

DIN EN 13445-5

ICS 23.020.30

Ersatz für
DIN EN 13445-5:2016-12**Unbefeuerte Druckbehälter –
Teil 5: Inspektion und Prüfung;
Deutsche Fassung EN 13445-5:2014**

Unfired pressure vessels –
Part 5: Inspection and testing;
German version EN 13445-5:2014

Réipients sous pression non soumis à la flamme –
Partie 5: Inspection et contrôles;
Version allemande EN 13445-5:2014

Gesamtumfang 81 Seiten

DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-5:2014 Ausgabe 4:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 012-00-05 AA „Unbefeuerte Druckbehälter“ im DIN-Normenausschuss Chemischer Apparatebau (FNCA).

Dieser Teil von DIN EN 13445 enthält im Zusammenhang mit der Inspektion und Prüfung für Druckgeräte nach dieser Europäischen Norm relevante Festlegungen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13445-5:2016-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13445-5: 2002-08, 2010-02, 2010-12, 2011-12, 2012-12, 2013-12, 2014-12, 2015-12, 2016-12

DIN EN 13445-5/A1: 2007-09, 2011-10

DIN EN 13445-5/A2: 2005-09, 2011-10

DIN EN 13445-5/A3: 2006-08, 2011-10

DIN EN 13445-5/A4: 2007-03

DIN EN 13445-5/A5: 2006-11

DIN EN 13445-5/A10: 2008-12

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 5: Inspektion und Prüfung

Unfired pressure vessels - Part 5: Inspection and testing

Réipients sous pression non soumis à la flamme - Partie 5:
Inspection et contrôle

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. August 2014 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 des CEN-CENELEC 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, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

Seite

Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Durchführung der Inspektion und Prüfung	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Inspektion	9
4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)	9
5 Technische Dokumentation	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Angaben, die in der technischen Dokumentation enthalten sein müssen	10
5.2.1 Allgemeines	10
5.2.2 Allgemeine Beschreibung des Druckbehälters	10
5.2.3 Entwurf und Konstruktionszeichnungen	10
5.2.4 Beschreibungen und Erklärungen, die für das Verständnis der Zeichnungen und Diagramme sowie die Funktionsweise des Druckbehälters erforderlich sind	11
5.2.5 Ergebnisse der Auslegungsberechnungen und der durchgeführten Prüfungen	11
5.2.6 Prüfberichte	12
5.2.7 Konstruktions- und Fertigungsplan	12
5.3 Entwurfsprüfung durch den Hersteller (interne Entwurfsprüfung)	13
5.3.1 Allgemeines	13
5.3.2 Entwurfsprüfung durch den Hersteller (interne Entwurfsprüfung)	13
6 Inspektion und Prüfung während der Fertigung	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Fertigungsverfahren und Konstruktionszeichnungen	14
6.3 Rückverfolgbarkeit von Werkstoffen	14
6.3.1 Allgemeines	14
6.3.2 Besondere Bedingungen für die Werkstoffkennzeichnung	14
6.4 Vorbereitungsmaßnahmen für Fertigungsverfahren	14
6.4.1 Allgemeines	14
6.4.2 Prüfung der Schweißnahtvorbereitung	15
6.4.3 Prüfung der Halterungen für Druckbehälter	15
6.4.4 Prüfung in Zusammenhang mit Umformarbeiten	15
6.4.5 Prüfung von Bereichen, die in Wanddickenrichtung einer signifikanten Zugspannung ausgesetzt sind	15
6.5 Schweißen	15
6.5.1 Allgemeines	15
6.5.2 Nachweis über die Qualifikation der Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen sowie der Anerkennung der Schweißverfahren	15
6.5.3 Prüfung der Ausbesserungen	16
6.6 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen	16
6.6.1 Umfang der zerstörungsfreien Prüfung	16
6.6.2 Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung	19
6.6.3 Durchführung der zerstörungsfreien Prüfung	27
6.6.4 Klassifizierung und Bewertungsgruppen für Fehler	28
6.6.5 Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen	28
6.6.6 Durchführung der ZfP-Wiederholungsprüfung	28
6.6.7 Dokumentation der zerstörungsfreien Prüfung	28
6.7 Zerstörende Prüfungen	29
6.7.1 Umfang der zerstörenden Prüfung	29
6.7.2 Plan für die zerstörende Prüfung	29
6.7.3 Nachweis der zerstörenden Prüfungen	29
6.7.4 Dokumentation	29
6.8 Wärmebehandlung	29

7	Vergabe von Unteraufträgen	29
7.1	Allgemeines.....	29
7.2	Im Unterauftrag vergebene schweißtechnische Arbeiten	30
7.3	Im Unterauftrag ausgeführte zerstörungsfreie Prüfungen	30
7.3.1	Zerstörungsfreie Prüfungen in den Fertigungsanlagen des Druckbehälter-Herstellers durch unterbe-auftragtes ZfP-Personal.....	30
7.3.2	Zerstörungsfreie Prüfungen in den Fertigungsanlagen des Unterauftragnehmers	30
8	Sonstige Prüfungen.....	30
9	Kalibrierung.....	31
9.1	Allgemeines.....	31
9.2	Kalibrierverfahren.....	31
9.2.1	Allgemeines.....	31
9.2.2	Kalibrierung.....	31
9.2.3	Kalibrierhäufigkeit	32
9.3	Kennzeichnung	32
9.4	Registrierung	32
10	Abnahmeprüfung.....	33
10.1	Allgemeines.....	33
10.2	Umfang der Abnahmeprüfung.....	33
10.2.1	Sichtprüfung und Maßprüfung.....	33
10.2.2	Prüfung der Dokumentation	34
10.2.3	Druckprüfung	34
10.2.4	Sichtprüfung des Druckbehälters nach der Druckprüfung	43
10.2.5	Prüfung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion.....	44
11	Kennzeichnung und Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm	44
11.1	Allgemeines.....	44
11.2	Kennzeichnungsverfahren	44
11.2.1	Allgemeines.....	44
11.2.2	Stempeln.....	44
11.2.3	Typschild	44
11.3	Kennzeichnungseinheiten	45
11.4	Kennzeichnungsangaben	45
11.5	Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm	46
12	Dokumente	46
12.1	Art der Dokumente	46
12.2	Kontrolle und Zugänglichkeit der Dokumente.....	47
12.3	Aufbewahren der Dokumente.....	47
Anhang A (normativ)	Inspektion und Prüfung von in Serie gefertigten Druckbehältern	48
A.1	Einleitung	48
A.2	Einschränkungen bei Behältern, die als seriengefertigte Druckbehälter eingestuft werden dürfen.....	48
A.3	Eingrenzung des Begriffs Muster	48
A.4	Musterprüfung	49
A.5	Musterzulassung	49
A.6	Qualitätssicherungs- oder Fertigungsplan	49
A.7	Fertigungsüberwachung, zerstörungsfreie Prüfung und Druckprüfung	50
A.7.1	Einleitung	50
A.7.2	Allgemeines Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung für in Serie gefertigte Druckbe- hälter..	50
A.7.3	Druckprüfung für in Serie gefertigte Druckbehälter	50
A.8	Kennzeichnung	50
A.9	Dokumentation/Zertifizierung.....	50
Anhang B (normativ)	Vorgeschriebene Abmessungen an Druckbehältern	51
Anhang C (normativ)	Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Verschlüsse und besondere Verschlüsselemente	53
C.1	Allgemeines.....	53
C.2	Arten und Abmessungen von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen.....	53
C.2.1	Schaulöcher	53
C.2.2	Handlöcher	53

