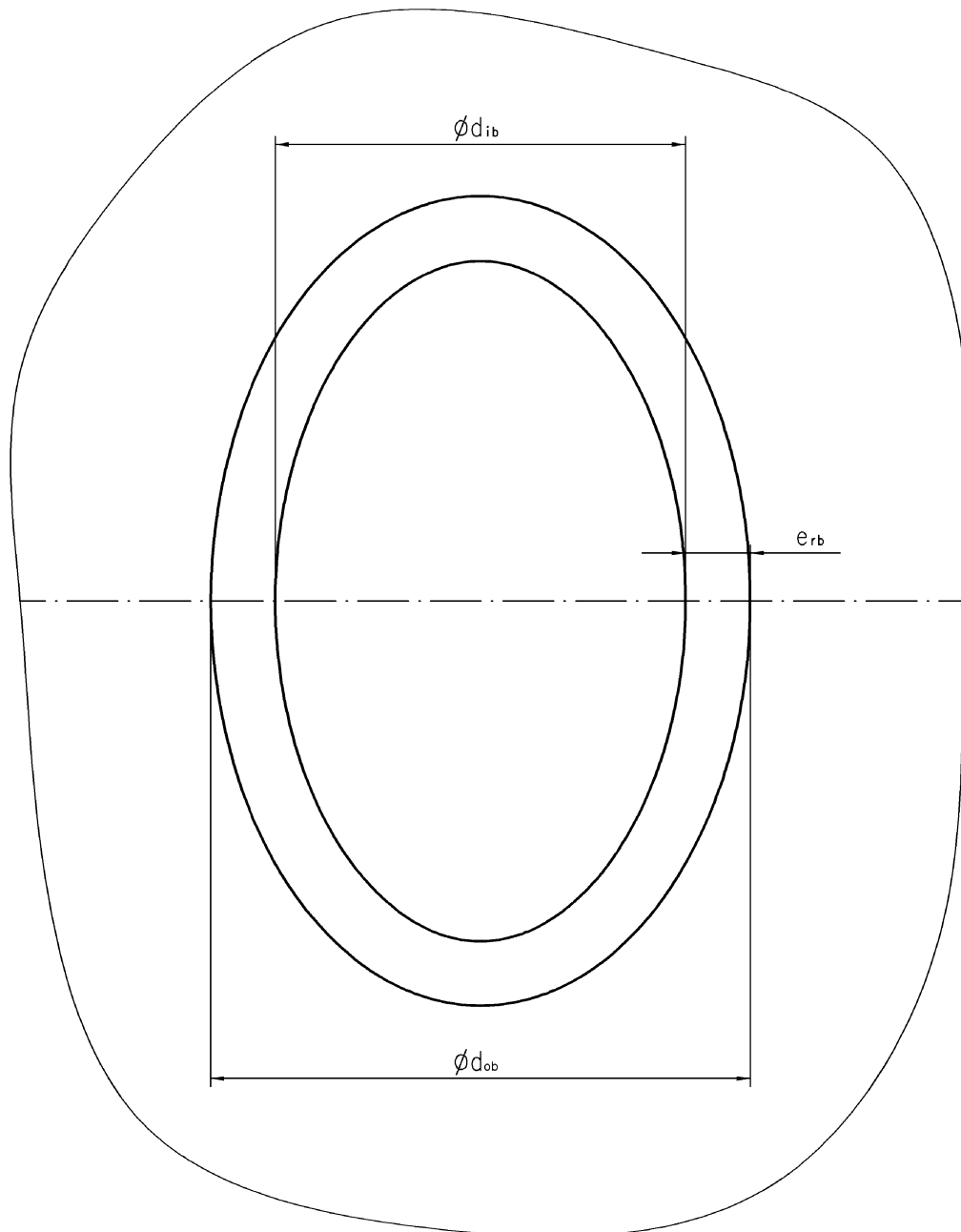


Bild 8.1-1 — Berechnungsabmessungen für elliptische Ausschnitte

Ausschnitte müssen mit einem angemessenen Abstand von den Schweißnähten (Längs- und Rundnähte) des Mantels angeordnet werden.

Der Abstand von der Schweißnahtkante ist als angemessen anzusehen, wenn der Abstand zur Außenkante eines Abzweigs oder einer aufgeschweißten Verstärkung bei einem Mantel der Wanddicke:

- $e_{rs} \leq 25 \text{ mm}$ $2e_{rs}$ beträgt;
- $e_{rs} > 25 \text{ mm}$ mindestens 50 mm beträgt.

Die Bearbeitung von Ausschnitten durch Längs- und Rundnähte in Mänteln ist bei einem Innendurchmesser $\geq 100 \text{ mm}$ und einer Dicke des Abzweigs $\geq 8 \text{ mm}$ zulässig. Die Öffnung muss von der Kante der Hauptschweißnaht entfernt sein und zusätzlichen zerstörungsfreien Prüfungen unterzogen werden:

- nach der Bearbeitung und vor dem Schweißen des Abzweigs: Prüfung auf Oberflächenrisse im betreffenden Bereich;
- nach dem Schweißen des Abzweigs zusätzlich zu der in EN 12953-5 aufgeführten Inspektion: Prüfung auf Oberflächenrisse und Ultraschallprüfungen (UT).

