

Unbefeuerte DruckbehälterTeil 5: Inspektion und Prüfung
Deutsche Fassung EN 13445-5:2002**DIN****EN 13445-5**

ICS 23.020.30

Unfired pressure vessels —
Part 5: Inspection and testing;
German version EN 13445-5:2002

Réceptifs sous pression non soumis à la flamme —
Partie 5: Inspection et contrôles;
Version allemande EN 13445-5:2002

Die Europäische Norm EN 13445-5:2002 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Diese Normenreihe EN 13445 über unbefeuerte Druckbehälter wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 54 des Europäischen Normungsausschusses CEN auf der Grundlage eines Mandates der Europäischen Kommission und des Sekretariates der EFTA an das CEN zur Ausfüllung der grundlegenden Sicherheitsanforderungen des Anhanges I der Druckgeräte-Richtlinie (Richtlinie 97/23/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. Mai 1997 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Druckgeräte; veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft vom 9. Juli 1997) erarbeitet.

Von deutscher Seite aus waren die im Gemeinschaftsausschuss GA 54 des Normenausschusses Chemischer Apparatebau (FNCA) vertretenen Kreise hieran beteiligt.

Ab dem 29. Mai 2002 gilt die Druckgeräte-Richtlinie als die alleinige Rechtsvorschrift in den Mitgliedstaaten der EU und der EFTA für das Inverkehrbringen von Druckgeräten und Baugruppen hieraus mit einem zulässigen Druck (PS) von mehr als 0,5 bar. Die grundlegenden Sicherheitsanforderungen des Anhanges I der Druckgeräte-Richtlinie werden in den einzelnen Teilen der Norm EN 13445 konkretisiert.

Dieser Teil 5 von DIN EN 13445 enthält im Zusammenhang mit der Inspektion und Prüfung für Druckgeräte nach dieser Europäischen Norm relevante Festlegungen.

Fortsetzung 78 Seiten EN

— Leerseite —

ICS 23.020.30

Deutsche Fassung

Unbefeuerte Druckbehälter
Teil 5: Inspektion und Prüfung

Unfired pressure vessels — Part 5: Inspection and testing

Réceptifs sous pression non soumis à la flamme —
Partie 5: Inspection et contrôles

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. Mai 2002 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, Malta, 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

Vorwort.....	4
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe.....	6
4 Durchführung der Inspektion und Prüfung.....	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Inspektion	8
4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)	8
5 Technische Dokumentation	8
5.1 Allgemeines	8
5.2 Angaben, die in der technischen Dokumentation enthalten sein müssen	8
5.3 Entwurfsprüfung durch den Hersteller (interne Entwurfsprüfung)	12
6 Inspektion und Prüfung während der Fertigung	12
6.1 Allgemeines	12
6.2 Fertigungsverfahren und Konstruktionszeichnungen.....	12
6.3 Rückverfolgbarkeit von Werkstoffen	13
6.4 Vorbereitungsmaßnahmen für Fertigungsverfahren	13
6.5 Schweißen	14
6.6 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen	15
6.7 Zerstörende Prüfungen	29
6.8 Wärmebehandlung.....	30
7 Vergabe von Unteraufträgen.....	30
7.1 Allgemeines	30
7.2 Im Unterauftrag vergebene schweißtechnische Arbeiten	31
7.3 Im Unterauftrag ausgeführte zerstörungsfreie Prüfungen	31
8 Sonstige Prüfungen	31
9 Kalibrierung	31
9.1 Allgemeines	31
9.2 Kalibrierverfahren	32
9.3 Kennzeichnung	33
9.4 Registrierung.....	33
10 Abnahmeprüfung	34
10.1 Allgemeines	34
10.2 Umfang der Abnahmeprüfung	34
11 Kennzeichnung und Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm.....	42
11.1 Allgemeines	42
11.2 Kennzeichnungsverfahren.....	43
11.3 Kennzeichnungseinheiten	43
11.4 Kennzeichnungsangaben	44
11.5 Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm	45
12 Unterlagen	45
12.1 Art der Unterlagen	45
12.2 Kontrolle und Zugänglichkeit der Unterlagen.....	46
12.3 Aufbewahren der Unterlagen.....	46
13 Versand	46
Anhang A (normativ) Überwachung und Prüfung von in Serie gefertigten Druckbehältern Musterzulassung.....	47
Anhang B (normativ) Vorgeschriebene Abmessungen an Druckbehältern.....	53
Anhang C (normativ) Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Verschlüsse und besondere Verschlüsselemente	55

Anhang D (informativ) Dichtheitsprüfung	68
Anhang E (informativ) Schallemissionsprüfung	69
Anhang F (informativ) Standard-Flüssigkeitsdruckprüfung mit unterschiedlichem statischem Druck bei Betrieb und Druckprüfung	71
Anhang G (normativ) Prüfung von Druckbehältern unter zyklischer Beanspruchung	73
Anhang H (informativ) Herstellereklärung der Übereinstimmung mit dieser Norm	75
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	77

Vorwort

Dieses Dokument (EN 13445-5:2002) 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 November 2002, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2002 zurückgezogen werden.

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.

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

Die Anhänge A, B, C, F und G in dieser Norm sind normativ, die Anhänge D, E und H sind informativ.

Diese Europäische Norm umfasst folgende 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 Konformitätsbewertungsverfahrens¹⁾*

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, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1) Wird als CEN-Bericht veröffentlicht

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil 5 der EN 13445 legt die Inspektion und Prüfung von einzeln und in Serie gefertigten Druckbehältern aus Stählen nach EN 13445-2 unter vorwiegend nicht dynamischer Belastung fest (d. h. Behälter mit einer äquivalenten Anzahl voller Druckzyklen im Betrieb unter 500).

Besondere Anforderungen für den Betrieb unter zyklischer Belastung sind in EN 13445-3 und Anhang G des vorliegenden Teils der Norm enthalten.

Dieser Teil der Norm enthält keine Anforderungen für die Inspektion und Prüfung von Behältern mit direkter Auslegung nach Analyseverfahren (DBA) nach EN 13445-3, Anhang B.

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

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 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 287-1:1995, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschiessen — Teil 1: Stahl.*

EN 473:2000, *Zerstörungsfreie Prüfung — Qualifizierung und Zertifizierung von Personal der zerstörungsfreien Prüfung — Allgemeine Grundlagen.*

EN 571-1:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen.*

prEN 764-6:2002, *Druckgeräte — Teil 6: Betriebsanleitung.*

EN 970:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmelzschiessnähten — Sichtprüfung.*

EN 1289:1998:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Eindringprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 1290:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung.*

EN 1291:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 1418:1997, *Schweißpersonal — Prüfung von Bedienern von Schweißeinrichtungen zum Schmelzschiessen und von Einrichtern für das Widerstandsschiessen für vollmechanisches und automatisches Schweißen von metallischen Werkstoffen.*

EN 1435:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schmelzschiessverbindungen.*

EN 1712:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 1713:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Anzeigen in Schweißnähten.*

EN 1714:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen.*

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

EN 12062:1997, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Allgemeine Regeln für metallische Werkstoffe.*

EN 12517:1998, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen.*

EN 13445-2:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe.*

EN 13445-3:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion.*

EN 13445-4:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung.*

prEN ISO 5817:2002, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO/DIS 5817:2000).*

EN ISO 6520-1:1998, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an Metallen — Teil 1: Schmelzschweißen (ISO 6520-1:1998).*

prEN ISO 17662, *Schweißen — Kalibrierung, Bestätigung und Gültigkeitserklärung von Einrichtungen einschließlich ergänzender Tätigkeiten, die beim Schweißen verwendet werden (ISO/DIS 17662:2001).*

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 Es gibt vier Prüfgruppen.

3.4

Inspektion

Verfahren zur Beurteilung der Übereinstimmung des Druckbehälters mit der Technischen Spezifikation

ANMERKUNG 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

ANMERKUNG Die folgenden Begriffe gelten alle für in Serie gefertigten Druckbehälter nach Anhang A.

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

3.9

Kontinuierliche Fertigung

Fertigungsweise, bei der das Schweißen der Hauptnähte und Stutzennähte im wesentlichen kontinuierlich erfolgt

ANMERKUNG Fertigungspausen oder -ausfälle, die eine Neueinstellung des Schweißgeräts und/oder der Einrichtung für die zerstörungsfreie Prüfung erforderlich machen, stellen eine Fertigungsunterbrechung dar. Einstellmaßnahmen am Schweißgerät innerhalb der Toleranzgrenzen des Schweißverfahrens gelten nicht als Neueinstellung.

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 Die Musterzulassung erfolgt durch den Hersteller oder die verantwortliche Stelle auf der Grundlage des gewählten Konformitätsbewertungsmoduls.

3.11

Muster des Druckbehälters/-behälterteils

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

3.12

Druckbehälterlos

Teil einer Fertigungsserie, bei der das Schweißen der Hauptnähte und Stutzennähte im wesentlichen kontinuierlich erfolgt ist

ANMERKUNG Bei einer Fertigungspause von mehr als drei aufeinanderfolgenden Tagen muss ein neues Los ausgewiesen werden.

3.13

Schicht

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

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.

4.3 Zerstörungsfreie Prüfung (ZfP)

Art und Umfang der zerstörungsfreien Prüfung eines Druckbehälters werden durch die Prüfgruppe bzw. Kombination von Prüfgruppen bestimmt, soweit nach 6.6.1.1.2 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 Konstruktionsunterlagen abgedeckt sind.

5.2 Angaben, die in der technischen Dokumentation enthalten sein müssen

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

5.2.1 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.

5.2.2 Entwurf und Konstruktionszeichnungen

Die vom Hersteller durchgeführte Gefahrenanalyse, aus der hervorgeht, welche durch den Druck verursachten Gefahren auf den Druckbehälter einwirken, muss dokumentiert werden und ausführliche Angaben enthalten.

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

5.2.3 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.

5.2.4 Ergebnisse der Auslegungsberechnungen und der durchgeführten Prüfungen

5.2.4.1 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. Bei zyklisch belasteten Behältern müssen in den Zeichnungen die kritischen Bereiche eindeutig gekennzeichnet sein. Zusätzlich muss in der Zeichnung die maximal zulässige Aufdachung für zyklisch belastete Druckbehälter angegeben sein. Zumindest auf der Übersichtszeichnung des Druckbehälters muss die Prüfgruppe für jede einzelne Schweißverbindung deutlich angegeben sein.

5.2.4.2 Werden Berechnungen mit Computer 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

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

- a) Eingabedaten;
- b) Plotterdarstellungen (Original und Kopie)
 - 1) Elemententeilung;
 - 2) Spannungen, z. B. als Linien- oder Pfeildiagramme oder Kurven gleicher Spannungen; Oberflächen-Spannungskurven;
 - 3) Verschiebungen;
- d) Grenzbedingungen;
- e) Spannungen in den kritischsten Bereichen;
- f) Einteilung und Klassifizierung der Spannungen in verschiedene Spannungskategorien;
- g) Vergleich der errechneten und der zulässigen Spannungswerte.

5.2.4.4 In bestimmten Fällen sind folgende Angaben erforderlich:

- 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.

5.2.5 Prüfberichte

Prüfberichte müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- a) Berichte über die Anerkennung des Schweißverfahrens, Prüfbescheinigungen des Schweißpersonals;
- b) Werkstoffbescheinigungen;
- c) Beispiel der vorgeschlagenen Liste der Herstellungsberichte;
- d) Messwerte der Aufdachung bei Behältern unter zyklischer Belastung.

5.2.6 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 Festigkeitsprüfung 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 Probestellen, 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. Ausmauerungen 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.

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 der vorliegenden 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 5.2.4.3;
- 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.

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 entsprechen.

Die Prüfung der Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs einschließlich der Übertragung von Kennzeichnungen ist während der gesamten Fertigung durchzuführen; ferner sind Berichte zur Dokumentation der nach EN 13445-5 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) 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 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.

Alle Prüfungen müssen von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. Das Ergebnis der Prüfung der Schweißnahtvorbereitung muss in den ZfP-Prüfbericht aufgenommen werden.

6.4.3 Prüfung der Halterungen für Druckbehälter

Alle Heftscheidungen 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 unterzogen werden. Das Ergebnis der Prüfung muss in den ZfP-Prüfbericht aufgenommen 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 in den ZfP-Prüfbericht aufgenommen werden.

6.5 Schweißen

6.5.1 Allgemeines

Falls dies nach EN 13445-3 zulässig ist, müssen bleibende Unterlagen und Sickennähte so angeordnet und ausgerichtet werden, dass die erreichte Schweißnahtqualität der einer konventionellen einseitig geschweißten Stumpfnahht entspricht. Für die Schweißnaht müssen die gleichen zerstörungsfreien Prüfungen und Zulässigkeitskriterien angewendet werden wie für die einseitig geschweißte Stumpfnahht.

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 Prüfung 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 287-1:1995 und EN 1418:1997 geprüft wurden. Die Schweißverfahren müssen nach EN 13445-4 anerkannt sein.

Die Identifizierung der Schweißer bzw. Bediener von Schweißeinrichtungen muss nach EN 13445-4 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.

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

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

ANMERKUNG Für in Serie gefertigte Druckbehälter ist in Anhang A ein alternatives Verfahren angegeben.

6.6.1.1 Anwendung der Prüfgruppen

6.6.1.1.1 Allgemeines

Die zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten für die Abnahmeprüfung richtet sich nach der Prüfgruppe der betrachteten Schweißnaht (d. h. Prüfgruppe 1, 2, 3 und 4) nach Tabelle 6.6.1-1.

ANMERKUNG Die Prüfgruppen berücksichtigen die Schwierigkeiten bei der Verarbeitung der verschiedenen Stahlgruppen, die maximale Wanddicke, den Schweißprozess, den Betriebstemperaturbereich und den Schweißnahtfaktor.

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.

Jede der Prüfgruppen ist so konzipiert, dass sie innerhalb der vorgegebenen Grenzbedingungen nach Tabelle 6.6.1-1 für typische Anwendungsfälle eine ausreichende Druckfestigkeit aufweist.

6.6.1.1.2 Prüfgruppen 1, 2 und 3

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

Bei mehr als einer bestimmenden Schweißnaht am Druckbehälter und wenn die Anforderungen in Tabelle 6.6.1-1 erfüllt sind, ist eine Kombination der Prüfgruppen 1 und 2 bzw. 1, 2 und 3 zulässig.

Für Kombinationen der Prüfgruppen 1, 2 und 3 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 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.

6.6.1.1.3 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.

6.6.1.1.4 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 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 Zulässigkeitsbereichs) 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		2		3		4 ^{b,j}
	1a	1b	2a	2b	3a	3b	
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 %
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 30 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	12 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 + 200) °C für 1.1 (- 50 bis + 300) °C für 8.1

^a Alle Prüfgruppen erfordern eine 100%-Sichtprüfung mit größtmöglichem Umfang.

^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;
- Druckprüfungen mit höheren Drücken (siehe Abschnitt 10);
- maximale Anzahl der vollen Druckzyklen unter 500;
- geringerer zulässiger Spannung (siehe EN 13445-3).

^c Vollmechanisiertes und/oder automatisches Schweißverfahren (siehe EN 1418:1997).

^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 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.

6.6.2 Festlegung des Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung

Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung ist in Tabelle 6.6.2-1 als Prozentwert angegeben.

ANMERKUNG 1 Der Prozentwert bezeichnet den Anteil der gesamten Schweißverbindung, der einer zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen ist, und berücksichtigt die Prüfgruppe und die Art der Schweißnaht.

ANMERKUNG 2 Tabelle 6.6.2-1 gilt im wesentlichen für Stahlbehälter mit:

- beidseitig in mehreren Lagen geschweißten Nähten,
- mit Schweißzusätzen und -hilfsstoffen ausgeführten Nähten,
- nach folgenden typischen Schweißverfahren hergestellten Nähten: Lichtbogenhandschweißen 111, Unterpulverschweißen mit Drahtelektrode 121, MAG-Schweißen 135, MIG-Schweißen 131, WIG-Schweißen 141;

In Verbindung mit den nachstehend beschriebenen Verfahren sind vor allen Dingen bei Längsnähten besondere Schwierigkeiten zu berücksichtigen:

- andere Schweißverfahren, z. B. Plasmaschweißen 15, Elektronenstrahlschweißen 76, Reibschweißen 42, Abbrennstumpfschweißen 24, usw.;
- Einlagenschweißung, Lage-Gegenlage-Verfahren;
- Schweißen auf Kupferunterlage;
- Schweißen ohne Schweißzusätze und -hilfsstoffe;
- Schweißen an heißrissempfindlichen Werkstoffen (vollaustenitische Stähle, Ni-Legierungen, Al-Legierungen usw.);
- bindefehlerkritische Verfahren (z. B. MAG-Schweißen 135),
- Verbindungen zwischen artungleichen Werkstoffen oder artfremden Schweißzusätzen und -hilfsstoffen;
- automatische Schweißprozesse.

Diese Schwierigkeiten sollen bei den nächsten Überarbeitungen der vorliegenden Norm näher behandelt werden.

Sind laut dieser Tabelle weniger als 100 % der Schweißnahtlänge auf Oberflächenfehler zu prüfen, müssen die Prüfbereiche vorher festgelegt werden.

Für die Prüfgruppe 2 ist laut Tabelle 6.6.2-1 eine prozentuale Reduzierung des Prüfumfanges 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 6.6.1.1.4) vorliegen.

Wird eine zerstörungsfreie Prüfung mit einem Prozentwert von weniger als 100 % gefordert, richten sich Prüfumfang und Prüfbereiche nach folgenden Kriterien:

- a) Mäntel, geformte Böden, kommunizierende Druckräume und Doppelmäntel;
- 1) die zerstörungsfreie Prüfung ist an allen Schnittstellen von Längs- und Rundstumpfnähten durchzuführen. Die Mindestfilmlänge bzw. Abtastlänge 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 der zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen;
 - 3) Ausschnitte in Hauptschweißnähten (Längs- oder Rundnähte) oder näher als 12 mm an Hauptschweißnähten sind beiderseits des Ausschnitts über eine Länge zu prüfen, die mindestens dem Durchmesser des Ausschnitts entspricht. Diese Längen sind, sofern zutreffend, dem in Tabelle 6.6.2-1 angegebenen Prozentwert hinzuzufügen;
- b) an den Druckbehälter angeschweißte Stutzen und Abzweige (Stumpfschweißnähte):

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

- 1) für die 100%-Prüfung: Gruppengröße 1 (d. h. jeder einzelne Stutzen und Abzweig);
- 2) für die 25%-Prüfung: Gruppengröße 4 (d. h. jeweils ein vollständiger Stutzen oder Abzweig pro Vierergruppe);
- 3) für die 10%-Prüfung: Gruppengröße 10 (d. h. jeweils ein vollständiger Stutzen oder Abzweig pro 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		PRÜFUNG ^b	UMFANG BEI PRÜFGRUPPE						
			1a	1b	2a ⁱ	2b ⁱ	3a	3b	4
			UMFANG BEI DEN GRUNDWERKSTOFFEN ^{i, 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	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1	1.1, 8.1
Voll durchgeschweißte Stumpfnäht	1	Längsnähte	100 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(100-10) % 10 % ^d	10 % 10 % ^d	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	0 0
	2a	Rundnähte an einem Mantel	100 % 10 % ^d	(100-10) % 10 % ^d	(25-10) % 10 % ^d	10 % ^c 10 % ^d	10 % 10 % ^d	0 0	
	2b	Rundnähte an einem Mantel mit Unterlage ^k	NA NA	NA NA	25 % 10 %	NA 10 %	NA 10 %	25 % 10 %	0 0
	2c	Einseitig geschweißte Sickenrundnaht ^k	NA NA	NA NA	25 % 10 %	NA 10 %	NA 10 %	25 % 10 %	0 0
	3a	Rundnähte an einem Stutzen $d_i > 150$ mm oder $e > 16$ mm	100 % 10 %	(100-10) % 10 %	(25-10) % 10 % ^d	10 % ^c 10 % ^d	10 % 10 %	10 % ^c 10 % ^d	0 0
	3b	Rundnähte an einem Stutzen $d_i > 150$ mm oder $e > 16$ mm mit Unterlage ^k	NA NA	NA NA	25 % 10 %	NA 10 %	NA 10 %	25 % 10 %	0 0
	4	Rundnähte an einem Stutzen $d_i \leq 150$ mm und $e \leq 16$ mm	0 100 %	0 100 %	0 (100-10) %	0 10 %	0 10 %	0 10 %	0 0
	5	Alle Nähte von Kugeln, Böden und Halbkugelböden an Mäntel	100 % 10 %	100 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(100-10) % 10 % ^d	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	0 0
6	Verbindung zwischen kegelförmigem und zylindrischem Mantel, Winkel $\leq 30^\circ$	100 % 10 %	25 % 10 % ^d	(100-10) % 10 %	(25-10) % 10 % ^d	10 % 10 %	10 % 10 % ^d	0 0	
7	Verbindung zwischen kegelförmigem und zylindrischem Mantel, Winkel $> 30^\circ$	100 % 10 %	100 % 10 % ^d	(100-25) % 10 %	(100-25) % 10 % ^d	25 % 10 %	10 % 10 % ^d	10 % 0	
8a	Allgemein zwischen Mantel und Boden	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	NA NA	0 0	
8b	Zwischen Balgkompensator und Mantel $e \leq 8$ mm	100 % 0 %	100 % 0 %	100 % 0 %	25 % 0 %	25 % 0 %	10 % 0 %	0 0	

Tabelle 6.6.2-1 (fortgesetzt)