C.2.3	Kopflöcher	53
C.2.4	Mannlöcher	54
C.2.5	Rettungslöcher	54
C.3	Art, Lage und Mindestanzahl von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen	54
C.4	Alternative Anforderungen für Schaulöcher in kleinen Behältern	56
C.5	Verschlüsse und besondere Verschlusselemente	56
C.5.1	Allgemeines	56
C.5.2	Begriffe	56
C.5.3	Werkstoffe und Konstruktion	56
C.5.4	Klammerschrauben	57
C.5.5	Klappschrauben	58
C.5.6	Bügelverschlüsse	58
C.5.7	Schnellverschlüsse	59
Anhang D (informativ)	Dichtheitsprüfung	65
D.1	Allgemeines	65
D.2	Personal für die Dichtheitsprüfung	65
Anhang E (informativ)	Schallemissionsprüfung	66
E.1	Allgemeines	66
E.2	Anwendbare Normen	66
E.3	Personal für die Schallemissionsprüfung	66
E.4	Zusätzliche Anforderungen	66
Anhang F (normativ)	Inspektion und Prüfung von Druckbehältern oder Druckbehälterteilen unter Zeitstandbeanspruchung	68
F.1	Allgemeines	68
F.2	Umfang der Inspektion und Prüfung	68
F.3	Durchführung der ZfP und Zulässigkeitskriterien	70
F.4	Dokumente	70
Anhang G (normativ)	Prüfung von Druckbehältern unter zyklischer Beanspruchung	71
G.1	Allgemeines	71
G.2	Umfang der Inspektion und Prüfung	71
G.3	Durchführung der Inspektion und Prüfung und Zulässigkeitskriterien	71
G.4	Technische Dokumentation, zusätzliche Anforderungen	72
Anhang H (informativ)	Herstellererklärung der Übereinstimmung mit dieser Norm	73
Anhang I (informativ)	Besondere Prüfungen während der Herstellung zur Unterstützung der wiederkehrenden Prüfungen	75
I.1	Allgemeines	75
I.2	Metallographische Untersuchungen	75
I.3	Härtemessungen	75
I.4	Durchmessermessungen	76
Anhang Y (informativ)	Entwicklung der EN 13445-5	77
Y.1	Unterschiede zwischen der EN 13445-5:2009 und der EN 13445-5:2014	77
Y.2	Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 2 (2015-07)	77
Y.3	Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 3 (2016-07)	77
Y.4	Liste der korrigierten Seiten in Ausgabe 4 (2017-07)	77
Anhang ZA (informativ)	Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EG	78
Literaturhinweise		79

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-5:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 „Unbefeuerte Druckbehälter“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Für den Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Diese Europäische Norm über „Unbefeuerte Druckbehälter“ umfasst die folgenden Teile:

- Teil 1: *Allgemeines*
- Teil 2: *Werkstoffe*
- Teil 3: *Konstruktion*
- Teil 4: *Herstellung*
- Teil 5: *Inspektion und Prüfung*
- Teil 6: *Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit*
- CR 13445-7 *Unbefeuerte Druckbehälter* — Teil 7: *Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens*
- Teil 8: *Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*
- CEN/TR 13445-9 *Unbefeuerte Druckbehälter* — Teil 9: *Gegenüberstellung der EN 13445-Normenreihe und ISO 16528.*

Obwohl alle Teile dieser Norm einzeln erhältlich sind, sollte berücksichtigt werden, dass die Teile in gegenseitigem Zusammenhang stehen. Deshalb werden für die Herstellung von unbefeuerten Druckbehältern die jeweils zutreffenden Teile benötigt, damit die Anforderungen der Norm zufrieden stellend erfüllt werden.

Korrekturen zu Formulierungen der Norm mit möglicherweise mehreren Auslegungen erfolgen über den Migration Help Desk (MHD). Informationen rund um den Help Desk sind unter <http://www.unm.fr> (en13445@unm.fr) zu finden. Ein Formblatt für Anfragen kann von der Website heruntergeladen werden. Nachdem einschlägige Experten einer Antwort einhellig zustimmen, wird die Antwort dem Anfragenden mitgeteilt. Korrigierte Seiten erhalten eine spezifische Nummerierung und werden von CEN entsprechend den CEN-Regeln veröffentlicht. Interpretationseiten werden in die Website aufgenommen.

Dieses Dokument ersetzt EN 13445-5:2009. Diese neue Ausgabe enthält die Änderungen, welche vorher durch die CEN Mitglieder angenommen wurden, sowie die korrigierten Seiten bis Ausgabe 5 ohne weitere technische Änderungen. Anhang Y beschreibt Einzelheiten der wesentlichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorangegangenen Ausgabe.

Änderungen zu dieser neuen Ausgabe werden bei Bedarf veröffentlicht und können dann sofort als Alternativen zu den in dieser Ausgabe enthaltenen Regeln angewendet werden. Es ist vorgesehen, jährlich eine neue Ausgabe der EN 13445:2014 zu erstellen, in welcher die Änderungen und andere identifizierte Berichtigungen konsolidiert werden. Ausgabe 4 (2017-07) beinhaltet die in Anhang Y aufgeführten korrigierten Seiten.

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

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der EN 13445 legt die Inspektion und Prüfung von einzelnen und in Serie gefertigten Druckbehältern aus Stählen nach EN 13445-2:2014 fest.

Besondere Anforderungen für den Betrieb unter zyklischer Belastung sind in Anhang G dieser Norm enthalten.

Besondere Anforderungen für Druckbehälter oder Druckbehälterteile, die im Zeitstandbereich betrieben werden, sind in Anhang F und Anhang I dieser Norm festgelegt.

ANMERKUNG Wird eine CE-Kennzeichnung gewünscht, können weitere Informationen über Tätigkeiten in Verbindung mit den verschiedenen Stellen, die Prüfungen durchführen, CR 13445-7 entnommen werden.

2 Normative Verweisungen

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

CEN/TR 764-6:2012, *Druckgeräte — Teil 6: Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung*

EN 1779:1999, EN 1779:1999/A1:2003, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und -verfahren*

EN 13445-1:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*

EN 13445-2:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN ISO 4063:2010, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern* (ISO 4063:2009, Korrigierte Fassung 2010-03-01)

EN ISO 4136:2012, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Querzugversuch* (ISO 4136:2012)

EN ISO 5817:2014, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten* (ISO 5817:2014)

EN ISO 6520-1:2007, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 1: Schmelzschweißen* (ISO 6520-1:2007)

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

EN ISO 9712:2012, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung* (ISO 9712:2012)

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

EN ISO 17635:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe* (ISO 17635:2016)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Entwurfsprüfung durch den Hersteller

Interne Entwurfsprüfung

Verfahren, bei dem ein Hersteller sicherstellt und bescheinigt, dass der Entwurf den Anforderungen dieser Norm entspricht

3.2

Entwurfsprüfung durch die verantwortliche Stelle

Externe Entwurfsprüfung

Verfahren, bei dem eine verantwortliche Stelle sicherstellt und bescheinigt, dass der Entwurf den Anforderungen dieser Norm entspricht

3.3

Prüfgruppe

Gruppe, in der die jeweiligen Anforderungen einer zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) an einer Schweißverbindung festgelegt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt vier Prüfgruppen.

3.4

Inspektion

Verfahren zur Beurteilung der Übereinstimmung des Druckbehälters mit der Technischen Spezifikation

Anmerkung 1 zum Begriff: Es handelt sich um ein umfassendes Verfahren, das hauptsächlich vom Hersteller im Rahmen der Konstruktion, Herstellung und Prüfung des Geräts durchgeführt wird. Das Verfahren kann durch Prüfmaßnahmen anderer Stellen ergänzt werden. Die Inspektion beinhaltet die Beurteilung der Prüfmaßnahmen.

3.5

Prüfung (Prüfen)

Verfahren, mit dem durch eine oder mehrere Prüfungen bescheinigt wird, dass der Behälter mit den technischen Anforderungen dieser Norm übereinstimmt

3.6

Technische Spezifikation

technische Angaben, die Teil des Auftrags oder für Druckbehälter vorgeschrieben sind, und in denen Vorschriften und besondere Anforderungen des Betreibers festgelegt sind

3.7

Ausbesserung

Vorgang, bei dem ein Zustand im Grundwerkstoff oder der Schweißnaht ausgebessert wird, um die Übereinstimmung mit dieser Norm sicherzustellen

3.8

Serienfertigung

Fertigungsweise, bei der identische Behälter oder Behälterteile, die anschließend zu einem vollständigen Behälter zusammengefügt werden, in einem kontinuierlichen Fertigungsprozess nach den gleichen Fertigungsverfahren und nach den Anforderungen einer einzigen Musterzulassung hergestellt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.9

Kontinuierliche Fertigung

Fertigungsweise, bei der das Schweißen der Hauptnähte und Stützennähte im Wesentlichen kontinuierlich erfolgt, das bedeutet keine Fertigungspausen oder –ausfälle, die eine Neueinstellung des Schweißgeräts und/oder der Einrichtung für die zerstörungsfreie Prüfung erforderlich machen würden

Anmerkung 1 zum Begriff: Einstellmaßnahmen am Schweißgerät innerhalb der Toleranzgrenzen des Schweißverfahrens gelten nicht als Neueinstellung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.10