8.1.2 Mittragende Längen l_{rs} zur Berechnung von Verschwächungen und Ausgleichsflächen

Zur Berechnung von Verschwächungen durch Näherungsverfahren entsprechend 8.2 und zur Berechnung von einzelnen und benachbarten Abzweigen entsprechend 8.3 sind mittragende Längen l_{rs} für den Mantel erforderlich.

$$l_{rs} = \min \left[\sqrt{(d_{is} + e_{rs})e_{rs}} ; l_{s1} \right] \quad (8.1-1)$$

ANMERKUNG Bei Einsatz von Verstärkungsringen nach 8.1.1.1 d) ist die Verwendung von e_{rs} als die mittlere Wanddicke zulässig, bestimmt durch iterative Berechnung unter Berücksichtigung von e_r und e_{rs} .

Zu l_{s1} siehe Bilder 8.1-2 bis 8.1-4.

und bei Stützen mit $\psi \geq 45^\circ$

für den Teil außerhalb des Mantels

$$l_{rb} = \min \left[\sqrt{(d_{ib} + e_{rb})e_{rb}} ; l_{b1} \right] \quad (8.1-2)$$

für den Teil innerhalb des Mantels

$$l_{rbi} = \min \left[0,5 \sqrt{(d_{ib} + e_{rb})e_{rb}} ; l_{b2} \right] \quad (8.1-3)$$

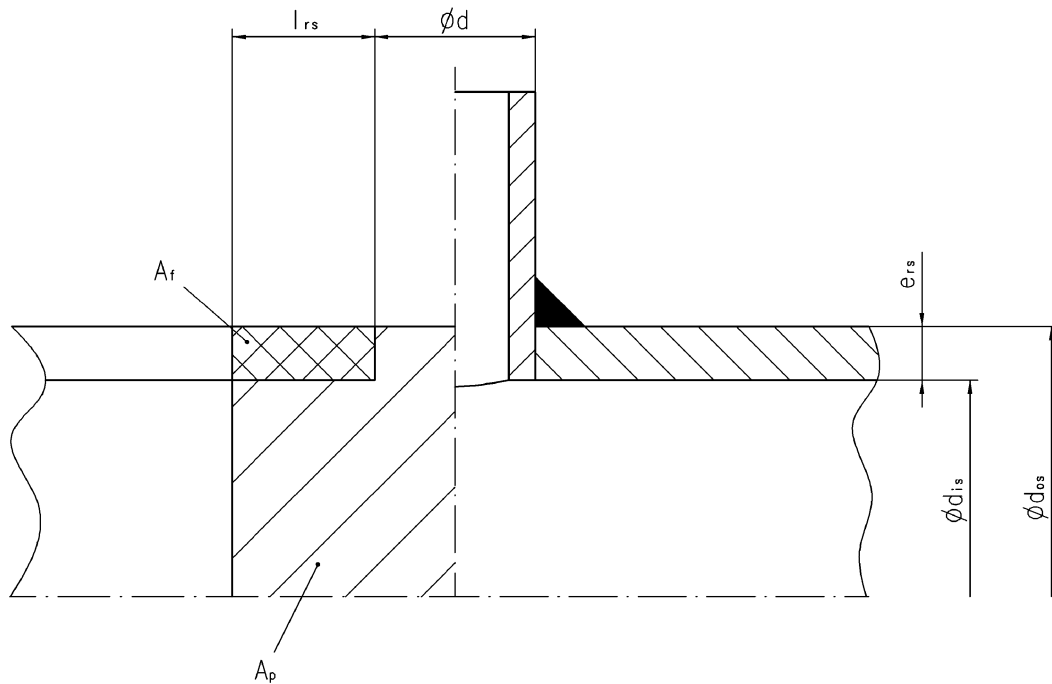


Bild 8.1-2 — Zylindrischer Mantel mit Abzweig mit Kehlnaht (keine zusätzliche Verstärkung)

