

DIN EN 12542

ICS 23.020.30

Entwurf

Einsprüche bis 2017-02-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12542:2010-12

**Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile –
Ortsfeste, geschweißte zylindrische Behälter aus Stahl, die serienmäßig für
die Lagerung von Flüssiggas (LPG) hergestellt werden, mit einem
Fassungsvermögen bis 13 m³ –
Gestaltung und Herstellung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12542:2016**

LPG equipment and accessories –
Static welded steel cylindrical tanks, serially produced for the storage of Liquefied Petroleum
Gas (LPG) having a volume not greater than 13 m³ –
Design and manufacture;
German and English version prEN 12542:2016

Equipements pour gaz de pétrole liquéfié et leurs accessoires –
Réservoirs cylindriques fixes, aériens, en acier soudé, fabriqués en série pour le stockage de
gaz de pétrole liquéfié (GPL) ayant un volume inférieur ou égal à 13 m³ –
Conception et fabrication;
Version allemande et anglaise prEN 12542:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-12-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an ndg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im
Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6,
10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 142 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)
DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12542:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NSAI (Irland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Spiegelgremium ist der NA 016-00-06 AA „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstung; Spiegelausschuss zu CEN/TC 286“ im DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 12542 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12542:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Begriffe überarbeitet und an CEN/TS 16769 angepasst;
- b) zitierte Normen aktualisiert;
- c) informativen Anhang mit der Umweltcheckliste gestrichen; an dessen Stelle wurde eine Verweisung auf CEN/TS 16765 bezüglich der Umweltschutzaspekte aufgenommen.
- d) informativen Anhang zur äußeren Korrosionsschutzbeschichtung mit besonderer Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen aufgenommen.

**Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Ortsfeste, geschweißte
zylindrische Behälter aus Stahl, die serienmäßig für die Lagerung von
Flüssiggas (LPG) hergestellt werden, mit einem Fassungsvermögen bis
13 m³ — Gestaltung und Herstellung**

Equipements pour gaz de pétrole liquéfié et leurs accessoires — Réservoirs cylindriques fixes, aériens, en acier soudé, fabriqués pour le stockage de gaz de pétrole liquéfié (GPL) ayant un volume inférieur ou égal à 13 m³ — Conception et fabrication

LPG equipment and accessories — Static welded steel cylindrical tanks, serially produced for the storage of Liquefied Petroleum Gas (LPG) having a volume not greater than 13 m³ — Design and manufacture

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	10
4 Werkstoffe	12
4.1 Umweltaspekte	12
4.2 Mäntel und Böden	12
4.3 Drucktragende Teile außer Mäntel und Böden	13
4.4 An den Tank angeschweißte Teile	14
4.5 Schweißzusatzwerkstoffe	14
4.6 Werkstoffzertifikate	14
4.7 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtungen)	14
5 Konstruktion	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Temperatur	15
5.3 Druck	15
5.4 Vakuumbedingungen	15
5.5 Belastung der Unterstützungen	16
5.6 Belastung der Tragösen	16
6 Öffnungen	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Verstärkung	16
6.3 Lage der Schweißnähte und Öffnungen	16
7 Ausführung und Herstellung	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Umwelt	17
7.3 Kontrolle und Nachweisbarkeit der Werkstoffe	17
7.4 Herstellungstoleranzen	17
7.5 Geeignete Schweißangaben	18
7.5.1 Allgemeines	18
7.5.2 Längsnähte	18
7.5.3 Sickennähte	18
7.6 Umformen druckbeaufschlagter Teile	18
7.6.1 Allgemeines	18
7.6.2 Wärmebehandlung nach dem Umformen	19
7.6.3 Prüfung der umgeformten Teile	19
7.6.4 Wiederholungsprüfungen	20
7.6.5 Sichtprüfung und Maßkontrolle	20
7.6.6 Kennzeichnung	20
7.6.7 Prüfbescheinigung	20
7.7 Schweißen	21
7.7.1 Allgemeines	21
7.7.2 Schweißanweisung (WPS)	21

7.7.3	Eignung der WPS.....	21
7.7.4	Eignung von Schweißern und Schweißpersonal.....	21
7.7.5	Vorbereitung der zu schweißenden Kanten.....	21
7.7.6	Ausführung von Schweißnähten.....	22
7.7.7	Anbauteile und Unterstützungen.....	22
7.7.8	Vorwärmen.....	22
7.8	Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	22
7.9	Reparaturen.....	22
7.9.1	Reparaturen von Oberflächenfehlern am Grundwerkstoff.....	22
7.9.2	Reparatur von Schweißfehlern.....	23
8	Nichtdrucktragende Anbauteile.....	23
8.1	Anbauteile.....	23
8.2	Lage.....	23
8.3	Lüftungsloch.....	23
9	Inspektion und Prüfung.....	23
9.1	Sichtprüfung von Schweißnähten.....	23
9.2	Zerstörungsfreie Prüfung.....	24
9.3	Zerstörungsfreie Prüfverfahren.....	24
9.3.1	Allgemeines.....	24
9.3.2	Röntgen-Verfahren.....	25
9.3.3	Ultraschall-Verfahren.....	25
9.3.4	Magnetpulver-Verfahren.....	25
9.3.5	Eindringverfahren.....	25
9.4	Kennzeichnung für zerstörungsfreie Prüfungen.....	26
9.5	Eignung des Personals.....	26
9.6	Abnahmekriterien.....	26
9.7	Probeplatten aus der Fertigung.....	27
9.8	Abnahme.....	28
9.8.1	Druckprüfung.....	28
9.8.2	Endabnahme.....	28
10	Oberflächenbehandlung und Bearbeitung.....	29
10.1	Umweltbezogene Betrachtungen.....	29
10.2	Oberirdische Behälter.....	29
10.2.1	Allgemeines.....	29
10.2.2	Reflexionsvermögen.....	30
10.3	Unterirdische Behälter.....	30
10.4	Abschlussstätigkeiten.....	31
11	Kennzeichnung und Zertifizierung.....	31
12	Aufzeichnungen und Dokumentation.....	32
12.1	Vom Hersteller zu beschaffende Aufzeichnungen.....	32
12.2	Vom Hersteller zu erstellende Unterlagen.....	32
Anhang A (informativ) Auslegungsdruck und Füllbedingungen.....		33
A.1	Oberirdische Behälter.....	33
A.1.1	Auslegungsdruck (p).....	33
A.1.2	Füllbedingungen.....	33
A.1.3	Berechnung der maximalen Füllung.....	34
A.2	Unterirdische Behälter.....	34
A.2.1	Auslegungsdruck.....	34
Anhang B (normativ) Behältertoleranzen.....		35
B.1	Mittlerer Außendurchmesser.....	35
B.2	Unrundheit.....	35
B.3	Abweichung von der Geraden.....	35

B.4	Ungleichförmigkeit im Querschnitt.....	35
B.5	Toleranzen für gewölbte Böden.....	36
B.6	Querschnitt	36
B.7	Axialität der Flächen	37
B.8	Anbauteile, Stutzen und Armaturen.....	37
Anhang C (normativ) Hydraulische Druckprüfung.....		38
C.1	Vorübergehende Anschlüsse.....	38
C.2	Druckmessgeräte.....	38
C.3	Druckmedien.....	38
C.4	Vermeidung von Stößen.....	38
C.5	Prüfverfahren	38
Anhang D (normativ) Fehler.....		39
Anhang E (normativ) Berechnungsformeln für Behälter		41
E.1	Zulässige Belastungen	41
E.2	Berechnungsformel	41
E.2.1	Allgemeines	41
E.2.2	Berechnung des zylindrischen Mantels.....	41
E.2.3	Berechnung der Kugeltorus-Böden	41
E.2.4	Berechnung von elliptischen Böden.....	43
E.2.5	Halbkugelböden.....	44
E.2.6	Gleichungen für die Berechnung von β	44
E.3	Verstärkung der Stutzen	45
E.3.1	Allgemeines	45
E.3.2	Größe der Öffnungen.....	45
E.3.3	Abstand der Öffnungen oder Abzweige.....	45
E.3.4	Öffnungen und Abzweige	46
E.3.5	Zylindrische Mäntel und Böden mit Öffnungen.....	46
E.3.6	Verstärkung des Mantels	46
E.3.7	Umfang der Verstärkung.....	46
E.3.8	Elliptische Öffnungen	46
E.3.9	Eingeschweißte Abzweige	47
E.3.10	Ausgleichsbleche	47
E.3.11	Verstärkungen — Allgemeines	47
E.3.12	Verstärkungen durch Blechflansche	47
E.3.13	Verstärkung durch Abzweige.....	48
E.3.14	Verbindungen von Abzweigen senkrecht zur Behälterwand.....	48
Anhang F (informativ) Verfahren für die Messung der Spitzenabweichung im Mantel.....		53
F.1	Oberflächenlehre.....	53
F.2	Messung der Spitzenabweichung.....	53
Anhang G (informativ) Beispiele für Schweißnähte		56
Anhang H (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Reflexionsindex (oberirdische Behälter)		60
Anhang I (normativ) Außenschutz von unterirdischen Behältern		61
I.1	Allgemeines	61
I.2	Schutzsysteme ohne Überwachung.....	61
I.3	Überwachte Schutzsysteme	61
I.3.1	Systeme mit kathodischem Korrosionsschutz.....	61
I.3.2	Systeme mit eingebauter Schutzhülle.....	62
I.3.3	Andere Systeme.....	62
Anhang J (informativ) Äußere Korrosionsschutzbeschichtung mit besonderer Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen		63
J.1	Allgemeines	63
J.2	Begriffe	63

J.3	Anforderungen	63
J.3.1	Allgemeine Anforderungen	63
J.3.2	Anforderungen an das Beschichtungsmaterial	64
J.3.3	Anforderungen an die Beschichtung	64
J.3.4	Anforderungen an den Beschichtungsprozess	65
J.4	Prüfung	66
J.4.1	Prüfung für das Beschichtungsmaterial	66
J.4.2	Prüfung für die Beschichtung	66
J.4.3	Dokumentation des Beschichtungsprozesses	68
J.4.4	Prüfberichte und Zertifikate	69
J.5	Kennzeichnung	69
J.6	Beaufsichtigung während der Herstellung	69
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EG		70
Literaturhinweise		72

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12542:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NSAI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12542:2010 ersetzen.

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

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

Einleitung

Die vorliegende Europäische Norm behandelt den Einsatz von Substanzen und Verfahren, die für die Gesundheit und/oder die Umwelt schädlich sein können, sofern keine angemessenen Vorsichtsmaßnahmen getroffen wurden. Sie bezieht sich lediglich auf die technische Eignung und entbindet den Anwender nicht von rechtlichen Pflichten in jeglicher Hinsicht.

Der Schutz der Umwelt ist ein politisches Schlüsselthema in Europa und andernorts. CEN/TC 286 trägt diesem Umstand mit CEN/TS 16765 *Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286* im Rahmen der Normenreihe CEN/TC 286 Rechnung, und diese technische Spezifikation sollte im Zusammenhang mit dieser Norm gelesen werden. Diese technische Spezifikation enthält Leitsätze zu Umweltschutzaspekten, die im Hinblick auf für die LPG-Industrie hergestellte Einrichtungen und Zubehör zu berücksichtigen sind. Die folgenden Punkte werden dabei behandelt:

- a) Auslegung;
- b) Herstellung;
- c) Verpackung;
- d) Einsatz und Betrieb;
- e) Entsorgung.

