

DIN EN 12952-5

ICS 27.040

Ersatz für
DIN EN 12952-5:2012-01**Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten –
Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile;
Deutsche Fassung EN 12952-5:2021**

Water-tube boilers and auxiliary installations –
Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boiler;
German version EN 12952-5:2021

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires –
Partie 5: Fabrication et construction des parties sous pression des chaudières;
Version allemande EN 12952-5:2021

Gesamtumfang 99 Seiten

DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12952-5:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 082-00-18-01 UA „Wasserrohrkessel“ im DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12952-5:2012-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normative Verweisungen aktualisiert;
- b) Abschnitt 7 „Schneiden, Umformen und Fertigungstoleranzen“ überarbeitet;
- c) Abschnitt 8 „Schweißen“ überarbeitet, insbesondere neue Abschnitte 8.3 und 8.4 mit Anforderungen aus EN 12952-6:2011 eingefügt;
- d) Tabelle 12 zur Wärmebehandlung angepasst;
- e) Anhang E und Anhang F überarbeitet;
- f) Norm redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12952-5: 2002-05, 2012-01

Deutsche Fassung

Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile

Water-tube boilers and auxiliary installations —
Part 5: Workmanship and construction of pressure
parts of the boiler

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires —
Partie 5: Fabrication et construction des parties sous
pression des chaudières

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. November 2021 angenommen.

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

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Allgemeines	11
6 Drucktragende Teile	12
6.1 Trommeln, Sammler und ähnliche drucktragende Teile	12
6.1.1 Grundsätze für die Fertigung	12
6.1.2 Herstellungsprozess für Sammlerböden	12
6.1.3 Werkstoffe für Sammlerböden	12
6.2 Werkstoffidentifikation	12
6.3 Werkstoffkennzeichnung	12
6.3.1 Allgemeines	12
6.3.2 Verantwortliches Personal	13
6.3.3 Kennzeichnungsverfahren	13
6.3.4 Kennzeichnung nicht drucktragender Teile	13
6.3.5 Kennzeichnung von Schrauben und Muttern	13
6.4 Kennzeichnung während der Fertigung	13
6.4.1 Temporäre Kennzeichnung	13
6.4.2 Dauerhafte Kennzeichnung	13
6.4.3 Rohrbiegungen	14
6.4.4 Lagezeichnungen	14
7 Schneiden, Umformen und Fertigungstoleranzen	14
7.1 Schneiden des Werkstoffs	14
7.1.1 Schneidverfahren	14
7.1.2 Maßnahmen nach dem Schneiden	14
7.2 Umformen von Trommeln, Sammlern und Böden	14
7.2.1 Allgemeines	14
7.2.2 Trommel- und Sammlermäntel	15
7.2.3 Böden	15
7.2.4 Geschweißte Bleche vor der Warm- oder Kaltumformung	15
7.2.5 Aushaltungen an Sammlern	15
7.3 Formen von Rohrbiegungen	15
7.3.1 Allgemeines	15
7.3.2 Verfahrensprüfung für Rohrbiegungen	15
7.3.3 Anforderungen an die Abmessungsprüfung	16
7.3.4 Verschwächung der Bogenaußenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser ≤ 142 mm	17
7.3.5 Verdickung auf der Bogeninnenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser über 80 mm bis einschließlich 142 mm	17
7.3.6 Verschwächung/Verstärkung auf der Bogenaußen-/-innenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser > 142 mm	18
7.3.7 Unrundheit von Rohrbiegungen	18
7.3.8 Wärmebehandlung von Rohrbiegungen nach dem Biegen	19

7.3.9	Anforderungen an die Wärmebehandlung nach dem Biegen	20
7.3.10	Falten auf der Bogeninnenseite	20
7.3.11	Oberfläche der Rohrbiegungen	22
7.3.12	Gruppenbiegung von Rohrwänden	22
7.3.13	Biegen von Verbundrohren	22
7.3.14	Fertigung von Rohrreduzierstücken	23
7.4	Toleranzen für Trommel- und Sammlerfertigung	23
7.4.1	Toleranzen für den Zusammenbau von aus Blech gefertigten Schüssen und Böden	23
7.4.2	Toleranzen des Mantels im Endzustand	25
7.4.3	Toleranzen für Böden im Endzustand	25
8	Schweißen	26
8.1	Konstruktive und sonstige das Schweißen betreffende Anforderungen	26
8.1.1	Allgemeines	26
8.1.2	Werkstoffauswahl hinsichtlich Schweißen	26
8.1.3	Angabe der Schweißverbindungen in den Zeichnungen	26
8.1.4	Schweißvoraussetzungen	26
8.1.5	Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme	27
8.1.6	Stumpfnähte in Rohrbögen	27
8.1.7	Abstand zwischen benachbarten Schweißnähten	27
8.1.8	Stumpfschweißnähte in Längsrichtung in Schüssen von Kesseltrommeln	28
8.1.9	Versatz von Stumpfschweißnähten in Längsrichtung bei zwei und mehr Schüssen	28
8.1.10	Verbindungen unterschiedlicher Werkstoffe	28
8.1.11	Schutz gegen Witterung	28
8.1.12	Verfügbarkeit der Schweißanweisung	28
8.2	Schweißzusätze	28
8.3	Qualifizierung der Schweißanweisung	29
8.3.1	Allgemeines	29
8.3.2	Anwendung von EN ISO 15614-1:2017, Stufe 2	29
8.4	Prüfung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen	31
8.5	Allgemeine Anforderungen an die Herstellung von Schweißnähten	31
8.5.1	Oberflächenzustand vor dem Schweißen	31
8.5.2	Zusammenbau der Bauteile für das Schweißen	32
8.5.3	Temporäre Anschweißteile	32
8.5.4	Zündstellen	32
8.5.5	Rückverfolgung von Schweißern	33
8.6	Ausbesserung von Schweißnähten	33
8.6.1	Allgemeines	33
8.6.2	Reparaturschweißen von Längs- und Rundnähten an Trommeln und Sammlern, die Arbeitsproben erforderlich machen	33
8.6.3	Zerstörungsfreie Prüfung	33
8.6.4	Aufzeichnung von Schweißreparaturen	33
8.7	Vorwärmung	33
8.8	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	34
8.9	Schweißen nach einer abschließenden Wärmebehandlung	34
8.10	Schweißverbindungen, Anschweißungen und Arbeitsproben	35
8.10.1	Stumpfschweißte Längs- und Rundnähte an Trommeln und Sammlern sowie Arbeitsproben	35
8.10.2	Schweißen von Sammlerböden	37
8.10.3	Anschweißen von Abzweigen, Stutzen, Nippeln und anderen Anschweißteilen an Trommeln und Sammlern	37
8.10.4	Verstärkungsteile und Mannlochrahmen	38
8.11	Anschweißen von nicht drucktragenden Teilen an Trommeln und Sammler	38
8.12	Schweißen von Rohren	39
8.12.1	Allgemeines	39
8.12.2	Unterbrechung der Schweißung	39

8.12.3	Fertigstellung der Schweißung.....	39
8.12.4	Abstand von Stumpfschweißnähten in geraden Rohren	39
8.12.5	Versatz der Rohrenden.....	39
8.12.6	Winkelversatz von Rohrstumpfnähten	40
8.12.7	Zusammengesetzte Bögen	40
8.12.8	Schweißunterlage.....	40
8.12.9	Wurzelschutz, Formieren von Schweißnähten.....	40
8.12.10	Schweißen von Abzweigen, Stutzen und Nippeln an Rohre.....	41
8.12.11	Anschiessen von nicht drucktragenden Teilen an Rohre.....	41
8.13	Abbrennstumpfschweißen von Rohren	41
8.14	Geschweißte Rohrwände.....	41
8.15	Lichtbogenbolzenschweißen.....	41
9	Mechanische Verbindungen	42
9.1	Allgemeines	42
9.2	Zugangsöffnungen	42
9.2.1	Typen	42
9.2.2	Abmessungen.....	42
9.2.3	Innere Verschlüsse.....	42
9.2.4	Äußere Verschlüsse	43
9.3	Mechanische Verbindung von Abzweigen und Stutzen zu den drucktragenden Hauptteilen	43
9.3.1	Anwendungsbereich und Einschränkung.....	43
9.3.2	Schraubverbindungen	43
9.3.3	Verbindungen mit Gewindebolzen	43
9.4	Rohrverbindungen.....	44
9.4.1	Verbindung durch Aufweiten.....	44
9.4.2	Mechanische Verbindungen von Rohren.....	46
9.4.3	Verbindung von nicht drucktragenden Teilen mit drucktragenden Teilen	46
10	Wärmebehandlung	47
10.1	Allgemeines	47
10.2	Wärmeführung und Wärmebehandlung(en) in Verbindung mit der Blechumformung.....	47
10.2.1	Wärmeführung während der Warmumformung.....	47
10.2.2	Wärmebehandlung bei der Umformung.....	48
10.2.3	Mäntel und Schüsse.....	48
10.2.4	Böden	48
10.2.5	Arbeitsproben für umgeformte Bauteile	49
10.3	Vorwärmen zum Schweißen und thermischen Schneiden.....	49
10.3.1	Allgemeines	49
10.3.2	Vorwärmen zum Schweißen.....	49
10.3.3	Vorwärmen zum thermischen Schneiden	50
10.3.4	Messen der Vorwärmung.....	50
10.4	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	51
10.4.1	Allgemeines	51
10.4.2	Methoden der Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	56
10.4.3	Verfahren der Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	59
10.5	Wärmebehandlung von Arbeitsproben.....	60
Anhang A (normativ)	Rohrbiege-Verfahrensprüfungen.....	61
A.1	Allgemeines	61
A.2	Warm- oder kaltgebogene Rohre mit einem Außendurchmesser ≤ 142 mm.....	61
A.2.1	Biegeverfahren	61
A.2.2	Wärmebehandlung nach dem Biegen (PBHT)	62
A.2.3	Geltungsbereich der Prüfungen	62
A.2.4	Anforderungen an die Qualifikation.....	63
A.3	Kaltgebogene Rohre mit einem Außendurchmesser > 142 mm.....	65