ART DER SCHWEISSVERBINDUNG ^a		PRÜFUNG ^b	UMFANG BEI PRÜFGRUPPE							
			1a	1b	2a ⁱ	2b ⁱ	3a	3b	4	
			UMFANG BEI DEN GRUNDWERKSTOFFEN ^{i, 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	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1	1.1, 8.1
Verbindung eines Flach- oder Rohrbodens mit einem zylindrischen Mantel; Verbindung eines Flansches oder Kragens mit einem Mantel	9	Mit voll durchgeschweißter Naht	100 %	100 %	(100-10) %	(100-10) %	25 %	10 %	10 %	0
	10	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, wenn $a > 16$ mm (a nach Bild 6.6.2-1) ^j	NA	NA	NA	NA	25 %	10 %	10 %	0
Verbindung eines Flansches oder Kragens mit einem Stutzen	11	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, wenn $a \geq 16$ mm (a nach Bild 6.6.2-1) ^j	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0
	12	Mit voll durchgeschweißter Naht	100 %	100 %	(100-10) %	(100-10) %	25 %	10 %	10 %	0
Stützen oder Abzweig ^e	13	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht ^j	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0
	14	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht ⁱ , $d_i \leq 150$ mm und $e \leq 16$ mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Stützen oder Abzweig ^e	15	Mit voll durchgeschweißter Naht, $d_i > 150$ mm oder $e > 16$ mm	100 %	25 %	(100-25) %	(25-10) %	25 %	10 %	10 %	0
	16	Mit voll durchgeschweißter Naht, $d_i \leq 150$ mm und $e \leq 16$ mm	0	0	0	0	0	0	0	0
Rohrenden an Rohrboden Dauerhaft angeschweißte Anbauteile ^f	17	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht für alle d_i , $a > 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	100 %	25 %	(100-25) %	(25-10) %	25 %	10 %	10 %	0
	18	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, $d_i > 150$ mm, $a \leq 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	NA	NA	NA	NA	0	0	0	0
Rohrenden an Rohrboden Dauerhaft angeschweißte Anbauteile ^f	19	Mit nicht voll durchgeschweißter Naht, $d_i \leq 150$ mm, $a \leq 16$ mm (siehe Bild 6.6.2-2)	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht	100 %	100 %	(100-10) %	(100-10) %	10 %	10 %	10 %	0
Rohrenden an Rohrboden Dauerhaft angeschweißte Anbauteile ^f	21	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht	100 %	10 %	100 %	100 %	25 %	10 %	10 %	0
	21	Mit voll oder nicht voll durchgeschweißter Naht	100 %	10 %	100 %	10 %	100 %	10 %	10 %	0

Tabelle 6.6.2-1 (fortgesetzt)

ART DER SCHWEISSVERBINDUNG ^a		PRÜFUNG ^b	UMFANG BEI PRÜFGRUPPE						
			1a	1b	2a ⁱ	2b ⁱ	3a	3b	4
			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	1.1, 1.2, 8.1	8.2, 9.1, 9.2, 10	1.1, 1.2, 8.1	1.1, 8.1
Drucktragende Bereiche nach Entfernen von zeitweiligen Anbauteilen	22	MT oder PT	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	0
Plattieren durch Schweißen ^h	23	MT oder PT	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	0
Ausbesserungen	24	RT oder UT MT oder PT	100 % 100 %	100 % 100 %	100 % 100 %	100 % 100 %	100 % 100 %	100 % 100 %	0 0

^a Siehe Bild 6.6.2-3
^b RT = Durchstrahlungsprüfung, UT = Ultraschallprüfung, MT = Magnetpulverprüfung, PT = Eindringprüfung, NA = Naht nicht anwendbar
^c 2 %, wenn $e \leq 30$ mm und Schweißverfahrensanweisung wie bei Längsnaht, für Stahlgruppen 1.1 und 8.1
^d 10 %, wenn $e > 30$ mm, 0 %, wenn $e \leq 30$ mm.
^e Der Prozentwert in der Tabelle bezieht sich auf die gesamte Schweißnahtlänge aller Stutzen; siehe 6.6.1.2 b)
^f Keine RT oder UT für Kehlnahtdicken ≤ 16 mm.
^g 10 % für die Stahlgruppen 8.2, 9.1, 9.2, 9.3 und 10
^h Volumetrische Prüfung, wenn die Gefahr von Rissen, verursacht durch den Grundwerkstoff oder die Wärmebehandlung, besteht
ⁱ Nähere Angaben zur Reduzierung des Prüfumfanges der ZfP in Prüfgruppe 2, siehe 6.6.1.2
^j In Ausnahmefällen oder bei kritischer Schweißnahtaufführung oder –tragfähigkeit kann es notwendig sein, dass beide Verfahren durchgeführt werden müssen (d. h. RT + UT, MT + PT). Weitere Fälle für die Durchführung beider Verfahren, siehe Tabelle 6.6.3-1.
^k Grenzbedingungen für die Anwendung, siehe EN 13445-3:2002, 5.7.3.2
^l Der prozentuale Anteil der Oberflächenprüfung bezieht sich auf die Länge in % der Schweißnähte auf der Innen- und Außenseite.
^m RT und UT sind volumetrische Prüfungen, MT und PT sind Oberflächenprüfungen. Bei Angabe in dieser Tabelle sind beide Prüfungen in dem angegebenen Umfang erforderlich.
ⁿ NA bedeutet „nicht zutreffend“.

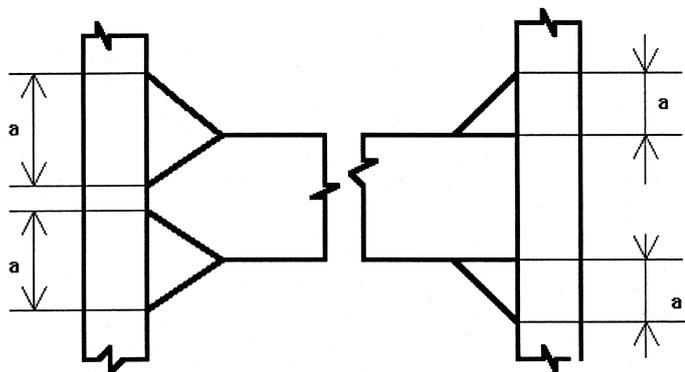


Bild 6.6.2-1 — Definition von „a“ für die Schweißnahtarten 10 und 11

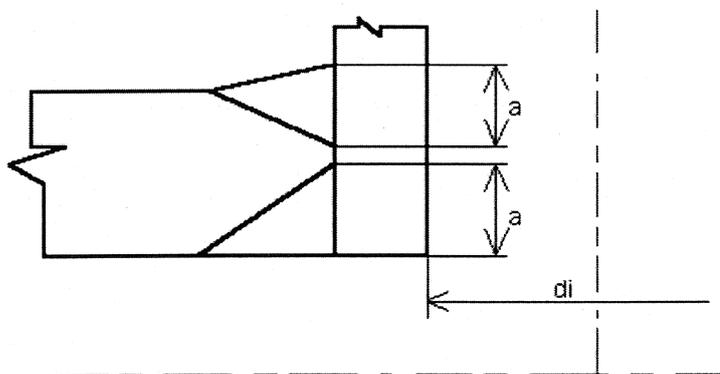


Bild 6.6.2-2 — Definition von „a“ für die Schweißnahtarten 17, 18 und 19

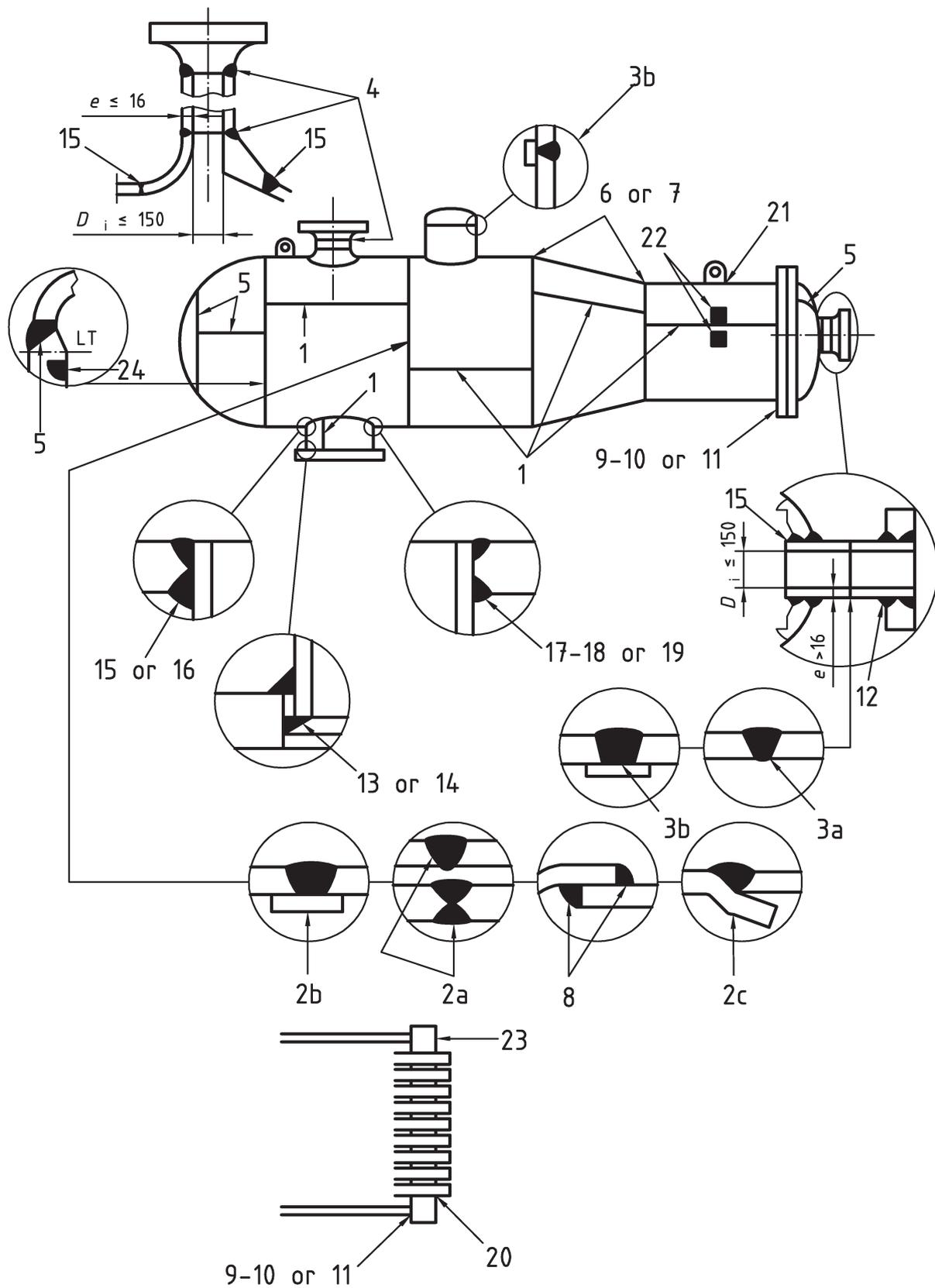


Bild 6.6.2-3 — Arten von Schweißnähten

6.6.3 Durchführung der zerstörungsfreien Prüfung

6.6.3.1 Allgemeines

An allen Schweißnähten muss eine Sichtprüfung durchgeführt werden.

Die zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen für die Abnahme muss sich nach der Prüfgruppe der Verbindung richten.

6.6.3.2 Anwendbare Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung

Tabelle 6.6.3-1 enthält die Verfahren, Fehlerklassifizierung und Zulässigkeitskriterien. Diese Tabelle basiert auf EN 12062:1997 sowie Bewertungsgruppe C in prEN ISO 5817:2002.

Tabelle 6.6.3-1 — ZfP-Prüfverfahren, Techniken, Fehlerklassifizierung und Zulässigkeitskriterien

ZfP-Verfahren (Abkürzung)	Prüftechnik	Fehlerklassifizierung	Zulässigkeitskriterien
Sichtprüfung (VT)	EN 970:1997	prEN ISO 5817:2002 (Oberflächenfehler)	prEN ISO 5817:2002 (Oberflächenfehler Bewertungsgruppe C ^d)
Durchstrahlungsprüfung (RT)	EN 1435:1997, Prüfklasse B ^a	EN 12517:1998 und zusätzlich Tabelle 6.1.5.5-2	EN 12517:1998, Zulässigkeitsklasse 2, und Tabelle 6.6.4-1
Ultraschallprüfung (UT)	EN 1714:1997, mindestens Prüfklasse B ^b	EN 1713:1998 ^d	EN 1712:1997 Zulässigkeitsklasse 2, Flächenfehler nicht zulässig
Eindringprüfung (PT)	EN 571-1:1997 + Prüfparameter nach EN 1289:1998 Tabelle A.1	EN 1289:1998	EN 1289:1998, Zulässigkeitsklasse 2X
Magnetpulverprüfung (MT)	EN 1290:1998 + Prüfparameter nach EN 1291:1998, Tabelle A.1	EN 1291:1998	EN 1291:1998, Zulässigkeitsklasse 2X

^a Die maximale Fläche für eine einzige Aufnahme muss den Anforderungen der Prüfklasse A nach EN 1435:1997 entsprechen.

^b Für Wanddicken $t < 40$ mm ist die Prüfklasse A zulässig. Für Wanddicken > 100 mm ist Prüfklasse C erforderlich.

^c EN 1713:1998 ist lediglich eine Empfehlung.

^d Für folgende Fehler gelten zusätzliche Anforderungen:

- zu große Nahtüberhöhung (502) — ein glatter Übergang ist erforderlich;
- Zündstelle (601) — Entfernen, plus 100 % MT oder PT, um Fehlerfreiheit sicherzustellen;
- Schweißspritzer (602) — von allen drucktragenden Teile sowie lasttragenden Anschweißteilen zu entfernen. Vereinzelt unsystematische Spritzer sind bei Bauteilen aus Werkstoffen der Gruppe 1 zulässig;
- Ausbrechung (603), Schleifkerben (604), Meißelkerben (605) sind durch Schleifen zu glätten, um einen glatten Übergang zu erreichen;
- Unterschleifung (606) ist nicht zulässig. Örtliche Unterschleifungen sind nach den Konstruktionsmerkmalen zu bewerten (rechnerische Wanddicke + Korrosionszuschlag).

6.6.3.3 Wahl der Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung von inneren Fehlern (voll und nicht voll durchgeschweißte Nähte)

Die Wahl zwischen Durchstrahlungs- und Ultraschallprüfung oder in Kombination muss nach Tabelle 6.6.3-2 erfolgen.

Sind zwei Prüftechniken angegeben, dann steht das weniger empfohlene Verfahren in Klammern.

Tabelle 6.6.3-2 — Wahl des ZfP-Verfahrens^a zur Erkennung von inneren Fehler in voll durchgeschweißten Nähten nach EN 12062:1997, Tabelle 3

Werkstoff und Art der Schweißnaht	Nennwanddicke des Grundwerkstoffs (e in mm)			
	e ≤ 8	8 < e ≤ 40	40 < e ≤ 100	e > 100
Ferritische Stumpfnähte	RT	RT oder UT oder UT _D	UT ^b oder UT _D oder (RT)	UT _D ^b
Ferritische T-Stöße	UT _D oder RT	UT oder (RT) oder UT _D	UT oder (UT _D) oder (RT)	UT _D
Stumpfnähte, austenitische nichtrostende und austenitisch-ferritische (Duplex-)Stähle	RT	RT oder (UT _D)	RT oder UT _D ^b	UT _D ^b
T-Stöße, austenitische nichtrostende und austenitisch-ferritische (Duplex-)Stähle	UT _D oder RT	UT _D oder RT	UT _D oder RT	UT _D

^a — RT und UT sind die Durchstrahlungs- bzw. Ultraschallprüfung nach den in Tabelle 6.6.2-1 angegebenen Normen
 — UT_D bezieht sich auf die Prüfklasse D nach EN 1714:1997 und kann für alle Ultraschall-Prüfarten gelten, z. B. mechanische Prüfung oder unter Verwendung von SE-Prüfköpfen. Besondere schriftliche Verfahrensanweisungen für die Prüfkenngößen und Zulässigkeitskriterien sind erforderlich, Bewertungsgruppe C nach prEN ISO 5817:2002 muss erfüllt werden.

^b Für e ≥ 60 mm muss die Ultraschallprüfung Unregelmäßigkeiten senkrecht zur Oberfläche nach EN 583-4 beinhalten.

Aus Tabelle 6.6.3-2 ist das am besten geeignete Verfahren für den jeweiligen Verwendungszweck unter Berücksichtigung von Werkstoffart und -dicke auszuwählen. Möglicherweise haben andere wichtige Aspekte wie Schweißnahtgeometrie und Rissanfälligkeit des Werkstoffs beim Schweißen einen maßgeblicheren Einfluss auf die Wahl des Verfahrens als die in Tabelle 6.6.3-2 aufgeführten Kriterien. Der Hersteller muss diese für die Wahl des Verfahrens entscheidenden Aspekte angeben.

ANMERKUNG In Ausnahmefällen oder bei Druckbehältern mit kritischer Schweißnahtausführung oder –tragfähigkeit, insbesondere bei nicht voll durchgeschweißten Nähten, kann es notwendig sein, beide Verfahren an derselben Verbindung oder Naht anzuwenden.

6.6.3.4 Wahl des Verfahrens für die zerstörungsfreie Prüfung von Oberflächenfehlern

Bei ferritischen Stählen ist die Magnetpulverprüfung (MT) anzuwenden, bei austenitischen Stählen das Eindringverfahren (PT).

6.6.3.5 Oberflächenbeschaffenheit und Vorbereitung der zerstörungsfreien Prüfung

Die für die Durchführung aller zerstörungsfreien Prüfungen erforderliche Oberflächenbeschaffenheit muss mit den in Tabelle 6.6.3-1 enthaltenen Festlegungen übereinstimmen. Geschweißte Oberflächen müssen nicht nachbearbeitet werden, sofern die Unregelmäßigkeiten auf die Anwendung und/oder Auswertung keine störenden Auswirkungen haben. Behälter für zyklische Belastungen sind besonders zu berücksichtigen, Kriterien sind in Anhang G enthalten.

6.6.3.6 Prüfplan für die zerstörungsfreie Prüfung

Ein umfassender Plan muss erstellt werden, in dem Anforderungen für die zerstörungsfreie Prüfung aller Druckbehälter enthalten sind. Dieser Plan muss die Fertigungsstadien festlegen, in denen die einzelnen Prüfungen durchzuführen sind, sowie die Wahl der Prüfmethode, das anzuwendende Verfahren, die Zulässigkeitskriterien und die Prüfdokumentation.

6.6.3.7 Qualifikation des ZfP-Personals

Das Personal für die zerstörungsfreie Prüfung muss nach EN 473:2000 qualifiziert und zertifiziert sein; für Personal für die Sichtprüfung genügt die Qualifizierung, eine Zertifizierung ist nicht erforderlich. ZfP-Personal muss über einen entsprechenden Befähigungsnachweis verfügen (z. B. Befähigung zur Durchführung der ZfP-Prüfstufen 1, 2 oder 3, sofern zutreffend).

6.6.4 Klassifizierung und Bewertungsgruppen für Fehler

6.6.4.1 Fehlerklassifizierung

Die Terminologie zur Beschreibung der Fehler muss EN ISO 6520-1:1998 entsprechen.

6.6.4.2 Zulässigkeitskriterien

Die Kriterien für die Bewertung der Zulässigkeit von Fehlern müssen den Festlegungen in Tabelle 6.6.3-1 entsprechen.

Tabelle 6.6.4-1 — Zulässigkeitskriterien für die Durchstrahlungsprüfung

FEHLERBESCHREIBUNG		ZULÄSSIGES MAXIMUM
EN ISO 6520-1:1998 Gruppe Nr	Fehler Nr	Fehlerart ^a
2	2012	Porosität, gleichmäßig verteilt
	2013	Porennest
	202	Lunker
3	301	Schlackeneinschluss
4	400	Bindefehler und ungenügende Durchschweißung
^a Es werden folgende Symbole verwendet: <i>d</i> Porendurchmesser; <i>e</i> Dicke des Grundwerkstoffs; <i>w</i> Breite der projizierten Anzeige, in Millimeter; <i>l</i> Länge der projizierten Anzeige, in Millimeter.		

ZULÄSSIGES MAXIMUM

Angabe des Grenzwertes

Nicht zulässig, wenn die gesamte projizierte Porenfläche 2 % der betrachteten Schweißnahtoberfläche überschreitet ($l \cdot w$).

(1 % für kritische Bereiche zyklisch belasteter Behälter nach Anhang G). Einzelporen max $0,4 \cdot e$, jedoch höchstens 4 mm.

Nicht zulässig, wenn die gesamte projizierte Porenfläche 4 % der betrachteten Schweißnahtoberfläche überschreitet, wobei die Schweißnahtoberfläche der größere der beiden folgenden Bereiche ist:

- Fläche 1): Kreis mit Durchmesser gleich der Nahtbreite
- Fläche 2): Kreis mit Umhüllung aller Poren

Nicht zulässig

$w = 0,3 e$, maximal 3 mm

$l = e$, maximal 50 mm

($w = 0,2 e$, maximal 2 mm und $l = e$ mit maximal 25 mm für kritische Bereiche zyklisch belasteter Behälter nach Anhang G)

Nicht zulässig, wenn voll durchgeschweißte Naht festgelegt ist

6.6.5 Zeitpunkt der zerstörungsfreien Prüfungen

Die zerstörungsfreie Prüfung muss nach der Wärmenachbehandlung (PWHT), jedoch vor der Druckprüfung durchgeführt werden.

Wenn ein Werkstoff unempfindlich gegen Rissbildung infolge der Wärmenachbehandlung ist, z. B. Werkstoffgruppen 1.1 und 8.1, darf die zerstörungsfreie Prüfung auch vor der Wärmenachbehandlung durchgeführt werden.

Alle Druckbehälter müssen während und nach der Fertigung einer Sichtprüfung unterzogen werden, um die Qualität der fertigen Schweißnähte sicherzustellen. Die Sichtprüfung umfasst eine Prüfung der Schweißnahtgeometrie, der Maße, der Fluchtung usw.

Insbesondere Druckbehälter der Prüfgruppe 4 müssen während der Fertigung sowohl in der ersten Montagephase als auch nach der Vorbereitung der Gegenlage (bei beidseitiger Verschweißung) geprüft werden.

6.6.6 Durchführung der ZfP-Wiederholungsprüfung

Die in 6.6.2 unter a) und b) ausgewählten zu prüfenden Bereiche werden als repräsentativ für die untersuchten Schweißnähte angesehen. Ein an einer Rundnaht festgestellter Fehler wird als repräsentativ für den Zustand der gesamten Rundnaht, ein an einer Längsnaht festgestellter Fehler als repräsentativ für den Zustand der gesamten Längsnaht angesehen. Ein Fehler an einem Stutzen oder Abzweig wird als repräsentativ für den Zustand der Gruppe von Stutzen bzw. von Abzweigen angesehen. Je nach Art des Fehlers ist die Wiederholungsprüfung wie folgt durchzuführen:

- 1) Flächenfehler: Weisen die untersuchten Proben einen oder mehrere Flächenfehler auf, muss die gesamte Länge der für die Probe repräsentativen Stumpfnah nach dem gleichen ZfP-Verfahren geprüft und nach den entsprechenden Zulässigkeitskriterien bewertet werden;
- 2) Andere Fehler: Falls keine Flächenfehler, jedoch andere nach den Zulässigkeitskriterien unzulässigen Fehler an der Probe festgestellt werden, müssen zwei weitere nach dem Zufallsprinzip zu wählende Proben einer zerstörungsfreien Prüfung unterzogen und nach den gleichen Zulässigkeitskriterien bewertet werden. Jede der weiteren Proben muss mindestens die gleiche Länge aufweisen wie die ursprünglichen Proben. Sind diese beiden Proben annehmbar, muss die ursprüngliche Probe ausgebessert und nach dem gleichen zerstörungsfreien Prüfverfahren erneut bewertet werden. Falls eine oder beide dieser weiteren Proben die Prüfung nicht bestehen, muss die Schweißverbindung einer 100 %-Prüfung unterzogen werden.