Festlegungen sollten auf eine allgemeine Anleitung beschränkt sein. Grenzwerte sind in den nationalen Vorschriften festgelegt.

Herstellern wird die Entwicklung einer Umweltmanagement-Politik empfohlen. Als Leitfaden siehe Normen der Reihe ISO 14000.

Bei der Abfassung der vorliegenden Europäischen Norm wurde davon ausgegangen, dass mit der Umsetzung der Festlegungen angemessen qualifizierte und erfahrene Personen betraut sind.

Sämtliche Drücke entsprechen Differenzdruck, sofern nicht anders angegeben.

ANMERKUNG Diese Europäische Norm erfordert die Bestimmung von Werkstoffeigenschaften, Maßen und Drücken. Sämtliche derartigen Messungen unterliegen einem Maß der Unsicherheit infolge der Toleranzen der Messeinrichtungen usw. Der Bezug auf das Prospekt „Measurement uncertainty leaflet (SP INFO 2000 27 uncertainty.pdf)“ könnte von Nutzen sein.

1 Anwendungsbereich

Dieser Europäische Norm-Entwurf legt Anforderungen hinsichtlich der Auslegung und Herstellung ortsfester, geschweißter zylindrischer Behälter aus Stahl fest, die in Serie für die Lagerung von Flüssiggas (LPG) gefertigt wurden, mit einem Fassungsraum bis zu 13 m³ für oberirdische Aufstellung oder den Einbau im Untergrund.

2 Normative Verweisungen

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

EN 837-2, *Druckmessgeräte — Teil 2: Auswahl- und Einbauempfehlungen für Druckmessgeräte*

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

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

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

EN 10028-3, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10028-5, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 5: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, thermomechanisch gewalzt*

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

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

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

EN 13636, *Kathodischer Korrosionsschutz von unterirdischen metallenen Tankanlagen und zugehörigen Rohrleitungen*

EN 14717, *Schweißen und verwandte Prozesse — Umweltcheckliste*

EN 14784-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme*

EN 14784-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 2: Grundlagen für die Prüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen*

CEN/TS 16765, *Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286*

EN ISO 636, *Schweißzusätze — Stäbe, Drähte und Schweißgut zum Wolfram-Inertgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 636)*

EN ISO 2560, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 2560)*

EN ISO 3452-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Eindringprüfung — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

EN ISO 5173, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen (ISO 5173)*

EN ISO 5178, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen (ISO 5178)*

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

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

EN ISO 9016, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Kerbschlagbiegeversuch — Probenlage, Kerbrichtung und Beurteilung (ISO 9016)*

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

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

EN ISO 10675-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und ihre Legierungen (ISO 10675-1)*

EN ISO 11666, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666)*

EN ISO 12944-4, *Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4)*

EN ISO 14021, *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Umweltbezogene Anbietererklärungen (Umweltkennzeichnung Typ II) (ISO 14021)*

EN ISO 14024, *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Umweltkennzeichnung Typ I — Grundsätze und Verfahren (ISO 14024)*

EN ISO 14025, *Umweltkennzeichnungen und -deklarationen — Typ III Umweltdeklarationen — Grundsätze und Verfahren (ISO 14025)*

EN ISO 14171, *Schweißzusätze — Massivdrahtelektroden, Fülldrahtelektroden und Draht-Pulver-Kombinationen zum Unterpulverschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 14171)*

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

EN ISO 15609-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1)*

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

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

EN ISO 17632, *Schweißzusätze — Fülldrahtelektroden zum Metall-Lichtbogenschweißen mit und ohne Schutzgas von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 17632)*

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

EN ISO 17636-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1)*

EN ISO 17636-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2)*

EN ISO 17637, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637)*

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

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

EN ISO 17640, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640)*

EN ISO 19232-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper (ISO 19232-1)*

EN ISO 19232-2, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Ermittlung der Bildgütezahl mit Stufe/Loch-Typ-Bildgüteprüfkörper (ISO 19232-2)*

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

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

EN ISO 23279, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Anzeigen in Schweißnähten (ISO 23279)*

ISO 9162, *Petroleum products — Fuels (class F) — Liquefied petroleum gases — Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Siehe CEN/TS 16769.

3.1 Flüssiggas (en: Liquefied Petroleum Gas) LPG

unter geringem Druck verflüssigtes Gas, das aus einem oder mehreren nur der UN-Nummer 1011, 1075, 1965, 1969 oder 1978 zugeordneten leichten Kohlenwasserstoffen besteht und das neben Spuren anderer Kohlenwasserstoffgase hauptsächlich Propan, Propen, Butan, Butan-Isomeren und/oder Buten enthält

3.2

In Serie gefertigte Druckbehälter

mehr als ein Behälter, die im gleichen Herstellerwerk, nach einer gemeinsamen Auslegung, unter Verwendung des gleichen Werkstoffs, nach dem gleichen Herstellungsverfahren und ohne große Unterbrechung innerhalb einer bestimmten Zeit gefertigt wurden

3.3

Hersteller

Person oder Organisation, welche für die Auslegung, den Bau, Prüfung und zutreffend, die Installation sowie für die Übereinstimmung mit den Anforderungen der zutreffenden Produktnorm verantwortlich ist, unabhängig von der Durchführung durch sie selbst oder einen Unterauftragnehmer

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller kann eine oder mehrere der aufgeführten Aufgaben unter seiner Verantwortung an Unterauftragnehmer vergeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: In Mitgliedsstaaten der EU ist der Hersteller für die Konformität mit der Druckgeräterichtlinie 97/23/EG verantwortlich. Für Hersteller außerhalb der EU übernimmt deren Bevollmächtigter innerhalb der EU diese Verantwortung.

3.4

Streckgrenze

obere Streckgrenze R_{eH} oder bei Stählen ohne festgelegte Dehnung (nicht proportionale Dehnung) die 0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$

3.5

Auslegungsdruck

Druck, der in der Berechnungsformel für die Mindestwanddicke einzusetzen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Im ADR als „Berechnungsdruck“ bezeichnet.

3.6

Klimazone

geographischer Bereich, der von der jeweiligen nationalen Behörde oder von anderer Stelle festgelegt oder vereinbart wurde, die für die Auslegung der Konstruktionsbedingungen von Behältern zur Lagerung von Flüssiggas in dem Land zuständig ist, in dem der Druckbehälter/die Flasche betrieben werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Bereich wird bei der Definition der Bezugstemperatur für den Berechnungsdruck und die Füllbedingungen verwendet.

3.7

Warmformen

Umformen bei Temperaturen, die über der entsprechend den Werkstoffspezifikationen maximal zulässigen Entspannungstemperatur liegen

3.8

Kaltumformen

Umformen bei Temperaturen, die mindestens 25 °C unter der entsprechend den Werkstoffspezifikationen maximal zulässigen Entspannungstemperatur liegen

3.9

Ar₃

kritischer Punkt des Eisen-Kohlenstoff-Diagramms, welcher die Temperatur am Ende der Umwandlung von Austenit zu Ferrit nach dem Abkühlen des Stahls darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die tatsächliche Temperatur hängt von der Zusammensetzung des Stahls ab.

3.10

Herstellungslos

Gruppe von drucktragenden Teilen oder fertigen Druckbehältern, die nacheinander vom gleichen Hersteller unter Verwendung gleicher Herstellungsverfahren, der gleichen Auslegung, Nenngröße und Werkstoffspezifikation mit der(n) gleichen Fertigungsmaschine(n) hergestellt und der gleichen Wärmebehandlung unterzogen wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Zusammenhang beinhaltet das Wort „nacheinander“ nicht unbedingt eine fortlaufende Herstellung.

4 Werkstoffe

4.1 Umweltaspekte

Der Hersteller muss sich bemühen, Werkstoffe und Bauteile von Lieferanten zu beziehen, die eine deklarierte Umweltpolitik betreiben; siehe CEN /TS 16765, EN ISO 14021, EN ISO 14024 und EN ISO 14025.

4.2 Mäntel und Böden

4.2.1 Werkstoffe für Mäntel und Böden müssen aus dem Bereich der in EN 10028-2, EN 10028-3 oder EN 10028-5 festgelegten Stähle ausgewählt werden.

Es dürfen auch andere gleichwertige Werkstoffspezifikationen, die eine europäische Werkstoffzulassung haben oder die einer besonderen Werkstoff-Bewertung unterzogen wurden, verwendet werden.

4.2.2 Auf jeden Fall müssen die verwendeten Werkstoffe die folgenden Anforderungen erfüllen:

- die chemischen Zusammensetzungen und die mechanischen Eigenschaften müssen entweder die Anforderungen der Gruppe 1 oder 2 erfüllen, die in Tabelle 1 — Werkstoffgruppierungen festgelegt sind;
- die als Minimum festgelegte Mindestzugfestigkeit darf 700 MPa nicht übersteigen;
- die Mindestdehnung nach Bruch muss 14 % betragen;
- die Kerbschlagzähigkeit darf bei der durchschnittlichen Berechnungstemperatur nicht weniger als 27 J betragen oder muss die Anforderungen der Auslegung für tiefe Temperaturen, wie in EN 13445-2 angegeben, erfüllen.

4.2.3 Die Stähle müssen in Übereinstimmung mit Tabelle 1 — Werkstoffgruppierungen in Gruppen eingeteilt werden.

4.2.4 Falls Werkstoffe benutzt worden sind, die Einzelgutachten unterzogen wurden, müssen zufrieden stellende Eigenschaften nach dem Schweißen durch Probeplatten aus der Fertigung (siehe 9.7) nachgewiesen werden.

Tabelle 1 — Werkstoffgruppierungen

Gruppe	Untergruppe	Stahlsorte
1		Stähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit $R_{eH} \leq 460 \text{ MPa}$ ^a und einer Zusammensetzung in % von: $C \leq 0,25$ $Si \leq 0,60$ $Mn \leq 1,70$ $Mo \leq 0,70$ ^b $S \leq 0,045$ $P \leq 0,045$ $Cu \leq 0,40$ ^b $Ni \leq 0,5$ ^b $Cr \leq 0,3$ (0,4 für Gusseisen) ^b $Nb \leq 0,05$ $V \leq 0,12$ ^b $Ti \leq 0,05$
	1.1	Stähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit von $R_{eH} \leq 275 \text{ MPa}$
	1.2	Stähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit von $275 \text{ MPa} < R_{eH} \leq 360 \text{ MPa}$
	1.3	Normalisierte Feinkornstähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit von $R_{eH} > 360 \text{ MPa}$.
2		Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Gussstähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit von $R_{eH} > 360 \text{ MPa}$.
	2.1	Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Gussstähle mit einer spezifizierten Mindestzugfestigkeit von $360 \text{ MPa} < R_{eH} \leq 460 \text{ MPa}$.
ANMERKUNG Diese Tabelle beruht auf CEN ISO/TR 15608.		
^a In Übereinstimmung mit der Spezifikation der Werkstoffnormen darf R_{eH} durch $R_{p0,2}$ ersetzt werden. ^b Ein höherer Wert ist unter der Voraussetzung akzeptabel, dass gilt: $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0,75 \text{ \%}$.		

4.3 Drucktragende Teile außer Mäntel und Böden

Drucktragende Teile außer Mäntel und Böden müssen den jeweiligen harmonisierten Europäischen Werkstoff-Normen entsprechen oder gleichwertigen Spezifikationen, die eine europäische Werkstoffzulassung oder Einzelgutachten zu den Werkstoffen haben.