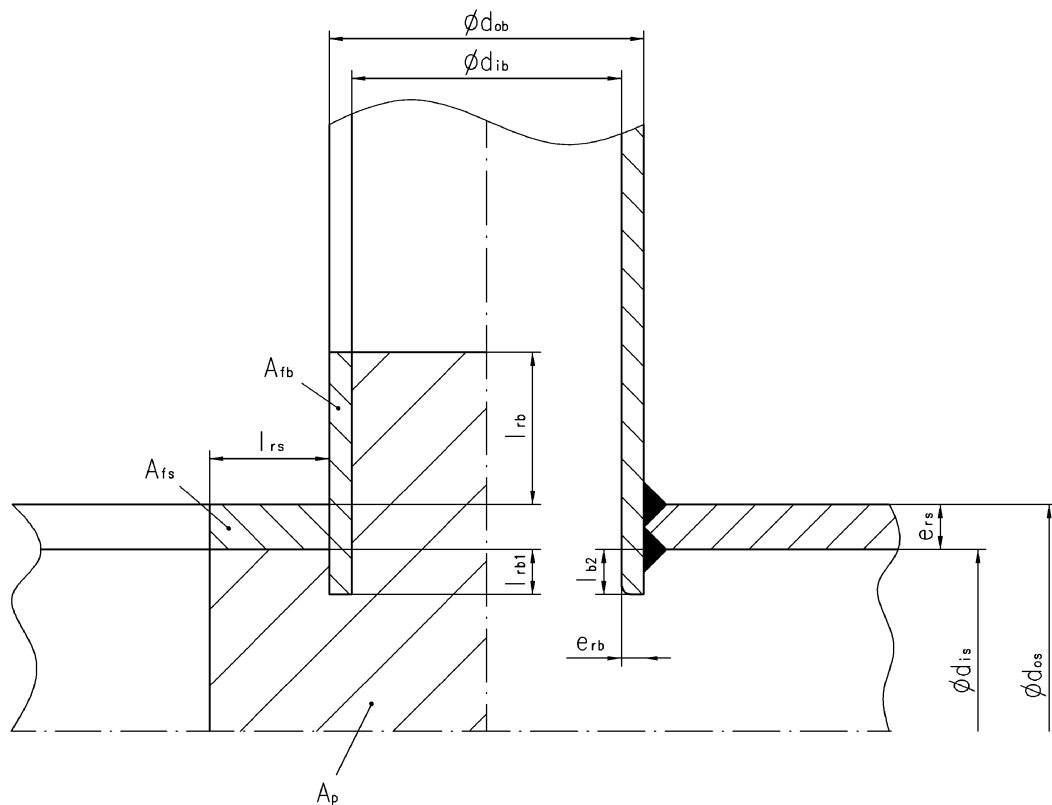


Bild 8.1-3 — Zylindrischer Mantel mit Abzweig mit voll durchgeschweißter Naht (durchgesteckt)