A.3.1	Biegeverfahren.....	65
A.3.2	Wärmebehandlung nach dem Biegen (PBHT)	65
A.3.3	Geltungsbereich der Prüfung.....	65
A.3.4	Anforderungen an die Qualifikation	65
A.4	Warmgebogene Rohre mit einem Außendurchmesser > 142 mm	66
A.4.1	Biegeverfahren.....	66
A.4.2	Wärmebehandlung nach dem Biegen (PBHT)	66
A.4.3	Geltungsbereich der Prüfung.....	67
A.4.4	Anforderungen an die Qualifikation	67
Anhang B (informativ) Schweißverbindungen in drucktragenden Teilen und nicht druckführende Anschweißungen.....		70
Anhang C (normativ) Herstellung geschweißter Rohrwände.....		71
C.1	Allgemeines	71
C.2	Verfahren bei der Herstellung.....	71
C.2.1	Allgemeines	71
C.2.2	Rohre mit angeschweißten Flossen (Rohrstege).....	71
C.2.3	Flossenrohre	71
C.2.4	Andere Verfahren.....	71
C.3	Zulässige Werkstoffe	71
C.3.1	Rohre.....	71
C.3.2	Stege	72
C.3.3	Schweißzusätze	72
C.4	Herstellungsverfahren und Prüfungen	72
C.4.1	Schweißverfahren.....	72
C.4.2	Besondere Anforderungen bei der Herstellung.....	72
C.4.3	Wärmebehandlung	73
C.5	Anerkennung der Schweißverfahren	73
C.6	Arbeitsproben.....	73
C.7	Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP).....	73
Anhang D (normativ) Spiralgewinkelte Kessel und Überhitzer		78
D.1	Allgemeines	78
D.2	Besondere Anforderungen.....	78
Anhang E (normativ) Besondere Anforderungen an Rückgewinnungskessel.....		79
E.1	Allgemeines	79
E.2	Besondere Anforderungen für das Biegen von Verbundrohren.....	79
E.2.1	Allgemeines	79
E.2.2	Anwendung der Festlegungen für das Biegen von Verbundrohren.....	79
E.3	Besondere Anforderungen an die Herstellung von geschweißten Rohrwänden aus Verbundrohren	80
E.3.1	Allgemeines	80
E.3.2	Stege	80
E.3.3	Steg-Rohr-Anschweißnähte an Verbundrohren	80
E.4	Kennzeichnung des Werkstoffs.....	80
E.5	Abbrennstumpfschweißen	80
E.6	Besondere Anforderungen für die Schweißverfahrensprüfungen für das Schmelzschweißen.....	80
E.6.1	Allgemeines	80
E.6.2	Anwendung der EN ISO 15614-1:2017, Stufe 2 bei Verbundrohren.....	80
E.7	Besondere Anforderungen an Schweißerprüfungen für Schmelzschweißen von Verbundrohren	82
E.7.1	Allgemeines	82
E.7.2	Anwendung der EN ISO 9606-1:2017 bei Verbundrohren.....	82
Anhang F (informativ) Leitfaden für die Feststellung der Befähigung von Kesselherstellern		83

F.1	Allgemeines	83
F.2	Verantwortlichkeit des Käufers	83
F.3	Verantwortlichkeit des Herstellers	83
F.4	Anforderungen hinsichtlich der Befähigung des Herstellers.....	84
F.5	Befähigungserklärung des Herstellers	84
Anhang G (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen diesem Dokument und der vorherigen Ausgabe		95
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU		96
Literaturhinweise.....		97

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12952-5:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 12952-5:2011.

Anhang G enthält Einzelheiten zu wesentlichen technischen Änderungen in diesem Dokument im Vergleich zur vorherigen Ausgabe.

Die Normenreihe EN 12952 über „Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten“ 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: Betriebsbegleitende Berechnung der Lebensdauererwartung
- Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile
- Teil 6: Prüfung während der Fertigung, Dokumentation und Kennzeichnung für drucktragende Kesselteile
- Teil 7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel
- Teil 8: Anforderungen an Feuerungsanlagen für flüssige und gasförmige Brennstoffe für den Kessel
- Teil 9: Anforderungen an Staubfeuerungsanlagen für den Kessel
- Teil 10: Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung
- Teil 11: Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen an Kessel und Zubehör
- Teil 12: Anforderungen an die Speisewasser- und Kesselwasserqualität
- Teil 13: Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen
- Teil 14: Anforderungen an Rauchgas-DENOX-Anlagen, die flüssiges Ammoniak und Ammoniakwasserlösung einsetzen
- Teil 15: Abnahmeversuche
- Teil 16: Anforderungen an Rost- und Wirbelschichtfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe für den Kessel
- CR 12952 Teil 17: Leitfaden für die Einbeziehung einer herstellerunabhängigen Prüforganisation
- Teil 18: Betriebsanleitungen

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 Wasserrohrkessel mehrere Teile benötigt, um die Anforderungen des Dokuments zu erfüllen.

ANMERKUNG Für sämtliche Fragen zur Anwendung der Normenreihe EN 12952 und der Normenreihe EN 12953 wurde ein „Boiler Helpdesk“ im CEN/TC 269 eingerichtet, siehe die folgende Webseite: <http://www.boiler-helpdesk.din.de>.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinie(n).

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen für die Verarbeitung und Bauausführung von Wasserrohrkesseln fest, die in EN 12952-1:2015 festgelegt sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1092-1:2018, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 1759-1:2004, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach Class bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche, NPS 1/2 bis 24*

EN 10025-2:2019, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 10028-2:2017, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte Stähle mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10204:2004, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10216-2:2013, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*

EN 10253-2:2007, *Formstücke zum Einschweißen — Teil 2: Unlegierte und legierte ferritische Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

EN 10253-4:2008,¹ *Formstücke zum Einschweißen — Teil 4: Austenitische und austenitisch-ferritische (Duplex-)Stähle mit besonderen Prüfanforderungen*

EN 12952-1:2015, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 1: Allgemeines*

EN 12952-2:2021, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 2: Werkstoffe für drucktragende Kesselteile und Zubehör*

EN 12952-3:2011, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 3: Konstruktion und Berechnung für drucktragende Kesselteile*

EN 12952-6:2021, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 6: Prüfung während der Herstellung, Dokumentation und Kennzeichnung für drucktragende Kesselteile*

EN 12952-7:2012, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel*

EN ISO 148-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1:2016)*

1 Dokument beeinflusst durch EN 10253-4:2008/AC:2009.

EN ISO 3452-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 3452-1:2013, korrigierte Fassung 2014-05-01)*

EN ISO 4759-1:2000, *Toleranzen für Verbindungselemente — Teil 1: Schrauben und Muttern; Produktklassen A, B und C (ISO 4759-1:2000)*

EN ISO 6507-1:2018, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:2018)*

EN ISO 6892-1:2019, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2019)*

EN ISO 9606-1:2017, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012, einschließlich Cor 1:2012 und Cor 2:2013)*

EN ISO 14555:2017, *Schweißen — Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:2017)*

EN ISO 15609 (alle Teile), *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung (ISO 15609, alle Teile)*

EN ISO 15613:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund einer vorgezogenen Arbeitsprüfung (ISO 15613:2004)*

EN ISO 15614-1:2017,² *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017)*

EN ISO 15614-7:2019, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 7: Auftragschweißen (ISO 15614-7:2016)*

EN ISO 14732:2013, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern und Einrichtern zum mechanischen und automatischen Schweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14732:2013)*

EN ISO 17638:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung (ISO 17638:2016)*

EN ISO 17639:2013, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Makroskopische und mikroskopische Untersuchungen von Schweißnähten (ISO 17639:2003)*

EN ISO 17663:2009, *Schweißen — Qualitätsanforderungen zur Wärmebehandlung beim Schweißen und bei verwandten Prozessen (ISO 17663:2009)*

EN ISO 23277:2015, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23277:2015)*

EN ISO 23278:2015, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 23278:2015)*

CEN ISO/TR 15608:2017, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2017)*

² Dokument beeinflusst durch EN ISO 15614-1:2017/A1:2019.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12952-1:2015 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Kaltumformen

für ferritische Stähle das Umformen bei Temperaturen unter der maximal zulässigen Temperatur für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen, für austenitische Werkstoffe das Umformen bei Temperaturen unterhalb 300 °C

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Tabelle 12.