Beispiele für verwendbare Normen sind EN 10222-2 (Schmiedestücke), EN 10216-2 (Nahtlose Rohre), Normenreihe EN 10217 (Geschweißte Rohre) und EN 10273 (Stäbe).

Die Werkstoffe müssen ebenfalls die Anforderungen von 4.2.2 und 4.2.3 und 4.2.4 erfüllen.

4.4 An den Tank angeschweißte Teile

Nichtdrucktragende Teile, die direkt an drucktragende Teile angeschweißt sind, müssen aus geeigneten Werkstoffen nach EN 10025-2 bestehen oder einem Werkstoff, der mit dem Werkstoff des drucktragenden Teils verträglich ist.

ANMERKUNG Für diese Werkstoffe besteht die Möglichkeit, dass eine europäische Werkstoffzulassung nach der PED erforderlich ist.

In jedem Fall muss der Werkstoff die Anforderungen von 4.2 erfüllen.

4.5 Schweißzusatzwerkstoffe

Schweißzusatzwerkstoffe müssen so beschaffen sein, dass sie für zusammenhängende Schweißnähte mit mindestens den Eigenschaften geeignet sind, die für die Grundwerkstoffe des gefertigten Behälters festgelegt wurden.

Die Schweißzusatzwerkstoffe müssen aus EN ISO 2560, EN ISO 14171, EN ISO 17632 oder EN ISO 636 entsprechend der Eignung ausgewählt werden. Die Eignung der gewählten Zusatzstoffe muss nach 7.7.3 nachgewiesen werden.

4.6 Werkstoffzertifikate

Der Behälterhersteller muss Zertifikate beschaffen, aus denen die chemischen Analysen und Einzelheiten der mechanischen Eigenschaften der Stähle ersichtlich sind, die für die Konstruktion des Behälters geliefert wurden. Für die drucktragenden Teile und die direkt an den Tank geschweißten nichtdrucktragenden Teile müssen die Dokumente mit EN 10204:2004, Zertifikat Typ 3.1, übereinstimmen. Andere Teile müssen über eine Dokumentation nach EN 10204:2004, Prüfbericht Typ 2.2, verfügen. Die Zertifikate müssen die vom Werkstoffhersteller ausgefertigten Unterlagen hinsichtlich der Bescheinigung der Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation enthalten oder diese müssen beigelegt sein.

ANMERKUNG Anhang 1 ESR 4.3 der PED enthält spezifische Anforderungen für Werkstoff-Hersteller und ihre Qualitäts-Management-Systeme.

4.7 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtungen)

Nichtmetallische Werkstoffe müssen mit beiden Phasen des Flüssiggases (LPG) über den gesamten Druck- und Temperaturbereich, der während des Betriebs auftreten kann, verträglich sein.

5 Konstruktion

5.1 Allgemeines

Die Behälterwanddicke muss nach Anhang E berechnet werden.

Ein Korrosionszuschlag gegen Innenkorrosion ist nicht erforderlich bei Behältern, die für Flüssiggas (LPG) vorgesehen sind, das ISO 9162 entspricht und nach einer nationalen oder Internationalen Norm oder einer anderen vergleichbaren Festlegung geliefert ist.

Ein Korrosionszuschlag gegen Außenkorrosion ist nicht erforderlich bei Behältern mit einem äußeren Schutz gegen Korrosion in Übereinstimmung mit Abschnitt 10.

Der geeignete Schweißnahtfaktor für den verwendeten Werkstoff und die Art der gewählten zerstörungsfreien Prüfung müssen in Übereinstimmung mit Tabelle 2 ausgewählt werden.

Der Behälter muss so ausgelegt sein, dass er den Kräften, die durch den Druck, durch die Vakuumbedingungen und durch die Last der Flüssigkeit ausgeübt werden, in Übereinstimmung mit 5.3, 5.4 und 5.5 widersteht.

Bei unterirdischen Behältern müssen das Gewicht des umgebenden Bodens im Betriebszustand und die Belastungen durch Antiflotations-Einrichtungen berücksichtigt werden.

Erforderlichenfalls müssen Zusatzeinrichtungen am Behälter mit Verstärkungsblechen angeschweißt werden.

Es muss eine voll bemaßte Einzelteilzeichnung erstellt werden.

Bei der Auslegung des Behälters sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- erforderliche Verdunstungskapazität;
- Grundfläche des Behälters im Hinblick auf eine Verringerung der Bodennutzung;
- Verringerung des Werkstoffverbrauchs;
- Profil des Behälters;
- für den Behälter erforderliche Armaturen;
- Verringerung der Umweltbeeinträchtigung während der betrieblichen Wartung und der Entsorgung am Ende der Lebensdauer;
- effizienter Transport des Fertigprodukts.

5.2 Temperatur

Der Berechnungstemperaturbereich muss von -20 °C bis 50 °C reichen. Werden jedoch Temperaturen unter -20 °C (einschließlich einer Absenkung der Temperaturen aufgrund der Verdampfung des LPG) angenommen, muss der Hersteller nachweisen, dass der Werkstoff, aus dem die drucktragenden Teile gefertigt sind, die für einen Temperaturbereich von -40 °C bis 50 °C erforderlichen Eigenschaften nach EN 13445-2 aufweist.

5.3 Druck

Der Auslegungsdruck p (siehe 3.5) darf nicht geringer sein als der maximale zulässige Druck.

Bei unterirdischen Behältern ist er unter Berücksichtigung des Folgenden auszuwählen:

- der durch das Flüssiggas (LPG) bei der maximalen Bodentemperatur in einer Tiefe von 1 m entwickelte Druck; und
- der vom Flüssiggas auf den Behälter ausgeübte Höchstdruck.

In Anhang A sind für verschiedene Klimagebiete Empfehlungen für den jeweiligen Druck gegeben.

5.4 Vakuumbedingungen

Behälter müssen so bemessen sein, dass sie einem Mindest-Innendruck von 0,3 bar absolut standhalten.

ANMERKUNG Dies kann durch Berechnung nach EN 13445-3 nachgewiesen werden.

Diese Anforderung sollte sicherstellen, dass der Behälter den Vakuumbedingungen standhält, die vom Produkt während des Betriebs oder durch die normale Wartung hervorgerufen werden.

5.5 Belastung der Unterstützungen

Bei oberirdischen Behältern müssen der Behälter und die Unterstützungen so konstruiert sein, dass sie den Belastungen widerstehen, die auf sie wirken, wenn der Behälter mit Wasser gefüllt ist.

Bei unterirdischen Behältern müssen der Behälter und dessen Unterstützungen so konstruiert sein, dass sie dem größeren der folgenden Werte standhalten:

- der Betriebsmasse zuzüglich der Masse des Aushubs über dem Behälter;
- der Last durch die Unterstützungen, wenn der Behälter mit Wasser gefüllt ist.

Dies muss durch Berechnung nach EN 13445-3 oder experimentellen Nachweis dargelegt werden.

5.6 Belastung der Tragösen

Tragösen müssen so konstruiert sein, dass sie die maximalen Belastungen aufnehmen können, die durch die Herstellung oder die Handhabung im Betrieb erwartet werden. Dies muss durch Berechnung entsprechend EN 13445-3 oder experimentellen Nachweis erfolgen.

6 Öffnungen

6.1 Allgemeines

Behälter müssen eine angemessene Anzahl von Öffnungen haben, damit für die betrieblichen Anforderungen ausreichende Verbindungen vorhanden sind. Öffnungen mit Gewinde- oder Flanschverbindungen müssen so angeordnet sein, dass sie nach dem Einbau zugänglich bleiben.

6.2 Verstärkung

Jede Öffnung muss entweder durch das Anschweißen eines Stutzens, eines Blechflansches oder eines Verstärkungsblechs verstärkt und in Übereinstimmung mit E.3 konstruiert sein.

6.3 Lage der Schweißnähte und Öffnungen

Die Schweißnähte der Öffnungsverstärkungen müssen von Längs- und Rundnähten und von den Schweißnähten anderer Öffnungsverstärkungen, gemessen zwischen den Schweißkanten, einen Mindestabstand aufweisen, der mindestens dem kleineren der folgenden Werte entspricht:

- der doppelten Dicke des Mantels oder Kopfes (wie zutreffend); oder
- 40 mm.

7 Ausführung und Herstellung

7.1 Allgemeines

Behälter müssen nach Zeichnungen und Spezifikationen entsprechend den Anforderungen dieser Norm und nach guten ingenieurmäßigen Erfahrungen hergestellt werden.

Der Hersteller trägt die Verantwortung für die Fähigkeit, Ausbildung und Beaufsichtigung seines Personals.

Vom Hersteller durchgeführtes Umformen, Schweißen und Wärmebehandlung muss sicherstellen, dass die Werkstoffeigenschaften des gefertigten Behälters die erforderlichen Werkstoffeigenschaften aufweist, um sowohl die Konstruktionsvorgaben als auch die Anforderungen dieser Norm zu erfüllen.

Der Hersteller muss ein genau festgelegtes Kontrollverfahren für Herstellungsvorgänge haben einschließlich besonderer Verfahren wie z. B. Umformen, Schweißen und Wärmebehandlung.

7.2 Umwelt

Die Umweltauswirkungen des Schweißens und damit verbundener Prozesse müssen nach EN 14717 beurteilt werden.

Der Hersteller sollte bemüht sein, den Werkstoffverlust durch die Auswahl von Werkstoffen in angemessener Größe in Bezug auf die zur Herstellung erforderlichen Fertigteile zu verringern. Unvermeidbarer Verlust/Ausschuss sollte der stofflichen Wiederverwertung zugeführt werden.

Die Lärmpegel aufgrund des Fertigungsprozesses sollten bewertet und Maßnahmen ergriffen werden, um die Auswirkungen auf die äußere Umgebung zu verringern.

7.3 Kontrolle und Nachweisbarkeit der Werkstoffe

Der Hersteller muss ein Erkennungssystem für den bei der Herstellung verwendeten Werkstoff unterhalten, damit der gesamte Werkstoff für drucktragende Teile am fertig gestellten Behälter bis zum Ursprungsmaterial zurückverfolgt werden kann. Das System zur Nachweisbarkeit muss geeignete Verfahren zur Nachprüfung der Identifikation des vom Lieferanten empfangenen Werkstoffs anhand der Prüfbescheinigungen und/oder Abnahmeprüfung der Werkstoffhersteller einschließen.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass der verwendete Werkstoff den Festlegungen der Konstruktion und/oder Zeichnungen entspricht.

Bei der Aufteilung und dem Schneiden des Werkstoffs, muss die Werkstoffkennzeichnung so platziert sein:

- a) dass sie deutlich sichtbar ist, wenn das drucktragende Teil gefertigt ist; oder
- b) dass sie nachvollziehbar ist, durch die Anwendung eines Nachweissystems, das die Rückverfolgbarkeit aller Werkstoffe des gefertigten Behälters sicherstellt.

Wenn es sich nicht vermeiden lässt, dass die Werkstoffkennzeichnung während der Herstellung eines drucktragenden Teils ausgeschnitten wird, sollte sie vom Hersteller des drucktragenden Teils auf eine andere Stelle des Teils übertragen werden. Die Übertragung der Kennzeichnung sollte durch eine vom Hersteller beauftragte Person erfolgen.

Wenn die Kennzeichnung auf den Werkstoffen übertragen wird, darf das Verfahren der Stempelung oder Kennzeichnung keine nachteiligen Auswirkungen auf die festgelegten Werkstoffeigenschaften haben.