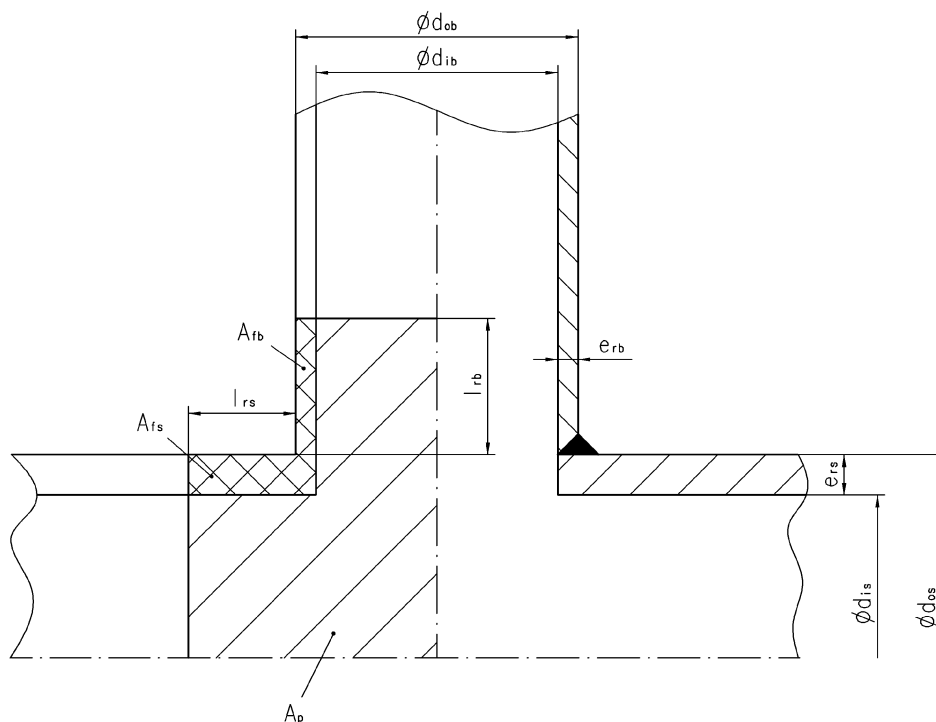


Bild 8.1-4 — Zylindrischer Mantel mit aufgeschweißtem Abzweig

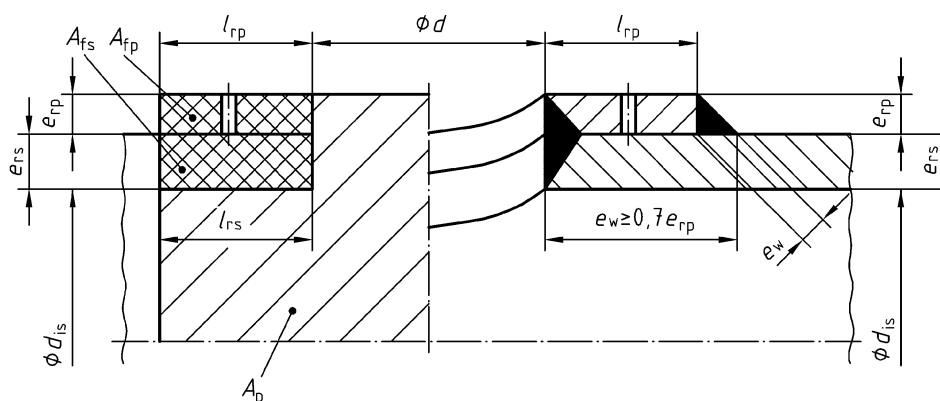


Bild 8.1-5 — Ausschnitt mit Verstärkungsscheibe

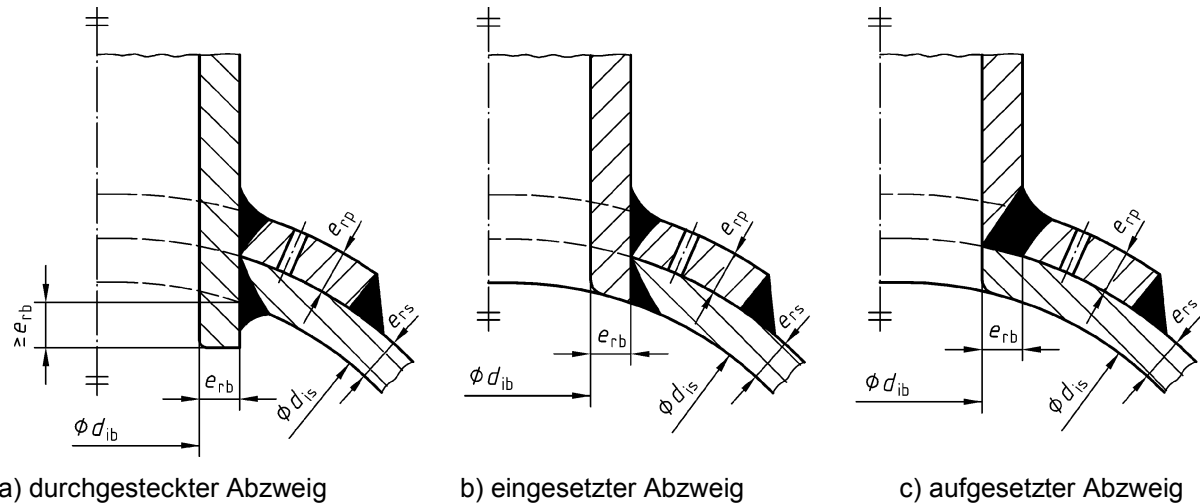
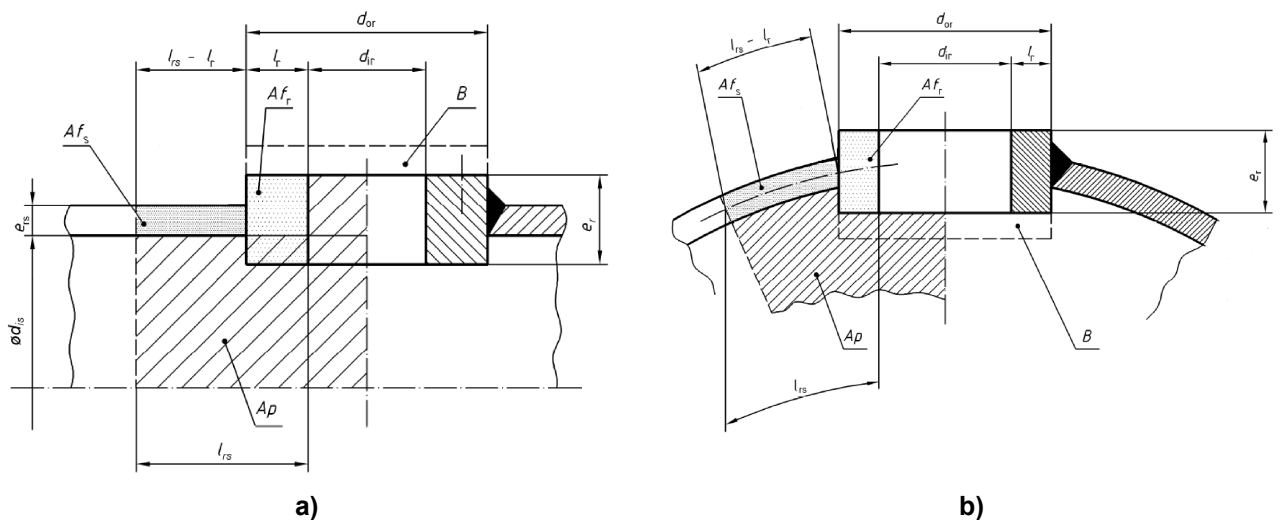


Bild 8.1-6 — Ausschnitt mit Verstärkungsscheibe und voll durchgeschweißtem Abzweig



Legende

- d_{or} Außendurchmesser des Rings
- d_{ir} Innendurchmesser des Rings
- e_r Höhe des Rings
- l_r Breite des Rings
- B Lage eines optionalen Blindflansches

Bild 8.1-7 — Ausschnitt mit Verstärkungsring (Flansch)

8.1.3 Bedingung für Einzelausschnitte

Benachbarte Ausschnitte müssen wie Einzelausschnitte behandelt werden, wenn für den Mittenabstand P_ϕ entsprechend Bild 8.3-3 die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$P_\phi \geq \left(\frac{d_{ib1}}{2} + e_{rb1} \right) + \left(\frac{d_{ib2}}{2} + e_{rb2} \right) + 2\sqrt{(d_{is} + e_{rs})e_{rs}} \quad (8.1-4)$$

Für Ausschnitte ohne Abzweige gilt $e_{rb} = 0$.

8.1.4 Anforderungen an die Konstruktion von Abzweigen

8.1.4.1 Mäntel mit einer geringeren zulässigen Spannung als die Abzweigung

Wenn der Mantel, der Abzweig und die zusätzliche Verstärkung aus Werkstoffen mit verschiedenen zulässigen Spannungen bestehen, und der Werkstoff des Mantels den niedrigsten Wert der zulässigen Spannung f_s aufweist, ist dieser Wert für alle Werkstoffe bei der Berechnung der Verstärkung des Ausschnitts so einzusetzen, dass sowohl f_p als auch f_b gleich f_s sind.