6.6.7 Dokumentation der zerstörungsfreien Prüfung

Die gesamten ZfP-Prüfmaßnahmen müssen nach schriftlichen Verfahrensanweisungen von qualifiziertem Personal nach den Festlegungen in 6.6.3.7 durchgeführt werden. Begleitend zu sämtlichen ZfP-Maßnahmen müssen schriftliche Prüfberichte nach den in Tabelle 6.6.3-1 angegebenen Normen angefertigt werden.

Die vorstehend beschriebene Dokumentation sollte die gesamte durchgeführte zerstörungsfreie Prüfung vollständig protokollieren und muss einen Teil der in Abschnitt 12 beschriebenen Berichte darstellen.

6.7 Zerstörende Prüfungen

6.7.1 Umfang der zerstörenden Prüfung

Der Umfang der zerstörenden Prüfungen muss EN 13445-2 und EN 13445-4 entsprechen.

6.7.2 Plan für die zerstörende Prüfung

Der Druckbehälter-Hersteller ist verantwortlich für die Ausarbeitung eines umfassenden Prüfplans mit Anforderungen für die zerstörende Prüfung jedes Druckbehälters bzw. jeder Druckbehälterbaureihe, wobei die betreffenden Fertigungsstadien, in denen die zerstörende Prüfung durchzuführen ist, die Wahl der Prüfungen, das Prüfverfahren, die Zulässigkeitskriterien und die zu erstellenden Prüfberichte angegeben werden müssen.

6.7.3 Nachweis der zerstörenden Prüfungen

Folgende Maßnahmen sind zu überwachen:

- Identifizierung/Validierung der Arbeitsproben;
- mechanische Prüfungen;
- Erstellung oder Zertifizierung der Prüfberichte.

6.7.4 Dokumentation

Die gesamte Dokumentation der zerstörenden Prüfungen nach vorliegender Norm bildet einen Teil der Schlussdokumentation nach Abschnitt 12 dieser Norm und muss jederzeit verfügbar sein.

6.8 Wärmebehandlung

Alle Wärmebehandlungen sind nach schriftlichen Verfahrensanweisungen durchzuführen und durch Prüfung nachzuweisen. Die Anweisungen müssen die für die Wärmebehandlung kritischen Parameter beschreiben. Sie müssen, soweit zutreffend mindestens die folgenden Kriterien enthalten:

- a) Erwärmungsgeschwindigkeit;
- b) Halte- oder Durchwärmzeit sowie Temperatur;
- c) Abkühlgeschwindigkeit;
- d) Erwärmungsmedium und Art des Feuerraums;
- e) Art und Anzahl der Temperaturmessgeräte;
- f) Halterungen (soweit zutreffend);
- g) Berichte und Umfang der zu erfassenden Informationen.

7 Vergabe von Unteraufträgen

7.1 Allgemeines

Der Druckbehälter-Hersteller, der die Arbeiten an einem vollständigen Druckbehälter oder einem Teil des Druckbehälters abschließend ausführt, muss bescheinigen, dass alle von Dritten ausgeführten Arbeiten ebenfalls den Anforderungen dieser Norm entsprechen.

ANMERKUNG Folgende Arbeiten können beispielsweise vom Druckbehälter-Hersteller als Unterauftrag vergeben, d. h. von Dritten ausgeführt werden:

- a) Entwurf;
- b) Schneidarbeiten;
- c) Umformarbeiten;
- d) Schweißarbeiten;
- e) Wärmebehandlung;
- f) zerstörungsfreie Prüfung.

Beispiel für ein Formular für Unterauftragnehmer, siehe EN 13445-4:2002, Anhang B.

7.2 Im Unterauftrag vergebene schweißtechnische Arbeiten

Im Unterauftrag vergebene schweißtechnische Arbeiten müssen EN 13445-4 entsprechen.

7.3 Im Unterauftrag ausgeführte zerstörungsfreie Prüfungen

7.3.1 Zerstörungsfreie Prüfungen in den Fertigungsanlagen des Druckbehälter-Herstellers durch unterbeauftragtes ZfP-Personal

Der Druckbehälter-Hersteller muss in seiner Verantwortung sicherstellen, dass das ZfP-Personal, das nicht zum vollzeitbeschäftigten Personalbestand des Druckbehälter-Herstellers gehört, ausgebildet und nach EN 473:2000 qualifiziert und zertifiziert ist.

Es müssen ausreichend aussagekräftige Unterlagen vorgelegt werden, anhand derer der Druckbehälter-Hersteller die Qualifikation des Personals überprüfen kann; die Unterlagen müssen aufbewahrt und jederzeit verfügbar gehalten werden.

Die gesamten zerstörungsfreien Prüfungen müssen nach schriftlichen Verfahrensanweisungen durchgeführt werden; die Ergebnisse dieser Prüfungen müssen dokumentiert und nach den ZfP-Bestimmungen des Druckbehälter-Herstellers aufbewahrt werden. Der Druckbehälter-Hersteller muss in seiner Verantwortung sicherstellen, dass alle vorgeschriebenen Prüfverfahren in vollem Umfang eingehalten werden. Ferner muss er dafür Sorge tragen, dass Aufzeichnungen über den Einsatz von Unterauftragnehmerpersonal geführt werden, aus denen die einzelnen Tätigkeiten dieses Personals hervorgehen; er muss befugt sein, Personal nach seinem eigenen Ermessen einzusetzen oder abzuziehen. Der Druckbehälter-Hersteller ist nach Abschnitt 12 dieser Norm für die Aufbewahrung aller Arbeitsberichte des im Unterauftrag tätigen Personals verantwortlich.

7.3.2 Zerstörungsfreie Prüfungen in den Fertigungsanlagen des Unterauftragnehmers

Alle zerstörungsfreien Prüfungen, die in den Fertigungsanlagen eines Unterauftragnehmers durchgeführt werden, unterliegen der Verantwortung des Druckbehälter-Herstellers. Das gesamte Personal muss ausgebildet und nach EN 473:2000 qualifiziert und zertifiziert sein. Der Druckbehälter-Hersteller muss ausreichend aussagekräftige Nachweise über die Qualifikation des Personals führen. Alle Prüfverfahren müssen dokumentiert werden; die Unterlagen über die Prüfergebnisse müssen verfügbar gehalten und alle Kopien vom Druckbehälter-Hersteller aufbewahrt werden.

ANMERKUNG Der Druckbehälter-Hersteller muss sicherstellen, dass den nach dem Konformitätsbewertungsverfahren benannten Stellen in dem von ihnen für die Erfüllung ihrer Aufgaben als notwendig angesehenen Umfang freier Zutritt gewährt wird.

8 Sonstige Prüfungen

Anleitungen für die Dichtheitsprüfung, siehe Anhang D.

9 Kalibrierung

9.1 Allgemeines

Das gesamte für die Abnahmeprüfung des Druckbehälters verwendete Mess- und Prüfgerät muss nach 9.2 bis 9.4 und den schriftlichen Verfahrensanweisungen kalibriert werden.

In diesem Abschnitt beinhaltet der Begriff umfassende Kalibrierung die Anwendung von Verfahrensanweisungen und Prüfeinrichtungen, um die Genauigkeit der Mess- und Prüfgeräte zu ermitteln.

Bestimmte Gerätearten können, sobald sie zu Beginn kalibriert sind, danach validiert werden. Beispiele für validierte Geräte sind Densitometer und Schweißeinrichtungen.

ANMERKUNG Dazu gehören u. a.:

- a) Zugprüfmaschinen;
- b) Werkstoffprüfmaschinen für Kerbschlagbiegeversuch (Pendelschlagwerk);
- c) Härteprüfgeräte;
- d) Prüfgeräte für die zerstörungsfreie Prüfung einschließlich Densitometer und Stufenkeil-Vergleichsfilme;
- e) Druckmessgeräte;
- f) Feuerraum- und Kontakt-Thermoelemente;
- g) Zeit-/Temperaturschreiber;
- h) Maßprüfgeräte;
- i) Schweißgeräte, (siehe prEN ISO 17662).

9.2 Kalibrierverfahren

9.2.1 Allgemeines

Für jede Geräteart muss eine Kalibrieranweisung erstellt werden, die folgende Angaben enthalten muss:

- a) Umfang der Tätigkeiten und zuständige Stelle für die Durchführung der Kalibrierverfahren;
- b) Verweisung auf die betreffenden europäischen oder nationalen Normen oder, sofern nicht vorhanden, auf sonstige Regeln/Lehren, soweit zutreffend;
- c) Kalibrierhäufigkeit;
- d) Zulässigkeitskriterien.

Soweit möglich, sind stets europäische oder nationale Normen anzuwenden. Liegen derartige Normen nicht vor, muss das Kalibrierverfahren nach den Festlegungen in den Kalibrieranweisungen zugelassen sein.

9.2.2 Kalibrierung

Die Kalibrierung von Mess- und Prüfgeräten für die Abnahmeprüfung von Druckbehältern muss stets der Verantwortung des Druckbehälter-Herstellers unterliegen.

Außer bei den in Tabelle 9.2.2-1 aufgeführten Sondergeräten muss der Druckbehälter-Hersteller die Kalibrierung selbst durchführen oder die Arbeiten im Unterauftrag an ein akkreditiertes Prüflabor (NATL) vergeben, das zertifizierte Kalibriernachweise ausstellt und über geeignete Normale verfügen muss, deren Genauigkeit auf europäische/nationale Normen rückführbar ist.

Tabelle 9.2.2-1 — Kalibrierhäufigkeit und durchführende Stelle

Gerät	Häufigkeit	Stelle
Zugprüfmaschinen und zugehörige Geräte	1 × jährlich	Akkreditiertes nationales Prüflabor (NATL)
Pendelschlagwerke für Kerbschlagbiegeversuch und zugehörige Messeinrichtungen	1 × jährlich	Akkreditiertes nationales Prüflabor (NATL)
Härteprüfgerät	1 × jährlich	Akkreditiertes nationales Prüflabor (NATL)
Prüfmanometer	1 × jährlich	Akkreditiertes nationales Prüflabor (NATL)

9.2.3 Kalibrierhäufigkeit

Die Kalibrierhäufigkeit eines Gerätes muss Tabelle 9.2.2-1 oder einer einschlägigen europäischen/nationalen Norm entsprechen. Liegen derartige Normen nicht vor, und das entsprechende Messgerät ist auch nicht in Tabelle 9.2.2-1 aufgeführt, muss die Kalibrierung nach den Empfehlungen des Geräteherstellers durchgeführt werden.

9.3 Kennzeichnung

Alle Mess- und Prüfgeräte müssen am Gerät selbst oder am Packbehälter mit einer nur einmal zu vergebenden Kennnummer gekennzeichnet werden.

Zusätzlich zu dieser Nummer sollten die Geräte mit einem Kalibrieraufkleber versehen sein, an dem der Kalibrierstatus abgelesen werden kann.

9.4 Registrierung

9.4.1 Alle im Rahmen der Kalibrierung verwendeten Geräte müssen in einem Verzeichnis erfasst werden, das mindestens folgende Angaben enthalten muss:

- a) die für die Kalibrierung verantwortliche Stelle (Abteilung, Person, Unterauftragnehmer);
- b) Kennnummer des Geräts;
- c) Standort des Geräts;
- d) Nummer des Kalibrierverfahrens.

9.4.2 Für die einzelnen Geräte müssen Protokolle geführt werden, die folgende Angaben enthalten müssen:

- a) Kalibrierdatum;
- b) Zustand „wie vorgestellt“ bzw. „wie tatsächlich gemessen“;
- c) Bezeichnung der angewendeten Norm oder des Normals.

Alle Unterlagen über die Kalibrierung müssen der zugelassenen Prüfstelle zur Verfügung stehen.

10 Abnahmeprüfung

10.1 Allgemeines

Alle nach dieser Norm konstruierten und gefertigten vollständigen Druckbehälter müssen einer Abnahmeprüfung unterzogen werden, anhand der festzustellen ist, ob die Druckbehälter den Anforderungen der genehmigten Konstruktionszeichnungen und der vorliegenden Norm entsprechen.

Falls aufgrund innenliegender Bauteile (Rohrbündel, Böden usw.) die Prüfung des Druckbehälterinnenraums nach der Fertigstellung des Druckbehälters nicht möglich ist, muss der Druckbehälterhersteller versichern, dass diese Bauteile vor ihrer Montage einer Abnahmeprüfung unterzogen worden sind.

Die Abnahmeprüfung besteht aus:

- einer Sichtprüfung und einer Maßprüfung des Druckbehälters;
- einer Überprüfung der Dokumentation;
- einer Druckprüfung;
- einer Untersuchung nach der Druckprüfung;
- einer Prüfung der Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion.

Die mit der Abnahmeprüfung beauftragte Stelle muss Zugang zu allen Akten/Unterlagen nach Abschnitt 12 über den zu prüfenden Druckbehälter haben.

10.2 Umfang der Abnahmeprüfung

10.2.1 Sichtprüfung und Maßprüfung

Die Sichtprüfung und die Maßprüfung müssen nach Abschluss der Schweißarbeiten und der Wärmenachbehandlung, jedoch vor dem Auftragen jeglicher Überzüge und vor der Druckprüfung durchgeführt werden. Soll der Druckbehälter teilweise oder vollständig am Aufstellungsort zusammengebaut werden, muss der Hersteller die Elemente festlegen, die vor dem Transport zum Aufstellungsort mit Schutzüberzügen versehen werden dürfen.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit alle Bereiche des Druckbehälters zur Durchführung dieser Prüfungen sicher zugänglich sind. Den Prüfern müssen ferner geeignete Leuchtmittel, kalibrierte Messgeräte und Messwerkzeuge zur Verfügung gestellt werden.

Die Sichtprüfung und die Maßprüfung müssen u. a. folgende Prüfkriterien umfassen:

- Übereinstimmung der Konstruktion mit den genehmigten Konstruktionszeichnungen des Druckbehälter-Herstellers einschließlich der Maßvorgaben zu den auf den Zeichnungen und in dieser Norm festgelegten Toleranzen. Anhang B enthält eine Auflistung der zu beachtenden Punkte. Die Ergebnisse der Maßprüfung („Ist“-Zustand) müssen auf der Maßprüfbescheinigung vermerkt werden;
- Übereinstimmung des Zustands eines fertiggestellten Druckbehälters unter besonderer Berücksichtigung der fertigen Schweißnähte, Stutzenverbindungen und Anbauteile im Hinblick auf Schweißprofil, Messung der Aufdachung und allgemeine Schweißgeometrie mit den genehmigten Konstruktionszeichnungen und der vorliegenden Norm;
- Überprüfung der Werkstoffkennzeichnungen im Hinblick auf Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs anhand der Werkstoffunterlagen;
- Überprüfung der Schweißer- und ZfP-Kennzeichnungen auf dem Druckbehälter und der entsprechenden Angaben in der Dokumentation, soweit zutreffend.

— Alle Korrekturmaßnahmen aufgrund dieser Inspektion müssen vor Durchführung der Druckprüfung durchgeführt, begutachtet und freigegeben werden.

10.2.2 Prüfung der Dokumentation

Die Dokumentationsprüfung muss mindestens u. a. die Überprüfung der Unterlagen (z. B. Prüfbescheinigungen der Schweißverfahrensprüfung, Prüfbescheinigungen der Schweißer, Qualifikationsnachweise des ZfP-Personals, Arbeitsprüfberichte, ZfP-Berichte, Unterlagen über die Wärmenachbehandlung, Maßprüfprotokolle usw.) umfassen.

Über den Umfang der Prüfung sowie alle Abweichungen müssen Protokolle angefertigt werden. Alle Korrekturmaßnahmen aufgrund dieser Prüfung müssen vor Durchführung der Druckprüfung durchgeführt, begutachtet und freigegeben werden.

10.2.3 Druckprüfung

10.2.3.1 Allgemeines

Alle Druckbehälter müssen einer Druckprüfung unterzogen werden, um die Druckfestigkeit des fertigen Produktes nachzuweisen.

ANMERKUNG Bei seriengefertigten Druckgeräten der Kategorie 1 (Definition siehe DGRL 97/23/EU und CR 13445-7), die eine CE-Kennzeichnung erhalten sollen, darf diese Prüfung auf statistischer Grundlage nach Anhang A durchgeführt werden.

Die Druckprüfung ist Bestandteil der Abnahmeprüfung.

Die hydrostatische Prüfung (Wasserdruckprüfung) wird standardmäßig als Druckprüfung durchgeführt.

Falls dies unzumutbar ist, kann diese Prüfung wie folgt ersetzt werden:

- a) Pneumatische Prüfung (Gasdruckprüfung). Die Gasdruckprüfung ist weitaus gefährlicher als die Wasserdruckprüfung. Daher ist die Durchführung dieser Prüfung nur unter folgenden Bedingungen zulässig:
 - das Füllen der Druckbehälter mit Flüssigkeit ist aufgrund der Konstruktion und Bauausführung unzumutbar;
 - die Druckbehälter sollen in Verfahren eingesetzt werden, in denen selbst kleine Spuren von Flüssigkeit nicht tolerierbar sind;
 - nach rechtzeitiger Absprache in der Entwurfsphase;
- b) Kombinierte Wasser-/Gasdruckprüfung. In einigen Fällen kann die Prüfung eines teilweise mit Flüssigkeit gefüllten Druckbehälters zumutbar sein. Dies ist genauso gefährlich wie die Gasdruckprüfung.

10.2.3.2 Grundlegende Forderungen

10.2.3.2.1 Die Druckprüfung muss unter kontrollierten Bedingungen und Einhaltung ausreichender Sicherheitsvorkehrungen sowie mit geeignetem Gerät so durchgeführt werden, dass die verantwortlichen Prüfer alle druckbeaufschlagten Teile prüfen können.

10.2.3.2.2 Soweit möglich, muss der vollständige Druckbehälter einer Druckprüfung unterzogen werden, nachdem die Fertigung abgeschlossen ist und alle Inspektionen durchgeführt worden sind. Arbeiten, die die Prüfbarkeit des druckbeaufschlagten Behälters beeinflussen, wie Anstreichen, Isolieren, Ausmauern, Auskleiden mit Gummi oder Blei, Galvanisieren, Emaillieren usw., dürfen erst nach erfolgreicher Beendigung der Druckprüfung durchgeführt werden.

ANMERKUNG Wenn der Druckbehälter nach einem Verfahren beschichtet oder ausgekleidet wird, das die Druckfestigkeit des Druckbehälters beeinträchtigen kann, ist es zulässig, den Prüfdruck nach Beendigung der Beschichtungs-/ Auskleidungsarbeiten auf mindestens das 1,1fache des maximal zulässigen Drucks PS herabzusetzen, vorausgesetzt, vor der Beschichtung bzw. Auskleidung wurde die Standarddruckprüfung durchgeführt.

Bei Druckbehältern, die nach dem Beschichten bzw. Auskleiden mit einem Doppelmantel versehen werden, der jedoch nicht mit dem beschichteten/ausgekleideten Druckbehälter direkt verschweißt wird, muss der Doppelmantel einer Druckprüfung mit $1,25 \cdot PS$ unterzogen werden.

10.2.3.2.3 Die Druckbehälter müssen spätestens bis zur Druckprüfung — bei mehreren Druckräumen bis zum Zeitpunkt der letzten Druckprüfung — mit der vorgeschriebenen Kennzeichnung (z. B. Typschild) versehen werden.

10.2.3.2.4 Falls es aufgrund der Größe oder des Fertigungsverfahrens nicht zweckmäßig ist, einen vollständigen Druckbehälter der Druckprüfung zu unterziehen, muss das Prüfverfahren im Entwurfsstadium festgelegt werden.

10.2.3.2.5 Wird Wasser als Prüfflüssigkeit verwendet, muss die Wasserqualität so sein, dass Korrosion verhindert wird und sich keine wasserundurchlässigen Stoffe absetzen.

Für Druckbehälter aus nichtrostendem Stahl der Gruppe 8 gelten die folgenden Anforderungen:

- Für Behälter ohne Zugang für Reinigungszwecke oder mit Konstruktionsteilen/Verbindungen, die ein Eindringen von Wasser ermöglichen, muss bei der Wasseranalyse der Gehalt an Chlorid auf maximal 1×10^{-6} begrenzt werden;
- für Behälter mit Zugang, die unmittelbar nach der Druckprüfung gereinigt werden müssen, muss bei der Wasseranalyse der Gehalt an Chlorid auf maximal 20×10^{-6} begrenzt werden;
- für alle Behälter ist ein höherer Chloridgehalt als nach 1) bzw. 2) zulässig, sofern in der Gefahrenanalyse die technische Begründung dafür schriftlich festgehalten ist.

ANMERKUNG Werden andere Flüssigkeiten verwendet, sind u. U. zusätzliche Vorkehrungen abhängig von der Art der Flüssigkeit erforderlich.

10.2.3.2.6 Prüfhilfsmittel wie Rohre, Verbindungsteile und Verschlusssteile müssen so ausgelegt sein, dass sie dem Prüfdruck standhalten. Sie dürfen nicht zum Lieferumfang des Druckbehälters gehören. Alle Prüfhilfsmittel müssen nach Durchführung der Druckprüfung entweder sofort entfernt oder so gekennzeichnet werden, dass unvorschriftsmäßige Verwendung ausgeschlossen wird. Bei Schraubverbindungen müssen die mitgelieferten Schrauben verwendet werden. Sie müssen gleichmäßig und nicht stärker angezogen werden, als dies zum Abdichten erforderlich ist.

10.2.3.2.7 Druckbehälter, die während der Druckprüfung oder danach instandgesetzt wurden, müssen nach dieser Instandsetzung und allen vorgeschriebenen Wärmenachbehandlungen (PWHT) erneut der festgelegten Druckprüfung unterzogen werden.

10.2.3.2.8 Druckbehälter dürfen keiner Stoßbelastung (z. B. Hammerprüfung) während der Druckprüfung unterzogen werden.

10.2.3.2.9 Alle Abweichungen von diesen grundsätzlichen Anforderungen müssen bereits im Entwurfsstadium genehmigt werden.