3.2

Warmumformen

für ferritische Stähle das Umformen bei Temperaturen bei oder oberhalb der maximal zulässigen Temperatur für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Tabelle 12.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach EN 12952-1:2015. In diesem gesamten Dokument sind zusätzliche Begriffe und Symbole eingefügt, sofern der jeweilige spezifische Text dies erfordert. Darüber hinaus sollte beachtet werden, dass in einigen Abschnitten das gleiche zusätzliche Symbol in unterschiedlichen Gleichungen mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet sein kann. In allen derartigen Fällen ist jedoch zu jeder Gleichung die Bedeutung des Symbols angegeben.

5 Allgemeines

Wasserrohrkessel müssen nach genehmigten Zeichnungen, Verfahren und Spezifikationen sowie nach bewährter Technik hergestellt und montiert werden.

Die Werkstätten und Baustellen für die Konstruktion von Wasserrohrkesseln sind mit den erforderlichen Einrichtungen auszurüsten und müssen über geeignete Gerätschaften verfügen, um alle erforderlichen Inspektionen und Prüfungen nach EN 12952-6:2021 zu ermöglichen. Die zutreffenden Herstellungsverfahren müssen angemessen und das mit der Herstellung beschäftigte Personal muss kompetent sowie für seine Aufgaben angemessen qualifiziert sein. Die Verfahren für die Zulassung von Schweißern und ZfP-Personal sind in 8.4 dieses Dokuments und in EN 12952-6:2021, 7.2, angegeben.

Angemessene Aufzeichnungen über Herstellungsabläufe müssen aufbewahrt werden.

6 Drucktragende Teile

6.1 Trommeln, Sammler und ähnliche drucktragende Teile

6.1.1 Grundsätze für die Fertigung

Trommeln, Sammler und ähnliche drucktragende Teile müssen aus Rohren, Schmiedestücken, Blechen oder Gussstücken hergestellt werden. Trommeln und Sammler müssen außen wie innen in einem angemessen sauberen Zustand sein, um eine sachgerechte Sichtprüfung der Oberfläche zu ermöglichen, die vor dem Bohren der Löcher für Rohrstutzen, Abzweige usw. und dem Schweißen von dauerhaften Verbindungen durchzuführen ist.

6.1.2 Herstellungsprozess für Sammlerböden

Die Enden geschmiedeter oder sonstiger nahtloser Sammler aus Stahlrohren müssen durch eines der folgenden Verfahren verschlossen werden:

- a) Schmieden oder Umformung;
- b) Schweißen nach Abschnitt 8, siehe auch EN 12952-3:2011, Bild 10.3-1;
- c) verschraubte Flansche in Übereinstimmung mit den zutreffenden Europäischen Normen, z. B. EN 1092-1:2018 oder EN 1759-1:2004.

Verschraubte Flansche nach c) dürfen nicht verwendet werden, wenn die Schraubenbolzen dem Rauchgas ausgesetzt wären.

6.1.3 Werkstoffe für Sammlerböden

Geschmiedete oder mechanisch bearbeitete Sammlerböden müssen aus einer Stahlsorte bestehen, die dem Grundkörper des Sammlers angepasst ist, und sind nach EN 12952-3:2011, Bild 10.3-1 zu profilieren.

6.2 Werkstoffidentifikation

Für alle drucktragenden Teile und Trommelaufhängungen muss der Hersteller ein System zur Werkstoffidentifikation anwenden.

Das System muss sicherstellen, dass der Werkstoff, der für größere drucktragende Teile (Trommeln, Rohre für Sammlermäntel mit $d_o > 142$ mm) verwendet wird, bis auf seine Herstellung zurückverfolgt werden kann. Zur Identifikation von Rohren, die nicht für Sammler verwendet werden, sowie von Rohren für Sammlermäntel mit $d_o \leq 142$ mm muss ein System verwendet werden, das eine eindeutige Zuordnung der Schmelze bei der Anlieferung ins Herstellerwerk und die Werkstoffidentifikation während der gesamten Fertigung durch die Kennzeichnung ermöglicht.

6.3 Werkstoffkennzeichnung

6.3.1 Allgemeines

Die Kennzeichnung von Werkstoffen muss während der gesamten Fertigung erhalten bleiben. Wenn im Zuge der Fertigung die Originalkennzeichnung entfernt wird, oder durch Trennen Teile ohne Kennzeichnung entstehen könnten, ist die Kennzeichnung zu übertragen; in der Regel muss dies vor dem relevanten Fertigungsschritt erfolgen.

Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass beim Umstempeln keine Verwechslungen auftreten können.

6.3.2 Verantwortliches Personal

Die Umstempelung muss durch vom Hersteller benannte Werksangehörige erfolgen; ausgenommen hiervon sind Teile, die ein Abnahmeprüfzeugnis (3.2) nach EN 10204:2004 erfordern, sowie Bauteile, die als Kleinteile eingestuft sind.

Für Werkstoffe mit Abnahmeprüfzeugnissen (3.2) nach EN 10204:2004 erfolgt die Kennzeichnungsübertragung entsprechend den Anforderungen nach EN 12952-6:2021.

Dies gilt nicht für Kleinteile, z. B. Nippel, Stutzen, Flansche, Verstärkungsringe mit Außendurchmesser $d_o \leq 142$ mm, die aus geprüften Erzeugnisformen hergestellt werden.

6.3.3 Kennzeichnungsverfahren

Im Allgemeinen sollte die Werkstoffkennzeichnung durch Hartstempeln unter Verwendung eines Metallstempels mit gerundeter Kontur oder durch Ätzen erfolgen.

Andere Kennzeichnungsverfahren dürfen angewendet werden, wenn der Hersteller sicherstellen kann, dass die Sicherheit des Kessels dadurch nicht gefährdet wird.

6.3.4 Kennzeichnung nicht drucktragender Teile

Für nicht drucktragende Anschweißteile ist die Übertragung der Kennzeichnung nur dann erforderlich, wenn die Zuordnung der Werkstoffe sich nicht eindeutig aus der Zeichnung oder der Stückliste ergibt.

6.3.5 Kennzeichnung von Schrauben und Muttern

Schrauben und Muttern für drucktragende Teile müssen mit dem Herstellerkennzeichen und dem Symbol der Festigkeitsklasse oder der Werkstoffbezeichnung nach EN ISO 4759-1:2000 gekennzeichnet sein.

6.4 Kennzeichnung während der Fertigung

6.4.1 Temporäre Kennzeichnung

Temporäre Kennzeichnungen mit dem Ziel der Identifikation während der Fertigung, wie z. B. Teile-Nr., Schweißer-Nr., Film-Nr. usw., müssen nach einem oder einer Kombination der folgenden Verfahren ausgeführt werden:

- a) mit Farbe oder Stift, vorausgesetzt, dass der zu kennzeichnende Werkstoff damit verträglich ist;
- b) mit Vibrationsätz- oder anderen Ätzgeräten;
- c) mit Metallstempel mit gerundeter Kontur.

6.4.2 Dauerhafte Kennzeichnung

Dauerhafte Kennzeichnungen, die den Anforderungen nach 6.2 entsprechen, müssen nach einem oder einer Kombination der folgenden Verfahren ausgeführt werden:

- a) mit Vibrationsätz- oder anderen Ätzgeräten;
- b) mit Metallstempel mit gerundeter Kontur;
- c) durch Anschweißen eines gestempelten Schildes an das Bauteil, wobei das Schweißverfahren qualifiziert sein muss.

6.4.3 Rohrbiegungen

Die Verwendung von Metallstempeln ist im verformten Bereich von Rohrbiegungen unzulässig.

6.4.4 Lagezeichnungen

Für Schweißer-Kennzeichnungen, Film-Nr. usw. können Lagezeichnungen vorgegeben werden.

7 Schneiden, Umformen und Fertigungstoleranzen

7.1 Schneiden des Werkstoffs

7.1.1 Schneidverfahren

Stahl muss durch thermisches Schneiden, Scheren, Sägen, mechanische Bearbeitung oder eine Kombination dieser Verfahren getrennt werden. Thermisches Schneiden kann in Abhängigkeit von Stahltyp und Wanddicke ein Vorwärmen erfordern; dies muss unter Berücksichtigung von 10.3.3 erfolgen. Es ist allgemein zulässig, die durch das Schneiden auf der Schere erzeugte kaltverfestigte Zone zu belassen, wenn diese beim Schweißen aufgeschmolzen wird.

