

Wasserrohrkessel und AnlagenkomponentenTeil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende
Kesselteile

Deutsche Fassung EN 12952-5:2001

DIN**EN 12952-5**

ICS 27.040

Water-tube boilers and auxiliary installations — Part 5: Workmanship and construction of pressure parts of the boilers;
German version EN 12952-5:2001

Chaudières à tubes d'eau et installations auxiliaires — Partie 5:
Fabrication et construction des parties souspression de la chaudière;
Version allemande EN 12952-5:2001

Die Europäische Norm EN 12952-5:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Deutsche Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 12952-5:2001 „Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 5: Verarbeitung und Bauausführung für drucktragende Kesselteile“.

Die Europäische Norm wurde vom CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“ erarbeitet.

Der für die deutsche Mitarbeit zuständige Arbeitsausschuss im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der als Spiegelausschuss eingesetzte Arbeitsausschuss GA 269 „Dampfkessel“ des Normenausschusses Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Fortsetzung 83 Seiten EN

Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

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 8. September 2000 angenommen.

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

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

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

		Inhalt	
	Seite		Seite
Vorwort	3	10.2 Wärmeführung und Wärmebehandlung in Verbindung mit der Blechumformung	36
1 Anwendungsbereich	4	10.3 Vorwärmen zum Schweißen und thermischen Schneiden	38
2 Normative Verweisungen	4	10.4 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	39
3 Begriffe	6	10.5 Wärmebehandlung von Arbeitsproben	48
3.1 Kaltumformen	6	Anhang A (normativ) Rohrbiege-Verfahrensprüfungen	49
3.2 Warmumformen	6	A.1 Allgemeines	49
4 Symbole und Abkürzungen	6	A.2 Warm oder kalt gebogene Rohre mit einem Außendurchmesser ≤ 142 mm ..	49
5 Allgemeines	6	A.3 Kalt gebogene Rohre mit einem Außendurchmesser > 142 mm	52
6 Drucktragende Teile	7	A.4 Warm gebogene Rohre mit einem Außendurchmesser > 142 mm	54
6.1 Trommeln, Sammler und ähnliche drucktragende Teile	7	Anhang B (informativ) Schweißverbindungen in drucktragenden Teilen und nicht druckführende Anschweißungen	58
6.2 Werkstoffidentifikation	7	Anhang C (normativ) Herstellung geschweißter Rohrwände	62
6.3 Materialkennzeichnung	7	C.1 Allgemeines	62
6.4 Kennzeichnung während der Fertigung	8	C.2 Verfahren bei der Herstellung	62
7 Schneiden, Umformen und Fertigungstoleranzen	8	C.3 Zulässige Werkstoffe	62
7.1 Schneiden des Werkstoffes	8	C.4 Herstellverfahren und Prüfungen	63
7.2 Umformen von Trommeln, Sammlern und Böden	9	C.5 Anerkennung der Schweißverfahren ..	64
7.3 Rohrbiegungen	10	C.6 Arbeitsproben	64
7.4 Toleranzen für Trommel- und Sammlerfertigung	16	C.7 Zerstörungsfreie Prüfungen (ZfP)	64
8 Schweißen	19	Anhang D (normativ) Spiralgewinkelte Kessel und Überhitzer	69
8.1 Konstruktive und sonstige das Schweißen betreffende Anforderungen	21	D.1 Allgemeines	69
8.2 Schweißzusätze	21	D.2 Besondere Anforderungen	69
8.3 Schweißtechnische Anerkennungen ..	21	Anhang E (normativ) Rückgewinnungs-kessel	70
8.4 Allgemeine Anforderungen an die Herstellung von Schweißnähten	22	E.1 Allgemeines	70
8.5 Reparaturen an Schweißnähten	23	E.2 Begriff	70
8.6 Vorwärmung	23	E.3 Besondere Anforderungen für das Biegen von Verbundrohren	70
8.7 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	24	E.4 Besondere Anforderungen an den Hersteller von geschweißten Rohrwänden aus Verbundrohren	71
8.8 Schweißen nach einer abschließenden Wärmebehandlung	24	E.5 Kennzeichnung des Werkstoffes	71
8.9 Schweißverbindungen, Anschweißungen und Arbeitsproben	25	E.6 Abbreinstumpfschweißen	71
8.10 Anschweißen von nicht drucktragenden Teilen an Trommeln und Sammler	28	Anhang F (informativ) Leitfaden für die Feststellung der Befähigung von Kesselherstellern	72
8.11 Schweißen von Rohren	29	F.1 Allgemeines	72
8.12 Abbreinstumpfschweißen von Rohren	31	F.2 Verantwortlichkeit des Käufers	72
8.13 Geschweißte Rohrwände	31	F.3 Verantwortlichkeit des Herstellers	72
8.14 Bolzenschweißen	31	F.4 Anforderungen hinsichtlich der Befähigung des Herstellers	72
9 Mechanische Verbindungen	31	F.5 Befähigungserklärung des Herstellers	73
9.1 Allgemeines	31	Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben der Druckgeräte-Richtlinie betreffen ...	82
9.2 Zugangsöffnungen	32	Literaturhinweise	83
9.3 Mechanische Verbindung von Abzweigen und Stutzen zu den drucktragenden Hauptteilen	33		
9.4 Rohrverbindungen	33		
9.5 Verbindung von nicht drucktragenden Teilen mit drucktragenden Teilen	36		
10 Wärmebehandlung	36		
10.1 Allgemeines	36		

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 269 „Großwasserraum- und Wasserrohrkessel“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung spätestens bis Juni 2002, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2002 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandates erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL)¹⁾.

Zusammenhang mit der DGRL siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Die Europäische 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 Berechnungen 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 Überdruck
- Teil 11: Anforderungen an Begrenzungseinrichtungen sowie Sicherheitsstromkreise für den Kessel und Zubehör
- Teil 12: Anforderungen an die Speise- und Kesselwasserqualität
- Teil 13: Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen
- Teil 14: Anforderungen an Rauchgas-DENOX-Anlagen
- Teil 15: Abnahmeversuche
- Teil 16: Anforderungen an Rost- und Wirbelschichtfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe für den Kessel

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

ANMERKUNG Teil 4 ist nicht während der Konstruktion, Fertigung und Errichtung anwendbar.

Die Anhänge A, C, D und E sind normativ, Die Anhänge B, F und ZA sind informativ.

1) Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte; ABL. EG Nr. L181.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Europäischen Norm legt Anforderungen für die Verarbeitung und Bauausführung von Wasserrohrkesseln fest, die in EN 12952-1 festgelegt sind.