8.1.4.2 Abzweige oder Verstärkungsscheiben mit geringerer zulässiger Spannung als der Mantel

Wenn der Werkstoff des Abzweigs oder der Verstärkungsscheibe eine geringere zulässige Spannung f_p bzw. f_b als die zulässige Spannung des Mantels f_s aufweist, ist diese zulässige Spannung f_p bzw. f_b bei Verwendung der diesbezüglichen Gleichungen zu berücksichtigen.

8.1.4.3 Sonderfall

Der Innendurchmesser eines Stutzens d_{ib} ist in der Berechnung zu verwenden, auch wenn der Öffnungsdurchmesser d im Mantel kleiner als d_{ib} ist.

8.1.5 Anforderungen an die Auslegung von Verstärkungsscheiben

8.1.5.1 Allgemeines

Verstärkungsscheiben sind nach 8.1.1.1 auszulegen.

Werden Verstärkungsscheiben verwendet (siehe Bild 8.1-5 und 8.1-6), müssen diese engen Kontakt mit dem Mantel haben und mit Entlüftungslöchern versehen sein, um Gaseinschlüsse zu verhindern.

8.1.5.2 Berücksichtigung des Drucks

Werden Verstärkungsscheiben für die Verstärkung von Ausschnitten verwendet, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten.

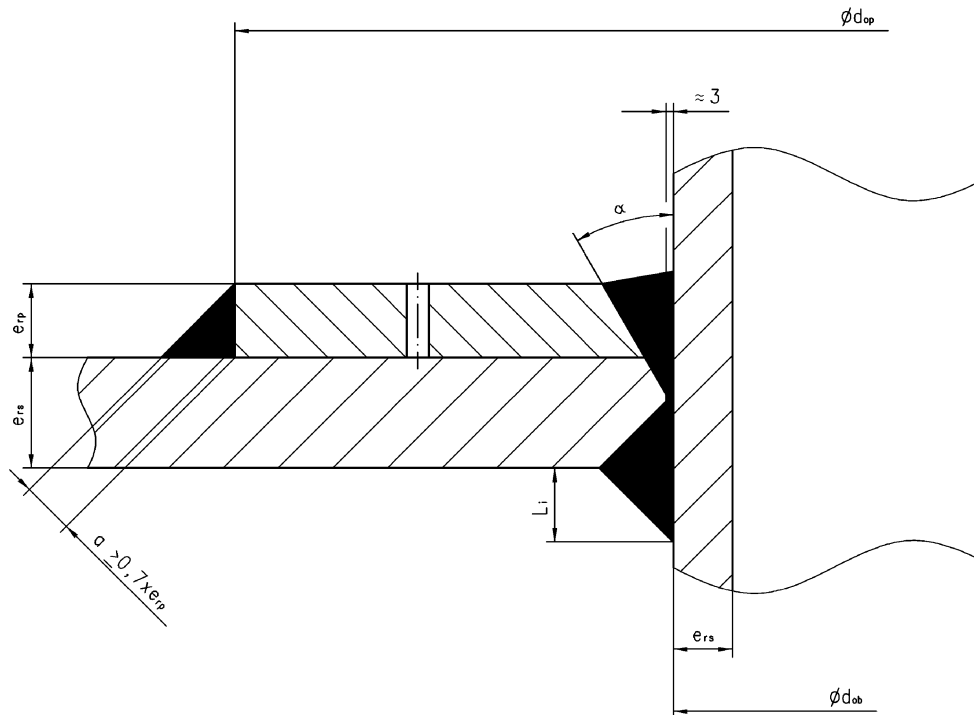
Die Schweißnaht zwischen Abzweig und Mantel muss EN 12953-4 entsprechen.

- a) Das Verhältnis d_{ib}/d_{is} des Abzweigdurchmessers zum Manteldurchmesser darf höchstens 1/4 betragen, es sei denn, die Eignung dieser Konstruktion kann anhand von Erfahrung belegt oder mit einer hydrostatischen Druckprüfung nachgewiesen werden.

Die Größe a der Schweißverbindung zwischen Verstärkungsscheibe und Mantel muss $\geq 0,7e_{rp}$ sein (siehe Bild 8.1-8).

- b) Für Berechnungszwecke darf die Wanddicke der Verstärkungsscheibe die Wanddicke des Mantels nicht überschreiten.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Entlüftungsloch
- α beträgt 30° bis 45°

Bild 8.1-8 — Verschweißen von Verstärkungsscheiben durch durchgesteckten und voll durchgeschweißten Abzweig

8.1.6 Allgemeine Anforderungen für die Berechnung von Querschnittsflächen und druckbeaufschlagten Flächen

Innendurchmesser sind wie folgt zu berechnen:

— beim Mantel

$$d_{is} = d_{os} - 2 \cdot (e_s - c_1 - c_2) \quad (8.1-5)$$

— bei Abzweigen

$$d_{ib} = d_{ob} - 2 \cdot (e_b - c_1 - c_2) \quad (8.1-6)$$

Der Korrosionszuschlag muss bei Verstärkungsscheiben nicht berücksichtigt werden.

Bei Querschnittsflächen sind die Dicken anhand der Nennwanddicke abzüglich der Zuschläge für negative Toleranzen (c_1) und Werkstoffabtrag (c_2) zu berechnen.