7.1.2 Maßnahmen nach dem Schneiden

Werkstoff, der infolge des Zuschneidens, der Schweißkantenanarbeitung oder der Endenbearbeitung metallurgisch geschädigt wurde, muss entweder durch mechanische Bearbeitung, Schleifen, Spanen oder thermisches Schneiden bis auf das fehlerfreie Metall entfernt werden.

Oberflächen, die durch thermisches Schneiden hergestellt wurden, müssen durch mechanische Bearbeitung oder Schleifen soweit nachgearbeitet werden, bis alles verbrannte Metall, schädliche Kerben, Schlacke und Zunder beseitigt sind; bei unlegiertem Stahl sind leichte Verfärbungen an maschinell geschnittenen Kanten nicht als unzulässig zu bewerten. Wenn legierte Stähle durch thermisches Schneiden getrennt werden, muss die Oberfläche durch mechanische Bearbeitung oder durch Schleifen um mindestens 1,5 mm abgearbeitet werden, sofern nicht nachgewiesen werden kann, dass das Material durch den Schneidprozess nicht geschädigt wurde.

Diese Anforderungen an die Nachbearbeitung gelten nicht für Oberflächen, die für das Schweißen nach dem Elektroschlacke-Verfahren hergestellt werden; hierfür ist das thermische Schneiden ohne weitere Nachbehandlung im Allgemeinen zulässig.

Nach dem Anarbeiten der Schweißkanten müssen diese einer Sichtprüfung auf Freiheit von Fehlstellen, Rissen, Doppelungen, Schlackeneinschlüssen oder anderen Fehlern unterzogen werden, bevor weitere Arbeiten ausgeführt werden. Schweißreparaturen an defekten Werkstoffen, die infolge des thermischen Schneidens erforderlich werden, müssen nach einem qualifizierten Schweißverfahren durchgeführt werden.

7.2 Umformen von Trommeln, Sammlern und Böden

7.2.1 Allgemeines

Trommeln, Sammler und Böden müssen durch Walzen oder Pressen aus Blech, Freiformschmieden, Einziehen, Extrudieren oder eine Kombination dieser Verfahren hergestellt werden. Für Bauteile, die durch Schmieden, Einziehen oder Extrudieren hergestellt werden, müssen die Vorgaben der Werkstoffhersteller berücksichtigt und mit dem Kesselhersteller vereinbart werden.

Bauteile, die aus ferritischem Stahlblech geformt werden, müssen nach 10.2.2 bis einschließlich 10.2.4 wärmebehandelt werden. Die Aufheizung, die für die Umformprozesse erforderlich ist, und die Anforderungen an die Wärmebehandlung nach dem Umformen sind in 10.2 angegeben.

Die Festlegung der Anforderungen an die Umformung austenitischer Stahlbleche ist derzeit in Vorbereitung. In der Zwischenzeit müssen Verfahren angewendet werden, die mit einem geprüften Verfahren des Herstellers übereinstimmen und sicherstellen, dass die Sicherheit des Kessels durch ihre Anwendung nicht gefährdet ist.

7.2.2 Trommel- und Sammlermäntel

Die Mantelbleche müssen entweder kalt oder warm umgeformt werden, um die Einhaltung der Toleranzen nach 7.4 sicherzustellen. Jeder Mantel muss mit der erforderlichen Kontur bis an die äußerste Kante des Bleches gerundet sein. Das Biegen oder Pressen muss vollständig maschinell erfolgen. Die Begriffe für Warm- und Kaltumformung sind in 3.1 und 3.2 angegeben.

Örtliches Wärmen und Hämmern ist unzulässig.

7.2.3 Böden

Kümpeln bzw. Bördeln, entweder warm oder kalt, muss so ausgeführt werden, dass die Einhaltung der Toleranzen nach 7.4 sichergestellt ist. Die Formgebung muss maschinell erfolgen. Abschnittsweises Pressen ist unzulässig.

7.2.4 Geschweißte Bleche vor der Warm- oder Kaltumformung

Soweit möglich, müssen Mäntel und Böden aus einem Stück Blech durch Walzen oder Pressen hergestellt werden. Ist dies nicht möglich, ist das Stumpfschweißen von Blechen vor dem Umformen unter der Voraussetzung zulässig, dass die Schweißverbindungen nach dem Umformen zerstörungsfrei entsprechend den Anforderungen nach EN 12952-6:2021 geprüft werden, und die Schweißung durch eine Verfahrensprüfung nach EN ISO 15614-1:2017/A1:2019, Stufe 2, qualifiziert ist, wobei die Wärmebehandlungszyklen bei der Herstellung berücksichtigt werden müssen. Eine Arbeitsprobe für die Schweißnaht muss nach den Festlegungen in 10.2.5 vorgesehen werden.

7.2.5 Aushalsungen an Sammlern

Jede Aushalsung an Sammlern muss an der Kehle einen Radius aufweisen, der nicht kleiner als die Halslänge der Ausziehung ist.

7.3 Formen von Rohrbiegungen

7.3.1 Allgemeines

Rohre, die warm oder kalt gebogen werden, müssen den Anforderungen nach 7.3.2 bis 7.3.12 entsprechen.

Dieser Unterabschnitt gilt nicht für Formstücke nach EN 10253-2:2007 und EN 10253-4:2008/AC:2009.

Anhang A fordert die Durchführung von Verfahrensprüfungen an Rohrbiegungen. Es wird darauf hingewiesen, dass nicht alle zulässigen Kombinationen von Werkstoffen und Biegeverfahren sowie die zugehörigen in Tabelle 2 aufgeführten Wärmebehandlungen die Anforderungen für die Verfahrensprüfung nach 7.3.2 bis 7.3.13 sowie nach Anhang A erfüllen. Der Hersteller sollte sicherstellen, dass durch jede Kombination von Werkstoff, Biegeverfahren und gewählter Bogengeometrie Biegungen erzielt werden, die die Anforderungen nach 7.3 erfüllen. Entspricht die gewählte Bogengeometrie nicht den Anforderungen nach 7.3, sollte der Hersteller die Auslegung abändern, damit die Anforderungen erfüllt werden können.

7.3.2 Verfahrensprüfung für Rohrbiegungen

Durch eine Verfahrensprüfung für Rohrbiegungen (siehe Anhang A) muss für Rohre mit $d_o > 33,7$ mm nachgewiesen werden, dass Rohre in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 7.3.1 zufrieden stellend gebogen werden können. Die Prüfungen müssen mit repräsentativen Kombinationen von Rohrabmessungen,

Werkstoffen und Biegeradien so durchgeführt werden, dass die Angemessenheit des gewählten Biegeverfahrens nachgewiesen werden kann. Der Geltungsbereich der Qualifikation für das Rohrbiegen nach diesen Verfahrensprüfungen ist ebenfalls in Anhang A beschrieben. Die Ergebnisse der Verfahrensprüfung müssen dokumentiert werden und als Nachweis für alle weiteren Biegungen herangezogen werden, die durch den Geltungsbereich der geprüften Parameterkombinationen abgedeckt sind.

Werden spezifische Probebögen nach Tabelle 1 vor Fertigungsbeginn hergestellt und entsprechen diese den Anforderungen nach 7.3.1, dienen die dokumentierten Ergebnisse zur Qualifikation nachfolgender Fertigungslose und dürfen als den Anforderungen nach Anhang A entsprechend gewertet werden.

Dokumentierte Ergebnisse früherer erfolgreicher Verfahrensprüfungen für das Biegen von Rohren dürfen als Erfüllung dieser Anforderungen herangezogen werden.

7.3.3 Anforderungen an die Abmessungsprüfung

Die Verschwächung auf der Bogenaußenseite, die Verdickung auf der Bogeninnenseite (wenn gefordert) und die Unrundheit müssen mit den Verfahren nach Tabelle 1 nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Diese Prüfung gilt für das Biegen von Rohren für die üblichen Wasserrohrkessel. Für Sonderfälle von gewickelten Kesseln und gewickelten Überhitzern gilt Anhang D.

Tabelle 1 — Anforderungen an die Abmessungsprüfung von Rohrbögen aus einer Fertigungsserie

Rohrabmessung — Nenn-Außendurchmesser d_o mm	Prüfung während einer Fertigungsserie von Rohrbögen
$d_o \leq 80$	a) Zerstörungsfreie Messung an 2 % der Fertigungsserie einschließlich des ersten Bogens auf Verschwächung und Unrundheit u . b) Wenn $r_b/d_o < 1,3$, ist zusätzlich ein Probebogen vor Fertigungsbeginn erforderlich.
$80 < d_o \leq 142$	a) Zerstörungsfreie Messung an 2 % der Fertigungsserie einschließlich des ersten Bogens auf Verschwächung, Verdickung (wenn möglich) und Unrundheit u . b) Wenn $r_b/d_o < 1,3$, ist zusätzlich ein Probebogen vor Fertigungsbeginn erforderlich.
$d_o > 142$	Messung aller Bögen auf Verschwächung, Verdickung und Unrundheit u .
ANMERKUNG 1 Die Prüfung eines Probebogens besteht in der Trennung des Probestückes und Messung der maximalen Verschwächung, der Verdickung (soweit möglich) sowie der maximalen Unrundheit. Die Bewertung der Messgrößen erfolgt nach den Anforderungen in 7.3.4, 7.3.5 und 7.3.7. ANMERKUNG 2 Ein Fertigungslos ist festgelegt als eine Serie von Rohren gleicher Abmessung, gleichen Werkstoffs, die auf der gleichen Maschine mit der gleichen Maschineneinstellung gebogen werden. ANMERKUNG 3 Die Unrundheit u wird im Scheitelpunkt des Bogens gemessen. ANMERKUNG 4 Der Biegeradius r_b wird zur Mittellinie des Rohrbogens gemessen. ANMERKUNG 5 Der Rohraußendurchmesser d_o wird am geraden Rohr gemessen. ANMERKUNG 6 Diese Tabelle gilt nicht für gewinkelte Kessel (siehe Anhang D).	