2 Normative Verweisungen

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

EN 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stahl.*

EN 288-2, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 2: Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen.*

EN 288-3, *Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen.*

EN 288-8, *Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Teil 8: Anerkennung durch eine Schweißprüfung vor Fertigungsbeginn.*

EN 571-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen.*

EN 719, *Schweißaufsicht — Aufgaben und Verantwortung.*

EN 729-2, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen.*

EN 729-3, *Schweißtechnische Qualitätsanforderungen — Schmelzschweißen metallischer Werkstoffe — Teil 3: Standard-Qualitätsanforderungen.*

EN 1011-1, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 1: Allgemeine Anleitungen für Lichtbogenschweißen.*

prEN 1011-2:1999, *Schweißen — Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe — Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen.*

prEN 1092-1:1997, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche.*

EN 1092-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 2: Gusseisenflansche.*

prEN 1258:1993, *Schweißen — Messung der Vorwärm-, Zwischenlagen- und Haltetemperatur beim Schweißen.*

EN 1290, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen.*

EN 1418, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschweißen und von Einrichtern für das Widerstandsschweißen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen.*

EN 1708-1, *Schweißen — Verbindungselemente beim Schweißen von Stahl — Teil 1: Druckbeanspruchte Bauteile.*

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

prEN 10002-1:1998, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Umgebungstemperatur.*

EN 10025, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen — Technische Lieferbedingungen (enthält Änderung A1:1993).*

EN 10028-1, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen.*

EN 10028-2, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 2: Unlegierte und legierte warmfeste Stähle.*

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren.*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen.*

prEN 10216-1:1995, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Raumtemperatureigenschaften.*

prEN 10216-2:1998, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.*

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

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

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

EN 12952-4, *Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten — Teil 4: Betriebsbegleitende Berechnung der Lebensdauererwartung.*

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

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

EN 25817, *Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl — Richtlinie für Bewertungsgruppen für Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:1992).*

EN 26520, *Einteilung und Erklärung für Unregelmäßigkeiten beim Schmelzschweißen von Metallen (ISO 6520:1982).*

EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:1998).*

EN ISO 4759-1:1997, *Toleranzen für Verbindungselemente — Teil 1: Schrauben und Muttern — Produktionsklassen A, B und C (ISO/DIS 4759:1997).*

EN ISO 9692-2, *Schweißen und verwandte Verfahren — Schweißnahtvorbereitung — Teil 2: Unterpulverschweißen von Stahl (ISO 9692-2:1998).*

EN ISO 14555, *Schweißen — Lichtbogenbolzenschweißen von metallischen Werkstoffen (ISO 14555:1998).*

ISO 8501-1, *Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsmitteln — Visuelle Beurteilung der Oberflächenreinheit — Teil 1: Rostgrade und Oberflächenvorbereitungsgrade von unbeschichteten Stahloberflächen und Stahloberflächen nach ganzflächigem Entfernen vorhandener Beschichtungen.*

CR ISO 15608, *Schweißen — Richtlinie für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach EN 12952-1 sowie die nachstehenden Begriffe.

3.1 Kaltumformen

Kaltumformen ferritischer Stähle ist die Umformung bei Temperaturen unter der maximal zulässigen Temperatur, die für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen entsprechend Tabelle 10.4-1 festgelegt ist. Kaltformen austenitischer Werkstoffe ist das Umformen bei Temperaturen unterhalb 300 °C.

3.2 Warmumformen

Warmumformen ferritischer Stähle ist die Umformung bei Temperaturen oberhalb der maximal zulässigen Temperatur, die für die Wärmebehandlung nach dem Schweißen entsprechend Tabelle 10.4-1 festgelegt ist.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Symbole nach Tabelle 4-1 der EN 12952-1. In diesem Teil der Norm sind da zusätzliche Begriffsdefinitionen und Symbole eingefügt, wo eine Erläuterung des spezifischen Textes erforderlich ist. Es sei angemerkt, dass in einigen Fällen das gleiche zusätzliche Symbol in unterschiedlichen Gleichungen mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet sein kann; in diesen spezifischen Fällen ist zu jeder Gleichung die Bedeutung des Symbols angegeben.

5 Allgemeines

Wasserrohrkessel sind nach genehmigten Zeichnungen und Spezifikationen sowie nach bewährter Technik herzustellen und zu montieren.

Die Werkstätten und Baustellen für die Herstellung und Errichtung der Wasserrohrkessel sind mit den erforderlichen Einrichtungen auszurüsten und müssen über geeignete Gerätschaften verfügen, um alle erforderlichen Inspektionen und Prüfungen nach EN 12952-6 zu ermöglichen. Herstellverfahren 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 den Abschnitten 7 bzw. 9.2 der EN 12952-6 angegeben.

Angemessene Aufzeichnungen über Herstellungsabläufe sind zur Verfügung zu halten.

6 Drucktragende Teile

6.1 Trommeln, Sammler und ähnliche drucktragende Teile

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

6.1.2 Die Enden geschmiedeter oder sonstiger nahtloser Sammler aus Rohren sind durch eine der folgenden Methoden zu verschließen:

- a) Schmieden oder sonstige Warmumformung;
- b) Schweißen nach Abschnitt 8, siehe auch Bild 10.3-1 der EN 12952-3;
- c) Verschraubte Flansche in Übereinstimmung mit den zutreffenden Europäischen Normen, z. B. prEN 1092-1 oder prEN 1759-1.

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

6.1.3 Geschmiedete oder mechanisch bearbeitete Sammlerböden müssen aus einer Stahlsorte bestehen, die dem Grundkörper des Sammlers angepasst ist. Gekümpelte Enden müssen in ihrer Ausführung Bild 10.3-1 der EN 12952-3 entsprechen.

6.2 Werkstoffidentifikation

Für alle drucktragenden Teile und Trommelaufhängungen hat der Hersteller ein System zur Werkstoffidentifikation anzuwenden.

Das System muss sicherstellen, dass der Werkstoff, der für größere drucktragende Teile (Trommeln, Rohre für Sammlermäntel mit $d_0 > 142$ mm) verwendet wird, auf die Herstellung zurückverfolgt werden kann. Zur Identifikation von Rohren, die nicht für Sammler verwendet werden, und von Rohren für Sammlermäntel mit $d_0 \leq 142$ mm ist ein System zu verwenden, 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 Die Kennzeichnung von Werkstoffen muss während der ganzen Fertigung erhalten bleiben. Wenn im Zuge der Fertigung die Originalkennzeichnung entfernt wird, oder durch Trennen Teile ohne Kennzeichnung entstehen, ist die Kennzeichnung zu übertragen; in der Regel ist dies vor dem relevanten Fertigungsschritt auszuführen.

Durch geeignete Maßnahmen ist sicherzustellen, dass keine Verwechslungen beim Umstempeln auftreten können.

6.3.2 Die Umstempelung muss durch vom Hersteller benannte Werksangehörige erfolgen; ausgenommen hiervon sind Teile mit Abnahmeprüfzeugnissen (3.1.A/3.1.C) nach EN 10204, die nicht als Kleinteile eingestuft sind.

Für Werkstoffe mit Abnahmeprüfzeugnissen 3.1.A nach EN 10204 erfolgt die Kennzeichnungsübertragung nach den Anforderungen der EN 12952-6.

ANMERKUNG Dies gilt nicht für Kleinteile wie z. B. Nippel, Stutzen, Flansche, Verstärkungsringe, die aus geprüften Erzeugnissen mit $d_0 \leq 142$ mm hergestellt werden.