Aufzeichnungen über die verwendeten Schweißzusatzwerkstoffe müssen aufbewahrt werden.

7.4 Herstellungstoleranzen

Toleranzen der Behälterform müssen mit Anhang B übereinstimmen.

7.5 Geeignete Schweißangaben

7.5.1 Allgemeines

Grundlegende Schweißangaben müssen EN 1708-1 entsprechen. In Anhang G sind empfohlene Schweißangaben aufgeführt.

7.5.2 Längsnähte

Mantelschweißnähte müssen entweder spiralförmige Stoßnähte oder Längsstoßnähte sein. Wird der Behälter aus mehr als einem Behälterschuss hergestellt, müssen die Längsschweißnähte der anstoßenden Schüsse um mindestens 100 mm versetzt sein. Dieser Abstand muss zwischen den Schweißkanten gemessen werden.

7.5.3 Sickennähte

7.5.3.1 Sickennähte müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- der versetzte Bereich, der die Schweißunterlage bildet, muss innerhalb des Berührungsbereichs des gesamten kreisförmigen Umfangs einen engen Zusammenschluss bilden (Bearbeitung des Berührungsabschnitts des Versatzes ist zulässig unter der Voraussetzung, dass die restliche Dicke als Schweißunterlage an keiner Stelle weniger als 75 % der Ursprungsdicke beträgt);
- das Profil des Versatzes mit sanftem Radius und ohne scharfe Kanten muss während der gesamten Produktion aufrechterhalten werden;
- nach Fertigstellung der Schweißung muss die Naht ein abgerundetes Profil haben und den Spalt bis zur vollen Dicke der zu verbindenden Blechkante ausfüllen.

Empfohlene Anordnung von Sickennähten sind in Bild G.2 dargestellt.

7.5.3.2 Wenn der Flanschbereich des gewölbten Bodens eingezogen ist, muss dieser Einzug genügend weit vom Krempe radius entfernt sein, um sicherzustellen, dass die Kante der Umfangsnaht mindestens 12 mm von der Krempe entfernt ist.

7.5.3.3 Wenn eine Schweißkante eingezogen ist, müssen vorher die Längs- oder Spiralschweißnähte innen und außen über eine Strecke von ungefähr 50 mm ohne Verringerung der Blechdicke bündig gemacht werden. Bei Fertigstellung der Sicke muss im Bereich der Schweißnaht durch eine Magnetpulverprüfung nach EN ISO 17638 oder durch ein Eindringverfahren nach EN ISO 3452-1 nachgewiesen werden, dass sie frei von Rissen ist.

7.6 Umformen druckbeaufschlagter Teile

7.6.1 Allgemeines

Geformte druckbeaufschlagte Teile müssen entweder kaltgeformt oder warmgeformt sein.

Böden müssen aus einem Blechteil hergestellt sein.

Bleche für geformte Teile müssen mit 4.2 übereinstimmen.

Die Werkstücktemperatur darf während des Warmform-Vorgangs 1 050 °C nicht überschreiten.

7.6.2 Wärmebehandlung nach dem Umformen

7.6.2.1 Umwelt

Wenn eine Wärmebehandlung durchgeführt wird, muss das Verfahren so gestaltet sein, dass der Energieverbrauch verringert ist, Kühlmittel verwendet werden und die umweltfreundliche Entsorgung von Dämmstoff und sonstigem Abfall sichergestellt ist.

Werden geformte Teile als Bauteile geliefert, ist auf 4.2 Bezug zu nehmen.

7.6.2.2 Wärmebehandlung nach dem Kaltformen von Blechen

Kaltgeformte Böden müssen nach dem Formen einer Wärmebehandlung unterzogen werden, es sei denn, es kann nachgewiesen werden, dass die in 4.2 festgelegten Eigenschaften erfüllt sind, oder es wird durch eine Berstprüfung an einem Prototyp-Behälter nachgewiesen, dass das geformte Bauteil nicht der schwächste Punkt des Behälters ist.

Soweit nach dem Kaltumformen eine Wärmebehandlung vorgenommen wird, muss dies durch Normalisieren erfolgen, um die erforderlichen Werkstoffeigenschaften zu erreichen.

ANMERKUNG Das Hersteller-Prüfzertifikat für den Grundwerkstoff kann als Anhaltspunkt oder Empfehlung für die notwendige Art der Wärmebehandlung herangezogen werden.

7.6.2.3 Wärmebehandlung nach dem Warmformen

Ist keine nachfolgende Wärmebehandlung vorgesehen, muss das Umformverfahren anerkannt sein, überwacht werden und die Anforderungen in 7.6.1 erfüllen.

Liegt die Umformungstemperatur unterhalb von A_{r3} oder ist die Dehnung des Stahls nach dem Umformen niedriger als in 4.2 gefordert, müssen die geformten Teile durch Normalisieren oder andere geeignete Verfahren nach dem Warmformen wärmebehandelt werden, damit die mechanischen Eigenschaften in Übereinstimmung mit 4.2 wieder hergestellt sind.

7.6.3 Prüfung der umgeformten Teile

Bei kaltgeformten Teilen, die keiner Wärmebehandlung unterzogen wurden, sind in Bezug auf den Umformvorgang keine mechanischen Prüfungen erforderlich, es sei denn diese sind für Böden nach 7.6.2.2 gefordert.

Alle anderen umgeformten Teile mit einer Werkstoffdicke größer oder gleich 5 mm müssen nach dem letzten Umformvorgang oder jeder Wärmebehandlung einer Prüfung unterzogen werden, um die Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation nachzuweisen. Probestücke müssen an einem überstehenden Ende oder einem überzähligen Stück des umgeformten Teils entnommen werden oder von einem getrennten Probestück, das nach demselben Verfahren umgeformt wurde. Es müssen ein Probestück für die Zugfestigkeitsprüfung und drei Probestücke für den Kerbschlagbiegeversuch entsprechend der Werkstoffspezifikation entnommen werden.

Bei geformten Böden müssen die Probestücke von den für die Prüfung bestimmten Böden entnommen werden, die wie folgt ausgewählt werden:

- 1 von den ersten 10 aus jeder Familie und danach;
- 1 je 1 000 Produktionseinheiten, aber mindestens 1 alle 2 Jahre.

Böden gehören zu einer Familie, wenn sie folgende gemeinsame Eigenschaften besitzen:

- dieselbe Werkstoffspezifikation;
- dasselbe Umformverfahren;
- dieselbe Wärmebehandlung; und
- geometrische Gleichheit bis zu $\pm 10 \%$.

7.6.4 Wiederholungsprüfungen

Wenn ein unzureichendes Prüfergebnis aufgrund schlechter Prüftechnik oder eines begrenzten Fehlers für ein Probestück vorliegt, dann ist es zulässig, diese Prüfung zu wiederholen.

Wenn die Prüfungen bei einwandfrei entnommenen Proben nicht mit den Festlegungen übereinstimmen, muss die Prüfung folgendermaßen wiederholt werden:

- wenn der Zug- oder Biegeversuch nicht erfolgreich ist, muss die Prüfung mit zwei weiteren Probestücken aus dem Prüfteil wiederholt werden. Die beiden Resultate müssen mit der Spezifikation übereinstimmen;
- wenn einer der drei Kerbschlagbiegeversuche nicht erfolgreich ist, müssen drei weitere Probestücke dem Prüfteil entnommen und geprüft werden. Der Mittelwert dieser sechs Einzelprüfungen muss die Festlegungen erfüllen. Nicht mehr als zwei Einzelwerte dürfen unter dem Mindestwert liegen, und von diesen beiden muss einer mindestens 70 % des Mindestwerts erreichen.

Jedes druckbeaufschlagte Teil, das die Spezifikation nicht erfüllt, muss verworfen werden. Die Prüfung muss dann an zwei anderen geformten Teilen des gleichen Fertigungsloses wiederholt werden, und die Ergebnisse müssen dann die Spezifikation erfüllen.

Wenn die Ergebnisse der Wiederholungsprüfungen der Spezifikation nicht genügen, dürfen die geformten Teile und die Probestücke einer weiteren Wärmebehandlung unterzogen und die Prüfungen wiederholt werden.

Wird eine der Prüfungen an den erneut wärmebehandelten Teilen nicht bestanden, müssen die geformten Teile oder das Fertigungslos verworfen werden.

7.6.5 Sichtprüfung und Maßkontrolle

Geformte Teile, die ein Zertifikat nach EN 10204:2004 benötigen, müssen vom Hersteller einer Sichtprüfung und Maßkontrolle nach den Lieferbedingungen unterzogen werden. Die Ergebnisse der Sichtprüfung und Maßkontrolle müssen vom Hersteller bestätigt und in das Zertifikat nach EN 10204:2004 einbezogen werden.

7.6.6 Kennzeichnung

Die geformten Teile müssen so gekennzeichnet sein, dass der Werkstoff und der Hersteller der geformten Teile während der Herstellung des Behälters festgestellt werden können. Bei einer Herstellungslosprüfung muss der Zusammenhang der einzelnen geformten Teile mit dem Herstellungslos erkennbar sein.

7.6.7 Prüfbescheinigung

Zertifikate für geformte Teile müssen Einzelheiten jeder Wärmebehandlung enthalten.

7.7 Schweißen

7.7.1 Allgemeines

Das Schweißen muss unter folgenden Bedingungen erfolgen:

- der Hersteller muss für das Anwendungsgebiet ein Schweißverfahren auswählen und sowohl die Schweißer als auch das Schweißpersonal müssen für die ihnen zugewiesene Tätigkeit qualifiziert sein;
- sämtliche Längsnähte müssen maschinell/automatisch hergestellt sein. Umfangsnähte für Behälter mit einem Durchmesser $\leq 1\,250$ mm müssen maschinell/automatisch hergestellt sein.

ANMERKUNG Bei Behältern, die der PED entsprechen müssen, wird bei den Schweißverfahren und der Schweißerqualifikation eine Zulassung durch eine Benannte Stelle oder eine anerkannte unabhängige Stelle, die vom jeweiligen Mitgliedsstaat benannt wurde, erforderlich sein.

7.7.2 Schweißanweisung (WPS)

Der Hersteller muss Schweißanweisungen (WPS) für sämtliche Nähte nach EN ISO 15609-1 erstellen.

7.7.3 Eignung der WPS

Die Eignung der Schweißanweisungen muss durch Prüfungen nach EN ISO 15614-1 oder EN ISO 15613 nachgewiesen werden.

7.7.4 Eignung von Schweißern und Schweißpersonal

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 und Schweißpersonal nach EN ISO 14732 qualifiziert sein.

ANMERKUNG Die Ausbildung, Beaufsichtigung und Kontrolle der Schweißer und des Schweißpersonals liegen in der Verantwortung des Herstellers.

Der Hersteller muss ein aktuelles Verzeichnis der Schweißer und des Schweißpersonals zusammen mit den Unterlagen über deren Qualifizierungsprüfung führen.

7.7.5 Vorbereitung der zu schweißenden Kanten

Die zu schweißende Oberfläche muss sorgfältig von Zunder, Öl, Schmiermittel oder anderen fremden Substanzen gereinigt sein, um jeglichen nachteiligen Einfluss auf die Schweißqualität zu vermeiden.

Die zu schweißenden Kanten müssen entweder mit mechanischen Mitteln oder durch Heftschweißen oder einer Kombination von beidem positioniert werden. Die Heftschweißungen müssen entfernt oder vollständig mit dem aufgetragenen Material verschmolzen werden.