7.3.4 Verschwächung der Bogenaußenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser ≤ 142 mm

Die Wanddicke darf nach dem Biegen an keiner Stelle den Wert unterschreiten, der sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$e_{\text{ext}} = e_{\text{act}} \times \frac{2r_b/d_o + 0,5}{2r_b/d_o + 1} \quad (1)$$

dabei ist:

- e_{ext} die erforderliche Mindestwanddicke auf der Bogenaußenseite, in mm;
- e_{act} die Nenn-Wanddicke des gelieferten Rohres abzüglich des maximalen unteren Grenzabmaßes für die Rohrfertigung, in mm;
- r_b der Biegeradius, gemessen zur Mittellinie des Rohrbogens, in mm;
- d_o der Nenn-Außendurchmesser des Rohres, in mm.

Wenn der gemessene Wert an der Rohrbiegung geringer ist als e_{ext} , muss auf die berechnete Mindestwanddicke nach EN 12952-3:2011, 11.3, verwiesen werden.

Für Rohrbiegungen, die in zwei Umformschritten hergestellt werden – d. h. durch Warmbiegen nach vorherigem Warm- oder Kaltbiegen – darf die Verschwächung auf der Bogenaußenseite bei der Verfahrensprüfung 30 % der Wanddicke des an den Bogen anschließenden geraden Rohres nicht überschreiten.

7.3.5 Verdickung auf der Bogeninnenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser über 80 mm bis einschließlich 142 mm

Die Wanddicke darf nach dem Biegen an keiner Stelle den Wert unterschreiten, der sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$e_{\text{int}} = e_{\text{act}} \times \frac{2r_b/d_o - 0,5}{2r_b/d_o - 1} \quad (2)$$

dabei ist:

- e_{int} die erforderliche Mindestwanddicke auf der Bogeninnenseite, in mm;
- e_{act} die Nenn-Wanddicke des gelieferten Rohres abzüglich des maximalen unteren Grenzabmaßes für die Rohrfertigung, in mm;
- r_b der Biegeradius, gemessen zur Mittellinie des Rohrbogens, in mm;
- d_o der Nenn-Außendurchmesser des Rohres, in mm.

Wenn der gemessene Wert am Rohrbogen geringer ist als e_{int} , muss auf die berechnete Mindestwanddicke nach EN 12952-3:2011, 11.3, verwiesen werden.

7.3.6 Verschwächung/Verstärkung auf der Bogenaußen-/innenseite für Rohre mit Nenn-Außendurchmesser > 142 mm

Für Rohre mit einem Außendurchmesser über 142 mm erfolgt die Bewertung anhand der berechneten Wanddicken nach EN 12952-3:2011, 11.3. Die berechnete Wanddicke muss in der Zeichnung angegeben werden.

7.3.7 Unrundheit von Rohrbiegungen

Die Unrundheit von Rohrbiegungen wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$u = 2 \times \frac{\hat{d}_o - \check{d}_o}{\hat{d}_o + \check{d}_o} \times 100 \quad (3)$$

dabei ist:

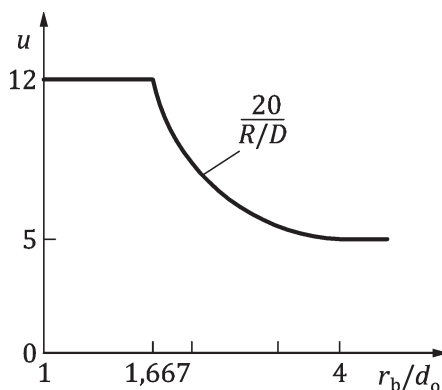
u die Unrundheit, in %;

$\hat{d}_o$ der maximale Außendurchmesser, gemessen im Scheitelpunkt des Bogens, in mm;

$\check{d}_o$ der minimale Außendurchmesser, gemessen im gleichen Querschnitt des Bogens wie $\hat{d}_o$, in mm.

Die zulässige Unrundheit muss innerhalb der Grenzen liegen, die sich aus Bild 1 und Bild 2 ergeben.

- Die Unrundheit von Rohrbiegungen, die in einem Umformschritt hergestellt wurden, darf die Grenzen nach Bild 1 nicht überschreiten.
- Die Unrundheit von Rohrbiegungen mit einem Nenn-Außendurchmesser ≤ 80 mm, die in zwei Umformschritten hergestellt werden – d. h. durch Warmpressen nach vorherigem Biegen und nachfolgender Wärmebehandlung nach Tabelle 2 – darf die Grenzen nach Bild 2 nicht überschreiten.

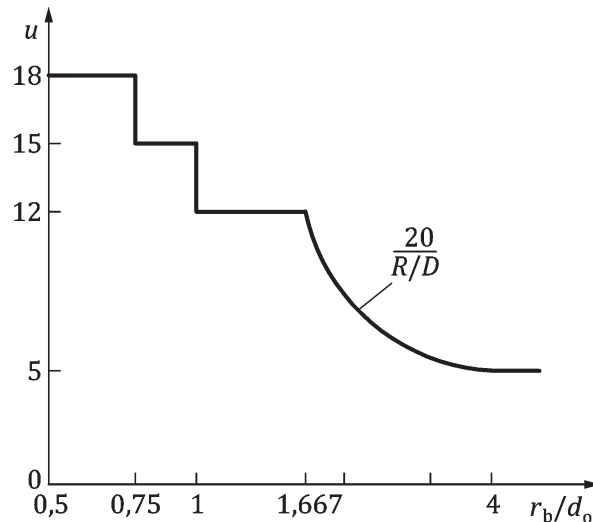


Legende

u Unrundheit

r Verhältnis r_b/d_o

Bild 1 — Zulässige Unrundheit für in einem Umformschritt hergestellte Biegungen



Legende

u Unrundheit
 r Verhältnis r_b/d_o

Bild 2 — Zulässige Unrundheit für in zwei Umformschritten hergestellte Biegungen

7.3.8 Wärmebehandlung von Rohrbiegungen nach dem Biegen

Die Wärmenachbehandlung (PBHT) von durch Warm- oder Kaltumformen hergestellten Rohrbiegungen muss den folgenden Regeln entsprechen:

- für alle durch Warm- und durch Kaltumformen hergestellten Rohrbiegungen einschließlich der im Anschluss an eine Kaltbiegung warmgeformten Biegungen, die eine Wärmebehandlung nach dem Biegen erfordern, muss diese entsprechend den Anforderungen nach 7.3.9 durchgeführt werden; Ausnahmen sind unter b) oder e) genannt;
- durch Warmumformen hergestellte Rohrbiegungen mit einem Rohraußendurchmesser ≤ 80 mm aus Stählen der Stahlgruppe 1 erfordern keine Wärmebehandlung nach dem Biegen, wenn nachgewiesen werden kann, dass das Biegen im Temperaturbereich der Normalisierungsbehandlung, wie er in der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. dem Werkstoffdatenblatt festgelegt ist, durchgeführt wurde;
- alle durch Kaltumformen hergestellten Rohrbiegungen, für die in der Verfahrensprüfung eine Verschwächung im Bogenaußenbereich von > 25 % ermittelt wurde, müssen nach den Anforderungen in 7.3.9 einer Wärmebehandlung unterzogen werden;
- die in Tabelle 2 für kaltgeformte Rohrbiegungen festgelegte Wärmenachbehandlung muss entsprechend den Anforderungen nach 7.3.9 durchgeführt werden;

Tabelle 2 — Wärmebehandlung kaltgebogener Rohre nach dem Biegen

d_o mm	Biegungsverhältnis	Wärmebehandlung
$d_o > 142$	$r_b/d_o > 2,5$	Nicht erforderlich
$d_o > 142$	$r_b/d_o \leq 2,5$	Spannungsarmglühen
$d_o \leq 142$	$r_b/d_o > 1,3$	Nicht erforderlich
$d_o \leq 142$	$r_b/d_o \leq 1,3$	Spannungsarmglühen

- e) auf eine Wärmebehandlung nach dem Biegen darf verzichtet werden, wenn durch eine geeignete Verfahrensprüfung nachgewiesen werden kann, dass eine Wärmebehandlung nicht erforderlich ist;
- f) für warmgeformte Biegungen ist eine örtliche Wärmenachbehandlung des Rohrbogens unzulässig. Jede Wärmebehandlung nach dem Biegen, die eine Normalisierungsbehandlung einschließt, muss den Bogen und die benachbarten geraden Rohrlängen umfassen.