6.3.3 In der Regel sollte die Werkstoffkennzeichnung durch Hartstempeln unter Verwendung eines Metallstempels mit gerundeter Kontur oder durch Ätzen erfolgen.

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

6.3.4 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 Schrauben und Muttern für drucktragende Teile müssen mit dem Herstellerkennzeichen und dem Symbol der Festigkeitsklasse oder der Werkstoffbezeichnung nach EN ISO 4759-1 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. sind nach einem oder einer Kombination der folgenden Verfahren auszuführen:

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

6.4.2 Dauerhafte Kennzeichnung

Dauerhafte Kennzeichnungen, die den Anforderungen nach 6.2 entsprechen, sind nach einem oder einer Kombination der folgenden Verfahren auszuführen:

- a) mit Vibrationsätz- oder anderen Ätzgeräten;
- b) 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 nicht zulässig.

6.4.4 Lagezeichnungen

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

7 Schneiden, Umformen und Fertigungstoleranzen

7.1 Schneiden des Werkstoffes

7.1.1 Stahl muss durch thermisches Schneiden, Scheren, Sägen, mechanische Bearbeitung oder eine Kombination dieser Verfahren getrennt werden. Thermisches Schneiden kann in Abhängigkeit vom Stahltyp und der Wanddicke ein Vorwärmen erfordern; dies sollte 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 Alles Material, das infolge des Zuschneidens, der Schweißkantenanarbeitung oder der Endenbearbeitung metallurgisch geschädigt wurde, muss entweder durch mechanische Bearbeitung, Schleifen, Spanen oder thermisches Schneiden bis auf das gesunde Material 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 werden leichte Verfärbungen an maschinell geschnittenen Kanten nicht als unzulässig bewertet. Wenn legierte Stähle thermisch getrennt werden, muss die Oberfläche durch mechanische Bearbeitung oder durch Schleifen um mindestens 1,5 mm abgearbeitet werden, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass das Material durch den Schneidprozeß nicht geschädigt wurde.

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

Nach dem Anarbeiten der Schweißkanten müssen diese visuell auf Freiheit von Fehlstellen, Rissen, Doppelungen, Schlackeneinschlüssen oder anderen Fehlern geprüft werden, bevor weitere Arbeiten ausgeführt werden. Schweißreparaturen am defektem Werkstoff, die infolge des thermischen Trennens 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 von Blech, Freiformschmieden, Einziehen, Ausziehen oder eine Kombination dieser Verfahren hergestellt werden. Für Bauteile, die durch Schmieden, Einziehen oder Ausziehen hergestellt werden, sind die Vorgaben der Werkstoffhersteller zu berücksichtigen und mit dem Kesselhersteller zu vereinbaren.

Bauteile aus ferritischem Blech, die umgeformt werden, müssen nach 10.2.2 bis 10.2.4 wärmebehandelt werden. Die Aufheizung, die für den Umformprozess erforderlich ist, und die Anforderungen an die Wärmebehandlung nach dem Umformen sind in 10.2 angegeben.

Die Festlegung der Bedingungen für die Umformung austenitischer Bleche ist derzeit in Vorbereitung. In der Zwischenzeit sind Verfahren anzuwenden, 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 nicht zulässig.

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 nicht zulässig.

7.2.4 Geschweißte Bleche vor der Warm- oder Kaltumformung

Soweit möglich, sind Mäntel und Böden aus einem Stück Blech durch Walzen oder Pressen herzustellen. Wenn dies nicht möglich ist, ist das Stumpfschweißen von Blechen vor dem Umformen unter der Voraussetzung zulässig, dass die Schweißverbindungen nach dem Umformen zerstörungsfrei nach den Festlegungen in EN 12952-6 geprüft werden, und die Schweißung durch eine Verfahrensprüfung nach EN 288-3 qualifiziert ist, wobei die Wärmebehandlungszyklen bei der Herstellung berücksichtigt sein müssen. Eine Arbeitsprobe für die Schweißnaht ist nach den Festlegungen in 10.2.5 vorzusehen.

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, wie es in Bild B-2 in Anhang B dargestellt ist.

7.3 Rohrbiegungen

7.3.1 Allgemeines

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

Rohrbiegungen, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, dürfen verwendet werden, wenn der Hersteller sicherstellen kann, dass dadurch die Sicherheit des Kessels nicht gefährdet ist.

ANMERKUNG 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 7.3-2 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, so 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 nachgewiesen werden, dass Rohre in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 7.3.1 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 sind zu dokumentieren und als Nachweis für alle weiteren Biegungen heranzuziehen, die durch den Geltungsbereich der geprüften Parameterkombinationen abgedeckt sind.

Werden spezifische Probebögen nach Tabelle 7.3-1 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.

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

7.3.3 Anforderungen für die Prüfung der Abmessungen

Die Verschwächung auf der Bogenaußenseite, die Verdickung auf der Bogeninnenseite (wenn gefordert) und die Unrundheit sind mit den Verfahren nach Tabelle 7.3-1 nachzuweisen.

ANMERKUNG Diese Prüfung gilt für das Biegen von Rohren für die üblichen Wasserrohrkessel. Für gewickelte Kessel und gewickelte Überhitzer gilt Anhang D.

Tabelle 7.3-1 — Anforderungen für die Abmessungsprüfung an Rohrbögen aus einer Fertigungsreihe

Rohrabmessung — Nenn-Außendurchmesser d_0 mm	Prüfung während einer Fertigungsreihe von Rohrbögen
$d_0 \leq 80$	a) Zerstörungsfreie Messung an 2 % der Fertigungsreihe einschließlich des ersten Bogens auf Verschwächung und Unrundheit u . b) Wenn $r_b/d_0 < 1,3$, ist zusätzlich ein Probegbogen vor Fertigungsbeginn erforderlich.
$80 < d_0 \leq 142$	a) Zerstörungsfreie Messung an 2 % der Fertigungsreihe einschließlich des ersten Bogens auf Verschwächung, Verdickung (wenn möglich) und Unrundheit u . b) Wenn $r_b/d_0 < 1,3$, ist zusätzlich ein Probegbogen vor Fertigungsbeginn erforderlich.
$d_0 > 142$	Messung aller Bögen auf Verschwächung, Verdickung und Unrundheit u .
ANMERKUNG 1 Die Prüfung eines Probegbogens 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 Materials, die auf der gleichen Maschine mit der gleichen Maschineneinstellung gebogen werden. ANMERKUNG 3 Die Unrundheit u wird im Scheitelbereich des Bogens gemessen. ANMERKUNG 4 Der Biegeradius r_b wird zur Mittellinie des Rohrbogens gemessen. ANMERKUNG 5 Der Rohraußendurchmesser d_0 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 gleich und kleiner 142 mm

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

$$e_{\text{ext}} = e_{\text{act}} \times \frac{2 r_b / d_0 + 0,5}{2 r_b / d_0 + 1} \quad (7.3-1)$$

Dabei sind:

- e_{ext} die erforderliche Mindestwanddicke auf der Bogenaußenseite, in mm;
- e_{act} die Nenn-Wanddicke des gelieferten Rohres abzüglich der maximalen Minustoleranz für die Rohrfertigung, in mm;
- r_b der Biegeradius gemessen zur Mittellinie des Rohrbogens, in mm;
- d_0 der Nenn-Außendurchmesser des Rohres, in mm.