In beiden Fällen muss der Hersteller sicherstellen, dass das Heftschweißen keine metallurgischen Fehler oder Homogenitätsfehler verursacht.

Beim Schweißen ohne Abdichtung/einseitiges Schweißen muss der Hersteller sicherstellen, dass die Ausrichtung und die Lücke der zu schweißenden Kanten die erforderliche Durchschweißung bis zur Schweißnahtwurzel ermöglichen. Während des gesamten Schweißvorgangs müssen die zu verschweißenden Kanten so eingespannt sein, dass die geforderte Schweißgeometrie aufrechterhalten wird.

Der Werkstoff kann auf seine Größe und Form durch jegliches mechanische oder thermische Trennverfahren oder durch eine Kombination von beiden geschnitten werden. Das Schneiden darf vor oder nach dem Umformen erfolgen.

7.7.6 Ausführung von Schweißnähten

Nach jeder Schweißung müssen jegliche Schlacke entfernt und, wenn nötig, die Naht gereinigt und die Oberflächenfehler beseitigt werden.

Wenn das angewendete Schweißverfahren keine effektive und fehlerfreie Durchschweißung ergibt, muss die Schweißnahtrückseite unter Verwendung eines mechanischen oder thermischen Verfahrens oder durch Schleifen bis zum einwandfreien Material entfernt werden.

Fremdlichtbögen an Behälterteilen außerhalb der Schweißvorbereitung müssen vermieden werden. Wo dies versehentlich auftritt, muss die beeinflusste Zone (einschließlich der wärmebeeinflussten Zone) repariert werden.

7.7.7 Anbauteile und Unterstützungen

Das Anschweißen von Anbauteilen (ob vorübergehend oder nicht) einschließlich Unterstützungen an ein drucktragendes Teil muss durch einen geeigneten Schweißer nach einem geeigneten Verfahren erfolgen.

Vorübergehende Anbauteile müssen mit einer Technik wieder entfernt werden, die keinen Einfluss auf die Eigenschaften des Metalls oder des drucktragenden Teils hat, an das es angeschweißt war. Die betroffenen Bereiche müssen geglättet werden und einer Eindring- oder Magnetpulverprüfung zugeführt werden, es sei denn, die Bereiche werden anschließend mit einer weiteren Schweißnaht versehen, die nach 9.2 geprüft werden muss.

7.7.8 Vorwärmen

7.7.8.1 Der Hersteller muss in der WPS die Vorwärmtemperatur angeben.

ANMERKUNG Die Vorwärmtemperatur ist abhängig von der Zusammensetzung des zu schweißenden Werkstoffs, der Werkstoffdicke und der verwendeten Energiezufuhr. Empfehlungen für das Vorwärmen werden in EN 1011-2 gegeben.

7.7.8.2 Es darf nicht geschweißt werden, wenn die Temperatur des Grundwerkstoffs in der Nähe der Naht weniger als +5 °C beträgt.

7.8 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Bei Werkstoffsorten und Schweißnahtstärken, die zur Fertigung von Behältern nach der vorliegenden Norm verwendet werden, ist eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen nicht erforderlich.

7.9 Reparaturen

7.9.1 Reparaturen von Oberflächenfehlern am Grundwerkstoff

Wenn Oberflächenfehler, die nicht sehr tief sind, wie beispielsweise zufällige Lichtbogaufschläge, Werkzeugmarkierungen und Markierungen vom Brennschneiden, dürfen die Fehler durch Schleifen behoben werden, wobei der Grundbereich mit der angrenzenden Oberfläche einen Kegel bildet. Dem Schleifen muss eine Überprüfung auf Oberflächenfehler folgen.

Die Dicke bei der Reparatur muss überprüft werden, um sicherzustellen, dass die Konstruktionsvorgaben eingehalten wurden.

Wenn der Fehler die Wanddicke unter die Mindestwanddicke reduziert, darf keine Reparatur ausgeführt und der Behälter muss aussortiert werden.

7.9.2 Reparatur von Schweißfehlern

Schweißfehler, die nicht die Abnahmebedingungen erfüllen, müssen repariert oder der Behälter muss verschrottet werden.

ANMERKUNG EN 13109 enthält Leitsätze zur Entsorgung von LPG-Behältern.

Fehler müssen entweder durch Entfernen und Wiederherstellen der vollständigen Schweißnaht erfolgen oder durch örtliche Reparatur in Abhängigkeit vom Umfang der Fehler.

Die Reparatur muss unter Verwendung einer geeigneten WPS nach 7.7.2 oder durch ein speziell geeignetes Reparaturverfahren durchgeführt werden. Wenn das ursprüngliche Schweißverfahren zur Reparatur angewendet wird, ist die erneute Qualifikation des Schweißverfahrens nicht erforderlich.

Die Reparaturen müssen durch geeignete Schweißer oder Bediener von Schweißgeräten durchgeführt werden.

Reparaturbereiche müssen in der gleichen Weise zerstörungsfrei geprüft werden wie die Ausgangsnaht und die Anforderungen in Abschnitt 9 erfüllen. Ist das Ergebnis nicht zufrieden stellend, ist eine weitere Reparatur nicht zulässig.

Der Hersteller muss von sämtlichen Schweißreparaturen Aufzeichnungen aufbewahren.

8 Nichtdrucktragende Anbauteile

8.1 Anbauteile

Unterstützungen, Tragösen, Blechflansche usw., die nicht durch den Behälterdruck beaufschlagt werden, dürfen durch Schweißen am Behälter befestigt werden, vorausgesetzt, diese Anbauteile sind aus schweißbarem und kompatiblen Stahl hergestellt. Alle Anbauteile müssen durchgehend angeschweißt sein.

8.2 Lage

Anbauteile müssen so konstruiert sein, dass eine Überprüfung der Schweißnaht möglich ist, und müssen, wo es machbar ist, von Längs- und Quernähten einen Mindestabstand von 40 mm haben. Dort, wo es nicht machbar ist, müssen die Anbauteile und ihre Schweißnähte die Naht vollständig kreuzen.

Anbauteile müssen so angebracht und konstruiert sein, dass das Ansammeln und Auffangen von Wasser verhindert werden.

8.3 Lüftungsloch

Jedes Unterstützungsblech oder jede Platte, die eine druckbeaufschlagte Schweißnaht überdeckt, muss mit einem Lüftungsloch ausgestattet sein, in das ein Gewinde geschnitten und das zugeschraubt sein muss.

9 Inspektion und Prüfung

9.1 Sichtprüfung von Schweißnähten

Alle Schweißnähte müssen nach Fertigstellung hinsichtlich Oberflächenfehler einer Sichtprüfung in Übereinstimmung mit EN ISO 17637 unterzogen werden und Fehler müssen unter Verwendung der Kriterien in 9.6 bewertet werden. Die zu prüfende Oberfläche muss gut beleuchtet und frei sein von Schmiermittel, Schmutz, Zunder, Rückständen oder von Oberflächenschutz jeglicher Art.

Inakzeptable Fehler müssen entweder nach 7.9 repariert oder der Behälter muss zurückgewiesen werden.

Es wird empfohlen, dass die Sichtprüfung durch eine Magnetpulver- oder Eindringprüfung im Falle von Unsicherheiten ergänzt wird (siehe 9.3.4 und 9.3.5).

9.2 Zerstörungsfreie Prüfung

9.2.1 Die Röntgen- und/oder Ultraschallprüfung der Längs- und Spiralnähte muss in Übereinstimmung mit 9.3.2 und 9.3.3 und in dem in Tabelle 2 festgelegten Umfang erfolgen. Alle Fehler müssen nach den Kriterien in 9.6 bewertet werden.

9.2.2 Für die Stahlgruppen 1.1, 1.2 und 1.3 kann der Prüfumfang der zerstörungsfreien Prüfung von 100 % auf 10 % reduziert werden, wenn in ausreichendem Umfang zufrieden stellende Erfahrungswerte vorliegen.

„Zufrieden stellende Erfahrung“ wird definiert als die erfolgreiche Herstellung, ohne jeden inakzeptablen Fehler, von 25 Behältern oder 50 m Schweißnaht, je nachdem, welcher Wert größer ist, siehe 9.6.

Beim Wechsel des Schweißverfahrens oder bei einer Produktionsunterbrechung von mehr als 4 Wochen müssen die Kriterien für eine zufrieden stellende Erfahrung erneut erfüllt werden.

9.2.3 Mindestens 10 % der Gesamtlänge aller Rundnähte jedes Behälters müssen einer Röntgen- oder Ultraschallprüfung nach 9.3.2 oder 9.3.3 unterzogen werden. Die überprüften Bereiche müssen alle T-Stöße einschließen.

Es wird empfohlen, dass der Hersteller eine Lageskizze der überprüften Bereiche erstellt.

Tabelle 2 — Umfang der zerstörungsfreien Prüfung an Längsnähten und Schweißnahtfaktoren

Stahl/Gruppe (Siehe Tabelle 1)	2.1	1.1, 1.2, 1.3	1.1, 1.2, 1.3 2.1
Umfang der zerstörungsfreien Prüfung (NDT) ^a	100 %	100 %, dann 10 % ^{b c}	10 %
Schweißnahtfaktor	1	1	0,85
^a Diese Prozentangabe gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Behälters an. ^b Vollmechanisiertes und/oder automatisches Schweißverfahren, wobei mindestens die Bewegung des Schweißkopfes und des Schweißzusatzes mechanisch gesteuert erfolgen muss. ^c Erste Zahl: Ursprünglicher Wert; zweite Zahl: Nach zufrieden steller Erfahrung herabgesetzter Wert. Siehe 9.2.2.			

9.2.4 10 % der Gesamtlänge aller Schweißnähte, mit denen Stutzen, Abzweige oder Verstärkungsbleche am Mantel oder an den Böden angebracht sind, und 10 % aller anderen Anschweißnähte an druckbeaufschlagten Teilen müssen durch Magnetpulverprüfung und/oder durch Eindringverfahren auf Fehler untersucht werden, siehe 9.3.4 oder 9.3.5. Jegliche Fehler müssen bewertet werden unter Berücksichtigung der Abnahmekriterien in 9.6.

9.3 Zerstörungsfreie Prüfverfahren

9.3.1 Allgemeines

Die Auswahl zerstörungsfreier Prüfverfahren für Schweißnähte muss in Übereinstimmung mit EN ISO 17635 erfolgen. Andere Methoden oder Verfahren dürfen angewendet werden unter der Voraussetzung, dass der gleiche Grad an Fehlererkennung erreicht wird.

9.3.2 Röntgen-Verfahren

Die Röntgenprüfung muss entsprechend EN ISO 17636-1 und EN ISO 17636-2 durchgeführt werden sowie in Übereinstimmung mit EN 14784-1 und EN 14784-2, sofern anwendbar.

Die Röntgen-Empfindlichkeit muss entsprechend EN ISO 19232-1 und EN ISO 19232-2 festgelegt werden oder nach anderen Verfahren, die vergleichbare Ergebnisse erreichen. An jedem geröntgten Schweißabschnitt müssen Symbole angebracht sein, damit Folgendes festgestellt werden kann:

- Arbeits- oder laufende Werkstücknummer, Bestellnummer oder ähnliche charakteristische Hinweisnummer;
- Naht;
- Naht-Abschnitt; und
- äußere Schweißnahtkante.

Es wird empfohlen, dass diese durch Pfeile oder andere Symbole längsseitig aber nicht auf der Nahtkante markiert werden, um deren Position deutlich zu bestimmen.