Wenn beide Seiten der Komponente in Kontakt mit dem Medium stehen, sind die Zuschläge für den Werkstoffabtrag nur einmal zu berücksichtigen.

8.2 Schweißnahtfaktor, alternatives Berechnungsverfahren, maximaler Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts

8.2.1 Allgemeines

Als Alternative zu den Gleichungen nach 8.3.3 und 8.3.4 dürfen die Gleichungen nach 8.2.3 und 8.2.4 verwendet werden. Gleichung (8.2-3) kann jedoch zu einem konservativen Ergebnis führen, da jegliche Verstärkung durch den Abzweig nicht berücksichtigt wird.

8.2.2 Zulässige Verschwächung und maximaler Durchmesser eines unverstärkten Ausschnitts

Die zulässige Verschwächung v_a ist durch Umstellung der Gleichung (7.2-1) für die verfügbare Wanddicke e_{rs} eines Mantels wie folgt zu berechnen:

$$v_a = \frac{p_c d_{is}}{(2f_s - p_c) e_{rs}} \quad (8.2-1)$$

Für diesen Verschwächungsbeiwert ist der größte Außendurchmesser d_{ob} eines Einzelabzweigs zu bestimmen, wenn dessen Wanddicke lediglich dem Innendruck standhalten kann.

$$d_{ob \max} = 2 \left(\frac{l_{rs}}{v_a} - l_{rs} \right) \quad (8.2-2)$$

In diesem Fall muss die verfügbare mittlere Spannung f_a gleich der zulässigen Spannung f_s des Mantels sein.

8.2.3 Einzelausschnitte

Die Gleichungen in diesem Abschnitt gelten für Einzelausschnitte oder, falls mehr als ein Ausschnitt vorhanden ist, nur wenn Gleichung (8.1-4) erfüllt ist. Wenn mehr als ein Ausschnitt vorhanden und Gleichung (8.1-4) nicht erfüllt ist, ist nach 8.2.3 zu verfahren.

Unverstärkte Einzelausschnitte mit Durchmesser d in zylindrischen Mänteln sind jedoch zulässig, wenn sie folgenden Gleichungen entsprechen:

$$d \leq 0,14 l_{rs} \quad (8.2-3)$$

und

$$e_{rs} \leq 0,1 d_{os} \quad (8.2-4)$$

wobei l_{rs} nach 8.1.2 zu berechnen ist.

Dies gilt ebenso für abgestufte Bohrungen und für nur teilweise durchgehende Löcher, selbst wenn die Gleichungen (8.2-6) oder (8.2-9) oder die genaueren Berechnungen nach 8.3.3 einen kleineren Durchmesser d empfehlen, als sich aus Gleichung (8.2-3) ergibt.

Wenn ein Rohr mit Außendurchmesser d_{ob} auf einen Ausschnitt gesetzt wird, wie in Bild 8.2-1 dargestellt, und das Rohr aufgrund seiner Wanddicke e_{rb} dem inneren Berechnungsdruck widerstehen kann, ist der Verschwächungsbeiwert v_b dieses Ausschnitts im Mantel zu berechnen mittels

$$v_b = \frac{2l_{rs}}{(2l_{rs} + d_{ob})} \quad (8.2-5)$$

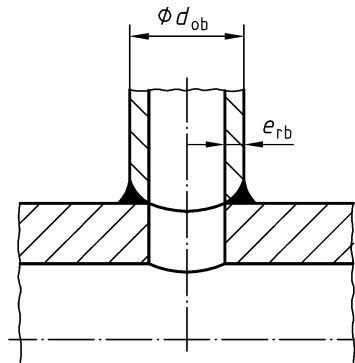


Bild 8.2-1 — Mit dem Mantel verbundenes Rohr

Wenn der Durchmesser d_{is} und die Wanddicke e_{rs} des Mantels bereits bestimmt wurden, ist ein Einzelausschnitt für ein Rohr mit einem maximalen Außendurchmesser

$$d_{ob} \leq 2l_{rs} \left[\frac{2e_{rs}}{d_{is}} \left(\frac{f_s}{p_c} - \frac{1}{2} \right) - 1 \right] \quad (8.2-6)$$

zulässig.

8.2.4 Benachbarte Ausschnitte

Wenn die Bedingung für den Mittenabstand P_ϕ benachbarter Ausschnitte entsprechend 8.1.3 nicht erfüllt ist und Rohre mit einem Außendurchmesser d_{ob} mit dem Ausschnitt verbunden werden, wobei die Rohre lediglich dem Innendruck aufgrund ihrer Wanddicke e_{rb} widerstehen können, lässt sich der Verschwächungsbeiwert der benachbarten Ausschnitte wie folgt bestimmen:

$$v_m = \frac{2(P_\phi - d_{ob})}{(1 + \cos^2 \phi) P_\phi} \leq 1 \quad (8.2-7)$$

bzw. für eine Längsteilung P_ϕ mit $\phi = 0$:

$$v_m = \frac{P_\phi - d_{ob}}{P_\phi} \quad (8.2-8)$$

Wenn die Außendurchmesser benachbarter Ausschnitte voneinander abweichen, gilt Folgendes

$$d_{ob} = \frac{d_{ob1} + d_{ob2}}{2} \quad (8.2-9)$$

Statt der Berechnung im Näherungsverfahren nach diesem Abschnitt ist 8.3.4 anwendbar.