Wenn der gemessene Wert an der Rohrbiegung geringer ist als e_{ext} , ist auf die rechnerische Mindestwanddicke nach 11.3 in EN 12952-3 zu verweisen.

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:

$$e_{\text{int}} = e_{\text{act}} \times \frac{2 r_b / d_0 - 0,5}{2 r_b / d_0 - 1} \quad (7.3-2)$$

Dabei sind:

- e_{int} die erforderliche Mindestwanddicke auf der Bogeninnenseite, in mm;
- e_{act} die Nenn-Wanddicke des gelieferten Rohres abzüglich der maximalen Minustoleranz für die Rohrfertigung, in mm;
- r_b der Biegeradius gemessen zur Mittellinie des Rohrbogens, in mm;
- d_0 der Nenn-Außendurchmesser des Rohres, in mm.

Wenn der gemessene Wert am Rohrbogen geringer ist als e_{int} , ist auf die rechnerische Mindestwanddicke nach 11.3 in EN 12952-3 zu verweisen.

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

Für Rohre mit einem Außendurchmesser über 142 mm erfolgt die Bewertung anhand der rechnerischen Wanddicken nach 11.3 in EN 12952-3. Die rechnerische Wanddicke ist in der Zeichnung anzugeben.

7.3.7 Unrundheit von Rohrbiegungen

Die Unrundheit von Rohrbiegungen wird nach folgender Gleichung berechnet:

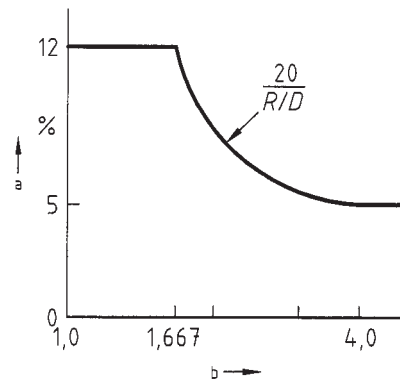
$$u = 2 \times \frac{(\hat{d}_0 - \check{d}_0)}{(\hat{d}_0 + \check{d}_0)} \times 100 \% \quad (7.3-3)$$

Dabei sind:

- u die Unrundheit, in %;
- $\hat{d}_0$ der maximale Außendurchmesser gemessen im Scheitelpunkt des Bogens, in mm;
- $\check{d}_0$ der minimale Außendurchmesser gemessen im gleichen Querschnitt des Bogens wie $\hat{d}_0$, in mm;

Die zulässige Unrundheit muss innerhalb der Grenzen liegen, die sich aus den Bildern 7.3-1 und 7.3-2 ergeben.

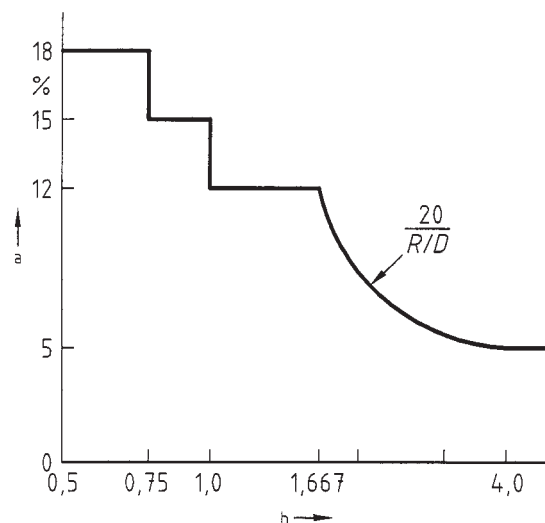
- a) Die Unrundheit von Rohrbiegungen, die in einem Umformschritt hergestellt wurden, darf die Grenzen nach Bild 7.3-1 nicht überschreiten.
- b) Die Unrundheit von Rohrbiegungen mit einem Nennrohr Außendurchmesser ≤ 80 mm, die in zwei Umformschritten hergestellt werden — d. h. durch Warmpressen nach vorherigem Biegen und nachfolgender Wärmebehandlung nach Tabelle 7.3-2 —, darf die Grenzen nach Bild 7.3-2 nicht überschreiten.



Legende

- a Unrundheit u
 b Verhältnis r_t/d_0

Bild 7.3-1 — Zulässige Unrundheit für in einem Umformschritt hergestellte Biegungen



Legende

- a Unrundheit u
 b Verhältnis r_t/d_0

Bild 7.3-2 — 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 warm geformten Biegungen, die eine Wärmebehandlung nach dem Biegen erfordern, ist diese nach den Anforderungen nach 7.3.9 durchzuführen; 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 Umformen im Temperaturbereich der Normalisierungsbehandlung, wie er in der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. dem Werkstoffdatenblatt festgelegt ist, durchgeführt wurde.

- c) Durch Kaltumformen hergestellte Rohrbiegungen, für die in der Verfahrensprüfung eine Verschwächung im Bogenaußenbereich von $> 25\%$ ermittelt wurde, sind nach den Anforderungen in 7.3.9 einer Wärmebehandlung zu unterziehen.
- d) Die in Tabelle 7.3-2 für kalt geformte Rohrbiegungen festgelegte Wärmenachbehandlung ist nach den Anforderungen in 7.3.9 durchzuführen.

Tabelle 7.3-2 — Wärmebehandlung kalt gebogener Rohre nach dem Biegen

d_0 mm	Biegungsverhältnis	Wärmebehandlung von Rohren nach dem Biegen
$d_0 > 142$	$r_b/d_0 > 2,5$	nicht gefordert
$d_0 > 142$	$r_b/d_0 \leq 2,5$	Spannungsarmglühen
$d_0 \leq 142$	$r_b/d_0 > 1,3$	nicht gefordert
$d_0 \leq 142$	$r_b/d_0 \leq 1,3$	Spannungsarmglühen

- e) Auf eine Wärmebehandlung nach dem Biegen kann verzichtet werden, wenn durch eine entsprechende Verfahrensprüfung nachgewiesen werden kann, dass eine Wärmebehandlung nicht erforderlich ist.
- f) Für warm geformte Biegungen ist eine örtliche Wärmenachbehandlung des Rohrbogens nicht zulässig. 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 sind alle Rohrbiegungen einer Wärmenachbehandlung wie folgt zu unterziehen:

a) Warm geformte Biegungen

Alle warm geformten Biegungen einschließlich der Biegungen, die nach dem Kaltbiegen warm gepreßt wurden, sind einer Wärmebehandlung zu unterziehen, um die optimalen Bedingungen der Werkstoffeigenschaften wiederherzustellen. Die anzuwendende Wärmebehandlung nach dem Biegen muss den Anforderungen der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. des Werkstoffdatenblattes entsprechen.