10.2.3.3 Standardmäßige Wasserdruckprüfung

10.2.3.3.1 Bei einem Druckbehälter der Prüfgruppe 1, 2 und 3 muss der Prüfdruck mindestens dem größeren Wert der nachstehenden Gleichungen entsprechen:

$$P_t = 1,25 \cdot P_s \cdot \frac{f_a}{f_t} \quad \dots (10.2.3.3.1-1)$$

oder

$$P_t = 1,43 \cdot P_s \quad \dots (10.2.3.3.1-2)$$

vorausgesetzt, dass der Prüfdruck für jede einzelne Komponente des Druckraums in allen Fällen so begrenzt werden muss, dass keine Spannung erzeugt wird, die den in EN 13445-3 als Prüfbedingung angegebenen Wert übersteigt; dazu muss der Prüfdruck gegebenenfalls reduziert werden;

dabei ist:

P_t Prüfdruck;

P_s maximaler zulässiger Druck des Druckbehälters;

f_a Zulässige Spannung für Auslegungsbedingungen bei Prüftemperatur;

f_t Zulässige Spannung für Auslegungsbedingungen bei maximal zulässiger Temperatur;

P_t und P_s sowie f_a und f_t müssen konsistente Einheiten haben.

Das Verhältnis $\frac{f_a}{f_t}$ muss das größte zulässige Verhältnis auf der Grundlage des Werkstoffs für die wesentliche drucktragende Umhüllung sein.

Der aufgebrachte Prüfdruck muss den Betrag des gesamten während des Betriebs und während der Prüfung einwirkenden statischen Drucks an der betrachteten Stelle einschließen (siehe Anhang F). Der durch den Druckbehälterinhalt verursachte statische Druck während des Betriebs und/oder während der Prüfung muss nur dann berücksichtigt werden, wenn er die Spannung in der Behälterwandung um mehr als 5 % erhöht.

10.2.3.3.2 Bei Behältern der Prüfgruppe 4 muss der Prüfdruck mindestens den mit nachfolgenden Gleichungen ermittelten Werten entsprechen:

Für Werkstoffe der Gruppe 1.1:

wenn $c < 1$ mm

und (gemessene Aufdachung + 0,5 · Schweißnahtüberhöhung) $\leq 0,5 \cdot e_{\min}$

$$P_t = 2,2 \cdot P_s \cdot \frac{f_a}{f_t} \cdot \frac{e_{\min}}{e_{\min} - c} \quad (10.2.3.3.2-1)$$

oder

wenn $c \geq 1$ mm

und (gemessene Aufdachung + $0,5 \cdot$ Schweißnahtüberhöhung) $\leq 0,75 \cdot e_{\min}$

und gemessene Aufdachung $\leq 0,5 \cdot e_{\min}$

und gemessene Schweißnahtüberhöhung $\leq 0,75 \cdot e_{\min}$

$$P_t = 2,0 \cdot P_s \cdot \frac{f_a}{f_t} \frac{e_{\min}}{e_{\min} - c} \quad (10.2.3.3.2-2)$$

Dabei ist

e_{\min} kleinste mögliche Fertigungsdicke des betrachteten Bereiches, wie in den Zeichnungen angegeben, siehe 5.2.3 in EN 13445-3:2002;

c Korrosionszuschlag, wie in den Zeichnungen angegeben

Weitere Symbole siehe 10.2.3.3.1.

Die Aufdachung kann nach der Wasserdruckprüfung und die Schweißnahtüberhöhung nach dem Schleifen gemessen werden, falls dies vor der Wasserdruckprüfung erfolgt.

Für Werkstoffe der Gruppe 8.1:

$$P_t = 1,85 \cdot P_s \cdot \frac{f_a}{f_t} \quad (10.2.3.3.2-3)$$

$$\text{wenn (gemessene Aufdachung + } 0,5 \cdot \text{ Schweißnahtüberhöhung) } \leq 0,5 \cdot e_{\min} \quad (10.2.3.3.2-4)$$

Der aufgebrauchte Prüfdruck muss den Betrag des gesamten während des Betriebs und während der Prüfung einwirkenden statischen Drucks an der betrachteten Stelle einschließen (siehe Anhang F). Der durch den Druckbehälterinhalt verursachte statische Druck während des Betriebs und/oder während der Prüfung muss nur dann berücksichtigt werden, wenn er die Spannung in der Behälterwandung um mehr als 5 % erhöht.

Bei Behältern, die nach der Prüfgruppe 4 konzipiert sind, darf die unter Prüfbedingungen maximal zulässige Spannung (siehe EN 13445-3:2002, Abschnitt 6) nicht überschritten werden. Dazu kann eine Erhöhung der jeweiligen Wanddicken oder Maße (z. B. Behälterwandung, Flansche, Schraubendurchmesser) erforderlich sein. In keinem Fall darf der Prüfdruck unterhalb des Wertes liegen, der sich aus den obenangeführten Gleichungen ergibt.

10.2.3.3.3 Bei Behältern mit mehreren Räumen muss jeder Druckraum einzeln einer Druckprüfung mit dem vorgeschriebenen Standardprüfdruck unterzogen werden, wenn er als eigenständiger Druckbehälter konzipiert ist; dabei darf kein Druck aus einem angrenzenden Druckraum einwirken.

Sind gemeinsame Wandungselemente für einen größeren Differenzdruck als den Auslegungsdruck der angrenzenden Druckräume ausgelegt, muss der Prüfdruck für diese Elemente mindestens deren jeweiligem Auslegungsdifferenzdruck entsprechen und gleichzeitig die Druckanforderungen für jeden einzelnen Druckraum erfüllen.

Ist bei Druckbehältern mit gemeinsamen Trennwänden, die für den beim Anfahren, Betrieb und Abfahren auftretenden maximalen Differenzdruck ausgelegt sind, der Differenzdruck kleiner als der höhere Druck in den angrenzenden Druckräumen, müssen die gemeinsamen Elemente einem nach 10.2.3.3.1 zu berechnenden Prüfdruck ausgesetzt werden, wobei PS durch den Differenzdruck zu ersetzen ist. Für die Festlegung des Prüfdrucks eines aus mehreren miteinander verbundenen Druckräumen bestehenden Behälters ist der untere der Prüfdrücke der verschiedenen Druckräume maßgebend.

10.2.3.3.4 Bei Doppelmantelbehältern oder teilummantelten Behältern muss der innere Behälter mit dem durch das Vakuum im angrenzenden Druck erzeugten maximalen Differenzdruck beaufschlagt werden. Eine identische Vorgehensweise gilt für die Bestimmung des Prüfdrucks für den Doppelmantel.

Dazu wird die Bestimmung des Prüfdrucks für Voll- bzw. Teilvakuum nach den Gleichungen (10.2.3.3.1-1) und (10.2.3.3.1-2) abgeändert, indem P_s durch $(P_s + v)$ ersetzt wird.

Dabei ist

$v = 1$ (Vollvakuum)

$v \leq 1$ (Teilvakuum)

$v = 0$ (kein Vakuum).

Bei Behältern mit Voll- oder Teilvakuum in Halbrohr- oder Kastenkanälen, die nach EN 13445-3 ausgelegt und in den Bildern 8.5-11 bzw. 8.5-12 dargestellt sind, muss der durch das Vakuum erzeugte äußere Druck bei der Bestimmung des Prüfdruckes nicht berücksichtigt werden.

Soweit durchführbar, sollten für den Vakuumbetrieb vorgesehene einwandige Druckbehälter einer Druckprüfung unterzogen werden, bei der im Druckbehälter ein Vakuumzustand erzeugt oder mit einem entsprechenden Außendruck ein Vakuumzustand simuliert wird.

Der auf den Behälter wirkende Druck sollte dabei in beiden Fällen nach Möglichkeit das 1,25fache des Auslegungsaußendruckes betragen, darf jedoch unter keinen Umständen geringer als der Auslegungsaußendruck sein.

10.2.3.3.5 Die Temperatur der Prüfflüssigkeit für die Druckprüfung muss:

- a) 5 K über dem Erstarrungspunkt liegen;
- b) 10 K unter dem atmosphärischen Siedepunkt liegen;
- c) hoch genug sein, dass keine Gefahr von Sprödbruch besteht.

Dickwandige Druckbehälter dürfen erst dann mit Druck beaufschlagt werden, wenn die Wandtemperatur annähernd der Temperatur des Druckprüfmittels entspricht. Während der Wasserdruckprüfung müssen die Außenflächen des Druckbehälters trocken bleiben. Werden durch das Zähigkeitsverhalten des Werkstoffs oder Bauteils die Prüftemperatur oder Druckanstiegsgeschwindigkeit begrenzt, muss dies berücksichtigt und in der Prüfbescheinigung vermerkt werden.

10.2.3.3.6 An allen hochgelegenen Punkten des Druckbehälters müssen Entlüftungsöffnungen vorgesehen werden, um die Bildung von Luftblasen beim Füllen des Druckbehälters zu vermeiden. Auch vor dem Entleeren des Druckbehälters muss eine ausreichende Belüftung erfolgen, um insbesondere bei großen dünnwandigen Druckbehältern ein Kollabieren des Behälters zu verhindern. Außerdem muss der Druckbehälter während der Prüfung entsprechend aufgelagert werden, um Prüfpersonal vor zusätzlichen Risiken und den Druckbehälter vor Beschädigung zu schützen.

10.2.3.3.7 Schaugläser müssen vor Einbau in den Druckbehälter einer separaten Druckprüfung mit doppeltem Auslegungsdruck unterzogen werden. Vor der Druckprüfung des Behälters müssen Vorkehrungen getroffen sein, z. B. durch Anbringen von Schutzabdeckungen, um das Personal während dieser Prüfung vor möglicherweise berstenden Schaugläsern zu schützen.

10.2.3.3.8 Der Druck im Druckbehälter muss allmählich ansteigend auf etwa 50 % des vorgeschriebenen Prüfdrucks erhöht werden; danach muss die Druckerhöhung in Stufen von jeweils etwa 10 % des Prüfdrucks erfolgen, bis der vorgeschriebene Prüfdruck erreicht ist. Dieser Wert muss mindestens 30 Minuten beibehalten werden. Während der Prüfung darf sich zu keinem Zeitpunkt Personal dem Druckbehälter nähern, um diesen einer Sichtprüfung aus der Nähe zu unterziehen; dies ist erst zulässig, wenn der Druck nachweislich um mindestens 10 % gegenüber dem vorher erreichten Druck verringert worden ist. Der Druck muss ausreichend lange auf diesem spezifizierten Druckpegel gehalten werden, damit eine Sichtprüfung aller Flächen und Schweißnähte durchgeführt werden kann.

10.2.3.4 Gasdruckprüfung

10.2.3.4.1

ANMERKUNG 1 Nationale Regelungen im Hinblick auf die bei einer Druckprüfung mit kompressiblen Medien auftretenden Gefährdungen müssen beachtet werden.

ANMERKUNG 2 Während der Prüfung kann die Schallemissionsprüfung nach Anhang E vorgesehen werden.

Aufgrund der bei der Druckprüfung mit kompressiblen Medien gegebenen Gefährdung sind nachfolgende Faktoren besonders zu berücksichtigen:

- a) Standort des Druckbehälters und seine Lage bezogen auf Gebäude, Anlagen, öffentliche Straßen und öffentlich zugängliche Bereiche sowie alle anderen Einrichtungen und Konstruktionen in unmittelbarer Nähe des zu prüfenden Druckbehälters;
- b) Während der Prüfung sind die höchstmöglichen Sicherheitsnormen einzuhalten und sicherzustellen, dass nur mit der Prüfung befasstes Personal Zugang zum Prüfbereich hat und dass, falls die Prüfung nicht in einem speziellen Raum durchgeführt wird, das Umfeld in unmittelbarer Nähe des Prüfbereichs abgeschirmt wird und durch Warntafeln als Gefahrenzone und verbotener Bereich gekennzeichnet wird;
- c) Beständigkeit der Druckbehälterwerkstoffe gegen Gewaltbruch und absolute Notwendigkeit, Sprödbruch zu vermeiden;
- d) Die Prüftemperatur muss mindestens 25 °C über der Prüftemperatur des Kerbschlagbiegeversuchs liegen, die in der vorliegenden Norm für Druckbehälter gefordert wird bei Behältern, die zuvor keiner Wasserdruckprüfung bei einem Druck über dem der Gasdruckprüfung unterzogen wurden. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Druckbefüllung des zu prüfenden Druckbehälters dessen Temperatur infolge der Entspannung des Prüfgas aus einem Hochdruckbehälter absinkt. Daher müssen die Druckbefüllungsgeräte so ausgelegt sein, dass die Temperatur des in den Druckbehälter einströmenden Gases die angegebene Mindesttemperatur überschreitet;
- e) Umfang der Fernüberwachung während der Prüfung.

10.2.3.4.2 Der Prüfdruck der Gasdruckprüfung muss den Anforderungen in 10.2.3.3.1 entsprechen. Die Prüfung der Druckbehälter muss in einem abgeschlossenen und abgesperrten Bereich wie beispielsweise einer explosionsicheren Spezialkammer (Bunker) durchgeführt werden. Sie darf auch in einem Wasserbecken erfolgen, in dem der Druckbehälter fest verankert wird, wobei geeignete Schutzvorkehrungen gegen ein Herausschleudern von Teilen im Falle einer Explosion zu treffen sind. Wenn die Durchführung der vorstehend beschriebenen Prüfung nicht möglich ist, müssen diese Druckbehälter nach der anschließenden zerstörungsfreien Prüfung einer Druckprüfung unterzogen werden. Alle Hauptschweißnähte müssen einer 100 % RT oder gleichwertigen volumetrischen Prüfung unterzogen werden. Alle anderen Schweißverbindungen müssen einer Magnetpulver (MT)- bzw. Eindring (PT)-Prüfung unterzogen werden, falls keine volumetrische Prüfung durchgeführt wird.

10.2.3.4.3 Der Druck im Druckbehälter muss allmählich ansteigend auf 50 % des geforderten Prüfdrucks erhöht werden; danach muss die Druckerhöhung in Stufen von jeweils etwa 10 % des Prüfdrucks erfolgen, bis der verlangte Prüfdruck erreicht ist. Anschließend muss der Druck auf den für die Prüfung vorgeschriebenen Druck P_i verringert werden.

$$P_i = P_s \frac{f_a}{f_t} \quad \dots (10.2.3.4.3-1)$$

Dieser Wert muss während der Prüfung des Behälters beibehalten werden.

10.2.3.5 Kombinierte Wasser-/Gasdruckprüfung

10.2.3.5.1 Der Gasdruck wird über der Prüfflüssigkeit aufgebracht; der Gesamtdruck darf an keinem Punkt im Druckbehälter dazu führen, dass die allgemeine Membranspannung den in EN 13445-3 angegebenen Wert übersteigt. Darüber hinaus gelten alle in 10.2.3.4 angegebenen Anforderungen.

10.2.3.5.2 Wenn während des Befüllens, Vordrückens usw. Dehnungsmessungen durchzuführen sind, dürfen die in EN 13445-3 angegebenen Werte nicht überschritten werden.

10.2.3.6 Doppelmantelbehälter

Ist der innere Behälter eines Doppelmantelbehälters für den Betrieb bei atmosphärischem Druck oder unter Vakuumbedingungen ausgelegt, muss nur der Mantelraum mit dem Prüfdruck beaufschlagt werden. In diesem Fällen gilt PS als Auslegungsdifferenzdruck zwischen Mantel und innerem Behälter für die Berechnung des Prüfdrucks nach 10.2.3.3 oder 10.2.3.4.

10.2.3.7 Dichtheitsprüfung bei niedrigem Druck

Wird für die Abnahme vor der Wasserdruck- bzw. Gasdruckprüfung eine Dichtheitsprüfung mit Gas durchgeführt, darf der Prüfdruck 10 % des Auslegungsdrucks oder 0,5 bar nicht überschreiten; es gilt der jeweils kleinere Wert. Siehe auch Anhang D.

10.2.3.8 Prüfdrücke über 100 bar oder Werkstoff-/Medientemperaturen über 50 °C

Bei Wasserdruckprüfungen mit Prüfdrücken über 100 bar und bei Flüssigkeitsdruckprüfungen mit Temperaturen des Druckprüfmittels über 50 °C ist zusätzlich eine der folgenden Bedingungen zu beachten:

- a) die Druckprüfungen müssen in einem Raum oder Hallenteil durchgeführt werden, der während der Prüfung nur dem unmittelbar beteiligten Prüfpersonal zugänglich ist; oder
- b) falls kein besonderer Raum zur Verfügung steht, müssen geeignete Schutzvorkehrungen getroffen werden, z. B. Aufstellen von Schutzwänden. Das Umfeld in unmittelbarer Nähe des zu prüfenden Druckbehälters muss abgeschirmt und durch Warntafeln als Gefahrenzone und verbotener Bereich gekennzeichnet werden;

Es muss möglich sein, den angezeigten Druck aus sicherer Entfernung oder von einer geschützten Stelle aus festzustellen.

Die unmittelbare Prüfung darf erst erfolgen, wenn der Druckbehälter 30 min unter Prüfdruck gestanden hat und wenn danach der Druck bei Flüssigkeitsdruckprüfungen auf etwa den zulässigen Betriebsdruck abgesenkt wurde.

10.2.3.9 Zulässigkeitskriterien

Während der Druckprüfung darf der Druckbehälter keine Anzeichen von allgemeiner plastischer Verformung erkennen lassen. Bei der Sichtprüfung festgestellte örtliche Verformungen, die Anlass zu Besorgnis geben, müssen dem Konstrukteur mitgeteilt werden, damit die Konstruktionsfestlegungen entsprechend geändert werden. Während der Druckprüfung sind keine Undichtheiten in der drucktragenden Umschließung zulässig.

10.2.3.10 Prüfberichte

Für jede Druckprüfung muss ein Prüfbericht erstellt werden, in dem folgende Daten zu erfassen sind:

- Druckbehälterhersteller und Bezeichnung des Druckbehälters;
- Name des Prüfers und der verantwortlichen Stelle, soweit zutreffend;
- Prüfdruck;
- Druckprüfmittel, sofern nicht Wasser verwendet wird, und Temperatur des Prüfmittels;
- Haltezeit bei Prüfdruck;
- Angabe der Prüfmesseinrichtungen;
- Ergebnisse.

Bei der Prüfung nach einem schriftlichen Prüfprogramm muss dieses angegeben werden.

10.2.3.11 Manometer

Anzeige- und Registriermanometer müssen einen Skalenbereich haben, der etwa dem doppelten vorgegebenen Maximaldruck entspricht; der Bereich darf jedoch auf keinen Fall kleiner als das 1,5fache und größer als das 4fache des Maximaldrucks sein.

Wenn Bauteile einer Druckprüfung unterzogen werden müssen, dann müssen die anzeigenden Messgeräte mit dem Bauteil verbunden werden oder an das Bauteil mittels Fernbetätigung angeschlossen werden, wobei die Anzeigen für den Bediener, der den Druck regelt, während der gesamten Dauer, in der das Bauteil mit Druck beaufschlagt, geprüft und druckentlastet wird oder das Bauteil entlüftet wird, deutlich sichtbar sein müssen. Bei großen Druckbehältern und Systemen, für die mehr als ein Messgerät festgelegt oder verlangt wird, wird ein aufzeichnendes Gerät empfohlen, das dann eines der anzeigenden Geräte ersetzt.

Alle verwendeten anzeigenden und aufzeichnenden Messgeräte müssen mit einem Normdruckprüfgerät, einem kalibrierten Kontrollmanometer oder einer Quecksilbersäule neu kalibriert sein. Die Kalibrierung ist, soweit in der vorliegenden Norm nicht anders festgelegt, mindestens einmal jährlich durchzuführen. Mit allen Messgeräten müssen Messergebnisse erzielt werden, die innerhalb der in dieser Norm festgelegten Genauigkeitsgrenzen liegen. Besteht Grund zur Annahme von Messfehlern, müssen die Geräte in jedem Fall neu kalibriert werden.

Für den möglichen Fall eines falsch anzeigenden Messgerätes darf der Prüfdruck nicht überschritten werden, d. h., er ist durch ein zweites, kalibriertes Messgerät zu überwachen.

10.2.4 Sichtprüfung des Druckbehälters nach der Druckprüfung

Diese Sichtprüfung muss nach Beendigung der Druckprüfung sowie dem Entleeren und Reinigen des Druckbehälters durchgeführt werden.

Durch diese Prüfung muss festgestellt werden, ob der Druckbehälter durch die Druckprüfung eine Güteminderung erfahren hat. Die Prüfung erstreckt sich auch auf den Einbau von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion, soweit vorhanden, die Funktion der Schnellverschlusselemente oder ähnlicher Einrichtungen und die Anbringung und Genauigkeit von Kennzeichnungen nach Abschnitt 11 sowie die genehmigten Konstruktionszeichnungen.

Die Beschaffenheit von Oberflächenbeschichtungen muss ebenfalls in die Prüfung einbezogen werden.

Der Umfang der Prüfung sowie alle Abweichungen müssen in das Prüfprotokoll aufgenommen werden.

10.2.5 Prüfung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion

Die Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion von Baugruppen müssen auf vollständige Einhaltung der Anforderungen der vorliegenden Norm geprüft werden.

11 Kennzeichnung und Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm

11.1 Allgemeines

Gerät und Zubehör, das nach den Anforderungen der vorliegenden Norm gefertigt worden ist, muss mit der Nummer dieser Norm und dem Herstelljahr gekennzeichnet werden.

Die geforderte Kennzeichnung muss an einer gut sichtbaren Stelle so angebracht sein, dass sie auch nach der Montage noch zugänglich ist.

11.2 Kennzeichnungsverfahren

Die Kennzeichnung muss erfolgen:

- durch direktes Stempeln auf das Druckgerät; oder
- auf einem gesonderten Typschild, das dauerhaft am Druckgerät oder Zubehör anzubringen ist; oder
- auf einer Platte, Halterung oder Vorrichtung, die direkt und dauerhaft am Gerät oder Zubehör befestigt ist.

11.2.1 Stempeln

Wird die vorgeschriebene Kennzeichnung direkt auf das Druckgerät oder die Zubehörteile gestempelt, müssen Metallstempel mit geringer Kerbwirkung verwendet werden. Die Zeichenhöhe muss mindestens 5 mm betragen.

Direktes Stempeln ist nicht zulässig an Geräten aus:

- Stahlbleche mit einer Dicke unter 6 mm;
- vergütetem Stahl mit einer Dicke unter 12 mm;
- Werkstoffen, die entsprechenden Beschränkungen nach dieser Norm unterliegen.

11.2.2 Typschild

Typschilder müssen aus einem für den vorgesehenen Betrieb geeigneten Metall gefertigt und so dick sein, dass sie sich beim Anbringen der Kennzeichnung nicht verbiegen. Ferner müssen sie für die Art der Befestigung geeignet sein. Die Dicke der Typschilder muss mindestens 1 mm betragen.