Musterzulassung

Verfahren, mit dem sichergestellt und bescheinigt wird, dass ein repräsentatives Prüfmuster der Produktion (Muster des Druckbehälters/-behälterteils) die Anforderungen dieser Norm im Hinblick auf Konstruktion, Herstellung und Prüfung erfüllt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Musterzulassung erfolgt durch den Hersteller oder die verantwortliche Stelle auf der Grundlage des gewählten Konformitätsbewertungsmoduls.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.11

Muster des Druckbehälters/-behälterteils

erstes oder repräsentatives Muster einer Serie von Druckbehältern/-behälterteilen, die durch eine einzige Musterzulassung erfasst wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.12

Druckbehälterlos

Teil einer Fertigungsserie, bei der das Schweißen der Hauptnähte und Stützennähte im Wesentlichen kontinuierlich durch das gleiche Schweißverfahren erfolgt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.13

Schicht

Zeitraum innerhalb eines Tages, während dessen die Schweißarbeiten von dem bzw. den gleichen Bediener(n) der Schweißeinrichtungen ausgeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Begriffe 3.8 bis 3.13 gelten für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

3.14

Verbindungsgruppen

verschiedene Verbindungen hergestellt nach einer Schweißanweisung von dem bzw. den gleichen Bediener(n) der Schweißeinrichtungen

4 Durchführung der Inspektion und Prüfung

4.1 Allgemeines

An jedem einzelnen Druckbehälter sind während der Fertigung und nach Ende der Fertigung Inspektionen durchzuführen. Diese Inspektionen sind notwendig, um sicherzustellen, dass Konstruktion, Werkstoffe, Herstellung und Prüfung den Anforderungen der vorliegenden Norm entsprechen. Die Erfüllung dieser Anforderung ist anhand ausreichender Dokumentation nachzuweisen.

4.2 Inspektion

Der Hersteller muss eine Inspektion vornehmen, um nachzuweisen, dass alle Anforderungen dieser Norm erfüllt sind. Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) richtet sich nach der Prüfgruppe, wie in 4.3 beschrieben.

Alle Inspektionen sind vom qualifizierten Personal durchzuführen.

4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)

Art und Umfang der zerstörungsfreien Prüfung eines Druckbehälters werden durch die Prüfgruppe bzw. Kombination von Prüfgruppen bestimmt, soweit nach 6.6.1.2 zugelassen (siehe Tabelle 6.6.1-1: Prüfgruppen für Druckbehälter aus Stahl und Tabelle 6.6.2-1: Umfang der zerstörungsfreien Prüfung).

5 Technische Dokumentation

5.1 Allgemeines

Der Druckbehälter-Hersteller muss die in 5.2 aufgeführten Angaben zusammenstellen, die vor Beginn der Herstellung nach 5.3 zu überprüfen sind.

Der Hersteller muss angeben, welche Behälter durch die gleichen Konstruktion abgedeckt sind.

5.2 Angaben, die in der technischen Dokumentation enthalten sein müssen

5.2.1 Allgemeines

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Dokumentenarten als erforderliche technische Dokumentation.

5.2.2 Allgemeine Beschreibung des Druckbehälters

- a) Name des Druckbehälter-Herstellers und der Unterauftragnehmer, falls zutreffend;
- b) Firmenanschrift(en) der Druckbehälter-Hersteller und der Unterauftragnehmer, falls zutreffend;
- c) Dokument, das Konstruktionsdaten und besondere Aspekte wie folgt enthält:
 - 1) höchster und niedrigster zulässiger Druck, Auslegungsdruck und Prüfdruck, in bar, für jeden Druckraum (Unterdruck mit negativem Vorzeichen);
 - 2) Rauminhalt jedes Druckraumes, in Liter;
 - 3) höchste und niedrigste Auslegungstemperatur;
 - 4) Art und Anbringungsort der Druckbehälter-Kennzeichnung, Typenschild oder Stempel;
 - 5) Fluid-Gruppe.
 - 6) für Behälter mit einer zyklischen Belastung die zulässige Lastspielzahl, den Bereich der Einwirkung (siehe EN 13445-3:2014, 5.3.1) während des Lastspiels und die Bereiche in denen Schädigungskennzahl D (siehe EN 13445-3:2014, Abschnitt 17 und 18) größer als 0,8 ist. Die maximal zulässige Aufdachung muss angegeben werden.
 - 7) Wenn der Druckbehälter im Zeitstandbereich betrieben wird, müssen die folgenden zusätzlichen Angaben gemacht werden:
 - Auslegungslebensdauer (z. B. 100 000 h) und erwartete Lebensdauer für den jeweiligen Lastfall;
 - Teile des Druckbehälters, die einer Zeitstandbeanspruchung ausgesetzt sind;
 - Wert des Abminderungsfaktors für die Zeitstandfestigkeit der Schweißnaht, der für die jeweilige Schweißverbindung unter Zeitstandbeanspruchung eingesetzt wurde;
 - ob eine Lebensdauerüberwachung nach den Festlegungen in EN 13445-3:2014, Abschnitt 19, erfolgt oder nicht.

5.2.3 Entwurf und Konstruktionszeichnungen

Die vom Hersteller durchgeführte Gefahrenanalyse, aus der hervorgeht, welche durch den Druck verursachten Gefahren auf den Druckbehälter einwirken (siehe EN 13445-3:2014, 5.3.1), muss dokumentiert werden und ausführliche Angaben enthalten.

Es müssen genaue Angaben über den Entwurf, einschließlich der angewendeten Konstruktionsverfahren, Funktionsanforderungen und Konstruktionszeichnungen vorliegen. Anleitungen über die festzulegenden Maßangaben sind in Anhang B enthalten. Verfahrensdiagramme, Unterbaugruppen oder andere für den Entwurf maßgebliche Daten sind ebenfalls festzuhalten.

5.2.4 Beschreibungen und Erklärungen, die für das Verständnis der Zeichnungen und Diagramme sowie die Funktionsweise des Druckbehälters erforderlich sind

- a) Betriebsanweisungen;
- b) besondere durchzuführende Prüfungen, z. B. an Verschlüssen, Balgkompensatoren, Klemmen, Schrauben, usw.;
- c) betriebsmäßige Aufstellung, wenn dies für die sicherheitstechnische Beurteilung von Bedeutung ist.

5.2.5 Ergebnisse der Auslegungsberechnungen und der durchgeführten Prüfungen

5.2.5.1 Der Druckbehälter-Hersteller muss ausreichende Auslegungsberechnungen durchführen, um die Übereinstimmung mit dieser Norm nachzuweisen.

Es sind begleitende detaillierte Konstruktionszeichnungen mit allen abmessungsrelevanten Formelzeichen und Symbolen anzugeben. Zumindest auf der Übersichtszeichnung des Druckbehälters muss die Prüfgruppe deutlich angegeben sein.

5.2.5.2 Werden Berechnungen mit Computersoftware durchgeführt, um den Anforderungen dieser Norm zu entsprechen, müssen mindestens folgende Angaben gemacht werden:

- a) Erläuterung der Formelzeichen und Symbole;
- b) Eingabedaten;
- c) Nummer der Norm, einschließlich der Ausgabe und Bezugsnummern der Formeln;
- d) Zwischenergebnisse von Formeln;
- e) berechnete Mindest-Wanddicke ohne Zuschläge oder errechnete Spannung im Vergleich zur zulässigen Spannung;
- f) Abnutzungs-(Korrosions-)Zuschlag
- g) Toleranzen für die Wanddicke (negative Dickentoleranz);
- h) gewählte Wanddicke

5.2.5.3 Wird die Spannungsanalyse nach der finiten Elemente-Methode oder nach anderen gleiche Berechnungsverfahren durchgeführt, müssen die Unterlagen nachstehende Informationen beinhalten:

- a) Eingabedaten;
- b) Plotterdarstellungen enthalten die
 - 1) Elemententeilung;
 - 2) Spannungen, z. B. als Linien- oder Pfeildiagramme oder Kurven gleicher Spannungen; Oberflächen-Spannungskurven;
 - 3) Verschiebungen;
- c) Grenzbedingungen;
- d) Spannungen in den kritischsten Bereichen;

- e) wenn zutreffend, Einteilung und Klassifizierung der Spannungen in verschiedene Spannungskategorien;
- f) Vergleich der errechneten und der zulässigen Spannungswerte.