7.3.9 Anforderungen an die Wärmebehandlung nach dem Biegen

7.3.9.1 Ferritische Rohre

Mit Ausnahme der in 7.3.8 festgelegten Fälle müssen alle Rohrbiegungen einer Wärmenachbehandlung wie folgt zu unterzogen werden:

a) Warmgeformte Biegungen

Alle warmgeformten Biegungen einschließlich der Biegungen, die nach dem Kaltbiegen warmgepresst wurden, müssen einer Wärmebehandlung unterzogen werden, um die optimalen Bedingungen der Werkstoffeigenschaften wiederherzustellen. Die anzuwendende Wärmebehandlung nach dem Biegen muss den Anforderungen der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. des Werkstoffdatenblattes entsprechen.

Für warmgeformte Biegungen ist eine örtliche Wärmenachbehandlung des Rohrbogens unzulässig. Jede Wärmebehandlung nach dem Biegen, die eine Normalisierungsbehandlung einschließt, muss den Bogen und die benachbarten geraden Rohrlängen umfassen.

b) Kaltgeformte Biegungen

Wenn für vergütete Werkstoffe ein Spannungsarmglühen erforderlich ist, sind die entsprechenden Anforderungen für die Anlassbehandlung nach der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. dem Werkstoffdatenblatt anzuwenden.

Wenn für ausschließlich normalgeglühte Werkstoffe ein Spannungsarmglühen erforderlich ist, sind die Anforderungen für die Wärmebehandlung nach dem Biegen nach Tabelle 12 und Tabelle 13 anzuwenden.

Andere Verfahren des Spannungsarmglühens dürfen angewendet werden, wenn durch eine Verfahrensprüfung nachgewiesen werden kann, dass diese angemessen sind.

7.3.9.2 Austenitische Rohre

Für kaltgeformte Rohrbiegungen aus austenitischen Werkstoffen ist gewöhnlich keine Wärmenachbehandlung erforderlich.

Warmgeformte Rohrbiegungen aus austenitischen Werkstoffen, einschließlich Biegungen, die in zwei Schritten geformt wurden, erfordern eine neue Wärmebehandlung durch Lösungsglühen sowie anschließendes und ausreichend beschleunigtes Abkühlen in Wasser und Luft entsprechend der Werkstoffspezifikation.

Der Wärmebehandlungsprozess sollte die Maßnahmen gegen Bauteilverformung berücksichtigen.

7.3.10 Falten auf der Bogeninnenseite

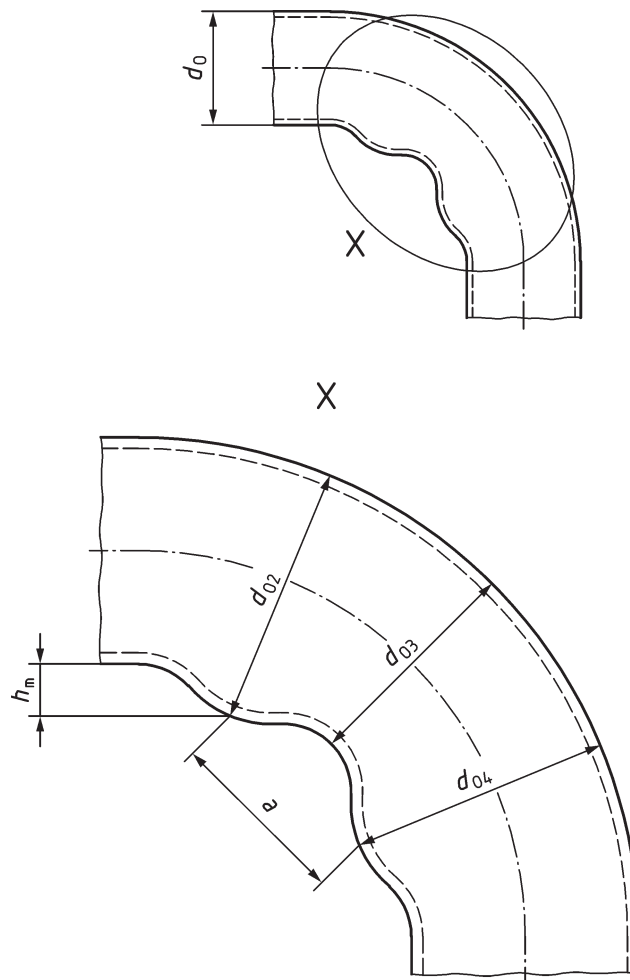
7.3.10.1 Allgemeines

Falten sind mehrfache Wellen wie wellenförmige Unebenheiten (Welligkeit) auf der Bogeninnenseite, siehe Bild 3.

Abweichungen vom Nennbogenprofil sind örtlich begrenzte Abweichungen vom glatten normalen Profil der Bogeninnenseite, z. B. Unebenheiten, die mitunter am Beginn von auf einen Dorn gestützten Biegungen bei kleinem Rohrdurchmesser auftreten.

7.3.10.2 Annahmekriterien

- An Rohrbiegungen mit einem Nenn-Außendurchmesser ≤ 80 mm sind keine Falten zulässig. Abweichungen vom Nennbogenprofil sind zulässig, wenn der höchste und niedrigste Grenzwert der Unrundheit den Anforderungen in 7.3.7 entspricht.
- An Rohrbiegungen mit einem Nenn-Außendurchmesser > 80 mm und ≤ 142 mm sind Falten und Abweichungen vom Nennbogenprofil unzulässig.
- Rohrbiegungen mit einem Nenn-Außendurchmesser > 142 mm dürfen Falten auf der Bogeninnenseite innerhalb der nach Bild 3 vorgegebenen Grenzen aufweisen, wenn diese Falten ein glattes Profil haben und flach auslaufen. Abweichungen vom Nennbogenprofil sind unzulässig.



Legende

$d_0, d_{02}, d_{03}, d_{04} \dots$ usw. ist der an der jeweiligen Position gemessene Außendurchmesser des Rohres.

ANMERKUNG Zur Verdeutlichung wurden die Falten übermaßstäblich gezeichnet.

Bild 3 — Falten an Rohrbögen

Falten sind zulässig, wenn die folgenden zwei Bedingungen eingehalten werden:

$$h_m = 0,5(d_{o2} + d_{o4}) - d_{o3} < 0,03 d_o \quad (4)$$

$$a > 12h_m \quad (5)$$

Dabei ist

h_m die Amplitude der Falten;

$d_o, d_{o2}, d_{o3}, d_{o4}$ der an der jeweiligen Position gemessene Außendurchmesser des Rohres;

a der Wellenabstand.

7.3.11 Oberfläche der Rohrbiegungen

Die Oberfläche der Rohrbiegungen muss frei von Fehlern wie Rissen, Eindrücken, Riefen und Einschürfungen sein. Oberflächenfehler dürfen durch Schleifen beseitigt werden. In derartigen Fällen darf die Wanddicke die berechnete Mindestwanddicke nach EN 12952-3:2011, 11.3, nicht unterschreiten.

Die Oberfläche der Rohrbiegung muss sich in einem Zustand befinden, der eine sachgerechte Sichtprüfung ermöglicht.

Bereiche der Rohrbögen, die zur Beseitigung von Oberflächenfehlern beschliffen wurden, müssen einer Oberflächenrissprüfung unterzogen werden, um sicherzustellen, dass die Fehlstellen vollständig beseitigt wurden.

Ausbesserungen der Rohroberfläche durch Schweißen sind im Allgemeinen unzulässig. In Ausnahmefällen sind an Rohren mit Nenn-Außendurchmesser ≥ 142 mm Reparaturen zulässig, wenn das angewendete Schweißverfahren qualifiziert ist und folgende Punkte berücksichtigt werden:

- a) die Größe der Reparaturzone;
- b) die verwendete Werkstoffsorte;
- c) der Durchmesser und die Wanddicke des Bogens;
- d) die Wärmebehandlungsbedingungen;
- e) die Betriebstemperatur der Rohrbiegung.

7.3.12 Gruppenbiegung von Rohrwänden

Durch Gruppenbiegung hergestellte Rohrbiegungen müssen in allen Anforderungen den Einzelrohrbiegungen entsprechen, siehe A.2.4.7.

Die Unrundheit muss während der Fertigung an den beiden äußeren Rohren eines Rohrwandelementes gemessen werden. Das Ergebnis ist mit den Anforderungen nach 7.3.7 zu bewerten. Aus Gründen der Durchführbarkeit sollte die Größe $\hat{d}_o$ in der Gleichung (3) durch den Außendurchmesser – gerade gemessen – ersetzt werden.