Die Zeichenhöhe muss mindestens 5 mm betragen. Die Beschriftung muss durch Gießen, Ätzen, Hochprägen, Tiefprägen, Stempeln oder Gravieren erfolgen, einschließlich der Kennzeichnung EN 13445.

Die Kennzeichnung darf vor dem Anbringen des Typschilds am Gerät erfolgen, sofern der Druckbehälter-Hersteller sicherstellt, dass das Typschild anschließend am richtigen Gerät angebracht wird.

Das Typschild muss so befestigt werden, dass das Typschild selbst oder die Befestigungsvorrichtung vorsätzlich zerstört werden muss, um das Schild zu entfernen.

Das Typschild muss während der gesamten Lebensdauer des Druckbehälters sichtbar und lesbar bleiben.

11.3 Kennzeichnungseinheiten

Die Maßeinheiten zur Kennzeichnung des Geräts und seines Zubehörs müssen SI-Einheiten sein. Für den Druck muss die Einheit „bar“ verwendet werden.

11.4 Kennzeichnungsangaben

Das Typschild muss die folgenden Angaben enthalten. Die nachstehend geforderten Angaben unter a) und b) müssen mindestens vollständig enthalten sein. Je nach Bauart des Gerätes müssen die Anforderungen von c) eingehalten werden.

a) Alle Geräte

1) Werksspezifische Angaben

- Name oder Firmenzeichen und Anschrift des Druckbehälterherstellers;
- Konstruktionsnorm mit geltender Ausgabe;
- Herstelljahr;
- Typ-, Serien- oder Loskennnummer des Geräts;

2) Technische Daten

- Maximal zulässiger Druck P_s in bar;
- maximal zulässige Temperatur $T_{s, \max}$ in °C;
- minimal zulässige Temperatur $T_{s, \min}$ in °C;

b) Je nach Art des Druckgerätes, zusätzliche Angaben

- Bezeichnung der Fluide, einschließlich Warnzeichen, falls zutreffend;
- Auslegungsdruck P_d in bar;
- Auslegungstemperatur T_d in °C;
- Prüfdruck P_t in bar und Datum;
- Druckgerätevolumen in L;
- Einstelldruck der Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion in bar;
- Druckgeräteleistung in kW;
- Netzspannung in V;

- beabsichtigte Verwendung;
- Füllungsgrad in kg/L;
- Höchstfüllmasse in kg;
- Leermasse in kg;
- Fluidgruppe;
- Angaben, aus denen die Zugehörigkeit von abnehmbaren Teilen zu dem jeweiligen Gerät ersichtlich ist.

c) falls erforderlich, sind die Druckgeräte mit Warnhinweisen zu versehen, mit denen auf Fälle unsachgemäßer Verwendung hingewiesen wird, die erfahrungsgemäß möglich sind.

11.5 Herstellererklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit der Norm

Die schriftliche Erklärung der Übereinstimmung mit der Norm muss mit dem in Anhang H enthaltenen entsprechenden Formular erfolgen.

12 Unterlagen

12.1 Art der Unterlagen

Die Unterlagen unterscheiden sich je nach Art und Komplexität des Druckbehälters; folgende Angaben müssen jedoch in dem jeweils zutreffenden Umfang enthalten sein:

- Verzeichnis der Unterlagen jedes Druckbehälters nach Seriennummer;
- Technische Spezifikation des Geräts;
- Gefahrenanalyse des Herstellers;
- Konstruktions- und Fertigungsplan;
- Konstruktionsberechnungen und –zeichnungen (einschließlich einer Liste aller Zeichnungen mit dem jeweiligem Änderungsstand);
- Entwurfsprüfung durch den Hersteller, durch die verantwortliche Stelle (interne/externe Entwurfsprüfung), soweit zutreffend;
- Musterzulassung durch den Hersteller, Baumusterprüfung durch die verantwortliche Stelle (falls zutreffend);
- Liste der für den Druckbehälter verwendeten Werkstoffe;
- Werkstoffbescheinigung einschließlich Schweißzusätze und -hilfsstoffe;
- Verfahren zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit von Werkstoffen;
- Bauüberwachungspläne (falls zutreffend) oder Prüfpläne;
- Umformverfahren;
- Daten bezogen auf die Bearbeitung von Einzelteilen (z. B. Umformen, Abfasen);
- Liste der verwendeten anerkannten Schweißanweisungen und der geprüften Schweißer und/oder Bediener von Schweißeinrichtungen;
- Liste aller Unterauftragsleistungen und –teile;
- Ergebnisse der Prüfung von Arbeitsproben (sofern zutreffend);
- Liste der zerstörungsfreien Prüfverfahren und des beteiligten qualifizierten Prüfpersonals;
- Prüfberichte der zerstörungsfreien Prüfungen (einschließlich Durchstrahlungsaufnahmen);
- Wärmebehandlungsverfahren nach dem Schweißen und deren Ergebnisse (Zeit-Temperatur-Diagramme);
- Kopien von Mängelberichten und Reparaturverfahren;
- Bericht über die Abnahme und die Sichtprüfung nach der Druckprüfung;
- Bericht über die Druckprüfung;

- Maßangaben (Zustand „wie gebaut“);
- Bericht der Kennzeichnungs- und Typschildangaben (Abrißkopie, Fotografie o.ä.);
- Kopie der Herstellerklärung bezogen auf die Übereinstimmung mit dieser Norm;
- Bedienungsanleitungen nach prEN 764-6:2002.

12.2 Kontrolle und Zugänglichkeit der Unterlagen

Vorstehende Unterlagen müssen für die relevanten Stellen jederzeit zugänglich sein, siehe CR 13445-7:2002, Anhang C.

Alle Unterlagen müssen lesbar und dem betreffenden Druckbehälter eindeutig zuzuordnen sein. Die Unterlagen müssen gegen Verschlechterung und Beschädigung geschützt sein.

12.3 Aufbewahren der Unterlagen

Nach der Fertigstellung des Druckbehälters, der Kennzeichnung und der Zertifizierung ist der Druckbehälter-Hersteller oder sein Beauftragter dafür verantwortlich, dass alle Unterlagen mindestens 10 Jahre sicher aufbewahrt werden. In dieser Zeit müssen die Unterlagen jederzeit für die nationalen Stellen zugänglich sein, die für die Prüfung des Geräts während seiner Betriebslebensdauer zuständig sind.

Vor der Vernichtung der Unterlagen muss der Druckbehälter-Hersteller diese dem Druckbehälter-Betreiber anbieten, wenn sie seitens der für die laufende Betriebsprüfung des Druckbehälters zuständigen nationalen Prüfstellen für wichtig erachtet werden oder über die gesamte Lebensdauer des Druckbehälters aufbewahrt werden müssen. Wahlweise können Druckbehälter-Hersteller und Käufer auch bereits bei Auftragserteilung eine Vereinbarung über den Verbleib der Unterlagen nach den 10 Jahren treffen.

13 Versand

Der Druckbehälter-Hersteller muss sicherstellen, dass alle notwendigen Maßnahmen für den Schutz des Druckbehälters gegen Beschädigung oder Güteminderung während des Transports und/oder der Lagerung getroffen werden; hierzu gehören auch die Bereitstellung von Schutzdeckeln, Schutzüberzügen, Auflagern, Stickstoffdurchspülungen usw.

Anhang A (normativ)

Überwachung und Prüfung von in Serie gefertigten Druckbehältern Musterzulassung

A.1 Einführung

Entspricht der Entwurf, die Fertigung, Inspektion und Prüfung eines Druckbehälters den Anforderungen dieser Norm, darf das gleiche Verfahren für die Fertigung weiterer Teile der gleichen Ausführung ohne erneute Entwurfsprüfung und Fertigungsunterlagen angewendet werden. Es muss eine schriftliche Musterzulassung auf der Grundlage von Ergebnissen der Inspektion und Prüfung des Musters vorliegen.

Dieser Anhang beschreibt den Prüfumfang für in Serie gefertigte Druckbehälter nach den Festlegungen der vorliegenden Norm, so dass während der Serienfertigung die zerstörungsfreie Prüfung in reduziertem Umfang durchgeführt werden darf.

Die Anwender dieses Anhangs müssen beachten, dass sie alle Anforderungen der EN 13445-5 erfüllen müssen, sofern sie nicht speziell durch diesen Anhang modifiziert sind. Dieser Anhang beinhaltet besondere Anforderungen in Bezug auf die Eingrenzung des Begriffs Muster (A.3) und die Erlangung einer Musterzulassung (A.5), die erfüllt werden müssen, wenn den Anforderungen an die Inspektion und Prüfung (A.7 bis A.8) entsprochen werden soll.

ANMERKUNG Begriffe, die sich besonders auf seriengefertigte Druckbehälter nach diesem Anhang beziehen, sind in Abschnitt 3 dieser Norm festgelegt.

A.2 Einschränkungen bei Behältern, die als seriengefertigte Druckbehälter eingestuft werden dürfen

Aufgrund einer Baumusterzulassung in Serie gefertigte Druckbehälter dürfen den in A.7 beschriebenen Inspektionen und Prüfungen unterzogen werden, sofern die folgenden Einschränkungen eingehalten werden können.

- a) Entwurf und Konstruktion der Druckbehälter sind, mit Ausnahme anderer Festlegungen in diesem Anhang, auf die Prüfgruppen 2b bzw. 3b (Tabelle 6.6.1-1) und die Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 8.1 begrenzt;
- b) der Auslegungsdruck der Druckbehälter beträgt nicht mehr als 30 bar und das Produkt aus diesem Druck und dem Rauminhalt des Behälters ($P_s V$) nicht mehr als 10 000 bar · L. Der Druckbehälterdurchmesser ist nicht größer als 1,5 m, die Nennlänge (zwischen den Tangenten) höchstens 3,5 m und die Wanddicke höchstens 16 mm;
- c) alle bestimmenden Schweißverbindungen sind in vollmechanisierten oder automatischen Schweißverfahren hergestellt;
- d) die Kennzeichnung der Druckbehälter enthält den Zusatz 'A', um anzuzeigen, dass die Druckbehälter nach den Festlegungen der Norm und des vorliegenden Anhangs gefertigt sind;
- e) die Anzahl der Druckbehälter muss mindestens 10 betragen;
- f) es muss ein Bauüberwachungs- oder Fertigungsplan (A.6) vorliegen.

A.3 Eingrenzung des Begriffs Muster

Druckbehälter sind als dem gleichen Muster zugehörig anzusehen, wenn alle nachstehende Bedingungen erfüllt sind:

- a) gleiche technische Spezifikation, gleiche Betriebsbedingungen und gleiche Art der Abstützung;
- b) Fertigung durch den gleichen Hersteller nach dem gleichen Verfahren;
- c) gleiche Geometrie, außer bei der Anordnung der für die Druckbehälterauslegung unerheblichen Stützen;
- d) Anwendung der gleichen Werkstoffspezifikation nach der technischen Dokumentation oder gleiche Wahl der Werkstoffspezifikation nach den Beschränkungen in den technischen Unterlagen und der betreffenden Schweißverfahrensprüfung;
- e) Verwendung der gleichen Schweißwerkstoffe bzw. Schweißzusätze und –hilfsstoffe nach Zulassung in der Schweißverfahrensprüfung;
- f) Begrenzung der Durchmesser- und/oder Wanddickenabweichungen infolge der allgemeinen Membranspannung und des Bereichs der Schweißverfahrensprüfung auf $\pm 10 \%$;
- g) gleiche Länge, gleicher Durchmesser und gleiche Wanddicke bei Einwirken eines Außendrucks;
- h) zulässige Längenunterschiede bis höchstens $+ 150 \%$, außer solchen, die die Größe von Besichtigungsöffnungen oder anderen konstruktiven Merkmalen beeinflussen;
- i) gleiche Auslegung der Stützenschnitte (d. h. Abweichungen in der Ausrichtung der Stützenschnitte sind zulässig, sofern sie die Entwurfsparameter nicht beeinflussen);
- j) bei Dampfkesseln und Wärmeaustauschern gleiche Auslegung der Rohrböden;
- k) Zugehörigkeit zur gleichen Fluid-Gruppe.

A.4 Musterprüfung

Die Prüfungen sind an jedem Muster des Behälters durchzuführen und beinhalten jeweils eine Musterzulassung.

A.5 Musterzulassung

Wenn das Muster eines Druckbehälters die Anforderungen der vorliegenden Norm erfüllt, muss eine Musterzulassung ausgestellt werden. Die Baumusterzulassung muss alle für die Identifizierung des zugelassenen Baumusters erforderlichen Daten, Prüfergebnisse sowie eine Auflistung aller relevanten Bestandteile der technischen Dokumentation beinhalten.

Jede Änderung an der Musterzulassung muss beurteilt werden, um sicherzustellen, dass sie für die Übereinstimmung mit dieser Norm oder den vorgegebenen Einsatzbedingungen nicht von Belang ist. Die Beurteilung muss durch eine zusätzliche Bescheinigung, die bis zu der ursprünglichen Musterzulassung zurückverfolgt werden kann, dokumentiert werden.

A.6 Bauüberwachungs- oder Fertigungsplan

Vor Beginn der Fertigung muss der Druckbehälter-Hersteller einen detaillierten Bauüberwachungs- oder Fertigungsplan ausarbeiten. Dieser Plan muss die Prüfbereiche oder Probeentnahmestellen und die Prüfungshäufigkeit festlegen. Für zurückgewiesene oder überarbeitete Bauteile sind in diesem Plan Regelungen bezüglich der nochmaligen Vorstellung zur Prüfung vorzusehen. Der Plan muss nachstehende Bedingungen sicherstellen:

- a) die Werkstoffe für die Herstellung der Druckbehälter müssen den angegebenen Werkstoffnormen entsprechen;
- b) alle veränderlichen Größen im Rahmen der Fertigungsverfahren, die die Druckfestigkeit des Druckbehälters beeinflussen, müssen festgelegt, überwacht und kontrolliert werden;
- c) die Prüfung und Inspektion des Druckbehälters muss nach geeigneten Verfahren mindestens in den Zeitabständen erfolgen, die in der vorliegenden Norm festgelegt sind;
- d) die Prüffunktionen beim Hersteller sind eindeutig beschrieben.

A.7 Fertigungsüberwachung, zerstörungsfreie Prüfung und Druckprüfung

A.7.1 Einführung

Die Überwachung der Fertigungsarbeiten muss im allgemeinen nach 6.1 erfolgen. Hinzu kommen nachstehende Anforderungen, die sich auf in Serie gefertigte Druckbehälter beziehen.

Die nachstehenden Absätze beschreiben die Anforderungen und zulässigen Alternativverfahren für die Festlegung des Prüfumfanges der zerstörungsfreien Prüfungen für in Serie gefertigte Druckbehälter.

Die in A.7.2 beschriebene Vorgehensweise ist ein allgemeines Verfahren, das für Druckbehälter der Prüfgruppen 2b und 3b zulässig ist.

Das in A.7.3 beschriebene Verfahren ist ein Alternativverfahren, das ausschließlich für in Serie gefertigte Druckbehälter der Prüfgruppe 3b zulässig ist.

A.7.2 Allgemeines Verfahren für in Serie gefertigte Druckbehälter

A.7.2.1 Erste Druckbehälter einer Serie

Die Fertigungsüberwachung und zerstörungsfreie Prüfung des ersten Druckbehälters einer Serie hat folgenden Umfang:

- a) Alle Schweißnähte sind über ihre gesamte Länge einer 100%-Prüfung zu unterziehen, wobei die in Tabelle 6.6.3-2 aufgeführten Prüfverfahren und die Zulässigkeitskriterien nach Tabelle 6.6.3-1 anzuwenden sind;
- b) die Abnahmeprüfung einschließlich Druckprüfung ist nach 10.2 durchzuführen.

A.7.2.2 Erste Druckbehälter eines Loses

- a) Mindestens 50 % der Schweißnähte sind nach den in Tabelle 6.5.2.2-1 aufgeführten Prüfverfahren und die Zulässigkeitskriterien nach Tabelle 6.6.3-1 zu prüfen;
- b) Weitere Druckbehälter eines Loses. Bei allen weiteren Druckbehältern dieses Loses sind, sofern nicht die Ausnahmebestimmungen in A.7.2.3 zutreffen, mindestens 20 % aller Schweißnähte zu prüfen.

A.7.2.3 Verringerte zerstörungsfreie Prüfung an Druckbehältern eines Loses nach zufriedenstellenden Prüfergebnissen

Sofern nicht die in A.7.2.4 angegebenen Ausschlussbestimmungen zutreffen, dürfen bei zufriedenstellenden Ergebnissen der zerstörungsfreien Prüfung von mindestens 10 Druckbehältern eines Loses die Prüfanforderungen in A.7.2.2.b weiter herabgesetzt werden:

- a) Jede Längs- und Rundnaht eines Druckbehälters muss einer Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfung unterzogen werden. Dabei muss die geprüfte Schweißnahtlänge mindestens 150 mm betragen, wobei insgesamt pro Schicht mindestens 10 % der fertiggestellten Schweißnähte geprüft werden müssen. Dieser Prozentwert muss die Schnittstellen von Längs- und Rundnähten einschließen, so dass ebenfalls mindestens 10 % der Schnittstellen pro Schicht geprüft werden;

- b) mindestens 10 % der Länge der Anschweißnähte müssen nach dem Magnetpulver- oder Farbeindringverfahren geprüft werden.

A.7.2.4 Bestimmungen für weitere Prüfumfangsänderungen

A.7.2.4.1 Verringerter Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung

Wenn die Fertigung durchgängig als zufriedenstellend angesehen wird, darf der Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung von 10 % auf 5 % herabgesetzt werden.

Die Fertigung wird als durchgängig zufriedenstellend angesehen, wenn an den 25 unmittelbar zuvor zerstörungsfrei geprüften Druckbehältern des gleichen Loses im Rahmen der Prüfung höchstens drei nicht annehmbare Fehler festgestellt wurden. Nicht annehmbare Fehler sind auszubessern und nach 6.6.6 erneut zu prüfen.

A.7.2.4.2 Erhöhter Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung

- a) Die Anforderungen für den Prüfumfang in A.7.2.3 und A.6.2.4 sind zu erhöhen, wenn an 100 unmittelbar nacheinander zerstörungsfrei geprüften Druckbehältern des gleichen Loses mehr als drei nicht annehmbare Fehler festgestellt werden.

Der Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung ist jeweils wie folgt zu erhöhen:

- 1) auf 15 % bei einer Prüfhäufigkeit von 10 %;
- 2) auf 10 % bei einer Prüfhäufigkeit von 5 %.

Der Prüfumfang nach A.7.2.4.2 ist beizubehalten, bis die Anzahl nicht annehmbarer Fehler an 25 unmittelbar nacheinander zerstörungsfrei geprüften Druckbehältern eines Loses weniger als vier beträgt.

- b) Werden an 25 unmittelbar nacheinander zerstörungsfrei geprüften Druckbehältern mehr als 10 nicht annehmbare Fehler festgestellt, muss nach der Ermittlung und Beseitigung der Ursache die Fertigung mit einem neuen Los wieder aufgenommen werden, für das die Anforderungen an den Prüfumfang aus A.7.2.2 gelten.

A.7.3 Alternatives Verfahren zur Prüfumfangsfestlegung für in Serie gefertigte Druckbehälter der Prüfgruppe 3b

Für in Serie gefertigte Druckbehälter aus den Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 8.1 der Prüfgruppe 3b mit einem Schweißnahtfaktor von 0,85 darf anstelle des Verfahrens in A.7.2 das nachstehende Alternativverfahren angewendet werden:

A.7.3.1 Allgemeiner Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung

Eine 100%-Prüfung der Längsnähte auf Volumenfehler ist durchzuführen:

- am ersten Druckbehälter zu Beginn einer Schicht und am letzten Druckbehälter der Schicht;
- zusätzlich eine 100%-Prüfung der Längsnähte jedes 25. Druckbehälters.

Bei Druckbehältern, deren Längsnähte der Prüfung auf Volumenfehler unterzogen werden, müssen auch 10 % der Rundnähte und alle T-Stöße auf Volumenfehler geprüft werden. Wenn die Rundnähte nicht in der gleichen Reihenfolge wie die Längsnähte hergestellt wurden, müssen die erste und die letzte Rundnaht einer Schicht sowie die T-Stöße an den gleichen Druckbehältern auf Volumenfehler geprüft werden.

A.7.3.2 Bestimmungen für weitere Prüfumfangsänderungen

- a) Für einen nicht annehmbaren Einzelfehler gelten folgende Anforderungen:

- 1) Der Fehler ist auszubessern und die Schweißnaht einer 100%-Wiederholungsprüfung zu unterziehen;
 - 2) die gleichen Schweißnähte sind an zwei zusätzlichen Druckbehältern, und zwar jeweils dem zuvor und dem danach gefertigten Druckbehälter, ebenfalls einer 100%-Prüfung zu unterziehen;
 - 3) Im Falle weiterer nicht annehmbarer Einzelfehler ist der Prüfumfang der zu prüfenden Schweißnähte zu verdoppeln;
- b) Bei Mehrfachfehlern sind die betreffenden fehlerhaften Schweißnähte dieser Schicht einer 100%-Prüfung zu unterziehen, bis die Fehler nicht mehr auftreten. Zur Bestätigung der Fehlerfreiheit muss zusätzlich der nächste Druckbehälter geprüft werden.

A.7.4 Druckprüfung für in Serie gefertigte Druckbehälter

Jeder Druckbehälter ist einer Druckprüfung nach 10.2.3 zu unterziehen. Dies gilt nicht für in Serie gefertigte Druckbehälter der Gefahrenkategorie I, die nach einem statistischen Verfahren nach A.11 geprüft werden dürfen.

A.8 Zulässigkeitskriterien

A.8.1 Einzelfehler

Wird im Rahmen der zerstörungsfreien Prüfung eines Druckbehälters ein Einzelfehler festgestellt, muss dieser nach 6.6.6 ausgebessert und danach erneut geprüft werden. Fehler in Nahtstoßbereichen des geprüften Druckbehälters müssen als repräsentativ für diejenige Schweißnaht angesehen werden, bei deren Prüfung sie entdeckt werden.

A.8.2 Mehrfachfehler

A.8.2.1 Werden bei der Prüfung der gesamten Schweißnaht mehrere nicht annehmbare Fehler festgestellt, muss an dem jeweils unmittelbar zuvor und danach gefertigten Druckbehälter des Loses die gleiche Schweißnaht nach 6.6.6 zerstörungsfrei geprüft werden.

A.8.2.2 Werden an den betreffenden Schweißnähten dieser beiden Druckbehälter keine nicht annehmbaren Fehler festgestellt, sind keine weiteren besonderen Prüfungen durchzuführen.