5.2.5.4 In bestimmten Fällen sind folgende Angaben gegeben:

- a) Art der Wärmenachbehandlung und, soweit erforderlich, Art und Umfang der zugehörigen Werkstoffprüfungen;
- b) Baufolgeplan, wenn die Prüfungen in mehreren Einzelschritten durchgeführt werden müssen;
- c) Beschickungsgut und dessen spezifisches Gewicht, falls diese Angabe für die Konstruktion des Druckbehälters erforderlich ist;
- d) Medium für die Druckprüfung, falls die erste bzw. die wiederkehrenden Druckprüfungen mit einem anderen Medium als Wasser durchgeführt werden müssen, die Mindest-Prüftemperatur des Werkstoffs für die Druckprüfungen (Wasserdruckprüfung und Gasdruckprüfung);
- e) Lage des Druckbehälters während der Druckprüfungen (z. B. liegend oder stehend), wenn dies für die sicherheitstechnische Beurteilung von Bedeutung ist;
- f) höchster und niedrigster Flüssigkeitsstand, wenn dies für die sicherheitstechnische Beurteilung von Bedeutung ist;
- g) statische Zusatzkräfte, z. B. Auflagerkräfte, Wind- und Schneelasten. Wenn die Auslegung des Druckbehälters durch die Zusatzkräfte wesentlich beeinflusst wird, muss eine besondere Berechnung vorgelegt werden;
- h) zyklische und dynamische Belastungen, einschließlich seismische Belastungen, sofern zutreffend;
- i) zusätzliche Anforderungen auf der Grundlage sonstiger Bestimmungen;
- j) betriebsspezifische Anforderungen des Käufers, die über die Anforderungen dieser Norm hinausgehen;
- k) möglicher Korrosionsangriff, insbesondere in Spalten, der berücksichtigt werden muss;
- l) Schweißnahtfaktor.

5.2.6 Prüfberichte

Prüfberichte müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Berichte über die Anerkennung des Schweißverfahrens, Prüfbescheinigungen des Schweißpersonals;
- b) Werkstoffbescheinigungen;
- c) die Herstellungsberichte beinhalten die Messung der Aufdachung bei Behältern unter zyklischer Belastung;

5.2.7 Konstruktions- und Fertigungsplan

Der Konstruktions- und Fertigungsplan muss folgende Angaben enthalten:

- a) Schweißverfahren für die drucktragenden Teile und zeitweilige oder sonstige Anbauteile an drucktragende Teile. Folgende Daten sind für die Prüfung erforderlich:
 - 1) Lage, Form sowie Vorbereitung der Schweißnähte und, soweit erforderlich, Lagenaufbau und Wärmebehandlung der Schweißnähte;
 - 2) Schweißprozess (bei mehreren Schweißprozessen Zuordnung zu der betreffenden Schweißverbindung);
 - 3) Schweißzusätze und -hilfsstoffe (Klassifizierung nach den entsprechenden Europäischen Normen oder Handelsbezeichnungen);

4) Art und Umfang der Arbeitsprüfung, Anzahl der Probeplatten, zerstörungsfreie Prüfungen:

Sind einige der vorstehend aufgeführten Daten für die Entwurfsprüfung durch den Hersteller nicht verfügbar, müssen diese spätestens bis zum Abschluss der Fertigung vervollständigt sein.

- b) spezielle durchzuführende Prüfungen, z. B. an Verschlüssen, Balgkompensatoren, Klemmen, Schrauben;
- c) alle sonstigen zweckdienlichen Einzelheiten zur Druckbehälterkonstruktion und Angaben für Sonderfälle;
 - 1) Zuschläge zur Wanddicke, falls vom Käufer gefordert;
 - 2) betriebsmäßige Aufstellung, wenn dies für die sicherheitstechnische Beurteilung von Bedeutung ist;
 - 3) Lage und Größe der Besichtigungs- und Zugangsöffnungen, der Verschlüsse und besonderen Verschlusselemente nach Anhang C;
 - 4) besondere Einrichtungen, um in den Druckbehälter einzusteigen (z. B. Wendeltreppen, Steigeisen);
 - 5) Auskleidungen, z. B. feuerfestes Material und Einbauten, wenn sie für die sicherheitstechnische Beurteilung von Bedeutung sind;
 - 6) Kennzeichnung der Schweißnähte, die am Aufstellungsort ausgeführt werden;
 - 7) Empfehlungen in bezug auf die Sicherheit;
 - 8) Empfehlungen zu Verfahrensanforderungen, z. B. Entwässerung usw.

5.3 Entwurfsprüfung durch den Hersteller (interne Entwurfsprüfung)

5.3.1 Allgemeines

Eine Entwurfsprüfung durch den Hersteller und eine dokumentierte Abnahme muss in allen Fällen durchgeführt werden. Es soll beinhalten das Ausgabejahr und die Ausgabennummer der verwendeten Norm, mit den Verweisungen zu möglichen bestehenden Änderungen.

Die Entwurfsprüfung muss insbesondere die Konstruktionsberechnungen nach den Anforderungen dieser Norm umfassen, wobei je nach vorgesehenem Einsatzzweck die ergänzenden Angaben der Gefahrenanalyse des Herstellers, der Konstruktions- und Fertigungsplan, zu berücksichtigen sind. Nach durchgeführter Entwurfsprüfung muss der Druckbehälter nach den zugelassenen Fertigungszeichnungen gefertigt werden.

5.3.2 Entwurfsprüfung durch den Hersteller (interne Entwurfsprüfung)

Eine interne Entwurfsprüfung muss mindestens folgende Prüfbereiche umfassen:

- a) Eignung des Werkstoffes für den vorgesehenen Anwendungsbereich;
- b) Schweißprozesse und Schweißzusätze und –hilfsstoffe;
- c) Zugangsmöglichkeiten zur Durchführung der geforderten Prüfmaßnahmen auf der Grundlage der geplanten Druckbehältergeometrie;
- d) Eignung der Öffnungen und Verschlüsse zur Einhaltung der Anforderungen nach Anhang C dieser Norm;
- e) Vorhandensein und Eignung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion nach den Anforderungen der vorliegenden Norm für einzelne Druckbehälter bzw. für drucktragende Komponenten innerhalb des Systems oder der Baugruppe. Wahlweise müssen auch die verantwortlichen Stellen für die Erfüllung der Anforderungen bezüglich dieser Sicherheitseinrichtungen angegeben werden;

- f) Angemessenheit der geplanten Druckwandungen (Wanddicke, Behältergeometrie, Schweißnahtgeometrie usw.) unter Auslegungsbedingungen im Vergleich zu den in der vorliegenden Norm geforderten;
- g) Eignung des Spannungsanalyseverfahrens nach 5.2.5.3;
- h) Herstell- und Prüfverfahren.

6 Inspektion und Prüfung während der Fertigung

6.1 Allgemeines

Die nachstehend beschriebenen fertigungsbegleitenden Prüfungen unterliegen der Verantwortung des Herstellers und müssen für alle Druckbehälter durchgeführt werden.

ANMERKUNG Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens, siehe CEN/TR 13445-7.

6.2 Fertigungsverfahren und Konstruktionszeichnungen

Der Hersteller muss sicherstellen, dass alle im Entwurfsstadium nach Abschnitt 5 geprüften und genehmigten Konstruktionszeichnungen und Fertigungsverfahren in dem betreffenden Arbeitsbereich verfügbar sind und im Rahmen der Herstellung vollständig umgesetzt werden. Die Anwendung der vorgeschriebenen und geeigneten Verfahren und/oder Zeichnungen einschließlich Änderungsstand zum Zeitpunkt der Durchführung der Prüfung muss in Prüfberichten dokumentiert werden.

6.3 Rückverfolgbarkeit von Werkstoffen

6.3.1 Allgemeines

Der Hersteller muss ein Kennzeichnungssystem für die bei der Fertigung von Druckbehältern verwendeten Werkstoffe besitzen und führen, damit alle drucktragenden sowie daran angeschweißten Werkstoffe des vollständigen Druckbehälters auf ihren Ursprung zurückverfolgt werden können. Dazu gehören auch Schweißzusätze und -hilfsstoffe. Das Kennzeichnungssystem muss den Anforderungen nach EN 13445-4:2014 entsprechen.