8.3 Auslegung von Ausschnitten und Abzweigen in zylindrischen Mänteln (Verschwächung und Verstärkung)

8.3.1 Symbole und Abkürzungen

Zusätzlich zu den Symbolen nach EN 12953-1:2012 sind die in den Bildern 8.3-1 bis 8.3-4 dargestellten Symbole zu verwenden.

8.3.2 Anforderungen für die Anwendung

8.3.2.1 Ausschnitte

Die in 8.3.3. bis 8.3.4 festgelegten Regeln gelten für kreisrunde, elliptische und ovale Ausschnitte und Stutzen (einschließlich schräger Stutzen), die einzeln oder in Gruppen in Mänteln angeordnet sind, sofern die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) Ausschnitte und Stutzen nicht radial zum Mantel (Bild 8.3-2)

Das Verhältnis der großen zur kleinen Achse des Ausschnitts darf den Wert 2 nicht überschreiten.

- b) Schräge Stutzen (Bild 8.3-1)

Der Stutzen hat einen kreisrunden Querschnitt und der Winkel zwischen der Stutzenachse und einer Linie senkrecht zur Manteloberfläche darf 45° nicht überschreiten.

- c) Alle Stutzen

Keine vernachlässigbaren äußere Kräfte und Momente dürfen den Stutzen belasten. Andernfalls ist EN 13445-3:2009 anzuwenden, um die resultierenden Spannungen zu berechnen.

Der Stutzen-Innendurchmesser d_{ib} ist bei der Berechnung zu verwenden, selbst wenn der Durchmesser d des Ausschnitts im Mantel kleiner ist als d_{ib} .

Stutzenverbindungen mit dem Mantel durch nicht durchgeschweißte Nähte oder durchgesteckte Abzweige mit Kehlnaht sind als Ausschnitte ohne Verstärkung durch den Stutzen anzusehen.

Die druckbeaufschlagte Fläche im Rohrausschnitt ist zu berücksichtigen. Bei durchgesteckten Rohren mit innen liegender Kehlnaht ist die druckbeaufschlagte Fläche ebenso zu behandeln wie eine voll durchgeschweißte Naht.

8.3.2.2 Mindestwanddicke von Stutzen- und Abzweigverbindungen

Bei der Wanddicke von Stutzen und Abzweigen muss 8.1.1.1 b) berücksichtigt werden, die Wanddicke muss jedoch mindestens dem in Abschnitt 12 angegebenen Wert entsprechen.

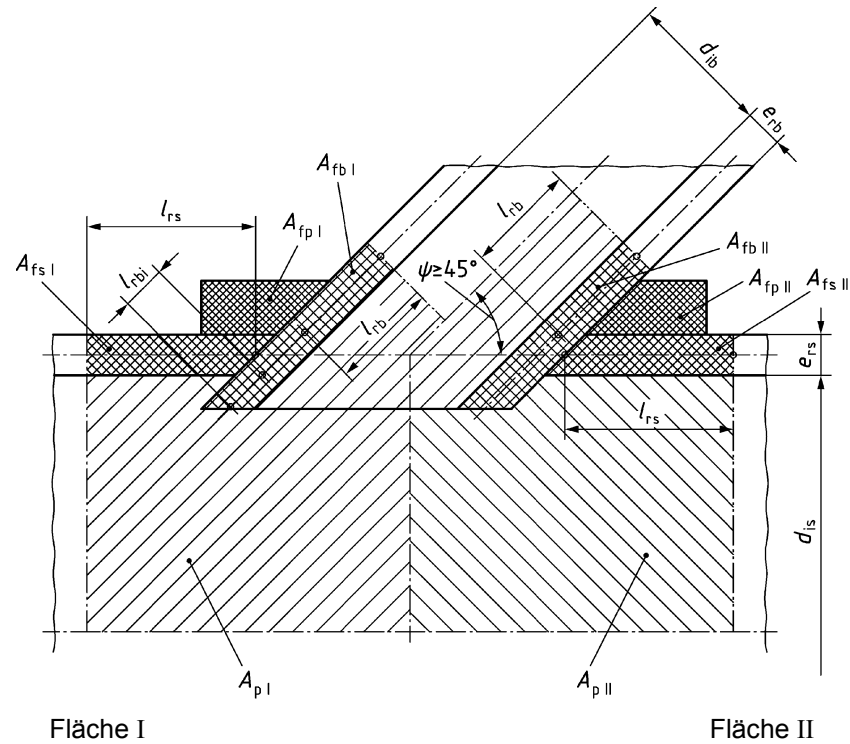


Bild 8.3-1 — Beanspruchungsschema für einen zylindrischen Mantel mit schrägem Abzweig und Verstärkungsscheibe