A.8.2.3 Werden an einem der beiden Druckbehälter nicht annehmbare Fehler festgestellt, müssen weitere Druckbehälter in Folge nach A.7.2 geprüft werden, bis ein Druckbehälter ohne nicht annehmbare Fehler gefunden wird.

A.9 Kennzeichnung

Alle Druckbehälter müssen vor dem Versand überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Kennzeichnung den Festlegungen in Abschnitt 11 dieser Norm entspricht. Die Druckbehälter müssen mit der Kennzeichnung 'A' versehen sein, um anzuzeigen, dass sie nach den Festlegungen des vorliegenden Anhangs gefertigt wurden.

Liegt zwischen der Druckprüfung und dem Versand ein längerer Zeitraum (z. B. Lagerung der Druckbehälter), muss sichergestellt werden, dass die Druckbehälter in der Zwischenzeit keine Güteminderung oder Beschädigung erfahren haben. Ist ein provisorisches Typschild angebracht, muss sichergestellt werden, dass das endgültige Typschild in jeder Hinsicht den Bestimmungen in Abschnitt 11 entspricht.

A.10 Dokumentation/Zertifizierung

Für jeden Druckbehälter muss eine Erklärung der Übereinstimmung mit dieser Norm ausgestellt werden. In dieser muss die Seriennummer des betreffenden Druckbehälters angegeben sein. Die Gründe für fehlende Nummern der Serie müssen genau dargelegt werden.

Die in Abschnitt 12 der vorliegenden Norm beschriebene Fertigungsdokumentation verbleibt beim Hersteller.

A.11 Druckprüfung von in Serie gefertigten Druckbehältern auf statistischer Grundlage

Eine Druckprüfung auf statistischer Grundlage darf nur durchgeführt werden, wenn alle folgenden Bedingungen eingehalten sind:

- a) die Werkstoffe sind beschränkt auf die Werkstoffgruppen 1.1, 1.2 und 8.1;
- b) an den Hauptschweißnähten müssen volumetrische Prüfungen in ausreichendem Umfang durchgeführt werden können.

A.11.1 Allgemeiner Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung

Alle Druckbehälter müssen einer 100 %-Sicht-, Magnetpulver- und Volumenprüfung aller Schweißnähte unterzogen werden. Die Prüfung ist nach den Anforderungen in 6.6.3 durchzuführen.

A.11.2 Ermüdung

Die Lebensdauer des Druckbehälters darf eine Lastspielzahl von 500 nicht überschreiten.

A.11.3 Zulässigkeitskriterien

Werden im Rahmen der zerstörungsfreien Prüfung nicht annehmbare Fehler festgestellt, gilt der Druckbehälter nicht mehr als in Serie gefertigt und muss als Einzelbehälter nach 6.6.6 ausgebessert und geprüft werden.

A.11.4 Druckprüfung auf statistischer Grundlage

Alle Druckprüfungen sind auf folgender Grundlage durchzuführen:

- am ersten Druckbehälter zu Beginn einer Schicht und am letzten Druckbehälter der Schicht.
- an jedem 5. Druckbehälter oder nach einem statistischen Auswahlverfahren mit einer Vertrauensgrenze von 95 %.

Besteht ein Druckbehälter die Druckprüfung nicht, müssen alle Druckbehälter dieses Loses einer Druckprüfung unterzogen werden. Bestehen weitere Druckbehälter dieses Loses die Druckprüfung nicht, müssen alle Druckbehälter des unmittelbar zuvor und danach gefertigten Loses einer Druckprüfung unterzogen werden.

A.11.5 Kennzeichnung

Alle Druckbehälter müssen vor dem Versand überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Kennzeichnung den Festlegungen in Abschnitt 11 dieser Norm entspricht. Die Druckbehälter müssen mit der Kennzeichnung 'A-S' versehen sein, um anzuzeigen, dass sie nach den Festlegungen des vorliegenden Anhangs gefertigt wurden, jedoch einer Prüfung auf statistischer Grundlage unterzogen wurden.

Auf dem Typschild muss deutlich vermerkt sein, dass keine Druckprüfung durchgeführt wurde. Ferner sollte der Prüfdruck für die laufenden Betriebsprüfungen angegeben sein.

Anhang B (normativ)

Vorgeschriebene Abmessungen an Druckbehältern

Zur Erleichterung der Berechnung und Beurteilung der Konstruktion muss sorgfältig darauf geachtet werden, dass die technische Dokumentation die nachstehenden Angaben zu den einzelnen Teilen enthält:

- Gewölbte Böden: Wölbungsradius, innerer Krepfenradius oder Ellipsoidform und Mindestwanddicke nach dem Umformen sowie Innen-/Außendurchmesser; Umformverfahren und Wärmebehandlung;
- zylindrischer Mantelschuss: Wanddicke, Durchmesser, Toleranzen für den Kantenversatz, falls zutreffend;
- Flansche (einschließlich Blindflansche): Art, Norm und Druckstufe oder — bei besonderen Ausführungen — Mindestwanddicke, Schraubenlochdurchmesser, Innen- und Außendurchmesser, Abmessungen des Ansatzes, Angaben zu Dichtflächen und Schweißnähten, zusätzliche zerstörungsfreie Prüfungen, wenn der Flansch aus Blechwerkstoff geschnitten wurde;
- Verschraubung: Durchmesser und Art des Gewindes, Länge und Anzahl der Schrauben, Tiefe der Gewindebohrungen und Werkstoffdicke zwischen Gewindebohrungsboden und drucktragender Fläche;
- Dichtungen: Art, Druckstufe, Werkstoff, Dicke, Innen- und Außendurchmesser und Dichtungsvorverformungswerte;
- Stützen: Wanddicke (Mindestwert), Außendurchmesser, Art der Befestigung am Druckbehälter, Maße und innerer Überstand im Druckbehälter, festzulegende Lastwerte, sofern zutreffend, Lage der Ausschnitte zueinander und zu den Hauptschweißverbindungen.
- Schweißnähte: Schweißnahtprofile und Nahtmaße sowie Einzelheiten über die Maße bei der Schweißnahtvorbereitung, z. B. Wurzelspalt, Stegdicke, Nahtwinkel;
- Verstärkungsbleche für Stützen, Stützelemente, Tragösen usw.: erforderliche Blechabmessungen (Breite \times Länge \times Dicke und Kantenradius), Stützwinkel der Verstärkungsbleche, Angaben zu den Entlüftungsöffnungen;
- Rohrböden (Wärmeaustauscher): Teilung der Rohrbohrungen, z. B. Anordnung, Anzahl, Abmessungen (z. B. Außendurchmesser und Wanddicke), Mindestdicke des Rohrbodens, Schweißangaben;
- Deckel: Abmessungen einschließlich Mindestdicke, Größe der Bohrlöcher und Lochkreisdurchmesser;
- Kegelförmige Mantelschüsse: Kegelwinkel, Radius Krempe/Mantel (falls zutreffend); Durchmesser an der großen und kleinen Kegelgrundfläche, Mindestwanddicke und gerade Länge des Kegels;
- Stützelemente (liegender Druckbehälter): Anzahl, Maße einschließlich Anzahl und Dicke der Stege und Flansche, Grundplatte, Fundamentschraube, Lochteilung und Lochdurchmesser; Abstand von der Berührungslinie zwischen Bodenwölbung und Mittelpunkt der Stützelemente, Abstand zwischen den Stützelementen und Höhe der Druckbehältermittellinie bis zur Stützfußgrundplatte;
- Stützelemente (stehender Druckbehälter): Abmessungen der Standzarge einschließlich Durchmesser, Höhe, Wanddicke, Art der Anbringung an Mantel und Boden; falls Stützen verwendet werden: Anzahl und Dicke der Stege, Höhe der Stützen usw., Stützringdurchmesser, Innen- und Außendurchmesser, Dicke, Anzahl, Durchmesser und Lochteilung der Fundamentschraubenlöcher;
- Tragösen: Anzahl, Dicke, Lochgröße, Hebewinkel, Ösenabmessungen, Lage der Ösen;

- Ebene Platten: Länge, Breite und Dicke der Versteifungen (soweit vorhanden), einschließlich Teilung, Anzahl und Schweißangaben;
- Balgkompensatoren: Federkonstanten, Druck, Durchmesser, zulässige Axial-, Lateral- und Winkelverschiebung, zulässige Lastspielzahl;
- Sicherheitsventile: Anzahl, Größe, Druckeinstellung und Ausflussmassenstrom; Spezifikationen/Code und Zulassung, engster Strömungsdurchmesser;
- Einbauteile: Schweißnahtausführung (Schweißnähte an der Druckbehälterwand);
- Toleranzwerte: besondere anwendbare Toleranzwerte;
- Berstscheibe: Art, einschließlich Gehäuse, Druckstufe.

Anhang C (normativ)

Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Verschlüsse und besondere Verschlusselemente

C.1 Allgemeines

Alle Behälter müssen mit Öffnungen in hinreichender Anzahl und Größe versehen sein, um die Besichtigung und Reinigung des Behälterinneren zu gewährleisten.

Die Anzahl, Größe und Anordnung der Besichtigungsöffnungen muss den in den Unterabschnitten C.2 und C.3 angegebenen Forderungen entsprechen.

Müssen aus konstruktiven Gründen die Abmessungen für die Höhe der Ausschnitte überschritten werden, muss der Öffnungsdurchmesser so weit erhöht werden, dass der sichtbare Bereich gleich bleibt.

Die in Unterabschnitt C.2 angegebenen Grenzwerte für die Stutzen- bzw. Ringhöhe dürfen überschritten werden, wenn die Innenabmessungen entsprechend erhöht werden. Konische Ringe und Stutzen müssen eine Neigung von mindestens 15° aufweisen; bei Neigungen unter 15° gelten die Grenzwerte für zylindrische Formen. Bei Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, bei denen der Innendruck den Verschlussdeckel gegen eine Flachdichtung presst, darf das Gesamtspiel zwischen Stutzen oder Ring und der vor- oder rückspringenden Dichtfläche des Deckels höchstens 3 mm, d. h. 1,5 mm auf dem Umfang, betragen, und die Vorsprungtiefe muss groß genug sein, um ein Herausdrücken der Dichtung zu verhindern.

C.2 Arten und Abmessungen von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen

C.2.1 Schaulöcher

Schaulöcher sind Öffnungen mit einem Innendurchmesser von mindestens 50 mm (große Schaulöcher); bei kleinen Behältern sind auch Schaulöcher mit einem Innendurchmesser von 30 mm (kleine Schaulöcher) annehmbar. Die Flanschhöhe darf den Öffnungsdurchmesser nicht übersteigen.

C.2.2 Handlöcher

Handlöcher zum Zwecke der Reinigung müssen mindestens 80 mm × 100 mm groß sein oder einen Innendurchmesser von mindestens 100 mm aufweisen.

Handlöcher zum Zwecke der Besichtigung müssen mindestens 100 mm × 150 mm groß sein oder einen Innendurchmesser von mindestens 120 mm aufweisen. Die Stutzen- oder Ringhöhe darf 65 mm, bei konischer Ausführung 100 mm, nicht übersteigen.

C.2.3 Kopflöcher

Kopflöcher sind Öffnungen, durch die der Kopf, ein Arm und eine Lichtquelle gleichzeitig in den Behälter eingeführt werden können. Sie müssen mindestens 220 mm × 320 mm groß sein oder einen Innendurchmesser von mindestens 320 mm aufweisen. Die Stutzen- oder Ringhöhe darf 100 mm, bei konischer Ausführung 120 mm, nicht übersteigen.

C.2.4 Mannlöcher

Mannlöcher sind Öffnungen, durch die eine Person ohne Hilfsgerät in den Behälter einsteigen und aus dem Behälter aussteigen kann. Sie müssen mindestens 320 mm × 420 mm groß sein oder einen Innendurchmesser von mindestens 420 mm aufweisen. Die Stutzen- oder Ringhöhe darf 150 mm nicht übersteigen, außer wenn der Minstdurchmesser mehr als 460 mm oder in ovaler Form mindestens 460 × 410 mm beträgt.

C.2.5 Rettungslöcher

Rettungslöcher sind Öffnungen, durch die eine Person mit Rettungsgerät und Schutzausrüstung in den Behälter einsteigen und aus dem Behälter aussteigen kann. Sie müssen einen Durchmesser von 600 mm aufweisen. Ist dies aus konstruktiven Gründen nicht möglich, darf der Durchmesser auf maximal 500 mm verringert werden, sofern die Stutzen- oder Ringhöhe nicht mehr als 250 mm beträgt. In diesem Fall muss der sichere Zugang zum Behälter mit Hilfe von Sondergerät gewährleistet sein.

C.3 Art, Lage und Mindestanzahl von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen

Besichtigungsöffnungen müssen vor allem eine Prüfung der Längs- und Rundschweißnähte sowie besonders beanspruchter und gefährdeter Bereiche von der Innenseite des Behälters aus ermöglichen.

Besonders beanspruchte Bereiche sind beispielsweise Ecknähte, Krepfen und der Bereich um größere Ausschnitte.

Besonders gefährdete Bereiche sind z. B. der Flüssigkeitssumpf oder die Behältersohle, der Bereich entlang des Flüssigkeitsspiegels und Bereiche, in denen erfahrungsgemäß Korrosion oder Erosion auftreten kann.

Art, Lage und Mindestanzahl der Besichtigungsöffnungen für Kugelbehälter sind Tabelle C.3-2 und für alle anderen Behälter Tabelle C.3-1 zu entnehmen. Zusätzliche Besichtigungsöffnungen können erforderlich sein, wenn aufgrund der Bauart der Zugang zum Behälter nicht möglich ist.

Behälteröffnungen, die mit abnehmbaren Böden oder Deckeln verschlossen sind oder an denen abnehmbare Rohrleitungen, Messgeräte oder ähnliche Anbaugeräte angeflanscht sind, können sämtliche anderen Besichtigungsöffnungen ersetzen, sofern sie so bemessen und angeordnet sind, dass sie einen Einblick ins Behälterinnere ermöglichen, der mindestens dem der ansonsten geforderten Öffnungen entspricht.

Tabelle C.3-1 — Art und Mindestanzahl von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen in Behältern, ausgenommen Kugelbehälter

Innendurchmesser D_i (mm)	Zylindrische Mantellänge L (mm)	Mindestanzahl und Art der Öffnungen
$D_i \leq 300$	$L \leq 1000$	1 kleines Schauloch in jedem Boden.
	$L > 1000$	1 kleines Schauloch in jedem Boden, wenn der Abstand zwischen der Mittellinie des Schaulochs und der zu prüfenden Naht an keinem Punkt größer als 500 mm ist. Bei größeren Abständen ist ein zusätzliches großes Schauloch vorzusehen ^a .
$300 < D_i \leq 450$	$L \leq 1500$	2 große Schaulöcher (je eines in der Nähe von oder in jedem Boden) oder 1 Handloch ^a im mittleren Drittel der zylindrischen Mantellänge.
	$L > 1500$	1 Handloch in der Nähe jedes Endes des zylindrischen Mantels ^a oder in jedem Boden, wenn der Abstand zwischen der Mittelachse des Handlochs und der zu prüfenden Naht an keinem Punkt größer als 750 mm ist. Bei größeren Abständen ist ein zusätzliches Handloch ^a vorzusehen.
$450 < D_i \leq 840$	$L \leq 1500$	1 großes Schauloch und 1 Handloch in der Nähe von oder in jedem Boden.
	$1500 < L \leq 3000$	1 Kopfloch im mittleren Drittel der zylindrischen Mantellänge oder Handlöcher wie bei $300 < D_i \leq 450$, $L > 1500$.
	$L > 3000$	Die Anzahl der Besichtigungsöffnungen ist so weit zu erhöhen, dass der größte Abstand zwischen der Mittelachse einer Öffnung und der zu prüfenden Naht an keiner Stelle größer als 1 500 mm (bei Kopflöchern) oder 1 000 mm (bei Handlöchern) ist. Dabei muss mindestens 1 Handloch in der Nähe jedes Endes des zylindrischen Mantels oder in jedem Boden angeordnet sein.
$840 < D_i \leq 1200$	$L \leq 2000$	1 Kopfloch im mittleren Drittel der zylindrischen Mantellänge oder 2 Handlöcher (eines in der Nähe jedes Endes des zylindrischen Mantels oder in jedem Boden) oder 1 Mannloch.
	$L > 2000$	1 Mannloch oder Kopflöcher wie bei $D_i \leq 840$, $L > 3000$.
$D_i > 1200$		1 Mannloch oder, bei Bedarf, 1 Rettungsloch.
ANMERKUNG Anforderungen im Hinblick auf Rettungslöcher oder Mannlöcher anderer Maße für Sonderfälle sollten vom Auftraggeber festgelegt werden. Wenn Alternativen angegeben sind, liegt die Entscheidung im Ermessen des Herstellers.		
^a Schaulöcher und Handlöcher müssen so angeordnet sein, dass die Längsnaht zu sehen ist.		

Tabelle C.3-2 — Art und Mindestanzahl von Zugangs- und Besichtigungsöffnungen in Kugelbehältern

Innendurchmesser D_i mm	Mindestanzahl und Art der Öffnungen
$D_i \leq 450$	2 große Schaulöcher oder 1 Handloch
$450 < D_i \leq 840$	1 Handloch oder 1 Kopfloch
$840 < D_i \leq 1\ 200$	1 Kopfloch oder 1 Mannloch
$D_i > 1\ 200$	1 Mannloch oder, bei Bedarf, 1 Rettungsloch
ANMERKUNG Anforderungen im Hinblick auf Rettungslöcher oder Mannlöcher anderer Maße für Sonderfälle sollten vom Auftraggeber festgelegt werden. Wenn Alternativen angegeben sind, liegt die Entscheidung im Ermessen des Herstellers.	

C.4 Alternative Anforderungen für Schaulöcher in kleinen Behältern

Für Behälter mit einem Innendurchmesser von höchstens 300 mm können abweichend von den Angaben in C.2 und C.3 sowie Tabelle C.3-1 die folgenden Anforderungen zugrunde gelegt werden:

- a) Der Innendurchmesser der Schaulöcher muss groß genug sein, um eine ordnungsgemäße Reinigung des Behälterinneren zu ermöglichen, und darf nicht kleiner sein als 19 mm bei Behältern mit einem Innendurchmesser bis einschließlich 300 mm;
- b) Wenn durch diese kleineren Schaulöcher die innere Oberfläche nicht vollständig sichtbar ist, muss die Sichtprüfung durch ein zusätzliches Prüfverfahren ergänzt werden, das vom Hersteller in seiner Begleitdokumentation zu beschreiben ist.

C.5 Verschlüsse und besondere Verschlüsselemente

C.5.1 Allgemeines

Dieser Unterabschnitt enthält die Anforderungen für sämtliche Arten von Verschlüssen.

C.5.2 Begriffe

C.5.2.1

Verschlüsse

Teile eines Druckbehälters, die für Betriebsvorgänge wie z. B. Prüfung, Ablassen, Belüften, Befüllen oder Entleeren, gelöst oder abgetrennt werden können

C.5.2.2

Schnellverschlüsse

alle Arten von Verschlüssen mit nur einem Verschlüsselement, die schneller geöffnet und geschlossen werden können als solche mit mehreren einzeln zu betätigenden Verschlüsselementen

C.5.3 Werkstoffe und Konstruktion

Verschlüsse müssen so konstruiert und gefertigt sein, dass sie auch unter Prüfdruck dicht abschließen und nicht versehentlich geöffnet werden können, wenn sie unter Druck stehen.

Für alle Verschlüsse und Verschlüsselemente müssen geeignete und nach den Bestimmungen in EN 13445-2 zugelassene Werkstoffe verwendet werden. Für Konstruktion und Fertigung müssen die Anforderungen in EN 13445-3 bzw. EN 13445-4 eingehalten werden.

Bei Verschlüssen mit mehreren Verschlüsselementen müssen letztere so ausgelegt und bearbeitet sein, dass sie unter Betriebsbedingungen gleichmäßig belastet werden.

Für die Bestimmung der zulässigen Flächenpressung von Verschlüssen (z. B. von Knaggen an Bajonettverschlüssen) muss sowohl die Güte der Oberfläche (d. h. die Bearbeitung) als auch die Justierung der Verschlüsse (d. h. bearbeitete Justierung) berücksichtigt werden.

Bei vollständig bearbeiteten und justierten Elementen mit entsprechender gleichmäßiger Lastverteilung kann die zulässige Flächenpressung mit 100 % angesetzt werden.

Bei nicht voll bearbeiteten Elementen darf die zulässige Flächenpressung 75 % nicht überschreiten.

Eine mögliche Schwächung der Verschlusssteile durch Verschleiß oder Korrosion ist durch ausreichende Zuschläge zu den berechneten Abmessungen zu berücksichtigen.

Bei Verschlüssen mit mehr als drei Verschlüsselementen ist die theoretische, d. h. die berechnete Belastung jedes Verschlüsselements um mindestens 20 % zu erhöhen.

Ist der Behälter für explosive, entzündliche, giftige, oxidierende oder korrosive Stoffe vorgesehen, sind besondere konstruktive Vorkehrungen zu treffen, um die Dichtheit des Verschlusses sicherzustellen. Der Deckel muss so konstruiert sein, dass die Dichtung nicht herausgedrückt werden kann. Bei Undichtheit einer Dichtung muss durch konstruktive Vorkehrungen eine sichere Belüftung oder Evakuierung des Behälterinhalts sichergestellt werden, um Folgewirkungen möglichst gering zu halten.

Dichtungen müssen als durchgehende Ringe oder als Packungen mit mehreren Windungen Dichtungsmaterial ausgeführt sein.