Das Verfahren zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs einschließlich der Übertragung von Kennzeichnungen ist während der gesamten Fertigung durchzuführen; ferner sind Berichte zur Dokumentation der nach EN 13445-4:2014 gewählten Methode zu führen (z. B. sichtbare direkte Kennzeichnungen auf dem fertiggestellten Druckbehälter, codierte direkte Kennzeichnung auf dem Druckbehälter oder auf Tabellen bzw. Bauausführungsskizzen). Die abschließenden Prüfberichte müssen alle nach der vorliegenden Norm vorgeschriebenen Werkstoffbescheinigungen enthalten.

6.3.2 Besondere Bedingungen für die Werkstoffkennzeichnung

Wenn aufgrund der Betriebsbedingungen das Hartstempeln für Werkstoffkennzeichnungen (siehe EN 13445-4:2014) nicht möglich ist, der Käufer jedoch eine Kennzeichnung vorschreibt, muss der Hersteller der Grundwerkstoffe die geforderten Daten so auf die Platten aufbringen, dass diese im Rahmen der Eingangsprüfung einwandfrei identifiziert werden können. Die Kennzeichnungen müssen in einem Verzeichnis (z. B. Werkstoff-/Positionsliste) zusammengefasst werden, so dass jeder Werkstoff in seiner Verarbeitungsposition im fertiggestellten Druckbehälter einwandfrei identifiziert werden kann; das Verzeichnis muss Bestandteil des Schlussberichts sein.

6.4 Vorbereitungsmaßnahmen für Fertigungsverfahren

6.4.1 Allgemeines

Die Vorbereitungsmaßnahmen für Fertigungsverfahren, z. B. Schweißnahtvorbereitung und Verwendung von Halterungen für umgeformte Teile vor dem Schweißen und Umformen, müssen kontrolliert und überprüft werden, um sicherzustellen, dass diese keine nachteilige Auswirkung auf den fertiggestellten Druckbehälter haben.

6.4.2 Prüfung der Schweißnahtvorbereitung

Der Umfang der Bearbeitung der Schweißkanten vor der Prüfung muss den Festlegungen in EN 13445-4:2014 entsprechen. Alle vorbereiteten Schweißkanten müssen vor dem Schweißen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Fehler, z. B. Schichtungen, Risse und Schlackeneinschlüsse müssen vor dem Schweißen entfernt werden. Treten mit erhöhter Wahrscheinlichkeit Fehler auf oder wurden Fehler festgestellt, muss zusätzlich zur Sichtprüfung eine zerstörungsfreie Prüfung durchgeführt werden.

Das Ergebnis der Prüfung der Schweißnahtvorbereitung muss in den ZfP-Prüfbericht aufgenommen werden.

6.4.3 Prüfung der Halterungen für Druckbehälter

Alle Heftschweißungen an Stangen, Stützen, Klemmen oder anderen geeigneten Mitteln zur Befestigung der Kanten von Druckbehältern und/oder zur Abstützung bei den Schweißarbeiten müssen geprüft werden.

- Schweißnähte verbleibender Anbauteile an drucktragenden Teilen müssen in dem in Tabelle 6.6.2-1 (Zeile 21) beschriebenen Umfang auf Oberflächenfehler geprüft werden.
- Schweißnähte von zeitweiligen Anbauteilen müssen nach ihrer Entfernung in dem in Tabelle 6.6.2-1 (Zeile 22) beschriebenen Umfang geprüft werden.
- Alle Ausbesserungen nach dem Entfernen der zeitweiligen Anbauteile müssen nach den Festlegungen in 6.5.3 geprüft werden.

6.4.4 Prüfung in Zusammenhang mit Umformarbeiten

Vor der Durchführung von Umformarbeiten muss der betreffende Werkstoff einer Sichtprüfung und Dickenmessung nach den Anforderungen in EN 13445-4:2014 unterzogen werden. Das Ergebnis der Prüfung muss dokumentiert werden.

6.4.5 Prüfung von Bereichen, die in Wanddickenrichtung einer signifikanten Zugspannung ausgesetzt sind

Treten mit erhöhter Wahrscheinlichkeit innere Schäden in Bereichen auf, die in Wanddickenrichtung aufgrund der Schweißarbeiten einer signifikanten Zugspannung ausgesetzt sind, dann müssen diese Bereiche vor dem Schweißen auf innere Fehler überprüft werden. Das Ergebnis der Prüfung muss dokumentiert werden.

6.5 Schweißen

6.5.1 Allgemeines

Für verbleibende Unterlagen und Sickennähte müssen die gleichen zerstörungsfreien Prüfungen und Zulässigkeitskriterien angewendet werden wie für die einseitig geschweißte Stumpfnaht.

Die Schweißnähte aller Prüfgruppen müssen Fertigungskontrollen unterzogen werden. Insbesondere Schweißnähte der Prüfgruppen 3 bzw. 4, für die keine zerstörungsfreien Prüfungen nach Tabelle 6.6.1.2-1 gefordert sind, müssen in den Phasen „Anpassen“ und „Ausschleifen der Gegenseite bis auf das fehlerfreie Schweißgut“ einer sorgfältigen Sichtprüfung unterzogen werden.

Alle fertigen Schweißnähte müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Je nach Prüfgruppe muss an den fertigen Schweißnähten darüber hinaus eine zerstörungsfreie Prüfung nach den Tabellen 6.6.1-1 und 6.6.2-1 für die jeweilige Schweißverbindung durchgeführt werden.

6.5.2 Nachweis über die Qualifikation der Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen sowie der Anerkennung der Schweißverfahren

Der Druckbehälter-Hersteller muss nachweisen, dass die Schweißarbeiten nur von Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen durchgeführt wurden, die nach den Anforderungen in EN ISO 9606-1:2013 und EN ISO 14732:2013 geprüft wurden. Die Schweißverfahren müssen nach EN 13445-4:2014 anerkannt sein.

Die Identifizierung der Schweißer bzw. Bediener von Schweißeinrichtungen muss nach EN 13445-4:2014 überprüft werden.

Die Rückverfolgbarkeit der Schweißer und Bediener von Schweißeinrichtungen muss während der gesamten Bauzeit des Druckbehälters überwacht und im Rahmen der Abnahme überprüft werden, siehe 10.2.2.

6.5.3 Prüfung der Ausbesserungen

Alle Ausbesserungen an Schweißnähten müssen nach den gleichen zerstörungsfreien Prüfkriterien geprüft werden, wie sie für die Originalprüfung gelten, einschließlich der entsprechenden Zulässigkeitskriterien. Diese Ausbesserungen müssen nach anerkannten Schweißverfahren von geprüften Schweißern und Bedienern von Schweißeinrichtungen durchgeführt werden. Der Umfang der Prüfung muss den Kriterien in Tabelle 6.6.2-1 entsprechen und 100 % des ausgebesserten Bereiches abdecken.

Nicht geschweißte Oberflächennachbearbeitungen sind zulässig, sofern der ausgebesserte Bereich einer zerstörungsfreien Prüfung nach Tabelle 6.6.2-1 unterzogen wird und dabei frei von unzulässigen Fehlern ist; Anforderungen für Nachprüfungen, siehe 6.6.5. Für die Werkstoffgruppen 1.1 und 8.1 ist nur die Sichtprüfung (VT) erforderlich.

Schweißgut zur Wiederherstellung des Grundwerkstoffs muss über den gesamten betroffenen Bereich einer zerstörungsfreien Prüfung in Form einer Magnetpulverprüfung (MT) oder Eindringprüfung (PT) unterzogen werden.

6.6 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen

6.6.1 Umfang der zerstörungsfreien Prüfung

6.6.1.1 Allgemeines

Der geforderte Umfang der zerstörungsfreien Prüfung richtet sich nach der Prüfgruppe und der Art der Schweißverbindungen. Empfehlungen für die Festlegung des erforderlichen Prüfumfanges sind in den folgenden Abschnitten enthalten.

Für seriengefertigte Druckbehälter ist in Anhang A ein alternatives Verfahren angegeben. Dieser Anhang ist nicht auf Behälter oder Behälterteile anwendbar, die nach dem analytischen Zulässigkeitsnachweis – Direktes Verfahren nach EN 13445-3:2014, Anhang B oder nach EN 13445-3:2014, 6.3, ausgeführt sind. Dieser Anhang ist nicht anwendbar auf Druckbehälter oder Druckbehälterteile, die im Zeitstandbereich betrieben werden.

6.6.1.2 Anwendung der Prüfgruppen

6.6.1.2.1 Allgemeines

Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung von Schweißnähten für die Abnahmeprüfung richtet sich nach der Prüfgruppe oder Untergruppe der betrachteten Schweißnaht.