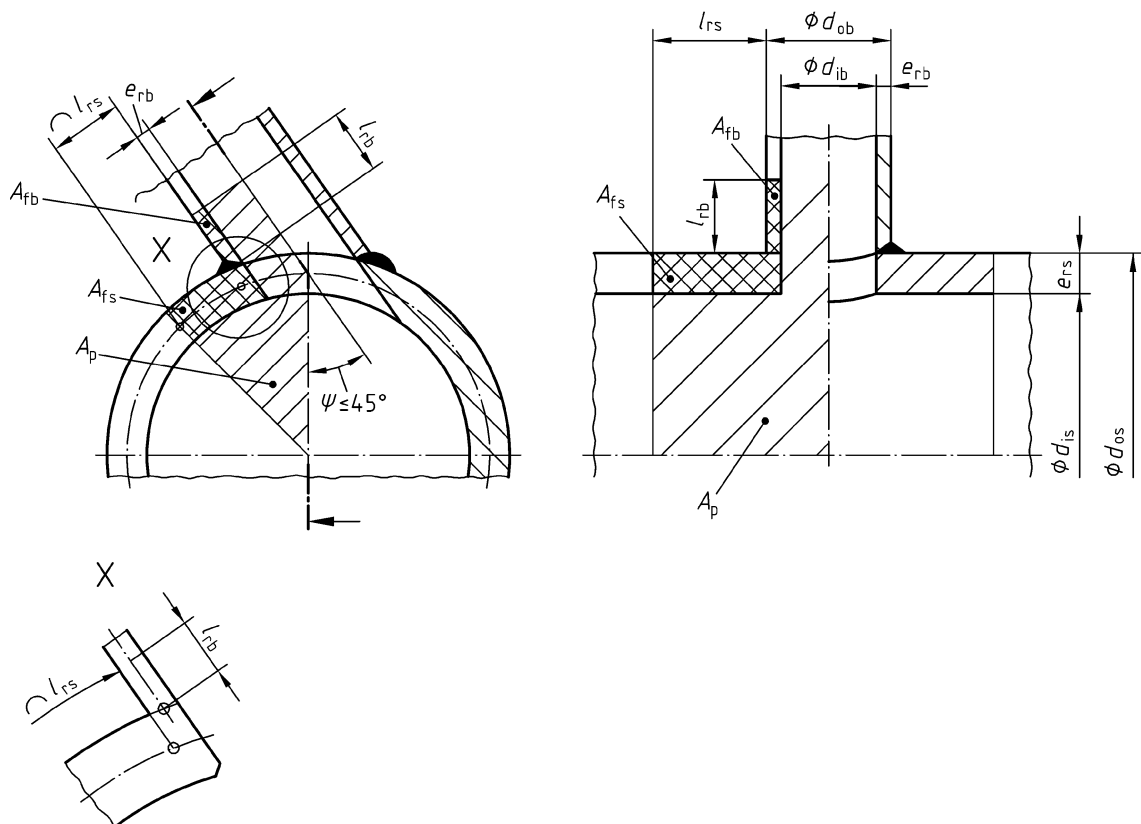
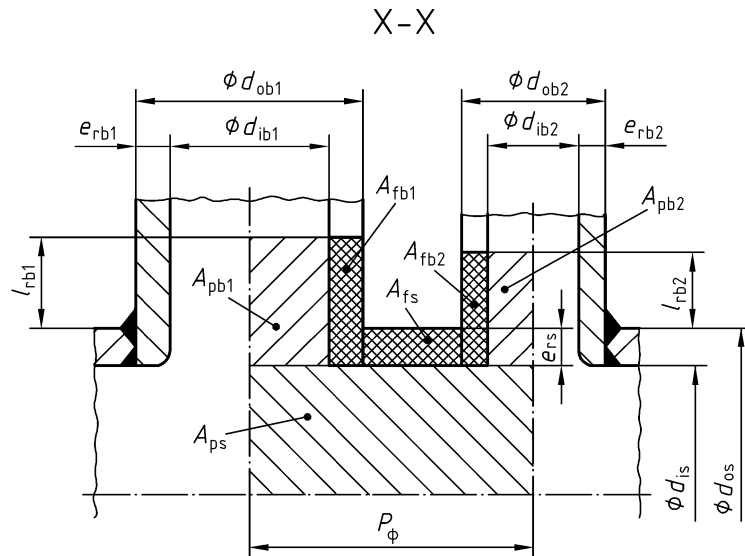
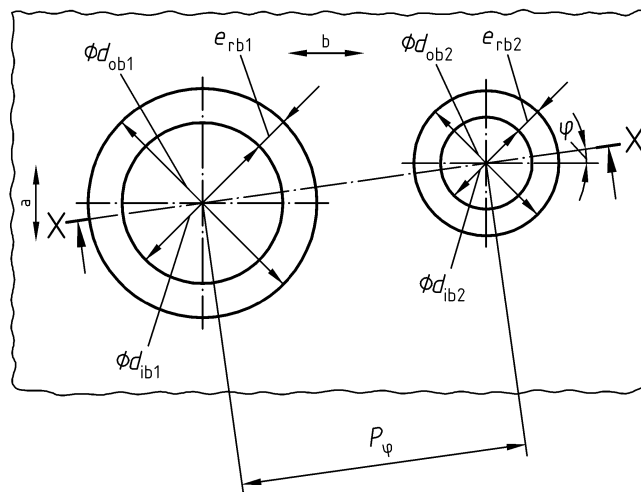


Bild 8.3-2 — Beanspruchungsschema für einen zylindrischen Mantel mit nicht radialem Abzweig

a) Schnitt X — X



b) Draufsicht



Legende

- a Umfangsrichtung
- b Längsrichtung

ANMERKUNG Bei a) Schnitt X — X wurde P_{ϕ} für $\phi = 0$ dargestellt.

Bild 8.3-3 — Beanspruchungsschema für einen zylindrischen Mantel mit benachbarten Abzweigen mit einem Winkel ϕ zur Mantelachse