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

b) Kalt geformte Biegungen

Wenn für vergütete Werkstoffe eine Spannungsarmglühung gefordert wird, sind die entsprechenden Anforderungen für die Anlaßbehandlung nach der zutreffenden Werkstoffnorm bzw. dem Werkstoffdatenblatt anzuwenden.

Wenn für ausschließlich normalgeglühte Werkstoffe eine Spannungsarmglühung gefordert wird, sind die Anforderungen für die Wärmebehandlung nach dem Biegen nach den Tabellen 10.4-1 und 10.4-2 anzuwenden.

Andere Verfahren der Spannungsarmglühung können angewendet werden, wenn durch eine Verfahrensprüfung nachgewiesen werden kann, dass diese angemessen sind.

7.3.9.2 Austenitische Rohre

Für kalt geformte Rohrbiegungen aus austenitischen Werkstoffen wird keine Wärmenachbehandlung gefordert.

Für warm geformte Rohrbiegungen aus austenitischen Werkstoffen müssen die Anforderungen für die Wärmebehandlung nach dem Biegen mit einem geprüften Verfahren des Herstellers übereinstimmen, das sicherstellt, dass die Sicherheit des Kessels dadurch nicht gefährdet ist.

7.3.10 Falten auf der Bogeninnenseite

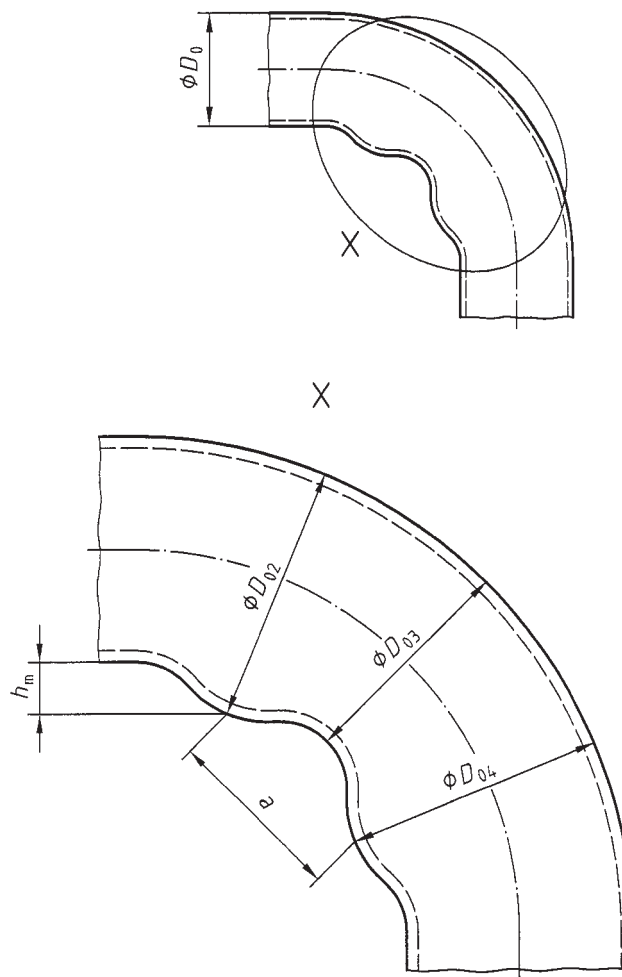
7.3.10.1 Geltende Begriffe

Falten sind mehrfache Wellen wie wellenförmige Unebenheiten (Welligkeit) auf der Bogeninnenseite, siehe Bild 7.3-3.

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

7.3.10.2 Annahmekriterien

- An Rohrbiegungen mit einem Nennrohraußendurchmesser ≤ 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 Nennrohraußendurchmesser > 80 mm und ≤ 140 mm sind Falten und Abweichungen vom Nennbogenprofil nicht zulässig.
- Rohrbiegungen mit einem Nennrohraußendurchmesser > 140 mm dürfen Falten auf der Bogeninnenseite innerhalb der nach Bild 7.3-3 vorgegebenen Grenzen aufweisen, wenn diese Falten ein glattes Profil haben und flach auslaufen. Abweichungen vom Nennbogenprofil sind nicht zulässig.



$d_{(1)}, d_{(2)}, d_{(3)}, d_{(4)}, \dots$ usw. = Der an der jeweiligen Position gemessene Außendurchmesser des Rohres.

ANMERKUNG Zur Verdeutlichung wurden die Falten übermaßstäblich gezeichnet.

Bild 7.3-3 — Falten an Rohrbögen

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

$$\text{Amplitude der Falten } h_m = 0,5 (d_{02} + d_{04}) - d_{03} < 0,03 d_0 \quad (7.3-4)$$

$$\text{Wellenabstand } a > 12 h_m \quad (7.3-5)$$

7.3.11 Oberfläche der Rohrbiegungen

Die Oberfläche der Rohrbiegungen muss frei von Fehlern wie Rissen, Eindrücken, Riefen und Einschürfungen sein. Oberflächenfehler können durch Schleifen beseitigt werden; in diesen Fällen darf die Wanddicke die rechnerische Mindestwanddicke nach 11.3 in EN 12952-3 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, sind einer Oberflächenrissprüfung zu unterziehen, um sicherzustellen, dass die Fehlstellen vollständig beseitigt wurden.

Ausbesserungen der Rohroberfläche durch Schweißen sind im allgemeinen nicht gestattet. In Ausnahmefällen sind an Rohren mit Nennaußendurchmesser von ≥ 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 anzuwendenden Wärmebehandlungsbedingungen;
- e) die Betriebstemperatur der Rohrbiegung.

7.3.12 Gruppenbiegung von Rohrwandelementen

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

Die Unrundheit ist während der Fertigung an den beiden äußeren Rohren eines Rohrwandelementes zu messen. Das Ergebnis ist mit den Anforderungen nach 7.3.7 zu bewerten. Aus Gründen der Praktikabilität sollte die Größe δ_0 in der Gleichung (7.3-3) durch den Außendurchmesser — gemessen am geraden Rohr — ersetzt werden.

7.3.13 Biegen von Verbundrohren

Das angewandte Biegeverfahren für metallische Verbundrohre muss den Anforderungen nach 7.3 entsprechen. Zusätzlich sind die speziellen Empfehlungen des Herstellers zu berücksichtigen.

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 sind innerhalb der zulässigen Grenzen, die die Schweißverfahrensspezifikation angibt, und die Bauteile nach den Angaben in den Zeichnungen unter Berücksichtigung der folgenden Toleranzen auszurichten.

- a) Bei Längsnähten in zylindrischen Bauteilen sind die zu verbindenden Teile bezüglich der Mittellinie innerhalb der Grenzen nach Tabelle 7.4-1 auszurichten.