7.3.13 Biegen von Verbundrohren

Das angewendete Biegeverfahren für metallurgisch hergestellte Verbundrohre muss den Anforderungen nach 7.3 und E.3 entsprechen. Zusätzlich sind besondere Empfehlungen des Rohrherstellers zu berücksichtigen.

7.3.14 Fertigung von Rohrreduzierstücken

7.3.14.1 Ferritische Werkstoffe

a) Kaltgeformte Reduzierstücke

Ferritische Rohre $d_o < 100$ mm dürfen mittels Reduzierstücken kaltgeformt werden. Das Verfahren sollte durch eine Prüfung bestätigt werden.

Erfolgt beim Umformen der Stränge eine Erhöhung der Werkstoffhärte von > 80 HV 10, sollten die geformten Teile bei einer Temperatur nach Tabelle 12 angelassen werden.

b) Warmgeformte Reduzierstücke

Reduzierstücke aus ferritischen Rohren mit $d_o \geq 100$ mm sind durch Warmformen herzustellen. Dieses Verfahren sollte durch eine Prüfung bestätigt werden. Warm reduzierte Rohre sollten wie warmgebogene behandelt werden [siehe 7.3.9.1 a)]. Reduzierte Rohre, die normalisiert oder wärmebehandelt wurden, sollten einer vollständigen Wärmebehandlung unterzogen werden.

7.3.14.2 Austenitische Werkstoffe

a) Kaltgeformte Reduzierstücke

Kaltgeformte Reduzierstücke aus austenitischem Stahlrohr sind wie kaltgebogene Rohrbiegungen nach 7.3.9.2 zu behandeln.

b) Warmgeformte Reduzierstücke

Warmgeformte Reduzierstücke aus austenitischem Stahlrohr sollten gemeinsam mit dem angeschlossenen unverformten Rohr einer erneuten Wärmebehandlung entsprechend der Werkstoffspezifikation unterzogen werden.

7.4 Toleranzen für Trommel- und Sammlerfertigung

7.4.1 Toleranzen für den Zusammenbau von aus Blech gefertigten Schüssen und Böden

7.4.1.1 Allgemeines

Mittellinien- und Oberflächenversatz sind wie nachfolgend angegeben zulässig; dabei ist e_a die Ist-Wanddicke des dünneren Bleches im Schweißstoß.

7.4.1.2 Mittellinienversatz-Toleranzen

Die Wurzelstege der Schweißkanten müssen innerhalb der zulässigen Toleranz, die die Schweißverfahrensspezifikation angibt, und die Bauteile müssen entsprechend den Angaben in den Zeichnungen unter Berücksichtigung der folgenden Toleranzen ausgerichtet werden.

- a) Bei Längsnähten in zylindrischen Bauteilen müssen die zu verbindenden Teile bezüglich der Mittellinie innerhalb der Grenzen nach Tabelle 3 ausgerichtet werden.

Tabelle 3 — Mittellinienversatz für Längsnähte in zylindrischen Bauteilen

Wanddicke e_a mm	Mittellinienversatz mm
$e_a \leq 10$	≤ 1
$10 < e_a \leq 50$	$\leq e_a/10$ oder 3, wobei der geringere Wert gilt
$e_a > 50$	$\leq e_a/16$ oder 10, wobei der geringere Wert gilt

- b) Bei Rundnähten müssen die zu verbindenden Teile bezüglich der Mittellinie innerhalb der Toleranzen nach Tabelle 4 ausgerichtet werden.

Tabelle 4 — Mittellinienversatz für Rundnähte in zylindrischen Bauteilen

Wanddicke e_a mm	Mittellinienversatz mm
$e_a \leq 10$	≤ 1
$10 < e_a \leq 60$	$\leq 10\%$ der Dicke der Innenseite + 1 oder 6, wobei der geringere Wert gilt
$e_a > 60$	$\leq 10\%$ der Dicke der Innenseite

7.4.1.3 Oberflächenversatz-Toleranzen

- a) Die folgenden Toleranzen dürfen nicht überschritten werden:

- 1) Bei Längsnähten nach Tabelle 5

Tabelle 5 — Oberflächenversatz bei Längsnähten in Zylindern

Wanddicke e_a mm	Oberflächenversatz mm
$e_a \leq 12$	$\leq e_a/4$
$10 < e_a \leq 50$	≤ 3
$e_a > 50$	$\leq e_a/16$ oder 10, wobei der geringere Wert gilt

- 2) Bei Rundnähten nach Tabelle 6

Tabelle 6 — Oberflächenversatz bei Rundnähten in Zylindern

Wanddicke e_a mm	Oberflächenversatz mm
$e_a \leq 20$	$\leq e_a/4$
$20 < e_a \leq 40$	≤ 5
$e_a > 40$	$\leq e_a/8$ oder 20, wobei der geringere Wert gilt

oder

- b) wenn die Toleranzen nach a) überschritten werden, darf/dürfen die Oberfläche(n) so schräg angepasst werden, dass die Schräge über einen Bereich, der die Breite der Schweißnaht einschließt, nicht steiler ist als 15° für Schweißnähte, die Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind, und 30° für Schweißnähte, die nur Membranbeanspruchungen ausgesetzt sind.

Folgende Verfahren der Abschrägung sind zulässig:

- 1) Aufbau der Oberfläche des dünneren Bleches durch Schweißgut unter Anwendung einer zugelassenen Schweißanweisung, um die erforderliche Schräge zu ermöglichen; oder
- 2) Bearbeitung einer oder beider Oberflächen des dickeren Bleches.

Eine Bearbeitung der Oberfläche nach Verfahren 2) ist dann unzulässig, wenn sie an der jeweiligen Stelle des Bauteils zu einer Unterschreitung der erforderlichen Mindestwanddicke führt.

7.4.2 Toleranzen des Mantels im Endzustand

7.4.2.1 Durchmesserertoleranz

Der Durchmesser einer Trommel darf vom Nenndurchmesser nicht mehr als ± 1 % abweichen.

7.4.2.2 Rundheit (Unrundheit)

Die Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten Innendurchmesser in jedem Querschnitt darf 1 % des Nenn-Innendurchmessers nicht überschreiten. Wenn die Trommel aus Blechen ungleicher Wanddicke hergestellt wurde, muss das Ergebnis der Messung der Wanddicken so korrigiert werden, dass die Durchmesser auf die Mittellinie der Bleche bezogen werden.

Unregelmäßigkeiten im Profil, gemessen mittels einer Schablone mit einem Bogen von 20°, dürfen einen Wert von 3 mm plus 5 % der Mindestwanddicke nicht überschreiten. Der maximale Grenzwert darf um 25 % höher liegen, wenn die Ausdehnung dieser Unregelmäßigkeit einen Bereich von 1/4 der Mantellänge, höchstens jedoch 1 000 mm nicht überschreitet.

An den Schweißnähten dürfen keine Abflachungen vorliegen, und alle örtlichen Abweichungen von der runden Form müssen sanfte Übergänge aufweisen. Kaltwalzen des geschweißten Mantels zum Nachrunden geringer Abweichungen von der Rundheit ist zulässig. In diesem Fall müssen die zerstörungsfreien Prüfungen der Schweißnähte nach EN 12952-6:2021 nach dem Kaltwalzen durchgeführt werden.

7.4.2.3 Geradheit

Die maximale Grenzabweichung von der Geraden für den gesamten Mantel darf 0,3 % der gesamten zylindrischen Länge nicht überschreiten. Die Messung muss dabei auf der Oberfläche des Mantels erfolgen und nicht an einer Schweißnaht, einem Anschweißteil oder einem sonstigen erhabenen Teil.

7.4.3 Toleranzen für Böden im Endzustand

7.4.3.1 Durchmesserertoleranzen

Es gelten die Anforderungen nach 7.4.2.1.

7.4.3.2 Rundheit (Unrundheit)

Es gelten die Anforderungen nach 7.4.2.2.

7.4.3.3 Dicke

Wanddickenänderungen (Verschwächungen), die während der Herstellung auftreten, müssen sanfte Übergänge aufweisen. Keinesfalls darf die Dicke des Bodens die Auslegungsdicke nach EN 12952-3:2011, 10.2, unterschreiten.

7.4.3.4 Profil

Die Wölbungstiefe, gemessen vom Übergang des zylindrischen Bordes zum Krempe radius, darf nicht geringer als die theoretische Höhe sein; darüber hinaus darf diese Höhe – für Böden bis einschließlich 3 000 mm Durchmesser – eine zusätzliche Erhöhung von 1,25 % des Durchmessers nicht überschreiten. Änderungen des Profils dürfen nicht abrupt auftreten, sondern müssen allmählich in die spezifizierte Form übergehen. Der Krempe radius darf nicht kleiner als spezifiziert sein, und er muss im gesamten Übergang gemeinsame Tangenten zwischen dem zylindrischen Bord und der Wölbung aufweisen.

8 Schweißen

8.1 Konstruktive und sonstige das Schweißen betreffende Anforderungen

8.1.1 Allgemeines

Die nachfolgend aufgeführten spezifischen Anforderungen an Schweißarbeiten müssen vor der Fertigung beachtet werden.