In Tabelle 6.6.1-1 werden die Prüfgruppen 1, 2, 3 und 4 unterhalb des Zeitstandbereiches berücksichtigt. Die Prüfgruppen 1, 2 und 3 sind in die Untergruppen 1a, 1b, 2a, 2b, 3a und 3b unterteilt, um der Rissanfälligkeit des Werkstoffs nach den Angaben in Tabelle 6.6.1-1 Rechnung zu tragen. In Tabelle F.2-1 in Anhang F wird die Prüfung der Untergruppen 1c und 3c im Hinblick auf das Zeitstandverhalten berücksichtigt.

ANMERKUNG 1 Die Prüfgruppen oder Untergruppen berücksichtigen die mit den verschiedenen Stahlgruppen, der maximalen Wanddicke, dem Betriebstemperaturbereich und dem Schweißnahtfaktor verbundenen Schwierigkeiten bei der Herstellung. Jede der Prüfgruppen oder Untergruppen ist so konzipiert, dass sie innerhalb der vorgegebenen Grenzbedingungen nach den Tabellen 6.6.1-1 und F.2-1 für typische Anwendungsfälle eine ausreichende Druckfestigkeit aufweist.

ANMERKUNG 2 Bei der Auslegung nach dem experimentellen Verfahren ohne Berechnung wird der Schweißnahtfaktor nicht eingesetzt.

ANMERKUNG 3 Für Druckbehälter (oder Druckbehälterteile), die nach dem Analytischen Zulässigkeitsnachweis — Direktes Verfahren nach EN 13445-3:2014, Anhang B oder nach EN 13445-3:2014, 6.3 ausgelegt sind, ist nur Prüfgruppe 1 zulässig.

ANMERKUNG 4 Weitere Einschränkungen siehe EN 13445-3:2014, Anhang A.

Für Druckbehälter (oder Druckbehälterteile), die im Zeitstandbereich betrieben werden, sind nur die Prüfgruppen 1c und 3c zulässig. Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung ist in Tabelle F.2-1 in Anhang F festgelegt. Die Prüfgruppen 1, 2 und 3 sind für alle Schweißverbindungen, die keiner Zeitstandsbeanspruchung ausgesetzt sind, zulässig.

6.6.1.2.2 Prüfgruppen 1, 2 und 3

Es ist beabsichtigt, den gesamten Druckbehälter nur den Prüfungen einer einzigen Prüfgruppe zu unterziehen.

Wenn ein Behälter aus mehreren Schüssen besteht, ist eine Kombination der Prüfgruppen 1, 2 und 3 zulässig, sofern die Anforderungen in Tabelle 6.6.1-1 erfüllt sind.

Wenn eine Kombination der Prüfgruppen für Behälter bestehend aus mehreren Teilen und ausgelegt nach verschiedenen Verfahren, notwendig ist, zum Beispiel als Resultat des Analytischen Zulässigkeitsnachweises im direkten Verfahren, des alternativen Verfahrens oder der Auslegung im Zeitstandbereich oder auf Ermüdung in einem Schuss, gilt Folgendes:

- a) in jedem Schuss des Druckbehälters legt stets die Prüfgruppe für die bestimmenden Schweißnähte des Mantels, soweit vorhanden, die Mindestprüfgruppe für alle Schweißnähte einschließlich der Stutzenschweißnähte in diesem Schuss fest;
- b) die Schweißnaht zwischen zwei verschiedenen eingestuftem geschweißten Schüssen ist in die nächst höhere der beiden betreffenden Prüfgruppen einzustufen;
- c) Die Mindest-Prüfgruppe (d. h. diejenige mit dem geringeren ZfP-Umfang) für die Schweißnähte zwischen einem geschweißten und einem nahtlosen Bauteil oder zwischen zwei nahtlosen Bauteilen richtet sich nach der verfügbaren Wanddicke (d. h. tatsächliche Wanddicke abzüglich Toleranzen und Korrosionszuschlag) im Bereich der Schweißverbindung. Beträgt diese mehr als 1,17fache der Mindestwanddicke (dies entspricht 1/0,85), muss mindestens die Prüfgruppe 3 angewendet werden. Andernfalls ist nach Tabelle 6.6.1-1 entweder Prüfgruppe 1 oder 2 anzuwenden.

6.6.1.2.3 Prüfgruppe 4

Die Prüfgruppe 4 darf jeweils nur allein als einzige Prüfgruppe für den gesamten Druckbehälter verwendet werden; eine Kombination mit einer anderen Prüfgruppe ist nicht zulässig.

6.6.1.2.4 Nachweis der zufriedenstellenden Erfahrung bei Prüfgruppe 2

„Zufriedenstelle Erfahrung“ gilt als die Mindestanzahl von Schweißnähten oder Druckbehältern, die nach den nachstehenden Maßgaben der Schweißverfahrensprüfung erfolgreich gefertigt und geprüft wurden:

- Bei den Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 8.1 die erfolgreiche Herstellung von 25 aufeinanderfolgenden Druckbehältern oder 50 m aufeinanderfolgenden bestimmenden Schweißnähten;
- Bei den übrigen Werkstoffgruppen die erfolgreiche Herstellung von 50 aufeinanderfolgenden Druckbehältern oder 100 m aufeinanderfolgenden bestimmenden Schweißnähten;

- Erfahrung bei der Werkstoffgruppe 3.1 schließt die Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 1.3 ein;
- Erfahrung bei der Werkstoffgruppe 1.3 schließt die Werkstoffgruppen 1.1 und 1.2 ein;
- Das Kriterium „zufriedenstellende Erfahrung“ gilt als erfüllt, wenn eine anerkannte Schweißverfahrensprüfung für einen kritischeren oder zumindest vergleichbaren Werkstoff vorliegt.

Nach jedem beim Nachweis der zufriedenstellenden Erfahrung festgestellten Fehler, der eine Ausbesserung durch Schweißen notwendig macht, muss der Hersteller das Nachweisverfahren wieder von vorn beginnen.

Anschließend werden (nach dem Nachweis der zufriedenstellenden Erfahrung festgestellte) vereinzelte Fehler nach den Bestimmungen in 6.5.3 gehandhabt und haben keine Auswirkung auf den Nachweis der zufriedenstellenden Erfahrung.

Mehrfach auftretende, systematische oder Verfahrensfehler dagegen müssen untersucht und beseitigt werden und erfordern eine Wiederholung des vollständigen Nachweisverfahrens der zufriedenstellenden Erfahrung. Derartige Fehler treten häufig wiederholt auf und sind von gleicher Art. Sie können das Ergebnis unzureichender Schweißparameter (z. B. aufgrund fehlerhaften Schweißgeräts, eines zu großen Parameterbereichs, nicht vorschriftsmäßiger Anwendung der Parameter innerhalb des Prüfbereichs) oder von Bedienerfehlern sein. Im Falle unzureichender Parameter ist eine erneute Prüfung der Schweißverfahrensanweisung (WPS) in Erwägung zu ziehen.

Die Dokumentation über das Nachweisverfahren muss vom Hersteller geführt werden.

Tabelle 6.6.1-1 — Prüfgruppen für Druckbehälter aus Stahl

Anforderungen	Prüfgruppe ^a						
	1 1a	1 1b	2 2a	2 2b	3 3a	3 3b	4 ^{b j}
Zugelassene Werkstoffe ^g	1 bis 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 9.3, 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1	1.1, 8.1
Umfang der zerstörungsfreien Prüfung von bestimmenden Schweißnähten ^{e h}	100 %	100 %	100-10 % ^d	100-10 % ^d	25 %	10 %	0 % ^k
Zerstörungsfreie Prüfung von anderen Schweißnähten	In Tabelle 6.6.2-1 für alle Arten von Schweißnähten festgelegt.						
Schweißnahtfaktor	1	1	1	1	0,85	0,85	0,7
Maximale zulässige Werkstoffdicke in der betreffenden Prüfgruppe	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	30 mm für 9.1, 9.2 16 mm für 9.3, 8.2 ⁱ , 10	50 mm für 1.1., 8.1 35 mm für 1.2	30 mm für 9.2, 9.1 16 mm für 8.2, 10	50 mm für 1.1, 8.1 30 mm für 1.2	16 mm für 1.1, 8.1
Schweißprozess	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	Nur vollmechanisiertes Schweißen ^c		Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f
Betriebstemperaturbereich	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f	Unbegrenzt ^f		Begrenzt auf (– 10 bis + 300) °C für 1.1 (– 105 bis + 300) °C für 8.1

^a Alle Prüfgruppen erfordern eine 100%-Sichtprüfung.