**Tabelle 7.4-1 — Mittellinienversatz für Längsnähte
in zylindrischen Bauteilen**

Wanddicke e_a mm	Mittellinienversatz mm
$e_a \leq 10$	≤ 1
$10 < e_a \leq 50$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_a/10$ oder 3
$e_a > 50$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_a/16$ oder 10

- b) Bei Rundnähten sind die zu verbindenden Teile bezüglich der Mittellinie innerhalb der Grenzen nach Tabelle 7.4-2 auszurichten.

**Tabelle 7.4-2 — Mittellinienversatz für Rundnähte
in zylindrischen Bauteilen**

Wanddicke e_a mm	Mittellinienversatz mm
$e_a \leq 10$	≤ 1
$10 < e_a \leq 60$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_a/10+1$ oder 6
$e_a > 60$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_a/16$ oder 10

7.4.1.3 Versatz der Oberflächen, Toleranzen

Der Versatz der Oberflächen zweier zu verbindender Bauteile darf

- a) folgende Grenzen nicht überschreiten:

- 1) Bei Längsnähten nach Tabelle 7.4-3

Tabelle 7.4-3 — Oberflächenversatz bei Längsnähten in Zylindern

Wanddicke e_a mm	Oberflächenversatz mm
$e_a \leq 12$	$\leq e_a/4$
$12 < e_a \leq 50$	≤ 3
$e_a > 50$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_a/16$ oder 10

2) Bei Rundnähten nach Tabelle 7.4-4

Tabelle 7.4-4 — Oberflächenversatz bei Rundnähten in Zylindern

Wanddicke e_s mm	Oberflächenversatz mm
$e_s \leq 20$	$\leq e_s/4$
$20 < e_s \leq 40$	≤ 5
$e_s > 40$	$\leq$ dem kleineren Wert von $e_s/8$ oder 20

oder

- b) wenn die Grenzen 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 in 8.1.1.1b) oder gegebenenfalls in 10.2.1.4 der EN 12952-3 zugelassen.

Folgende Verfahren der Abschrägung sind zulässig:

- 1) Aufbau der Oberfläche des dünneren Bleches durch Schweißgut unter Anwendung einer zugelassenen Schweißverfahrensspezifikation, 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 nicht zulässig, wenn sie an dieser 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 Nenninnendurchmessers nicht überschreiten. Wenn die Trommel aus Blechen ungleicher Wanddicke hergestellt wurde, ist das Ergebnis der Messung der Wanddicken so zu korrigieren, 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 $\frac{1}{4}$ der Mantellänge, jedoch maximal 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 sind die zerstörungsfreien Prüfungen der Schweißnähte nach EN 12952-6 nach dem Kaltwalzen durchzuführen.

7.4.2.3 Geradheit

Die maximale Grenzabweichung von der Geraden für den kompletten 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 Durchmesser-toleranzen

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 Wanddicke

Wanddickenänderungen (Verschwächungen), die während der Herstellung auftreten, müssen sanfte Übergänge aufweisen. In keinem Fall darf die Dicke des Bodens die Auslegungsdicke nach 10.2 in EN 12952-3 unterschreiten.

7.4.3.4 Profil

Die Wölbungstiefe, gemessen vom Übergang des zylindrischen Bordes zum Krepfenradius, darf nicht geringer als die theoretische Höhe sein. Darüberhinaus 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 Krepfenradius 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 Die nachfolgend aufgeführten spezifischen Anforderungen an Schweißarbeiten sind vor der Fertigung zu beachten.

ANMERKUNG Ein allgemeiner Leitfaden für das Schweißen ferritischer Stähle ist in den Normen EN 1011-1 und prEN 1011-2 angegeben, der als Ergänzung zu den schweißtechnischen Anforderungen nach dieser Europäischen Norm herangezogen werden kann.

8.1.2 Die Auswahl der Werkstoffe für drucktragende Teile und für alle Anschweißteile hat so zu erfolgen, dass die erforderlichen Schweißarbeiten keine nachteiligen Auswirkungen auf das Bauteil bezüglich seiner vorgesehenen Funktion haben.

Die Auswahl der Schweißzusätze hat so zu erfolgen, dass die für die Auslegung geforderte Festigkeit der Quernähte erreicht wird. Die in 8.7 beschriebenen Auswirkungen der Wärmenachbehandlung auf die fertige Verbindung sind ebenfalls zu berücksichtigen.

8.1.3 Der Kesselhersteller hat auf Anforderung vermaßte und detaillierte Zeichnungen zur Verfügung zu stellen. Diese Zeichnungen müssen alle zu verschweißenden drucktragenden Teile enthalten. Weiterhin sind Schweißanweisungen nach den Anforderungen in Abschnitt 6 der EN 12952-6 vorzulegen.

Die vermaßten Zeichnungen der drucktragenden Hauptteile müssen die Lage der Hauptnähte und Anschweißteile enthalten. Die Zeichnungen müssen darüber hinaus 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 Schweißarbeiten zur Verbindung von Bauteilen eines Wasserrohrkessels dürfen nur dann ausgeführt werden, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

- a) der Hersteller hat Schweißanweisungen nach EN 288-2 für jede Naht bzw. Nahtgruppe zusammengestellt;
- b) die durch den Hersteller in Bezug genommenen 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 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. Die Bedingungen für die Verfahrensprüfung müssen den Anforderungen der EN 288-3 oder EN 288-8 entsprechen. Die Zulassung von Schweißern muss den Anforderungen der EN 287-1 entsprechen.

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

8.1.7 Der Rand von Nähten zwischen Anschweißteilen und drucktragenden Hauptteilen sollte möglichst nicht näher als 40 mm an Hauptnähte heranreichen. Wenn diese 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 6.7 der EN 12952-6 erfolgen.

Öffnungen für Abzweige sollten — soweit möglich — 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 8.1-1 erfüllt.

Tabelle 8.1-1 — 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 aus Gründen der konstruktiven Ausführung dieser Abstand nicht eingehalten werden kann, sind die Schweißnähte im Einflussbereich der Öffnung einer zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen und kerbfrei zu beschleifen.

In dem wie vorstehend beschrieben örtlich zu beschleifenden Bereich ist die Oberfläche zu 100 % einer zerstörungsfreien Oberflächenrissprüfung nach den Anforderungen in Abschnitt 9 der EN 12952-6 zu unterziehen.

Die Anbringung von Öffnungen in Längsnähten ist verboten. Das Anbringen einer Öffnung durch die Mitte von Rundnähten ist unter der Voraussetzung zulässig, dass die Naht einer zerstörungsfreien Schweißnahtprüfung über die Länge der zu bearbeitenden Schweißnaht nach Abschnitt 9 der EN 12952-6 unterzogen wurde.

8.1.8 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 Abschnitt 9 der EN 12952-6 — muss nach der Beendigung des Formens bzw. Nachwalzens erfolgen.

8.1.9 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 sind zu versetzen, es sei denn, dass die Konstruktion der Trommel dies nicht zulässt, wie z. B. im Fall unterschiedlicher Nennblechdicken.

8.1.10 Die Baustellenschweißung von stark unterschiedlich legierten Stählen — z. B. von austenitisch/ferritischen Mischnähten — sollte so weit wie möglich vermieden werden.