Bei von innen eingesetzten Deckeln, die mittels Bügel und Zentralverschraubung befestigt werden, darf der Abstand zum Lochrand die folgende Werte nicht übersteigen:

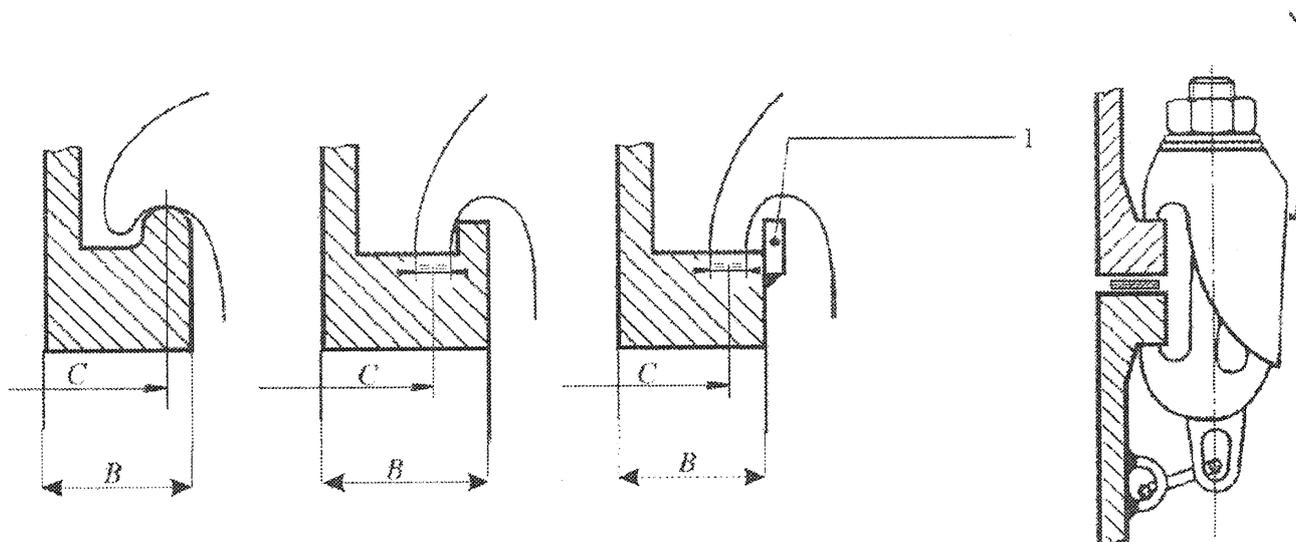
- a) 3 mm für Drücke ≤ 32 bar;
- b) 2 mm für Drücke > 32 bar.

C.5.4 Klammerschrauben

Klammerschrauben (siehe Bild C.5.4.-1) müssen einer Eignungsprüfung unterzogen werden.

Sie müssen gegen Abgleiten gesichert und so am Behälter befestigt sein, dass sie beim Abklappen nicht abfallen können.

Anzahl, Größe und Güte der Klammerschrauben eines jeden Verschlusses müssen auf dem Typschild am Behälter angegeben sein.



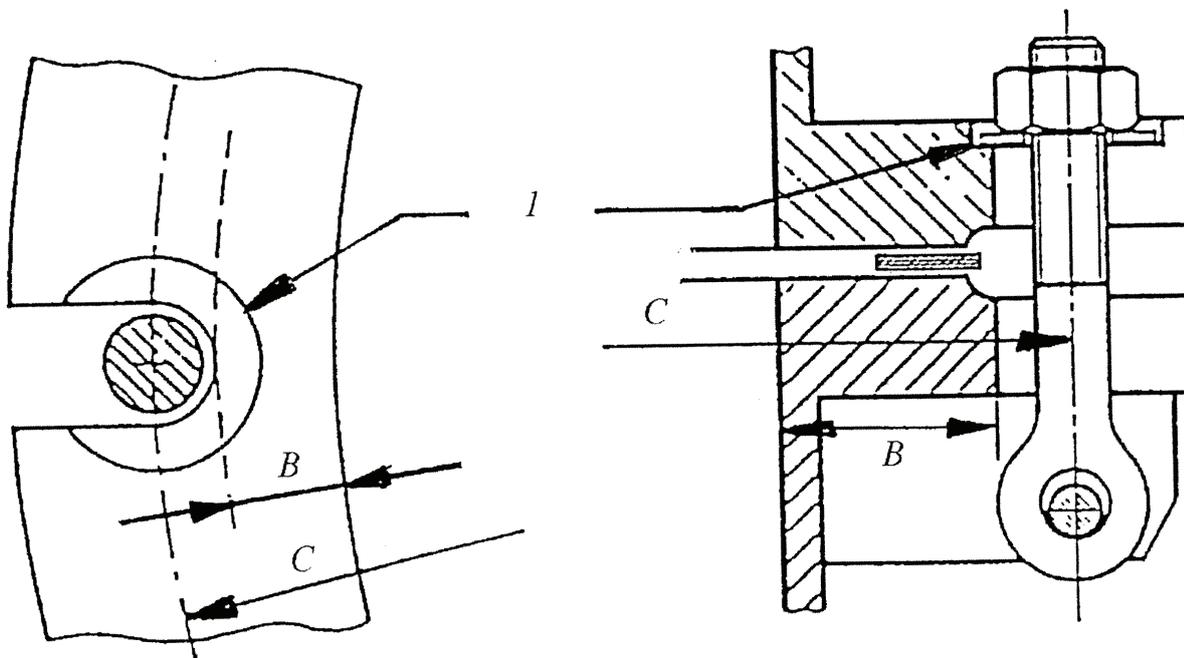
Legende

- 1: Haltering
- B: Flanschbreite (mm)
- C: Lochkreisdurchmesser (mm)

Bild C.5.4-1 — Klammerschrauben zur Flanschverbindung mit typischen Beispielen für Sicherungen gegen Abgleiten

C.5.5 Klappschrauben

In Schlitz einzulegende klappbare Schrauben (z. B. Augenschrauben) müssen gegen Abgleiten gesichert sein, siehe Bild C.5.5-1. Muttern und Unterlegscheiben müssen außerhalb des Schlitzes voll aufliegen.



Legende

- 1: Sicherung gegen Abgleiten
- B: Flanschbreite (mm)
- C: Lochkreisdurchmesser (mm)

Bild C.5.5-1 — Klappschrauben zur Flanschverbindung

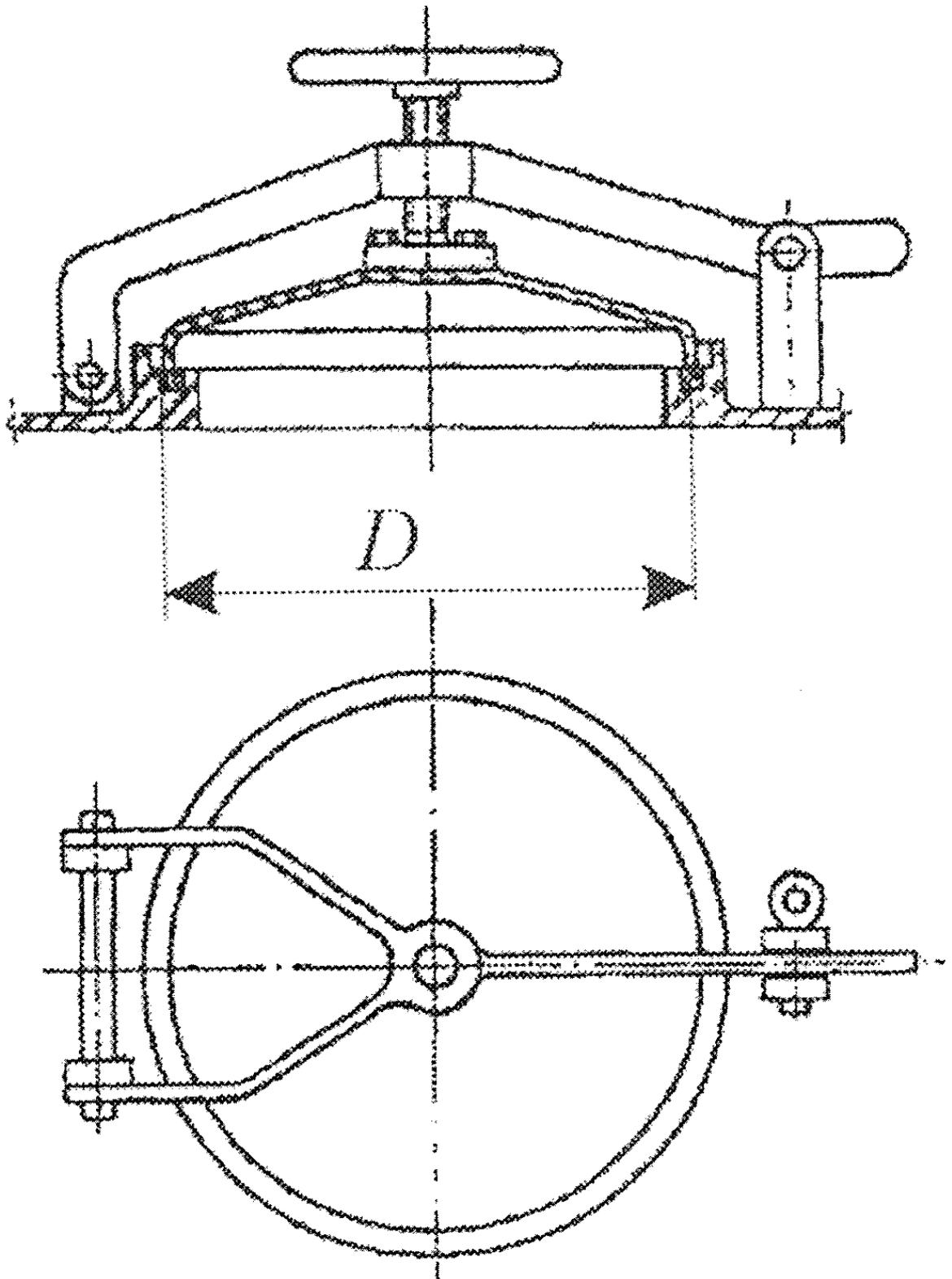
C.5.6 Bügelverschlüsse

Diese Art von Verschluss, siehe Bild C.5.6-1, besteht aus einem von außen aufliegenden Deckel, der an einer Seite mit einem Scharnier angelenkt ist und an der gegenüberliegenden Seite mit einem oder mehreren Verschlusselementen (z. B. Spannschrauben) geschlossen wird.

Bügelverschlüsse für von außen aufliegende Deckel müssen so konstruiert sein, dass beim Lösen der Spannvorrichtung der Deckel angelüftet werden muss, bevor der Bügel abgenommen werden kann.

Der mittlere Durchmesser der Dichtung eines Bügelverschlusses darf folgendes Maß nicht übersteigen:

- a) 500 mm für Drücke $\leq 3,0$ bar;
- b) 350 mm für Drücke $> 3,0$ bar.



Legende

D: Mittlerer Dichtungsdurchmesser (mm)

Bild C.5.6-1 — Bügelverschluss

C.5.7 Schnellverschlüsse

C.5.7.1 Allgemeines

Der Begriff „Schnellverschluss“ umfasst im wesentlichen:

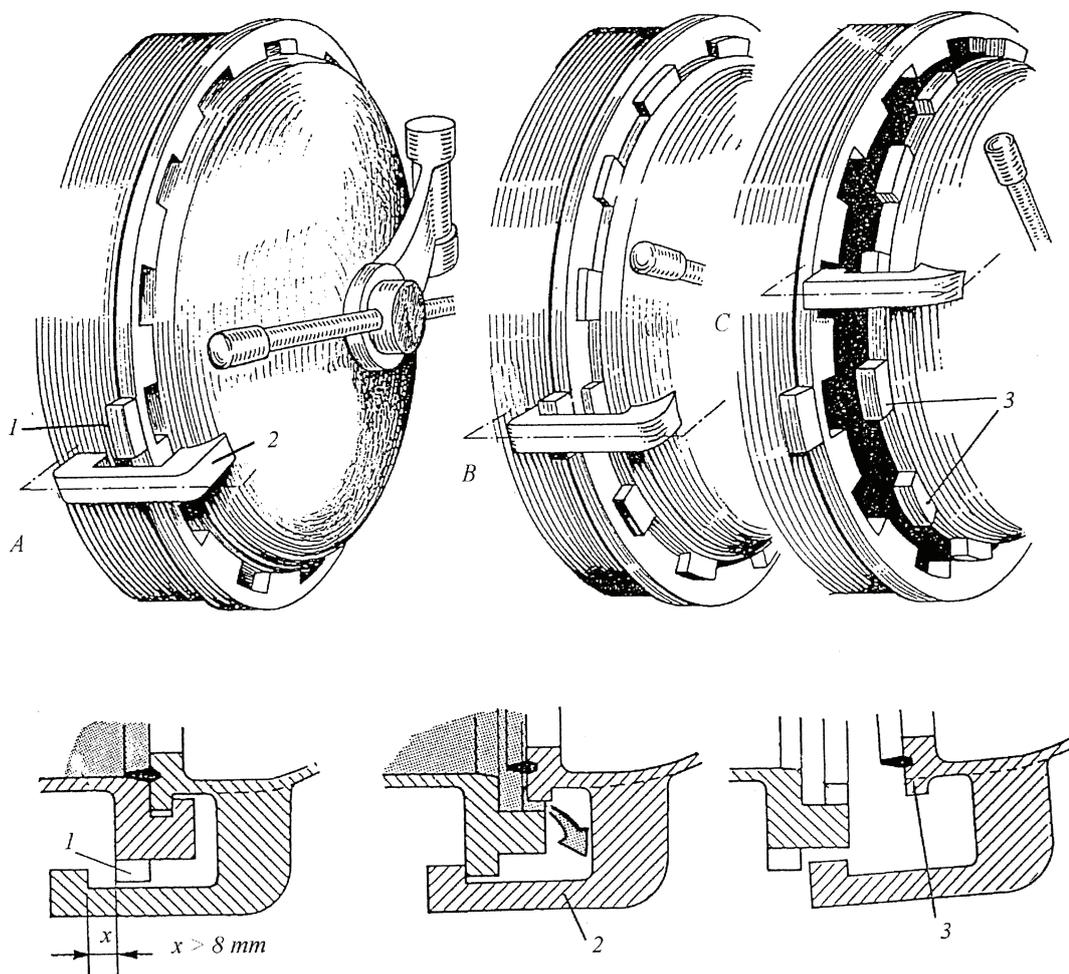
- Bajonettverschlüsse;
- Verschlüsse mit zentral angeordnetem Verschlusselement;
- Ringverschlüsse;
- Bügelverschlüsse für größere Dichtungsdurchmesser als in C.5.6 angegeben;
- Schiebetürverschlüsse und ähnliche Verschlussarten.

Schnellverschlüsse im Sinne der vorliegenden Norm haben typischerweise folgende Merkmale:

- kraftbetätigt (automatisch) oder handbetätigt;
- Öffnungs- bzw. Schließvorgänge durch manuell oder automatisch ausgelöste Steuerimpulse eingeleitet;
- Funktion automatisch überwacht.

Verschlüsse mit mehr als einer Schraubverbindung fallen nicht in den Geltungsbereich dieses Abschnittes.

Ein Beispiel eines Schnellverschlusses ist in Bild C.5.7-1 dargestellt.



Legende

- A: Tür geschlossen, Verschlussknaggen in Endstellung
- B: Tür wird durch Sicherheitsbügel geschlossen gehalten, Restdruckverminderung
- C: Öffnen der Tür ist möglich, Sicherheitsbügel und Verschlussknaggen sind gelöst
- 1: Sicherheitsbügel
- 2: Klemmvorrichtung
- 3: Verschlussknagge

Bild C.5.7-1 — Typisches Beispiel eines Schnellverschlusses

C.5.7.2 Ausführung

Bei handbetätigten Verschlüssen werden sowohl der Deckel oder die Tür als auch das Verschlusselement von Hand in die Verschluss- bzw. Verriegelungsstellung bewegt. Verschlusselemente sind z. B. Bolzen, Riegel, Knaggen, Ringe und Verriegelungsscheiben, die in verriegeltem Zustand ein Aufgehen der Tür oder des Deckels verhindern.

Bei automatischen Verschlüssen werden sowohl der Deckel oder die Tür als auch die Verschlusselemente durch externe kraftbetätigte Teile in die Verschluss- bzw. Verriegelungsstellung bewegt. Automatische Verschlüsse benötigen nicht unbedingt ein besonderes Verschlusselement, sofern ein Aufgehen der Tür oder des Deckels durch andere konstruktive Vorkehrungen, z. B. geeignete Führungsvorrichtungen, verhindert wird.

Bei Verschlüssen mit mehreren Verschlusselementen müssen diese ihre Endstellung sicher und gleichzeitig erreichen.

C.5.7.3 Sicherheitseinrichtungen

C.5.7.3.1 Allgemeines

Schnellverschlüsse müssen so konstruiert und angeordnet sein, dass:

- sie durch den Behälterinhalt weder in ihrer Funktion beeinträchtigt noch unwirksam gemacht werden können;
- sie gegen unsachgemäße Behandlung und Manipulation durch unbefugte Personen geschützt sind;
- jederzeit Wartungsarbeiten und Funktionsprüfungen möglich sind.

Alle beweglichen Teile, die einen Unfall verursachen könnten, müssen so ausgeführt und/oder mit Sicherheitseinrichtungen versehen sein, dass eine Gefährdung von Personen verhindert wird.

Sicherheitseinrichtungen bzw. –maßnahmen sind an sich bewegenden Teilen anzubringen. Es sind beispielweise:

- Schutzabdeckungen an Antrieben;
- durch Berührung ausgelöste Stopp-Funktion von Schiebetüren;
- Berührungssperren;
- Impulskontakt-Steuerungen an kraftbetätigten Türen und Deckeln.

C.5.7.3.2 Vermeidung von Druckbeaufschlagung

Druckbehälter, bei denen die Deckel oder Türen mit Schnellverschlüssen versehen sind, müssen Einrichtungen haben, durch die sichergestellt ist, dass der Behälter erst dann mit Druck beaufschlagt werden kann, wenn die Tür bzw. der Deckel vollständig geschlossen ist, wenn sich der Sicherungsmechanismus in vollständig verriegeltem Zustand befindet und das Dichtungselement vorgespannt ist.

Bei Vorrichtungen mit mehreren zusammenhängenden Verschlusselementen müssen diese ihre Endstellung sicher und gleichzeitig erreichen.

Handbetätigte Verschlüsse gelten als diesen Anforderungen entsprechend, wenn nach dem Schließvorgang der Deckel bzw. die Tür geschlossen ist, die Verschlusselemente in ihren entsprechenden Stellungen sind und ihre Endstellung überwacht wird.

Die Überwachung der Verschlusselemente kann wie folgt erreicht werden, z. B. durch:

- a) Druckwarneinrichtung, z. B. eine kleine Öffnung zum Behälterinnenraum, die nur geschlossen werden kann, wenn die Verschlusselemente in verriegeltem Zustand sind, oder;
- b) ein Verriegelungssystem zwischen dem Verschlussmechanismus der Tür und der Druckanlage, oder;
- c) ein oder mehrere Druckbegrenzungsschalter bei ferngesteuerter Druckbeaufschlagung des Behälters oder der Druckentlüftungsventile.

Druckwarneinrichtungen, die als Öffnung ausgeführt sind, müssen einen Innendurchmesser von mindestens 8 mm aufweisen. Besteht die Gefahr einer Blockierung, muss diese von Hand ohne Gefährdung des Bedienpersonals gelöst werden können.

Bei Verriegelungssystemen, bei denen der Druck von außen aufgebracht wird, muss die Verriegelung zwischen dem Verschlussmechanismus der Tür und dem Einlassventil des Druckmediums angeordnet sein.

Wird der Druck durch die Energiezufuhr in den Behälter erhöht, müssen die Verriegelungssysteme zwischen dem Verschlussmechanismus der Tür und der Energiequelle angeordnet sein. Wenn der Druck über eine Pumpe aufgebracht wird, darf dadurch das System nicht mit Druck beaufschlagt werden, solange der Sicherungsmechanismus der Tür nicht vollständig verriegelt ist.

Kraftbetätigte Verschlussmechanismen gelten als dieser Anforderung entsprechend, wenn die Geschlossenstellung des Deckels oder der Tür überwacht wird, so dass der Behälter nur dann mit Druck beaufschlagt werden kann, wenn die Tür bzw. der Deckel vollständig geschlossen sind und wenn sich der Verschlussmechanismus in vollständig verriegeltem Zustand befindet, wie vom Hersteller festgelegt.

C.5.7.3.3 Druckentspannung

Druckbehälter, bei denen die Türen mit Schnellverschlüssen versehen sind, müssen Einrichtungen haben, durch die sichergestellt ist, dass die Druckquelle abgesperrt und der Behälter entlüftet wird, um den Innendruck auf Atmosphärendruck zu senken, bevor der Verschluss oder die Sicherungsmechanismen des Verschlusses der Tür gelöst werden können.

Bei der Gefahrenanalyse müssen die Auswirkungen des abgeblasenen Fluids auf das Bedienpersonal berücksichtigt werden.

C.5.7.3.4 Restdruck- und Temperaturwarneinrichtung

Druckbehälter, bei denen die Türen mit Schnellverschlüssen versehen sind, müssen Einrichtungen haben, die:

- a) das Bedienpersonal vor Restdruck, verbleibendem Fluid, das austreten könnte sowie vor Prozessfluid mit gefährlicher Temperatur warnen, und;
- b) sicherstellen, dass die Temperatur des Prozessfluids auf einen sicheren Wert gesenkt wurde oder dass alle toxischen Fluide, die aus dem Behälter austreten könnten, vollständig entfernt worden sind, bevor der Verschluss oder der Sicherungsmechanismus der Tür entriegelt werden kann.

Dies kann durch Bereitstellung von Anzeige- und Warneinrichtungen erfolgen, um so eine Gefährdung der die Prüfung durchführenden Person zu vermeiden.

Wenn mit einem Verkleben der Türdichtung gerechnet werden muss, müssen Vorrichtungen vorhanden sein, um

- 1) die Dichtung vor dem Lösen aller Verschlusselemente zu brechen, oder;
- 2) das Öffnen der Tür auf höchstens 8 mm zu begrenzen, bis ein unschädlicher Restdruck erreicht ist.

Diese Anforderung kann auch durch Mess- und Regelgeräte erreicht werden. In diesem Fall gilt zusätzlich die folgende Anforderung:

- I) die Druckabsenkung auf einen sicheren Wert muss mit mindestens zwei voneinander unabhängigen Druckmessgebern überwacht werden, und;
- II) das Signal zur Öffnung der Tür oder des Deckels darf nur dann ausgelöst werden, wenn das Druckabblaseventil seine Offenstellung erreicht hat und das Signal gegeben wurde, dass der Ausgleich zwischen Innen- und Außendruck erreicht ist.

Wird während des nächsten Druckzyklus eines dieser Signale nicht unterbrochen, muss der Prozess in einen sicheren Zustand gebracht werden, und

- A) bei einem Versagen der Elektronik oder eines Prüfmediums (z. B. Luft) müssen alle Prozesse unterbrochen oder kontrolliert werden, damit keine Gefährdung des Bedienpersonals besteht, und;
- B) wenn der Deckel oder die Tür aufgehen kann, muss eine der in C.5.7.3.5 beschriebenen Vorrichtungen angebracht werden.

ANMERKUNG Ein Druck gilt als ungefährlich, wenn die durch den Druck auf die Tür ausgeübten Kräfte zu gering sind, um Personen zu verletzen, die unmittelbar davorstehen und wenn die Tür sich plötzlich unkontrolliert öffnet.