ANMERKUNG 1 Ein allgemeiner Leitfaden für das Schweißen ferritischer Stähle ist in EN 1011-1 und EN 1011-2 sowie für austenitische Stähle in EN 1011-3 angegeben, der als Ergänzung zu den schweißtechnischen Anforderungen nach diesem Dokument herangezogen werden kann.

ANMERKUNG 2 Der Technische Bericht CEN ISO/TR 15608:2017 beschreibt die Grundsätze der Einteilung von schweißfähigen Werkstoffen mit vergleichbaren typischen Eigenschaften in Gruppen. Der Technische Bericht CEN ISO/TR 20172 enthält die detaillierte Einteilung der EN-Werkstoffe in Gruppen auf der Grundlage dieses Dokuments.

8.1.2 Werkstoffauswahl hinsichtlich Schweißen

Die Auswahl der Werkstoffe für drucktragende Teile und für alle Anschweißteile muss so erfolgen, dass die erforderlichen Schweißarbeiten die Gebrauchstauglichkeit des Bauteils nicht beeinträchtigen.

Die Auswahl der Schweißzusätze muss so erfolgen, dass die für die Auslegung geforderte Festigkeit der Quernähte erreicht wird. Die in 8.8 beschriebenen Auswirkungen der Wärmenachbehandlung auf die fertige Verbindung müssen ebenfalls berücksichtigt werden.

8.1.3 Angabe der Schweißverbindungen in den Zeichnungen

Die bemaßten Zeichnungen der drucktragenden Hauptteile müssen die Lage der Hauptnähte und Anschweißteile enthalten; darüber hinaus müssen die Zeichnungen auch die Einzelheiten der Schweißnahtvorbereitung für die Hauptnähte und alle Anschweißteile sowie ihre Abstände zu den Längs- und Rundnähten sowie Ausschnitten aufzeigen.

8.1.4 Schweißvoraussetzungen

Schweißarbeiten zur Verbindung von Bauteilen eines Wasserrohrkessels dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

- a) der Hersteller hat Schweißanweisungen nach EN ISO 15609 (alle Teile) für jede Naht bzw. Nahtgruppe zusammengestellt;

- b) die vom Hersteller ausgewählten Schweißanweisungen sind für den Anwendungsbereich anerkannt;
- c) die Schweißer und Maschinenschweißer sind für die ihnen übertragenen Aufgaben qualifiziert und ihre Zulassung ist gültig.

8.1.5 Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme

Wenn das Gasschweißen mit Sauerstoff-Acetylen-Flamme vorgesehen ist, muss der Hersteller nachweisen, dass die Lage derartiger Nähte im Kessel zu keinen Problemen beim Betrieb des Kessels führen wird. Für genaue Informationen siehe 8.3.

8.1.6 Stumpfnähte in Rohrbögen

Stumpfnähte in Rohrbögen sind mit Ausnahme der Anwendung bei gewickelten Kesseln unzulässig, siehe Anhang D.

8.1.7 Abstand zwischen benachbarten Schweißnähten

Der Rand von Nähten zwischen Anschweißteilen und drucktragenden Hauptteilen sollte möglichst nicht näher als 40 mm an Hauptnähte heranreichen.

Können diese Abstände konstruktionsbedingt nicht eingehalten werden, müssen die Schweißnähte innerhalb der durch Schweißverbindungen beeinflussten Bereiche zerstörungsfrei geprüft werden können und unter Entfernen aller Kerben in diesem Bereich auf ein glattes Profil abgeschliffen werden.

In dem wie vorstehend beschrieben örtlich zu beschleifenden Bereich muss die Oberfläche zu 100 % einer zerstörungsfreien Prüfung entsprechend den Anforderungen nach EN 12952-6:2021, Abschnitt 7, unterzogen werden.

Wenn diese letztgenannte Bedingung nicht eingehalten werden kann, muss die Naht des Anschweißteils die Hauptnaht vollständig kreuzen. In diesen Fällen sind die Oberfläche der Hauptnaht und die Anschweißnähte nach dem Anbringen des Anschweißteils örtlich zu beschleifen.

Der Bereich von Nähten der Anschweißteile, der Hauptnähte kreuzt, muss im Hinblick auf die anzuwendende zerstörungsfreie Prüfung als „lasttragend“ eingestuft werden. Die zerstörungsfreie Prüfung muss in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach EN 12952-6:2021, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, erfolgen.

Öffnungen für Abzweige sollten weitestmöglich außerhalb von Hauptnähten von Trommeln und Sammlern angeordnet werden. Der Abstand gilt als ausreichend, wenn der Abstand von der Schweißkante der Hauptnaht zu der Schweißkante des Abzweigs bzw. der aufgesetzten Verstärkung die Bedingung nach Tabelle 7 erfüllt.

Tabelle 7 — Abstand zwischen Abzweigen und Hauptnähten

Wanddicke e der Trommel bzw. des Sammlers mm	Abstand Δ mm
$e \leq 25$	$\Delta > 2 \times e$
$e > 25$	$\Delta > 50$

Wenn dieser Abstand konstruktionsbedingt nicht eingehalten werden kann, müssen die Schweißnähte im Einflussbereich der Öffnung einer zerstörungsfreien Prüfung unterzogen und kerbfrei beschliffen werden.

In dem wie vorstehend beschrieben örtlich zu beschleifenden Bereich muss die Oberfläche zu 100 % einer zerstörungsfreien Prüfung entsprechend den Anforderungen nach EN 12952-6:2021, Abschnitt 7, unterzogen werden.

Das Anbringen von Öffnungen in Längsnähten ist unzulässig. Das Anbringen einer Öffnung durch die Mitte von Rundnähten ist zulässig, sofern Öffnungen nach EN 12952-3:2011, 8.1.1.2, 4. Absatz, angebracht und die Schweißnähte einer zerstörungsfreien Prüfung über die Länge der zu bearbeitenden Schweißnaht entsprechend den Anforderungen nach EN 12952-6:2021, Abschnitt 7, unterzogen wurden.

8.1.8 Stumpfschweißnähte in Längsrichtung in Schüssen von Kesseltrommeln

Wenn die Schüsse von Kesseltrommeln nicht jeweils aus einzelnen Blechen hergestellt werden können, ist eine Minimierung der Längsschweißnähte anzustreben. Die zerstörungsfreie Schweißnahtprüfung der Hauptnähte – siehe EN 12952-6:2021, Abschnitt 7 – muss nach der Beendigung des Formens bzw. Nachwalzens und gegebenenfalls nach Abschluss der Wärmebehandlung erfolgen.

8.1.9 Versatz von Stumpfschweißnähten in Längsrichtung bei zwei und mehr Schüssen

Wenn der Mantel einer Trommel aus zwei und mehr Schüssen hergestellt wird, sind die Längsnähte vor dem Schweißen der Rundnaht auszuführen. Die Längsnähte benachbarter Schüsse müssen versetzt werden, es sei denn, die Konstruktion der Trommel lässt dies nicht zu, z. B. im Fall unterschiedlicher Nennblechdicken.

8.1.10 Verbindungen unterschiedlicher Werkstoffe

Die Baustellenschweißung von stark unterschiedlich legierten Stählen, z. B. von austenitisch/ferritischen Mischnähten, sollte weitestmöglich vermieden werden.

8.1.11 Schutz gegen Witterung

Um für das Schweißen angemessene Bedingungen zu schaffen, müssen erforderlichenfalls Gerüste und Schutz gegen schädliche Witterungseinflüsse vorgesehen werden.

8.1.12 Verfügbarkeit der Schweißanweisung

Während der Fertigung muss eine Kopie der Schweißanweisung am Arbeitsplatz des Schweißers/Bedieners verfügbar sein.

8.2 Schweißzusätze

Elektroden, Schweißdrähte, Schweißstäbe, Pulver, aufschmelzbare Einlagen, Schutz- und Reinigungsgase müssen entweder:

- a) den relevanten Europäischen Normen entsprechen; oder
- b) wenn derartige Europäische Normen nicht bestehen, den zutreffenden nationalen Normen entsprechen.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die in der Schweißanweisung genannten Schweißzusätze bei der Fertigung Verwendung finden.

Alle Schweißzusätze einschließlich der Gase sind mit Sorgfalt zu lagern und zu handhaben; die Anwendung muss unter Berücksichtigung der Herstellerangaben erfolgen.

ANMERKUNG Dies ist insbesondere für die Aufheizung und Trocknung bei der Verwendung von Schweißzusätzen mit eingeschränktem Wasserstoffgehalt von Bedeutung.

Wenn Elektroden, Schweißdrähte, Schweißstäbe und aufschmelzbare Einlagen Beschädigungen oder Abnutzungen zeigen, wie z. B. geplatzte oder abblätternde Umhüllungen, Rost oder Schmutz bei Elektroden, dürfen diese nicht mehr verwendet werden. Pulver müssen sauber und trocken sein.