8.1.11 Um für das Schweißen angemessene Bedingungen zu schaffen, sind erforderlichenfalls Gerüste und Schutz gegen schädliche Witterungseinflüsse vorzusehen.

8.1.12 Während der Fertigung ist eine Kopie der Schweißanweisung für den Schweißer zur Verfügung zu halten.

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 hat sicherzustellen, 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 hat unter Berücksichtigung der Herstellerangaben zu erfolgen.

ANMERKUNG Dies ist insbesondere für die Ausheizung 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 Umhüllung, Rost oder Schmutz bei Elektroden, dürfen diese nicht mehr verwendet werden. Pulver müssen sauber und trocken sein.

8.3 Schweißtechnische Anerkennungen

8.3.1 Anerkennung von Schmelzschweißverfahren

Die Anerkennung der Schweißanweisungen für Schmelzschweißverfahren hat nach EN 288-3 oder EN 288-8 zu erfolgen (siehe Abschnitt 6 der EN 12952-6).

Die Schweißverfahren für das Stumpfschweißen von metallurgisch hergestellten Verbundrohren sind nach den Anforderungen der EN 288-8 anzuwenden. Zusätzlich sind besondere Empfehlungen des Rohrherstellers zu berücksichtigen. Die Schweißverfahren sind mit Verbundrohren der gleichen Spezifikation zu prüfen, wie sie im Kessel eingesetzt werden.

8.3.2 Anerkennung und Ausbildung von Schweißern

Die Anerkennung von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen muss nach den Festlegungen der EN 287-1 und nach 4.2.1 bzw. 4.2.2 der EN 1418 erfolgen (siehe Abschnitt 7 der EN 12952-6). Für Ausbildung, Aufsicht und Kontrolle der Schweißer sowie der Bediener von Schweißeinrichtungen ist der Hersteller verantwortlich.

Schweißer für das Stumpfschweißen von Verbundrohren müssen nach den Anforderungen der EN 287-1 und nach 4.2.1 bzw. 4.2.2 der EN 1418 anerkannt sein. Zusätzlich sind besondere Empfehlungen des Rohrherstellers zu berücksichtigen. Die Schweißeranerkennung sind mit Verbundrohren der gleichen Spezifikation zu prüfen, wie sie im Kessel eingesetzt werden.

8.4 Allgemeine Anforderungen an die Herstellung von Schweißnähten

8.4.1 Oberflächenzustand vor dem Schweißen

Die Schweißflanken und der angrenzende Werkstoff der Innen- und Außenflächen müssen trocken und gänzlich frei von Fett, Öl, Schmiermittel, Farbe, Zunder oder anderen Verunreinigungen sein. Der gesäuberte Bereich der Metallfläche neben den Schweißkanten muss ausreichend breit sein, um eine Verunreinigung der Naht zu vermeiden. Für die Reinigung sind entsprechend verträgliche Materialien zu verwenden.

8.4.2 Zusammenbau der Bauteile für das Schweißen

Um die vorgegebene Geradheit (siehe 7.4.1) zu erreichen und falls erforderlich, den in der Zeichnung oder Schweißanweisung (siehe 8.1.3) vorgegebenen Wurzelspalt während des Schweißens einzuhalten, sind die zu verschweißenden Teile sicher in ihrer Position zu halten; dies kann durch mechanische Maßnahmen, angeschweißte Knaggen oder Heftschweißen geschehen.

ANMERKUNG Die Maße für den Wurzelspalt gelten für den gehefteten Zustand.

Anerkanntermaßen kann die genaue Einhaltung der Anforderungen für den Wurzelspalt schwierig sein. Geringfügige Änderungen aufgrund praxisbezogener Gegebenheiten müssen zulässig sein, falls der Hersteller sicherstellen kann, dass die Sicherheit des Kessels nicht beeinträchtigt wird.

Korrekturen von Unregelmäßigkeiten beim Zusammenbau dürfen nicht durch Hammerschläge vorgenommen werden.

8.4.3 Temporäre Anschweißteile

Die Anzahl von temporären Anschweißungen an drucktragende Teile ist auf das erforderliche Minimum zu beschränken.

Temporäre Anschweißteile (ausgenommen Rohlinge für die Wasserdruckprüfung) sind vor der ersten Druckaufgabe zu entfernen, es sei denn, sie sind nach den gleichen konstruktiven Grundsätzen ausgeführt wie permanente Anschweißteile. Beim Entfernen ist so vorzugehen, dass eine Beschädigung des drucktragenden Teiles so weit wie möglich vermieden wird; als Verfahren müssen Spanen, Schleifen oder thermisches Schneiden in Verbindung mit Spanen oder Schleifen angewendet werden. Erforderliche Ausbesserungsarbeiten an beschädigten Bereichen durch Schweißen nach Entfernen der Anschweißteile sind durch geprüfte Schweißer unter Anwendung eines qualifizierten Schweißverfahrens durchzuführen.

Alle temporären Anschweißteile sind zu entfernen. Der Bereich, in dem temporäre Anschweißteile beseitigt wurden, ist sanft auszuschleifen und nach einem für den Werkstoff geeigneten Prüfverfahren auf Oberflächenfehler vor der Durchführung einer Spannungsarmglühung zu prüfen.

Die Vorwärmbedingungen nach 10.3 sind auch für das Heftschweißen und das Anbringen von Knaggen oder anderen Anschweißteilen anzuwenden und während des Schweißens aufrechtzuerhalten.

Der für Heftschweißungen verwendete Zusatzwerkstoff muss für die spezifische Schweißung geeignet sein und muss nach einer anerkannten Schweißanweisung verschweißt werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Qualität der Heftschweißungen zu richten; sie sind durch geprüfte Schweißer auszuführen. Gegebenenfalls sind die Enden dieser Heftschweißungen durch Schleifen oder Spanen beizuarbeiten, wenn sie durch Aufschmelzen in die Wurzellage mit eingebunden werden müssen. Alle gerissenen Heftschweißungen sind vollständig zu entfernen.

8.4.4 Zündstellen

Zündstellen sind zu vermeiden. Werden dennoch Zündstellen verursacht, sind diese sanft auszuschleifen und der Grundwerkstoff ist nach einem für den Werkstoff geeigneten Prüfverfahren auf Oberflächenfehler zu prüfen.

8.4.5 Rückverfolgbarkeit von Schweißern

Der Hersteller muss eine Liste der Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen sowie Aufzeichnungen über deren Schweißerprüfungen aufbewahren, damit er auf Anfrage den Nachweis für die Zulassung der bei der Herstellung von Wasserrohrkesseln eingesetzten Schweißer erbringen kann.