^b Die Prüfgruppe 4 ist nur anwendbar bei:

- Fluiden der Gruppe 2; und
- $P_s \leq 20$ bar; und
- $P_s V \leq 20\,000$ bar L bei Temperaturen über 100 °C; oder $P_s V \leq 50\,000$ bar L bei Temperaturen bis einschließlich 100 °C; und
- maximale Anzahl der vollen Druckzyklen unter 500;

Wenn die Prüfgruppe 4 gewählt wird, sind die Druckprüfungen mit höheren Drücken durchzuführen (siehe Abschnitt 10) und geringere zulässige Spannungen anzusetzen (siehe EN 13445-3:2014).

^c Vollmechanisiertes und/oder automatisches Schweißverfahren (siehe EN ISO 14732:2013).

^d Erste Zahl: Ursprünglicher Wert; zweite Zahl: Nach zufriedenstellender Erfahrung. Die Definition des Begriffs „zufriedenstellende Erfahrung“ ist in 6.6.1.1.4 enthalten.

^e Nähere Angaben zur Prüfung sind in Tabelle 6.6.2-1 enthalten.

^f „Unbegrenzt“ bedeutet keine zusätzliche Begrenzung aufgrund der Prüfung. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte sind prüfungsinduzierte Grenzwerte. Sonstige in den verschiedenen Abschnitten der vorliegenden Norm angegebene Grenzwerte (z. B. Konstruktions- und Werkstoffgrenzwerte) sind ebenfalls zu berücksichtigen.

^g Zugelassene Werkstoffe sind EN 13445-2:2014 zu entnehmen.

^h Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Druckbehälters an.

ⁱ 30 mm bei Werkstoffgruppe 8.2 ist zulässig, wenn deltaferrithaltige Schweißzusätze und –hilfsstoffe für Füllagen bis zur Decklage (jedoch nicht einschließlich) verwendet werden.

^j Begrenzt auf Druckbehälter mit einem Druckraum und einer Werkstoffgruppe.

^k gilt für Verbindung zwischen kegelförmigem und zylindrischem Mantelschluß ohne Krempe (weites Kegelende), für welche MT und PT 100 % sein müssen.

6.6.2 Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung

6.6.2.1 Allgemeines

In der Regel muss der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung den Angaben in Tabelle 6.6.2-1 entsprechen, die nur die in EN 13445-4:2014 festgelegten Schweißverfahren enthält, und ist als Prozentwert angegeben. Dieser Prozentwert bezeichnet den Anteil der gesamten Schweißverbindung oder jeder Verbindungsgruppe, der einer zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen ist, und berücksichtigt die Prüfgruppe und die Art der Verbindung.

Für Behälter, die nach dem experimentellen Verfahren ausgelegt sind, muss der erforderliche Umfang an zerstörungsfreier Prüfung geschweißter Verbindungen nach den Regeln der Tabelle 6.6.2-1 festgelegt werden.

In Fällen, in denen aufgrund der komplexen Form des Behälters und/oder der speziellen Lage der Naht nicht ersichtlich ist, ob es sich bei der Schweißverbindung um eine bestimmende Schweißverbindung handelt, muss von einer konservativen Annahme ausgegangen werden, d. h., die Schweißverbindung ist als bestimmende Verbindung zu betrachten und entsprechend zu prüfen.

ANMERKUNG Bestimmende Schweißverbindung, siehe EN 13445-3:2014, Definition 3.13. Beispiele für bestimmende Schweißverbindungen siehe EN 13445-3:2014, 5.6.

Weisen Behälter oder Behälterteil keine Schweißnaht auf, ist die Prüfgruppe 1 vorzusehen.

6.6.2.2 Schweißverbindungen nach Tabelle 6.6.2-1

Tabelle 6.6.2-1 gilt für alle Verbindungen, ausgenommen die in 6.6.2.3 beschriebenen.

6.6.2.3 Andere Schweißverbindungen

6.6.2.3.1 Allgemeines

Bei den nachstehend beschriebenen Verbindungen, die nicht in Tabelle 6.6.2-1 enthalten sind, sind vor allen Dingen bei Längsnähten/bestimmenden Schweißnähten von Stumpfschweißverbindungen besondere Schwierigkeiten zu berücksichtigen:

- einseitig in einer Lage geschweißte bestimmende Schweißnähte;
- Verbindungen zwischen nicht artgleichen Werkstoffen bzw. Schweißzusätzen und -hilfsstoffen.

6.6.2.3.2 Einseitig geschweißte bestimmende Schweißnähte durch manuelles Schweißverfahren

Für die volumetrische ZfP an Einlagen-Schweißnähten ist eine der beiden nachfolgenden Möglichkeiten zu wählen:

- a) der Umfang der ZfP muss den Festlegungen in Tabelle 6.6.2-1 entsprechen, in Abhängigkeit einer Druckprüfung bei einem höheren Druck als in Abschnitt 10.2.3.3.1, Tabelle 10.2.3.3.1-1, mit Messung der Aufdachung und Schweißnahtüberhöhung.
- b) der in Tabelle 6.6.2-1 festgelegte Umfang der ZfP ist mit 2 zu multiplizieren, darf jedoch 100 % nicht überschreiten und nicht weniger als 25 % für Längsnähte und 10% für Rundnähte betragen. Bei jeder Änderung, die die Leistungsfähigkeit des Schweißverfahrens beeinträchtigen könnte (z. B. vor einem Wechsel des Kupferstabes oder Gases, nach einem Wechsel des Drahtes oder Pulvers und der Arbeitsproben), muss am Beginn dieser Nähte eine zusätzliche ZfP durchgeführt werden.

6.6.2.3.3 Zerstörungsfreie Prüfung von Verbindung zwischen nicht artgleichen Werkstoffen bzw. Schweißzusätzen und -hilfsstoffen

Die zerstörungsfreie Prüfung dieser Verbindungen muss nach einem schriftlich festgelegten Verfahren mit besonderer Beachtung der Ergebnisauswertung erfolgen.

6.6.2.3.4 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen in unterstützenden Konstruktionen

- bei Stumpfnähten (voll durchgeschweißt oder nicht voll durchgeschweißt) unter Zugspannung muss eine 10 %ige zerstörungsfreie Prüfung durchgeführt werden;
- bei Kehlnähten unter Spannung oder Schubbeanspruchung mit einer Dicke größer als 12 mm muss eine 10 %ige zerstörungsfreie Prüfung (PT oder MT) durchgeführt werden.

6.6.2.4 Prüfgruppe 2

Für die Prüfgruppe 2 ist nach Tabelle 6.6.2-1 eine prozentuale Reduzierung des Umfangs der ZfP durch die beiden Zahlen angegeben (z. B. 100 % – 10 %). Der erste Wert bezieht sich auf den ursprünglichen Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung; der zweite Wert wird angewendet, wenn in ausreichendem Umfang zufriedenstellende Erfahrungswerte (siehe 6.6.1.2.4) vorliegen.

6.6.2.5 Wenn nach der gewählten Prüfgruppe in Tabelle 6.6.1-1 eine zerstörungsfreie Prüfung mit einem Prozentwert von weniger als 100 % gefordert wird

Wird eine zerstörungsfreie Prüfung mit einem Prozentwert von weniger als 100 % gefordert, richten sich Prüfumfang und Prüfbereiche nach den folgenden Kriterien. Die gewählten Verbindungen müssen für alle Schweißarbeiten am Druckbehälter repräsentativ sein.

a) Mäntel, geformte Böden, kommunizierende Druckräume und Doppelmäntel:

- 1) die zerstörungsfreie Prüfung ist an allen Schnittstellen von Längs- und Rundstumpfnähten durchzuführen. Die Mindestprüflänge muss 200 mm betragen. Übersteigt die Summe aller Schnittstellen den prozentualen Prüfumfang nach Tabelle 6.6.2-1, gilt der höhere Wert;
- 2) wenn der in Tabelle 6.6.2-1 vorgeschriebene Prozentwert erreicht werden muss, sind zusätzliche, nach dem Zufallsprinzip ausgewählte Bereiche der Stumpfschweißnaht oder Verbindungsgruppe der zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen;
- 3) wenn ein Ausschnitt innerhalb einer Hauptschweißnaht (Längs- oder Rundnaht) oder näher als 12 mm an einer Hauptschweißnaht liegt, dann sind die Hauptschweißnähte auf einer Länge von 200 mm oder der Länge der Verstärkung l_{so} (siehe EN 13445-3:2014, Abschnitt 9), die schmalere ist auszuwählen, beiderseits des Ausschnitts zu prüfen. Diese Längen sind, sofern zutreffend, dem in Tabelle 6.6.2-1 angegebenen Prozentwert hinzuzufügen;

b) Stutzen und Abzweige aus Stumpfnähte (Arten 1, 3a, 3b und 4 in Bild 6.6.2-3).