Werden Röntgenbilder von der gesamten Länge der Schweißnaht gefordert, muss eine ausreichende Überlappung vorgesehen werden, um sicherzustellen, dass die komplette Schweißnaht von der Röntgung erfasst wird, und jedes Röntgenbild muss nahe jeder Ecke eine Nummer tragen.

Röntgenbilder von reparierten Schweißnähten müssen eindeutig gekennzeichnet sein z. B. mit „R1“.

Die Lage der Schweißnähte darf gekennzeichnet werden durch den Buchstaben „L“ für Längsnaht und „C“ für Rundnaht, mit einem Nummernsatz (1, 2, 3 usw.), um festzulegen, ob dies die erste, zweite, dritte usw. Naht des Typs war.

Dort, wo Röntgen-Prüfung vorgeschrieben ist, darf sie durch Radioskopie ausgeführt werden, unter der Voraussetzung, dass dem Verfahren dieselbe Qualität der Untersuchung und des Fehlernachweises bietet sowie dasselbe Niveau von Aufzeichnungen wie die Röntgen-Prüfung nachgewiesen werden kann.

9.3.3 Ultraschall-Verfahren

Ultraschall-Prüfverfahren müssen EN ISO 17640 entsprechen.

Vor einer Ultraschallprüfung von Schweißnähten muss der angrenzende Ausgangswerkstoff einer Ultraschallprüfung unterzogen werden, um die Werkstoffdicke zu bestimmen und um alle Fehler ausfindig zu machen, die eine erfolgreiche Schweißnahtprüfung verhindern könnten.

9.3.4 Magnetpulver-Verfahren

Das Magnetpulver-Prüfverfahren muss EN ISO 17638 entsprechen.

Besondere Sorgfalt muss der Vermeidung von Beschädigungen der Oberfläche durch falsche Handhabung der verwendeten magnetischen Ausrüstungsteile gelten, und falls eine derartige Beschädigung eintritt, muss sie nach 7.9.1 repariert werden.

9.3.5 Eindringverfahren

Eindringverfahren zum Prüfen von Schweißnähten müssen nach EN ISO 3452-1 durchgeführt werden.

9.4 Kennzeichnung für zerstörungsfreie Prüfungen

Für alle zerstörungsfreien Prüfungsverfahren müssen längs der Schweißnaht Kennzeichen angebracht werden, um Bezugspunkte für die genaue Lage der Naht im Hinblick auf den Prüfbericht zu bestimmen, siehe 12.2 i).

9.5 Eignung des Personals

Prüfpersonal muss nach EN ISO 9712 Stufe 1 oder höher, geeignet sein und durch nach EN ISO 9712, Stufe 2 oder Stufe 3, qualifiziertes Personal beaufsichtigt werden.

ANMERKUNG Für Behälter in Übereinstimmung mit den Modellkategorien III und IV der PED muss das Prüfpersonal von einer Benannten Stelle oder anerkannten unabhängigen Stelle, die von einem Mitgliedsstaat in der Folge von Artikel 13 der PED benannt wurde, anerkannt worden sein.

9.6 Abnahmekriterien

9.6.1 Fehler, die durch visuelle und zerstörungsfreie Prüfungen gefunden wurden, müssen charakterisiert und bewertet werden unter Verwendung der Kriterien in Tabelle 3.

Tabelle 3 — Abnahmekriterien

Prüfmethode	Charakterisierung	Abnahmekriterien
Visuelle Prüfung	EN ISO 5817 (Oberflächenfehler).	EN ISO 5817 (Oberflächenfehlergrenze C), sowie Tabelle D.1 dieser Norm.
Radiographie/Radioskopie	EN ISO 10675-1 und Tabelle D.2 dieser Norm.	EN ISO 10675-1. Abnahmegrenze 2 sowie Tabelle D.2 dieser Norm.
Ultraschallprüfung	EN ISO 23279 (Lediglich Empfehlungen).	EN ISO 11666. Abnahmegrenze 2. Keine Flächenfehler gestattet.
Magnetpulverprüfung	EN ISO 23278	EN ISO 23278. Abnahmegrenze 2X.
Eindringprüfung	EN ISO 23277	EN ISO 23277. Abnahmegrenze 2X.

9.6.2 Werden im Rahmen einer zerstörungsfreien Prüfung einzelne inakzeptable Fehler entdeckt, müssen zwei zusätzliche Zonen der fehlerhaften Naht nach dem gleichen Verfahren überprüft werden. Wenn weitere inakzeptable Fehler gefunden werden, muss die Schweißnaht zu 100 % überprüft werden, wobei die Abnahmekriterien für die 100 %-Prüfung gelten.

9.6.3 Bei einem wiederholten Auftreten des gleichen inakzeptablen Fehlertyps (Wiederhol- oder Mehrfachfehler) in der Behälternaht, die, wie in 9.6.2 gefordert, ganz geprüft wurde, müssen auch bei den unmittelbar vor und nach der Probenahme hergestellten Behältern die gleichen Schweißnähte überprüft werden.

9.6.4 Werden keine weiteren inakzeptablen Fehler in den jeweiligen Nähten dieser beiden Behälter gefunden, sind keine weiteren Überprüfungen erforderlich.

9.6.5 Werden weitere inakzeptable Fehler entweder im vorhergehenden oder im nachfolgenden Behälter gefunden, müssen weitere vorhergehende und nachfolgende Behälter nach 9.6.2 oder 9.6.3 bewertet werden, bis ein Behälter ohne inakzeptable Fehler gefunden wird. Wo 9.2.2 zur Anwendung kommt, muss die zufrieden stellende Erfahrung während der nachfolgenden Produktion erneut erbracht werden.

9.7 Probeplatten aus der Fertigung

9.7.1 Für jeden Monat der Fertigung und für jedes Längsnaht- oder Spiralnaht-Schweißverfahren muss folgende Anzahl von Probeplatten erstellt werden:

- 1 Probeplatte von 0 m bis 60 m;
- 1 Probeplatte von 60 m bis 360 m;
- 1 Probeplatte von 360 m bis 1 860 m;
- 1 Probeplatte von 1 860 m bis 9 360 m.

Werden die Umfangsnähte nach einem anderen Verfahren als dem Längsnaht-/Spiralnaht-Schweißverfahren hergestellt, muss jedes Jahr eine Probeplatte erstellt werden.

Diese Anforderungen gelten für jede Werkstoffspezifikation, die durch ein gesondertes Einzelwerkstoffgutachten abgedeckt sind.

9.7.2 Probeplatten von Längs- und Spiralnähten müssen, wo immer möglich, so an der Mantelplatte an einem Nahtende befestigt sein, dass die Schweißkanten in der Probeplatte eine Fortsetzung und Duplizierung der jeweiligen Schweißkanten des Behälters sind. Der Schweißwerkstoff muss auf der Probeplatte fortlaufend mit dem Schweißverfahren der vergleichbaren Längsnaht so aufgetragen werden, dass das Schweißverfahren und die Technik gleich sind. Wenn die Probeplatten einzeln geschweißt werden müssen, wie im Falle von Rundnähten, muss das angewandte Verfahren das in der Herstellung des Behälters verwendete Verfahren reproduzieren.

9.7.3 Die Probeplatten müssen eine ausreichende Größe für die geforderten Probestücke einschließlich der für die Wiederholprüfungen haben. Die Art und Anzahl der von der Probeplatte zu entnehmenden Probestücke sind in Tabelle 4 festgelegt.

Die Prüfungen müssen entsprechend folgenden Normen ausgeführt werden:

- Biegeversuch EN ISO 5173;
- Makroschliff EN ISO 17639;
- Kerbschlagbiegeprüfung EN ISO 9016;
- Längszugversuch EN ISO 5178;
- Querkzugversuch EN ISO 17637.

9.7.4 Es muss ein Prüfbericht erstellt werden, in dem die Prüfergebnisse im Vergleich zu den festgelegten Anforderungen dargestellt sind.

9.7.5 Wo einzelne Biegeversuch-Ergebnisse nicht die festgelegten Anforderungen erfüllen, muss die Fehlerursache erforscht werden, und wenn dabei keine inakzeptablen Fehler gefunden werden, müssen zwei weitere Biegeversuche durchgeführt werden. Ist eine der Wiederholprüfungen fehlerhaft, müssen die Schweißnähte, die durch die Probeplatten dargestellt werden, als nicht in Übereinstimmung mit dieser Norm angesehen werden.

9.8 Abnahme

9.8.1 Druckprüfung

Behälter müssen nach Anhang C hydraulisch geprüft werden. Behälter dürfen keine Anzeichen von Undichtheit oder plastischer Verformung erkennen lassen, und es darf sich kein Druckabfall zeigen, wenn der Tank von der Druckversorgung getrennt ist. Nach der Prüfung darf der Behälter keine Anzeichen von bleibendem Verzug zeigen.

Behälter, die nach der Druckprüfung repariert wurden, die die Eigenschaften der druckberührenden Teile beeinflusst, müssen einer weiteren Druckprüfung nach Beendigung der Reparatur unterzogen werden.

Der Prüfdruck muss mindestens dem 1,43-Fachen des Auslegungsdrucks betragen (siehe Anhang A). Durch Berechnungen muss jedoch sichergestellt sein, dass die allgemeine Membranspannung, die beim tatsächlichen Prüfdruck auftritt, 95 % der festgelegten gewährleisteten Mindeststreckgrenze R_{eH} des Werkstoffs nicht überschreitet. Beim Überschreiten dieser Grenze muss der Prüfdruck entsprechend reduziert werden.

Die Prüfdauer muss ausreichend Zeit für eine Untersuchung auf Anzeichen von Leckagen oder allgemeine plastische Verformung gewähren, muss jedoch mindestens 10 min betragen.

9.8.2 Endabnahme

Nach dieser Norm konstruierte und gefertigte Behälter müssen einer inneren und äußeren Überprüfung unterzogen werden, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen der Konstruktionszeichnungen festzustellen.

Wenn aufgrund der Größe der Öffnungen eine innere Überprüfung bei einem fertig gestellten Behälter nicht möglich ist, muss der Hersteller sicherstellen, dass die innere Oberfläche vor dem abschließenden Zusammenbau überprüft wird.

Die Endabnahme muss nach Beendigung aller Schweißarbeiten, nach jeglicher Wärmebehandlung nach dem Schweißen und nach allen Reparaturen sowie der Wasserdruckprüfung, aber vor dem Auftragen jeglicher Beschichtung erfolgen.

Tabelle 4 — Anzahl der Probestücke

Stahlgruppe (siehe Tabelle 1)	1.1, 1.2 und 1.3		2.1	
Nennwanddicke e des Grundwerkstoffs, mm	$e \leq 12$	$e > 12$	$e \leq 12$	$e > 12$
Biegeversuch mit der Schweißraupe	1	—	1	—
Biegeversuch mit der Schweißnahtwurzel	1	—	1	—
Makroschliff	1	1	1	—
Kerbschlagbiegeversuch: Schweißgut	3 ^a	3	3 ^a	3
Kerbschlagbiegeversuch: wärmebeeinflusste Zone	—	3	—	3
Längsnahtzugversuch	—	—	—	1 ^b
Zugversuch in der Querachse	—	—	—	1
Es ist erlaubt, zerstörungsfreie Prüfungen an Probeplatten durchzuführen, bevor die Probestücke so abgetrennt werden, dass sie von einem einwandfreien Bereich stammen.				
^a Für Dicken unter 5 mm nicht erforderlich. ^b Bei Schwierigkeiten infolge der Prüfung des Schweißgutes darf diese Prüfung durch eine chemische Analyse des Schweißgutes ersetzt werden.				