8.5 Reparaturen an Schweißnähten

8.5.1 Allgemeines

Wenn die Reparatur einer Schweißnaht erforderlich wird, so muss dabei ein anerkanntes Schweißverfahren von einem anerkannten Schweißer angewendet werden. Die Ursache und der Umfang der Reparatur sind als Teil der Herstellerunterlagen aufzuzeichnen. Wenn Durchstrahlungsfilme oder andere Aufzeichnungen über zerstörungsfreie Prüfungen für die Reparaturstelle ausgewertet werden, sind auch alle früheren Aufzeichnungen über die reparierten Bereiche vorzulegen. Angaben über Schweißreparaturen sind auch dem mit der zerstörungsfreien Prüfungen beauftragten Personal für die Nachprüfung zur Verfügung zu stellen.

Fehler sind mit geeigneten Verfahren zu beseitigen. Werden Schweißnähte teilweise entfernt, so ist dieser Bereich ausreichend tief und lang zu wählen, um die gesamte Fehlstelle zu beseitigen. Die Enden der Fuge müssen sanfte Übergänge vom Grund bis zur Oberfläche der Schweißnaht aufweisen. Die Breite und der Querschnitt der Fuge müssen eine angemessene Zugänglichkeit für die Reparaturschweißung ermöglichen.

8.5.2 Reparaturschweißen von Längs- und Rundnähten an Trommeln und Sammlern, die Arbeitsproben erforderlich machen

Wenn eine komplette Naht entfernt und der Stoß erneut geschweißt wird, ist das Schweißen einer neuen Arbeitsprobe erforderlich, sofern dies nach 8.2 der EN 12952-6 gefordert ist.

Wurden stumpfgeschweißte Nähte ausgebessert, müssen das Bauteil und gegebenenfalls die Arbeitsproben nach den entsprechenden Abschnitten dieser Norm wärmebehandelt und die Arbeitsproben gegebenenfalls in Übereinstimmung mit Abschnitt 8 der EN 12952-6 geprüft werden.

8.5.3 Zerstörungsfreie Prüfung

Reparierte Bereiche und erneut geschweißte Nähte sind einer zerstörungsfreien Prüfung nach Abschnitt 9 der EN 12952-6 zu unterziehen, wobei die gleichen Prüfanforderungen wie für die Ursprungsnaht gelten.

8.5.4 Aufzeichnung von Schweißreparaturen

Der Hersteller muss alle durchgeführten Reparaturen an:

- a) stumpfgeschweißten Längs- und Rundnähten sowie Stutzennähten von Trommeln,
- b) stumpfgeschweißten Längs- und Rundnähten von Sammlern,
- c) stumpfgeschweißten Nähten an Rohren über 25 mm Wanddicke oder 170 mm äußerem Durchmesser,

hinsichtlich Lage, Länge, Breite und Tiefe dokumentieren.

Reparaturen an anderen Schweißnähten sind im entsprechenden ZfP-Bericht aufzuführen.

8.6 Vorwärmung

Ein Vorwärmung ist in Übereinstimmung mit 10.3 durchzuführen.

8.7 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist in Übereinstimmung mit 10.4 durchzuführen.

Für geschweißte Bauteile, die den üblichen Herstellverfahren unterliegen und den Anforderungen nach 10.4.1.4, 10.4.1.5 und 10.5 entsprechen, wird unterstellt, dass während der Wärmebehandlung keine unzulässige Beeinträchtigung der Werkstoffeigenschaften auftritt. Es ist jedoch zu beachten, dass bei geschweißten Bauteilen, die einer normalisierenden Wärmebehandlung unterzogen werden, eine Beeinträchtigung der Werkstoffeigenschaften auftreten kann.

Für Bauteile, die für den Warmstreckgrenzbereich ausgelegt wurden, ist in Einzelfällen bei der Prüfung von Grundwerkstoffen nach einer Wärmebehandlung im Anschluss an das Schweißen eine Unterschreitung der Werte für die festgelegte Mindeststreckgrenze und die festgelegte Mindestfestigkeit bis 5 % zulässig. Werte, die die festgelegte Mindeststreckgrenze und die festgelegte Mindestfestigkeit um 5 % bis 10 % unterschreiten, sind zulässig, wenn nachgewiesen werden kann, dass

- a) die Wärmebehandlung korrekt ausgeführt wurde;
- b) die Anforderungen an die Bruchdehnung des Grundwerkstoffes erfüllt sind;
- c) die Anforderungen an die Kerbschlagzähigkeit des Grundwerkstoffes erfüllt sind;
- d) die Wanddicke des Bauteils für den ermittelten Streckgrenzwert ausreichend ist.

Für Bauteile, die für den Betrieb im Zeitstandbereich ausgelegt wurden, sind Unterschreitungen der festgelegten Mindeststreckgrenzwerte und der festgelegten Mindestfestigkeitswerte bis maximal 10 % zulässig.

8.8 Schweißen nach einer abschließenden Wärmebehandlung

In besonderen Fällen kann es erforderlich sein, an drucktragenden Teilen nach der abschließenden Wärmenachbehandlung zu schweißen, z. B. beim Anbringen kleinerer Anschweißteile oder zur Durchführung geringfügiger Schweißreparaturen¹⁾. Eine solche Vorgehensweise ist für die Stähle der Stahlgruppen 1.1, 1.2, 5.1 und 5.2 zulässig, wenn die Schweißung nach einer anerkannten Schweißverfahrensanweisung nach den Anforderungen der EN 288-3 ausgeführt wird und folgende Bedingungen eingehalten werden.

- a) Die Mindestvorwärmtemperatur wird nach 10.3 gewählt. Für Stähle der Stahlgruppen 5.1 und 5.2 sollte sie ≥ 200 °C betragen.
- b) Es werden entweder wasserstoffreduzierte Elektroden verwendet, die mindestens einem Wasserstoffwert D nach den Anforderungen der prEN 1011 entsprechen, oder es wird ein Verfahren eingesetzt, das vergleichbar niedrige Wasserstoffgehalte sicherstellt, wie z. B. das WIG-Verfahren.
- c) Wenn möglich, ist mit mindestens 2 Lagen Schweißgut bei einer Mindestanzahl von Ansätzen zu schweißen. Für Cr-Mo-Stähle sind in jedem Fall mindestens 2 Lagen erforderlich.
- d) Das a -Maß für Anschweißteile darf 13 mm nicht überschreiten.
- e) Für Cr-Mo-Stähle darf die Stutzenabmessung 57 mm äußeren Durchmesser und 10 mm Wanddicke nicht überschreiten.
- f) Das Schweißgut muss sanft in den Grundwerkstoff übergehen; erforderlichenfalls ist die Naht zu bearbeiten.
- g) Nach Durchführung der Schweißarbeiten und einer gegebenenfalls erforderlichen Bearbeitung sind die Nähte mit Hilfe des Magnetstreuflussverfahrens zu prüfen.
- h) Die besonderen Anforderungen für das Dichtschweißen eingewalzter Rohre sind in 9.4 angegeben.

1) Obwohl die Definition geringfügiger Reparaturen schwierig ist, kann ein Abtragen in einer Länge von maximal 100 mm und einer Tiefe von $e/10$ (wobei e die Nenndicke des Bauteils ist) oder maximal 6 mm Tiefe als geringfügig angesehen werden, jedoch sind auch größere Werte möglich.