Für die Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung ist die Gesamtzahl der Stutzen und Abzweige mit durchgeschweißten Stumpfnähten für alle Schweißverbindungen wie folgt in Gruppen zu unterteilen:

- 1) für die 100 %-ZfP-Prüfung: Gruppengröße 1 (d. h. jeder einzelne Stutzen und Abzweig);
- 2) für die 25 %-ZfP-Prüfung: Gruppengröße 4 (d. h. mindestens ein vollständiger Stutzen oder Abzweig je Vierergruppe);
- 3) für die 10 %-ZfP-Prüfung: Gruppengröße 10 (d. h. mindestens ein vollständiger Stutzen oder Abzweig je Zehnergruppe).

Anschließend sind die vollständigen Längs- und Rundstumpfnähte mindestens eines Stutzens oder Abzweigs jeder Gruppe oder Teilgruppe zu prüfen. Übersteigt die Summe aller vollständigen Längs- und Rundstumpfnähte oder Stutzen den in Tabelle 6.6.2-1 angegebenen Prozentwert, gilt der höhere Wert.

Tabelle 6.6.2-1 — Umfang der zerstörungsfreien Prüfung

ART DER SCHWEISSVERBINDUNG ^{a, p}			PRÜFUNG ^b	UMFANG BEI PRÜFGRUPPE ^o					
				1a	1b	2a ⁱ	2b ⁱ	3a	3b
				UMFANG BEI DEN GRUNDWERKSTOFFEN ^{l, m, n}					
				1 bis 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 9.3, 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1
Voll durchgeschweißte Stumpfnäht	1	Längsnähte	RT oder UT MT oder PT	100 % 10 %	100 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(100-10) % 0	25 % 0	10 % 0
	2a	Rundnähte an einem Mantel, einschließlich der Rundnähte zwischen Mantel und einen nicht Halbkugelboden	RT oder UT MT oder PT	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	(25-10) % 10 %	(10-5) % 0	10 % 0	5 % ^c 0
	2b	Rundnähte an einem Mantel, einschließlich der Rundnähte zwischen Mantel und einen nicht Halbkugelboden, mit Unterlage ^k	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NP NP	NA 100 %	NP NP	NA 100 %
	2c	Einseitig geschweißte Sickenrundnaht, beinhaltet die Rundnähte zwischen Mantel und einen nicht Halbkugelboden, ^k	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NP NP	NA 100 %	NP NP	NA 100 %
	3a	Rundnähte an einem Stutzen $d_i > 150$ mm und $e > 16$ mm	RT oder UT MT oder PT	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	(25-10) % 10 %	(10-5) % 10 % ^d	10 % 10 %	5 % ^c 10 % ^d
	3b	Rundnähte an einem Stutzen $d_i > 150$ mm und $e > 16$ mm mit Unterlage ^k	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NP NP	NA 10 %	NA 100 %	NA 100 %
	4	Rundnähte an einem Stutzen $d_i \leq 150$ mm und $e \leq 16$ mm	RT oder UT MT oder PT	0 % 25 %	0 % 10 %	0 % (25-10) %	0 % (10-5) %	0 % 10 %	0 % 5 %
	5	Alle Nähte von Kugeln, Böden und Halbkugelböden an Mäntel	RT oder UT MT oder PT	100 % 10 %	100 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(100-10) % 0	25 % 0	10 % 0
	6	Verbindung zwischen kegelförmigem und zylindrischem Mantelschuß ohne Krempe (weites Kegelende) ^{q, r}	RT oder UT MT oder PT	100 % 100 %	25 % 100 %	(100-10) % 100 %	(25-10) % 100 %	10 % 100 %	10 % 100 %
	7	Verbindung zwischen kegelförmigem und zylindrischem Mantelschuß ohne Krempe (enges Ende)	RT oder UT MT oder PT	100 % 10 %	25 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(25-10) % 10 % ^d	10 % 10 %	10 % 10 % ^d
Überlappte Rundnähte ^k	8a	Allgemein zwischen Mantel und Boden	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NP NP	NP NP	NP NP	NP NP	NP NP
	8b	Zwischen Balgkompensator und Mantel $e \leq 8$ mm	RT oder UT MT oder PT	0 % 100 %	0 % 100 %	0 % 100 %	0 % 25 %	0 % 25 %	0 % 10 %

Tabelle 6.6.2-1 (fortgesetzt)

ART DER SCHWEISSVERBINDUNG ^{a, p}			PRÜFUNG ^b	UMFANG BEI PRÜFGRUPPE ^o					
				1a	1b	2a ⁱ	2b ⁱ	3a	3b
				UMFANG BEI DEN GRUNDWERKSTOFFEN ^{l, m, n}					
				1 bis 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 9.3, 10	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1
Verbindung eines Flach- oder Rohrbodens mit einem zylindrischen Mantel; Verbindung eines Flansches oder Kragens mit einem Mantel	9	Mit voll durchgeschweißter Naht	RT oder UT MT oder PT	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	(25-10) % 10 %	(10-5) % 10 % ^d	10 % 10 %	5 % 10 % ^d
	10	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, wenn $a > 16$ mm (a nach Bild 6.6.2-1) ^j	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NA 100 %	NA 100 %	NA 100 %	NA 10 %
	11	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, wenn $a \leq 16$ mm (a nach Bild 6.6.2-1) ^j	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NA 100 %	NA 100 %	NA 10 %	NA 10 %
Verbindung eines Flansches oder Kragens mit einem Stutzen	12	Mit voll durchgeschweißter Naht	RT oder UT MT oder PT	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	(25-10) % 10 %	(10-5) % 10 % ^d	10 % 10 %	5 % 10 % ^d
	13	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht ^j	RT oder UT MT oder PT	NP NP	NA 100 %	NA 100 %	NA 10 %	NA 100 %	NA 10 %
	14	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht, $d_i \leq 150$ mm und $e \leq 16$ mm ^j	RT oder UT MT oder PT	0 % 10 %	0 % 10 % ^d	0 % 10 %	0 % 10 % ^d	0 % 10 %	0 % 10 %
Stutzen oder Abzweig ^e	15	Mit voll durchgeschweißter Naht, $d_i > 150$ mm und $e > 16$ mm	RT oder UT MT oder PT	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	(25-10) % 10 %	(10-5) % 10 % ^d	10 % 10 %	5 % 10 % ^d
	16	Mit voll durchgeschweißter Naht, $d_i \leq 150$ mm oder $e \leq 16$ mm	RT oder UT MT oder PT	0 % 100 %	0 % 10 %	0 % (100-10) %	0 % 10 %	0 % 10 %	0 % 10 %
	17	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht für alle d_i , $a > 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	RT oder UT MT oder PT ^j	NA 100 %	NA 10 %	NA (100-10) %	NA 10 % ^d	NA 10 %	NA 10 % ^d
	18	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, $d_i > 150$ mm, $a \leq 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	RT oder UT MT oder PT ^j	NP NP	NP NP	NP NP	NP NP	0 10 %	0 10 %
	19	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, $d_i \leq 150$ mm, $a \leq 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	RT oder UT MT oder PT ^j	0 % 100 %	0 % 10 %	0 % (100-10) %	0 % 10 %	0 % 10 %	0 % 10 %
	19i	Mit Verstärkungsblech	MT oder PT	25 %	10 %	10 %	10 %	10 %	5 %
	19j	Schweißverbindung im Verstärkungsblech ^s	RT oder UT MT oder PT	100 % 100 %	100 % 10 %	(100-10) % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	25 % 0	10 % 0
Rohrenden an Rohrboden	20		MT oder PT	100 %	100 %	100 %	100 %	25 %	10 %
Dauerhaft angeschweißte Anbauteile ^f	21	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht	MT oder PT	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 % ^d