Gleichfalls gilt, dass bei einem Druckbehälter, der in Containern oder anderen Einrichtungen andere Stoffe zusätzlich zu dem Prozessmedium enthält, deren Temperaturen ebenfalls überwacht werden müssen.

Dies kann durch Anordnung eines Verschlusses mit integrierter Temperaturmesseinrichtung in dem Druckbehälterteil oder den Medien erreicht werden, bei denen zu erwarten ist, dass die höchste Temperatur am Ende des Prozesses erhalten bleibt.

C.5.7.3.5 Bewegungseinschränkung der Tür

Druckbehälter, bei denen die Türen mit Schnellverschlüssen versehen sind, müssen Einrichtungen haben, die sicherstellen, dass sich der Verschluss nicht durch Restdruck im Behälter gewaltsam öffnet.

Dies kann erreicht werden, indem der Deckel oder die Tür mit einer Sicherheitseinrichtung versehen wird, durch die sichergestellt ist, dass:

- a) der Deckel oder die Tür nicht aufgehen kann, oder,
- b) das Öffnen mehrere nacheinander ablaufende Vorgänge oder mehrere von Hand auszuführende Betätigungen erfordert, so dass der Deckel oder die Tür erst dann geöffnet werden können, wenn ein unschädlicher Druck erreicht worden ist.

Jede kraftbetätigte Tür muss mit mindestens einer leicht zugänglichen und sichtbar angebrachten Absperreinrichtung versehen sein. Diese Einrichtungen dürfen keine automatische Rückstellung haben. Wird eine dieser Einrichtungen ausgelöst, gilt folgendes:

- a) keine Restbewegung der Tür darf eine Gefährdung darstellen, und;
- b) alle anderen sicherheitsrelevanten Elemente müssen in einen sicheren Zustand zurückgehen, z. B. Ventile, Dichtungen usw., die der Regelung des Medienstromes dienen, und;
- c) Spezialwerkzeuge, Schlüssel bzw. Codes müssen für die Rückstellung der Absperreinrichtung erforderlich sein, um das normale Kontrollsystem wiederherzustellen, wobei eine solche Rückstellung keine Gefährdung verursachen darf.

C.5.7.3.6 Aufblasbare oder druckgesteuerte Dichtungen

Die nachfolgenden Anforderungen wurden zusätzlich für Türverschlüsse mit aufblasbaren oder druckgesteuerten Dichtungen festgelegt.

- a) Dichtungen, die mit einem zusätzlichen Dichtungsdruck eingesetzt werden, sind nicht als Teil der Verschlusselemente zu betrachten;
- b) Personen dürfen durch den Druckaufbau, die Entspannung oder den unbeabsichtigten Abbau des zusätzlichen Dichtungsdruckes nicht gefährdet werden;
- c) Dichtungen dürfen nur mit Druck beaufschlagt werden, wenn das Verschlusselement seine vollständig verriegelte Stellung erreicht hat;
- d) das Ventil, durch das das druckbeaufschlagte Fluid in den Druckbehälter eintreten kann, darf erst dann geöffnet werden, nachdem die Dichtung ihren Auslegungswert erreicht hat;
- e) während des Öffnungsvorgangs der Tür muss das Signal „Druckentspannungsventil offen, Behälter entspannt“ (z. B. von zwei Druckmessgebern) den nächsten Schritt „zusätzlichen Dichtungsdruck ablassen“ einleiten, bevor der Deckel oder die Tür entriegelt wird;
- f) es muss eine Einrichtung angebracht werden, die bewirkt, dass bei einem Absinken des Dichtungsdruckes der Tür unter den vom Hersteller festgelegten Mindestdruck:
 - das Eindringen von Fluid in den Behälter verhindert wird, und;
 - der Vorgang abgebrochen und ein sicherer Zustand hergestellt wird, und;
 - ein Fehlzustand angezeigt wird, und;
 - die Tür geschlossen bleibt, und;
 - keine Gefährdung auftritt.

C.5.7.4 Prüfung

Schnellverschlüsse müssen auf die in der vorliegenden Norm geforderten Funktionen im Rahmen der herstellerseitigen Abnahmeprüfung geprüft werden, spätestens jedoch vor Inbetriebnahme des Behälters in eingebautem Zustand.

Sämtliche in Serienbehältern eingebauten Schnellverschlüsse müssen dem Musterprüfverfahren unterzogen werden.

Nicht mustergeprüfte Schnellverschlüsse für in Einzelfertigung hergestellte Behälter dürfen nur nach vorheriger Entwurfsprüfung durch den Hersteller sowie einer Funktionsprüfung vor dem Betrieb verwendet werden.

C.5.7.5 Kennzeichnung

Jeder Schnellverschluss muss mit den folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- a) Herstellerkennzeichen,
- b) Teilekennzeichen,
- c) Betriebsparameter- und Betriebstemperatur-Grenzwerte.

C.5.7.6 Betriebs- und Wartungsanweisungen

Der Hersteller muss Betriebs- und Wartungsanweisungen für das Bedienpersonal erstellen und diese dem Käufer/Betreiber aushändigen.

Diese Anweisungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Angabe der Wartungsfristen und Anweisung zu deren Einhaltung.
- Anweisung zur Nachweisführung über Wartungsarbeiten.
- Angabe der Prüfungen von Verschlüssen auf Verformung, Verschleiß, Beschädigung usw. sowie erforderliche Anweisungen zum Auswechseln verschlissener Teile.
- Maß- und, soweit erforderlich, Toleranzangaben des Herstellers. Verschleiß unterliegende, auswechselbare Teile müssen mit ihrer Bezeichnung und den entsprechenden Werkstoffspezifikationen in den Wartungsanweisungen eindeutig angegeben werden sowie mustergeprüft oder zugelassen sein.
- Belehrung über die Zulässigkeit der Verwendung anderer Werkstoffe nur nach vorheriger Absprache mit dem Lieferanten der Verschlüsse und unter Berücksichtigung der besonderen Betriebsbedingungen.
- Belehrung über die notwendige Durchführung einer entsprechenden Einweisung des Bedienungspersonals.
- Hinweis darauf, dass die Betriebsanweisung in gedruckter Form ausgefertigt sein und am Betriebsort des Druckbehälters aufbewahrt werden muss.

Anhang D **(informativ)**

Dichtheitsprüfung

D.1 Allgemeines

Kriterien für die Auswahl eines geeigneten Verfahrens für die Dichtheitsprüfung sind in EN 1779:1999 festgelegt. Die Blasenprüfung ist in EN 1593 [1], die Prüfung mit Helium in EN 13185 [3] und die Druckänderungsprüfung in EN 13184 [4] festgelegt.

Dichtheitsprüfungen mit niedrigem Druck sollten immer vor der hydrostatischen Druckprüfung durchgeführt werden.

D.2 Personal für die Dichtheitsprüfung

Das Personal, das die Dichtheitsprüfung durchführt, sollte nach EN 473:2000 qualifiziert sein.

Anhang E (informativ)

Schallemissionsprüfung

E.1 Allgemeines

Das in diesem Anhang beschriebene Schallemissionsprüfverfahren ist kein Ersatz für die verbindlich vorgeschriebenen Prüfungen und Prüfanforderungen, soll jedoch als ergänzende Maßnahme für pneumatische und hydrostatische/pneumatische Prüfungen in Kombination dienen.

Das Verfahren kann auf Behälter mit einfacher Geometrie angewendet werden, z. B. Kugelbehälter und zylindrische Behälter mit gewölbten oder ebenen Böden, und sollte nicht für Druckbehälter mit unregelmäßiger Geometrie sowie Druckbehälter mit Sickennähten und/oder Schweißnähten auf Unterlagen angewendet werden.

E.2 Anwendbare Normen

Die folgenden Normen gelten für die Schallemissionsprüfung:

EN 1330-9, Zerstörungsfreie Prüfung — Terminologie — Teil 9: Begriffe der Schallemissionsprüfung

EN 13554, Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Allgemeine Grundlagen

EN 13477-1, Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Gerätecharakterisierung — Teil 1: Gerätebeschreibung

EN 13447-2, Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Gerätecharakterisierung — Teil 2: Überprüfung der Betriebskenngrößen

CEN/WI 00138076, Non-destructive testing — Acoustic emission — Acoustic emission during proof testing (Zerstörungsfreie Prüfung — Schallemissionsprüfung — Schallemissionsprüfung während der Druckprüfung)

E.3 Personal für die Schallemissionsprüfung

Das Personal, das die Schallemissionsprüfung durchführt, sollte nach EN 473:2000 qualifiziert sein.

E.4 Zusätzliche Anforderungen

Vorbereitung, Durchführung und Aufzeichnung der Prüfung sollten nach CEN/WI 00138076 erfolgen. Die Anzahl der Sensoren sollte ausreichen, um eine 100%ige volumetrische Überwachung des geprüften Druckgerätes zu erreichen.

Die Geschwindigkeit, mit der die Druckbeaufschlagung erfolgt, sollte höchstens 1 % des maximal zulässigen Druckes je Minute betragen.

Die Messung sollte auch während der Entspannung nicht unterbrochen werden, bis der Druck P_i für die Sichtprüfung des Druckgerätes erreicht ist.

Tabelle E.4-1 — Werte für K (für die Festlegung des maximal zulässigen Abstandes zwischen den Sensoren)

	Dehngrenze (N/mm ²)	
	275 bis 355	> 355
K-Wert	12 dB	6 dB

ANMERKUNG 1 Für die Werkstoffgruppen 8, 9, 10 und 11 müssen die K-Werte nach einem schriftlich festgelegten Verfahren (auf der Grundlage der Datenbank oder Laborprüfungen) bestimmt werden.

ANMERKUNG 2 Für Wiederholungsprüfungen und die zweite Druckbeaufschlagung des Behälters sollte der K-Wert um 6 dB erhöht werden.

Anhang F (informativ)

Standard-Flüssigkeitsdruckprüfung mit unterschiedlichem statischem Druck bei Betrieb und Druckprüfung

F.1 Behälter mit senkrechter Lage bei Druckprüfung und Betrieb

Hat das während des Betriebs im Behälter befindliche Beschickungsgut eine größere Dichte als das Prüfmedium, ist der Prüfdruck P'_{test} (in bar), gemessen am höchsten Punkt „A“ des Behälters (siehe Bild F.1), entsprechend folgender Gleichung zu erhöhen:

$$P'_{\text{test}} = P_t + \Delta P_t \quad (\text{F.1-1})$$

Dabei ist P_t aus 10.2.3.3.1 zu entnehmen.

Der Wert von ΔP_t wird wie folgt berechnet:

$$\Delta P_t = K [\rho_F g H_F - \rho_T g H] \quad (\text{F.1-2})$$

Dabei ist:

- H_F Höhe des Fluids im Betrieb in Millimeter (mm);
- H Höhe des Fluids bei der Prüfung in Millimeter (mm);
- ρ_F Dichte der Fluids (kg/m^3);
- ρ_T Dichte des Prüfmediums;
- g $9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$
- K 10^{-8} (Korrekturfaktor).

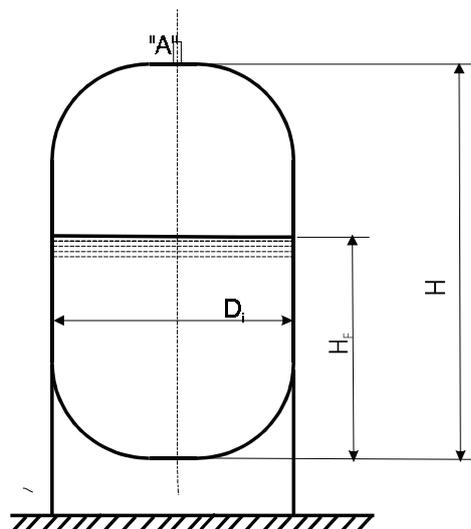


Bild F.1 — Maße

F.2 Behälter mit waagrechter Lage bei Druckprüfung und senkrechter Lage im Betrieb

Wird die Flüssigkeitsdruckprüfung mit dem Behälter in waagrechter Lage durchgeführt, wird der Prüfdruck, gemessen am Punkt „A“ (siehe Bild F.1-1), nach folgender Gleichung berechnet:

$$P'_{\text{test}} = P_t + \Delta P_t \quad (\text{F.2-1})$$

Dabei ist:

$$\Delta P_t = K \left[\rho_T g H + \frac{\rho_T g D_i}{2} \right] = K \rho_T g \left(H + \frac{D_i}{2} \right) \quad (\text{F.2-2})$$

Wenn $p_F > p_T$ und $p_F H_F > p_T \cdot H$, dann ist:

$$\Delta P_t = K \rho_T g H + K (\rho_F - \rho_T) g H_F + \frac{K \rho_T g D_i}{2} = K \left[\rho_T g \left(H + \frac{D_i}{2} \right) + (\rho_F - \rho_T) g H_F \right] \quad (\text{F.2-3})$$

Dabei ist:

- ρ_T Dichte des Prüfmediums (kg/m^3);
- H statische Druckhöhe, maximaler Füllstand (d. h. Füllstand während der Druckprüfung mit dem Prüfmedium Wasser) (mm), siehe Bild F.1-1;
- D_i Innendurchmesser des Behälters (mm), siehe Bild F.1-1;
- H_F statische Druckhöhe der Fluids, maximaler Füllstand während des Betriebs (begrenzt durch Füllstandbegrenzer oder vergleichbare Sicherheitseinrichtung) (mm), siehe Bild F.1;
- ρ_F Dichte des Fluids (kg/m^3)
- g $9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$

Beispiel:

$$\Delta P_t = K \rho_T g H$$

Für $\rho_T = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ und $H = 1\,000 \text{ mm}$ ergibt sich:

$$\Delta P_t = 1\,000 \times 10 \times 1\,000 \times K = 10^7 \text{ kg mm/m}^2 \text{ s}^2 = 10^{-1} \text{ bar}$$

Anhang G (normativ)

Prüfung von Druckbehältern unter zyklischer Beanspruchung

G.1 Allgemeines

Um bei zyklischen Beanspruchungen Schäden durch Ermüdung zu vermeiden, werden für die kritischen Bereiche der Druckbehälter, d. h. Bereiche, in denen die Lebensdauer des Behälters auf $N > 500$ volle Druckzyklen begrenzt ist, erhöhte Anforderungen an die Inspektion und Prüfung verlangt (Definition der kritischen Bereiche siehe EN 13445-3). Die Bewertungsgruppe B nach EN ISO 5817:2000 wird als die Vergleichs-Bewertungsgruppe für maximal zulässige Fehler in diesen kritischen Bereichen herangezogen. Bei zyklisch belasteten Druckbehältern ist es von grundlegender Bedeutung, dass keine Oberflächenfehler (keine Kerben, kein Wurzelrückfall, keine ungenügende Durchschweißung bei durchgeschweißten Nähten) vorhanden sind und glatte Übergänge vorliegen. Zulässig sind nur glatte Übergänge, siehe Teil 3, Bild 18.7. Gleichermäßen sind Fehlstellen wie z. B. Aufdachungen äußerst kritisch und die maximal zulässige Aufdachung nach EN 13445-4 bzw. in der Ermüdungsanalyse in den Abschnitten 17 und 18 in EN 13445-3:2002 und der nachstehend angeführte zulässige Wert dürfen nicht überschritten werden.

Diese Prüfanforderungen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen an die Prüfung von Druckbehältern auf der Grundlage der Prüfgruppen 1, 2 oder 3.

Alle kritischen Bereiche müssen in der technischen Dokumentation deutlich angegeben werden, siehe EN 13445-3 und Abschnitt 5 der vorliegenden Norm.

G.2 Umfang der Inspektion und Prüfung

Zusätzlich zu den Anforderungen in 6.6.2 müssen alle kritischen Bereiche einer 100%igen Prüfung (Sichtprüfung und zerstörungsfreie Prüfung) sowohl auf Oberflächenfehler als auch auf äußere wie auch auf innere Fehler unterzogen werden (6.6.3.3 und 6.6.3.4).

G.3 Durchführung der Inspektion und Prüfung und Zulässigkeitskriterien

Tabelle G.3-1 enthält die Verfahren, Fehlerklassifizierung und Zulässigkeitskriterien. Sie basiert auf den Festlegungen in EN 12062:1997.

Tabelle G.3-1 — ZfP-Prüfverfahren, Techniken, Fehlerklassifizierung und Zulässigkeitskriterien für kritische Bereiche von zyklisch belasteten Bauteilen

ZfP-Verfahren (Abkürzung)	Prüftechnik	Fehlerklassifizierung	Zulässigkeitskriterien
Sichtprüfung (VT)	EN 970:1997	prEN ISO 5817:2002 (Oberflächenfehler)	prEN ISO 5817:2002 ^c (Oberflächenfehler Bewertungsgruppe B)
Durchstrahlungsprüfung (RT)	EN 1435:1997, Prüfklasse B	EN 12517:1998 und zusätzlich Tabelle 6.1.5.5-2	EN 12517:1998, Zulässigkeitsklasse 1 und Tabelle 6.6.4-1
Ultraschallprüfung (UT)	EN 1714:1997, mindestens Prüfklasse B ^a	EN 1713:1998 ^b	EN 1712:1997, Zulässigkeitsklasse 2, Flächenfehler nicht zulässig
Eindringprüfung (PT)	EN 571-1:1997 + Prüfparameter nach EN 1289:1998, Tabelle A.1 — Zulässigkeitsklasse 1	EN 1289:1998	EN 1289:1998, Zulässigkeitsklasse 1
Magnetpulverprüfung (MT)	EN 1290:1998 + Prüfparameter nach EN 1291:1998, Tabelle A.1 — Zulässigkeitsklasse 1	EN 1291:1998	EN 1291:1998, Zulässigkeitsklasse 1

^a Bei Dicken $t < 40$ mm, ist die Prüfklasse A zulässig. Bei Dicken > 100 mm ist die Prüfklasse C erforderlich.

^b Die Norm EN 1713:1998 ist lediglich eine Empfehlung.

^c Bei durchgeschweißten Nähten sind Kerben, Wurzelrückfall, ungenügende Durchschweißung nicht zulässig. In allen Fällen sind nur glatte Übergänge zulässig.

G.4 Technische Dokumentation, zusätzliche Anforderungen

Detaillierte Konstruktionszeichnungen müssen mitgeliefert werden, in denen die nach der Ermüdungsanalyse ermittelten kritischen Bereiche eindeutig gekennzeichnet sind. Zusätzlich müssen in den Zeichnungen die maximal zulässige Aufdachung und sonstige kritische Fehlstellen angegeben sein.

Ein Prüfbericht muss erstellt werden, in dem die Messwerte der in den Zeichnungen gekennzeichneten Aufdachung und weiterer kritischer Fehlstellen aufgezeichnet sind.

Anhang H
(informativ)

Herstellereklärung der Übereinstimmung mit dieser Norm

Herstellereklärung über die Auslegung, Fertigung und Prüfung des Druckbehälters		Dokument Nr
Druckbehälter	Kategorie	
Beschreibung	Angewendetes Konformitätsbewertungsmodell	
	Übersichtszeichnung Nr	
	Baujahr	
Rauminhalt (L)	Sicherheitsventile	
Maximal zulässiger Druck (bar)	Ausflussmassenstrom	
Maximale zulässige Temperatur (°C)	Ansprechdruck	
Minimale zulässige Temperatur (°C)	Datum	
Beschickungsgut		
Korrosionszuschlag (mm)		
AUSLEGUNG		
Verantwortliche Stelle	Name	
	Anschrift	
	Kennnummer	
Entwurfsprüfung	Nummer	
	Datum	
Baumusterprüfbescheinigung	Nummer	
	Datum	

FERTIGUNG UND PRÜFUNG	
Verantwortliche Stelle	Name Anschrift Kennnummer
Bescheinigung	Nummer Datum
QS-SYSTEM	
Verantwortliche Stelle	Name Anschrift Kennnummer
Bescheinigung über die QS-Systemprüfung	Nummer Datum
<p>Der Unterzeichnende erklärt hiermit, dass die Auslegung, Fertigung und Prüfung dieses Druckbehälters den Anforderungen der EN 13445 entspricht.</p> <p>Datum: Name: Position:</p> <p>Stempel der Herstellerfirma: Unterschrift:</p>	

Bild H.1 — Herstellererklärung der Übereinstimmung mit der Norm

Anhang ZA (informativ)

Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EC [1].

WARNHINWEIS: Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

Die Übereinstimmung mit den Abschnitten dieser Norm in Tabelle ZA.1 ist eine Möglichkeit, die relevanten grundlegenden Sicherheitsanforderungen der betreffenden Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften zu erfüllen.

**Tabelle ZA.1 — Abschnitte dieser Europäischen Norm, die der
Druckgeräte-Richtlinie 97/23/EC entsprechen**

Abschnitte in dieser Europäischen Norm	Inhalt	Wesentliche Anforderungen der Richtlinie 97/23/EC, Anhang I
4	Fertigungsverfahren	3.1
5	Technische Dokumentation	3.3 b)
6.2	Fertigungsverfahren und Konstruktionszeichnungen	3.1
6.3	Rückverfolgbarkeit der Werkstoffe	3.1.5
6.4	Vorbereitung der Bauteile	3.1.1
6.5	Dauerhafte Verbindungen	3.1.2
6.6 und Anhang G	Innere und Oberflächenfehler	3.1.3
6.7	Zerstörende Prüfung	3.1
6.8	Wärmebehandlung	3.1.4
7	Fertigungsverfahren	3.1
10	Abnahme	3.2
10.2.1 und Anhang G	Schlussprüfung	3.2.1
10.2.2	Überprüfung der Dokumentation	3.2.1
10.2.3 und Anhang F	Druckprüfung	3.2.2
11	Kennzeichnung und Etikettierung	3.3
12	Dokumentation	3.3 b)
Anhang C	Entleerung und Entlüftung	2.5
C.2, C.3 und C.4	Prüfmittel	2.4 und 2.5
C.5	Vorkehrungen für die Sicherheit in Handhabung und Betrieb	2.3
C.5	Vorkehrungen für das Füllen und Entleeren	2.9

Literaturhinweise

- [1] EN 1593:1999, *Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Blasenprüfverfahren*
- [2] EN 13184:2001, *Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Druckänderungsverfahren*
- [3] EN 13185:2001, *Zerstörungsfreie Prüfung – Dichtheitsprüfung – Prüfgasverfahren*
- [4] prEN ISO 17662:2001, *Schweißen — Kalibrierung, Bestätigung und Gültigkeitserklärung von Einrichtungen einschließlich ergänzender Tätigkeiten, die beim Schweißen verwendet werden (ISO/DIS 17662:2001).*