10 Oberflächenbehandlung und Bearbeitung

10.1 Umweltbezogene Betrachtungen

Die Anforderungen von EN 14717, sofern sie auf Strahlen mit kugeligem Strahlmittel und thermisches Spritzen zutreffen, müssen angewendet werden. Die Umweltauswirkungen des gewählten Beschichtungssystems und die Entsorgung der Reststoffe müssen minimiert sein.

Bei der Auswahl des Systems müssen die Umweltauswirkungen der Oberflächenbehandlung bei der Entsorgung am Lebensende des Behälters berücksichtigt werden.

10.2 Oberirdische Behälter

10.2.1 Allgemeines

Die Behälter müssen durch die Aufbringung einer Schutzschicht einen geeigneten äußeren Schutz gegen Korrosion aufgrund atmosphärischer Einflüsse haben. Das angewandte Schutzsystem muss dabei Folgendes berücksichtigen:

- die örtliche Umgebung;
- die Zeiträume zwischen den wiederkehrenden Prüfungen/der Instandhaltung; und
- die äußeren Brandschutzmaßnahmen oder anderen Schutz.

Einzelheiten des angewandten Systems müssen, mit Ausnahme der Empfehlungen zur Instandhaltung und zur Lebensdauer des Behälterschutzes, in der Betriebsanleitung enthalten sein.

10.2.2 Reflexionsvermögen

Die äußere Bearbeitung muss in einer hellen Farbe erfolgen, die ein großes Reflexionsvermögen hat. Es sind nur Farben mit einem Reflexionsindex von 1, 2 oder 3 zulässig.

Tabelle 5 enthält den Zusammenhang zwischen Farben und Indizes, die zur Bestimmung der Konstruktionsbedingungen in Verbindung mit Anhang A benutzt werden müssen.

Tabelle 5 — Farben und Indizes

Index	Farbe
1	Weiß, Elfenbein, Zink, Aluminium und Silber
2	Gelb bis RAL 1021 Grau bis RAL 7035 Grün bis RAL 6019
3	Alle anderen Farben außer Dunkelblau und Schwarz

ANMERKUNG In Anhang H ist ein Verfahren zur Bestimmung der Reflexionsindizes beschrieben.

10.3 Unterirdische Behälter

Behälter müssen zum Schutz gegen äußere Korrosion aufgrund von:

- atmosphärischen Einflüssen und der Handhabung während des Transports und der Lagerung;
- mechanischer Beschädigung und Korrosion durch das Aushubmaterial und Grundwasser während des Einbaus, der unterirdischen Verlegung und während der vorgesehenen Nutzungsdauer;

durch Aufbringen einer Schutzschicht oder durch ein anderes Schutzsystem nach Anhang I geschützt sein.

Das angewandte Schutzsystem muss dabei Folgendes berücksichtigen:

- Umweltauswirkungen des gewählten Schutzsystems auf den Boden und das Grundwasser;
- Verfahren zum Einbau und zur unterirdischen Verlegung;
- Eigenschaften des Bodens/Aushubs;
- Zeiträume zwischen den wiederkehrenden Prüfungen/der Instandhaltung und jegliche Zeiträume zur Überwachung des Schutzsystems.

In der Betriebsanleitung müssen Einzelheiten zum verwendeten Schutzsystem, zur angenommenen Lebensdauer sowie Empfehlungen zum Einbau und zu jeglichen Reparaturen, die als Folge einer Beschädigung während des Transports und des Einbaus erforderlich sind, zur Systemüberwachung und zur Instandhaltung enthalten sein.

10.4 Abschlusstätigkeiten

An den Behältern ist Folgendes durchzuführen:

- eine vollständigen Überprüfung der äußeren Oberfläche und der sichtbaren Teile der inneren Oberfläche;
- Entfernen jeglicher Rückstände aus dem Inneren und Trocknen des ganzen Behälters;
- Schutz aller Flansche und Stutzen gegen Beschädigungen und Oxidation;
- Schutz der Innenfläche gegen Oxidation durch die Atmosphäre und gegen jeglichen Einfluss von außen. Diese Schutzart muss jeglichen möglichen Überdruck infolge hoher Umgebungstemperaturen und ein mögliches Teilvakuum aufgrund von der Kondensation von Wasserdampf berücksichtigen.

ANMERKUNG Abschlusstätigkeiten sind sämtliche Tätigkeiten, die nach der Druckprüfung des Behälters und vor dem Verschiffen/Transport ausgeführt wurden. Ihr Zweck ist es, den Behälter von allen Einflüssen und Verunreinigungen während des Transports, des Einbaus und infolge der Verbindung zu seiner Ausrüstung zu schützen.

Jegliche während der Lagerung/des Transports des Fertigprodukts verwendete Verpackung und Schutzart sollte so gewählt sein, dass die Umweltauswirkungen gering sind, d. h. Verwendung wiederverwertbarer oder biologisch abbaubarer Stoffe, minimaler Energieverbrauch.

11 Kennzeichnung und Zertifizierung

Einzelheiten des Behälters müssen auf einem korrosionsbeständigen Geräteschild oder auf einem anderen geeigneten dauerhaft befestigten, nicht druckbeaufschlagten Teil dauerhaft gekennzeichnet sein. Die Lage der Kennzeichnungen muss nach dem Einbau des Behälters weiterhin sichtbar sein. Das Geräteschild muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Name und Anschrift oder andere Angaben zur Identifizierung des Herstellers;
- Seriennummer;
- Typ- oder Herstellungslos-Nummer;
- größte und kleinste zulässige Begrenzungen der Temperatur (TS) und des Drucks (PS);
- Nenn-Fassungsvermögen in Liter;
- Herstellungsdatum;
- Konstruktionscode;
- Prüfdruck (PT) in bar und Prüfdatum.

Die Buchstaben müssen eine Höhe von mindestens 4 mm haben.

ANMERKUNG Wenn möglich, können erforderlichenfalls das CE-Kennzeichen, eine Markierung oder ein Kennzeichen der Benannten Stelle und andere möglichen Informationen des Betreibers ergänzt werden. Die Mindesthöhe des CE-Kennzeichens beträgt 5 mm.

Die Zertifizierung muss für jeden Behälter oder jedes Behälterlos erfolgen und bescheinigt die Übereinstimmung mit den Anforderungen des vorliegenden Dokuments.

12 Aufzeichnungen und Dokumentation

12.1 Vom Hersteller zu beschaffende Aufzeichnungen

Der Hersteller muss folgende Unterlagen beschaffen:

- Zertifikate über die chemische Analyse und Einzelheiten der mechanischen Eigenschaften des Stahls, der für die Herstellung der drucktragenden Teile des Behälters verwendet wurde;
- Zertifikate nach EN 10204:2004 für geformte Teile, soweit erforderlich.

12.2 Vom Hersteller zu erstellende Unterlagen

Der Hersteller muss folgende Aufzeichnungen erstellen und bereitstellen:

- a) Konstruktionsunterlagen einschließlich einer vollständig bemaßten Zeichnung, der Werkstoffspezifikation, den Konstruktionsberechnungen usw.;
- b) Aufzeichnungen über eine Wärmebehandlung, soweit zutreffend;
- c) Aufzeichnungen über mechanische Prüfungen wie in 9.7.4 angegeben;
- d) Aufzeichnungen über die Sichtprüfung und die Maßkontrollen an geformten Teilen;
- e) Schweißanweisung und Ergebnisse der Schweißverfahrensprüfung;
- f) ein aktuelles Verzeichnis der Schweißer und Aufzeichnungen über ihre Zulassungsprüfungen;
- g) Aufzeichnungen aller Schweißnahtreparaturen;
- h) eine Aufzeichnung über das Ergebnis der Wasserdruckprüfung;
- i) gemachte Röntgenaufnahmen oder Ergebnisse anderer zerstörungsfreier Prüfungen nach 9.2 und 9.4;
- j) ein Zertifikat nach Abschnitt 11; und
- k) eine Betriebsanleitung.

Anhang A
(informativ)

Auslegungsdruck und Füllbedingungen

A.1 Oberirdische Behälter

A.1.1 Auslegungsdruck (p)

Der Auslegungsdruck p ist der für die jeweiligen Klimazonen festgelegte Differenzdruck in Übereinstimmung mit den Tabellen A.1 und A.2.

Tabelle A.1 — Auslegungsdruck — Reflexionsindizes 1 und 2

Fassungsraum m^3	Klimazone I	Klimazone II	Klimazone III	Klimazone IV
	Minimaler Auslegungsdruck bar			
< 7	20,0	18,5	17,0	16,0
≥ 7	19,0	17,5	16,0	14,0

Tabelle A.2 — Auslegungsdruck — Reflexionsindex 3

Fassungsraum m^3	Klimazone I	Klimazone II	Klimazone III	Klimazone IV
	Minimaler Auslegungsdruck bar			
< 7	23,0	21,5	20,0	19,0
≥ 7	22,0	20,5	19,0	17,0

Behälter, die für den Betrieb in mehr als einer Klimazone vorgesehen sind, sollten für den höchsten vorgesehenen Auslegungsdruck ausgelegt sein.

A.1.2 Füllbedingungen

Die Füllmenge und der Druck von Flüssiggas in einem geschlossenen System sind eine Funktion der Temperatur.

Daher ist die sichere Füllmenge eine Funktion der entsprechenden Bezugstemperatur für die gewählte Klimazone in Übereinstimmung mit Tabelle A.3.

Tabelle A.3 — Fülltemperaturen in °C

Klimazone I	Klimazone II	Klimazone III	Klimazone IV
50	48	45	38

A.1.3 Berechnung der maximalen Füllung

Die erlaubte maximale Füllmenge des Behälters wird aus der folgenden Gleichung errechnet:

$$U_{\max} = 0,97 \frac{g_i}{g_t} \times V \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

- g_t die relative Dichte bei der wahrscheinlich niedrigsten Fülltemperatur;
- g_i die relative Dichte bei der Füllbezugstemperatur;
- V der Rauminhalt des Behälters, berechnet aus dem angegebenen Fassungsvermögen;
- $U_{\max}$ die maximal zulässige Füllmenge.

A.2 Unterirdische Behälter

A.2.1 Auslegungsdruck

Der Auslegungsdruck p ist der für die jeweiligen Klimazonen festgelegte Differenzdruck in Übereinstimmung mit Tabelle A.4.

Tabelle A.4 — Auslegungsdruck

Klimazone I	Klimazone II	Klimazone III	Klimazone IV
Minimaler Auslegungsdruck bar			
17	16	14	12

Behälter, die für den Betrieb in mehr als einer Klimazone vorgesehen sind, sollten für den höchsten vorgesehenen Auslegungsdruck ausgelegt sein.

Anhang B (normativ)

Behältertoleranzen

B.1 Mittlerer Außendurchmesser

Bei zylindrischen Mänteln darf der mittlere Außendurchmesser, der aus dem Umfang abgeleitet wird, um nicht mehr als 1,5 % vom festgelegten Außendurchmesser abweichen.

B.2 Unrundheit

Die Unrundheit O , das Differenzverhältnis zwischen dem größten und kleinsten Durchmesser zum mittleren Durchmesser, ist definiert als:

$$\frac{2(D_{max} - D_{min})}{[D_{max} + D_{min}]} \quad (B.1)$$

und darf 1,5 % des festgelegten Außendurchmessers, höchstens jedoch (in Millimeter):

$$\frac{(D + 1\,250)}{200} \quad (B.2)$$

nicht überschreiten. Diese Toleranzen gelten für den zylindrischen Mantel einschließlich der Länge des glatten Bordes an den gewölbten Böden.

ANMERKUNG Die Bestimmung der Unrundheit braucht nicht die elastische Verformung infolge des Eigengewichts des Behälters zu berücksichtigen.

Für die Lage der Stutzen darf eine größere Unrundheit zulässig sein, wenn die Berechtigung durch Berechnung oder ein Dehnungsmessverfahren erwiesen ist.

Einzelne kleinere Ausbeulungen oder Dellen müssen glatt sein und ihre Tiefe (d. h. die Abweichung von der Manteloberfläche) darf 1 % ihrer Länge oder 2 % ihrer Breite nicht überschreiten.

Größere Ausbeulungen und Dellen sind zulässig, wenn sie durch eine Berechnung oder ein Dehnungsmessverfahren überprüft wurden.

B.3 Abweichung von der Geraden

Die Abweichung von der Geraden darf 0,5 % der Gesamtlänge des Behälters nicht überschreiten.

B.4 Ungleichförmigkeit im Querschnitt

Ungleichförmigkeiten im Querschnitt dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

- 2 % der Messlänge (gemessen mit einer 20° Messlehre, siehe Bild F.1a)); oder
- 2,5 % der Messlänge (gemessen mit einer 20° Messlehre), wenn die Länge der Ungleichförmigkeiten nicht ein Viertel der Länge eines Behälterschusses in tangentialer Richtung zwischen zwei Rundnähten, höchstens jedoch 1,0 m überschreitet.

Wenn einer der beiden oben angegebenen Werte überschritten wird, muss durch Berechnung oder ein Dehnungsmessverfahren nachgewiesen werden, dass die Beanspruchungen zulässig sind.

Falls eine Ungleichförmigkeit im Querschnitt an der Schweißnaht auftritt und mit „Abflachungen“ zusammenkommt, die an die Schweißnaht angrenzen, darf sie die Ungleichförmigkeit im Querschnitt oder die „Spitzenabweichung“ $e/3$ nicht überschreiten (siehe Bild F.1), wobei e die Wanddicke ist.

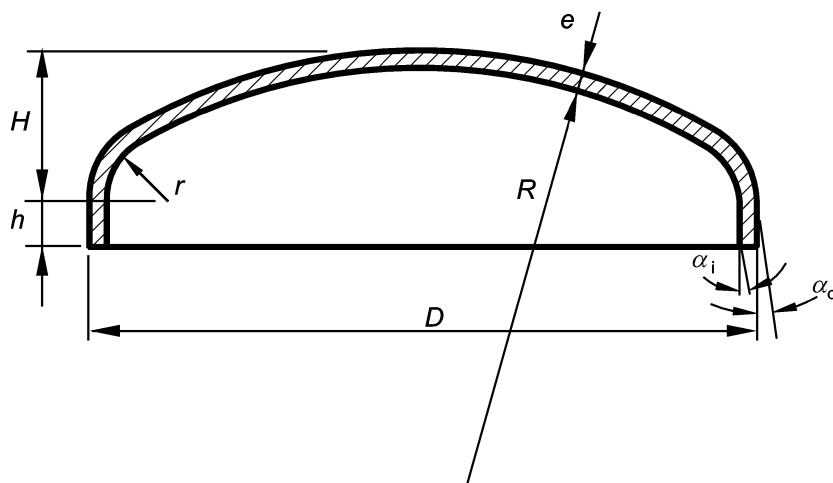
ANMERKUNG Ein mögliches konservatives Messverfahren (für das Erfassen der Spitzenabweichung und der Unrundheit) wird im informativen Anhang F beschrieben. Andere Arten von Messlehren, wie z. B. Brücken- oder Nadellehren, werden ebenfalls akzeptiert.

B.5 Toleranzen für gewölbte Böden

Die Werkstoffdicke an jedem Behälterteil nach dem Umformen darf an keiner Stelle kleiner sein als die Wanddicke, die nach Anhang E bestimmt wurde.

B.6 Querschnitt

Gewölbte Böden müssen innerhalb der festgelegten Toleranzen liegen, die in Tabelle B.1 für die in Bild B.1 dargestellten Merkmale festgelegt sind. Der Kranzradius darf nicht größer und der Krempe radius darf nicht kleiner sein als der bei der Konstruktion festgelegte Wert.



Legende

- R Kranzradius
- r Krempe radius
- H Wölbungstiefe
- h glatter Bord
- e Wanddicke
- D Außendurchmesser
- c Umfang (πD)

θ Unrundheit $\frac{2(D_{\max} - D_{\min})}{(D_{\max} + D_{\min})}$

- α_i Abweichung des glatten Bordes von der Zylinderform – Innenseite
- α_o Abweichung des glatten Bordes von der Zylinderform – Außenseite

Bild B.1 — Beispiel für einen gewölbten Boden

Tabelle B.1 — Toleranzen für gewölbte Böden

Elemente		Toleranz für das Element	Anmerkungen
<i>c</i>	<i>D</i> = 1 000 mm <i>D</i> > 1 000 mm	$\pm 0,4 \%$ $\pm 0,3 \%$	Besondere Herstellungsbedingungen können kleinere Toleranzen erforderlich machen.
<i>O</i>		1 %	Besondere Herstellungsbedingungen können kleinere Toleranzen erforderlich machen.
<i>H</i>		– 0 + 0,015 <i>D</i> oder + 10 mm, je nachdem, welcher Wert größer ist	Die Toleranz darf nicht unter Null fallen.
<i>e</i> = 10 mm <i>e</i> > 10 mm		– 0,3 mm – 0,5 mm	Die tatsächliche Wanddicke darf nicht über die angegebene Toleranz hinaus unter den festgelegten Wert fallen.
α_i α_o		$\leq 2^\circ$ $\leq 5^\circ$	In Fällen von Böden, bei welchen der äußere Seitenwinkel vom Umformvorgang beeinflusst wird, darf die Abweichung des glatten Bordes von der zylindrischen Form nur an der inneren Seite des Bodens gemessen werden.

B.7 Axialität der Flächen

Die Stegflanken der Schweißkanten müssen bei den Schweißvorbereitungen entsprechend den in der Schweißanweisung zugelassenen Toleranzen ausgerichtet sein. Die Bauteile sind wie in den Konstruktionszeichnungen angegeben folgendermaßen auszurichten:

- a) bei Längsnähten im zylindrischen Mantel müssen die Flächen aneinander angrenzender Platten mit folgenden Toleranzen ausgerichtet werden:
 - 1) für Plattendicke *e* bis einschließlich 10 mm: 1 mm;
 - 2) für Plattendicke *e* über 10 mm: 10 % der Dicke;
- b) bei Rundnähten müssen die Flächen aneinander angrenzender Platten mit folgenden Toleranzen ausgerichtet werden: 10 % des dünneren Teils plus 1 mm.

B.8 Anbauteile, Stutzen und Armaturen

Alle Blechflansche, Verstärkungsbleche, Tragösen, Auflagebleche, Unterstützungen und andere Anbauteile müssen gut an den Mantel angepasst sein, und der Spalt an allen zum Schweißen vorgesehenen Kanten darf 2 mm nicht überschreiten.

Ausgenommen in der vollständig bemaßten Zeichnung sind bestimmte Maße angegeben, darf der maximale Spalt zwischen der Außenseite jedes Stutzens und der Innenkante des Lochs im Mantel, des Flanschs, des Verstärkungsringes oder des Versteifungsringes 1,5 mm für Öffnungen bis einschließlich 300 mm Durchmesser und 3 mm für Öffnungen über 300 mm nicht überschreiten. Um diesen Spalt zu erreichen, ist es zulässig, zur Aufnahme der anzuschweißenden Zusatzeinrichtung über eine ausreichende Länge des Außendurchmessers des Behälters oder Stutzens eine mechanische Bearbeitung vorzunehmen. Die bearbeitete Länge darf nicht über die Vorsprünge oder Kanten der Schweißnähte der Zusatzeinrichtung hinausgehen und die Wanddicke des Stutzens auf einen Wert unter der Konstruktionsdicke verringern.

Anhang C (normativ)

Hydraulische Druckprüfung

C.1 Vorübergehende Anschlüsse

Alle vorübergehende Rohrleitungen, Verbindungen und Verschlusseinrichtungen müssen so bemessen sein, dass sie dem normierten Prüfdruck standhalten.

Dichtungswerkstoffe für Flanschverbindungen müssen den beim Betrieb verwendeten entsprechen.

C.2 Druckmessgeräte

Druckmessgeräte müssen entsprechend EN 837-2 ausgewählt werden. Sie müssen eine Anzeigegenauigkeit von 1,6 % oder besser haben. Der Prüfdruck des Behälters muss auf dem Messgerät eine Anzeige zwischen 50 % bis 90 % des Skalenendwerts ergeben.

Es dürfen alternative Verfahren der Druckmessung verwendet werden, wenn diese eine gleichwertige Genauigkeit erreichen.

C.3 Druckmedien

Als Druckmedium muss üblicherweise Wasser angewendet werden. Es muss besonders darauf geachtet werden, dass der Behälter so aufgestellt wird, dass eingeschlossene Luft entlüftet wird.

Um ein Einfrieren zu vermeiden, sollte die Wassertemperatur bei der Prüfung mindestens 7 °C betragen.

Die Wiederverwendung des Druckmediums muss berücksichtigt werden. Wenn das Medium entsorgt werden muss, ist es korrekt zu behandeln, um jegliche Umweltauswirkungen zu minimieren.

C.4 Vermeidung von Stößen

Behälter, die einer Druckprüfung unterzogen werden, dürfen keiner Art von Schlag- oder Vibrationsbelastung ausgesetzt werden.

C.5 Prüfverfahren

Der Druck im Behälter muss allmählich und gleichmäßig auf den Prüfdruck erhöht werden (siehe 9.8.1). Der geforderte Prüfdruck muss für mindestens 10 min aufrechterhalten werden.

Am Ende der Prüfung muss die Druckentlastung allmählich und von oben her erfolgen. Es muss ausreichend belüftet werden, um sicherzustellen, dass die Vakuum-Stufe des Behälters nicht überschritten wird.

Nach dem Entleeren muss jegliches Restwasser angemessen entfernt werden.

Anhang D (normativ)

Fehler

Tabellen D.1 und D.2 legen die Abnahmekriterien für Fehler an Schweißnähten fest, die zusätzlich sind zu den in 9.6.1 festgelegten Normen.

Tabelle D.1 — Fehlergrenzen für Sichtprüfungen

Fehler	Bezug zu EN ISO 6520- 1:2007	Abnahmegrenze für erkennbare Fehler
Schweißspritzer	602	Müssen von allen drucktragenden Teilen und sowohl von lasttragenden Schweißnähten als auch Schweißnähten von Zusatzeinrichtungen entfernt werden. Einzelspritzer ohne systematische Verteilung sind an Bauteilen aus Stahl, Gruppe 1, zulässig. (Siehe Tabelle 1)
Lichtbogenaufschlag	601	Glatter Schliff, Annahme unterliegt der Prüfung der Wanddicke und auf Risse nach 9.3.
Schweißspritzer	602	
Wolframspritzer	6021	
Ausbrechung	603	
Schleifkerbe	604	
Meißelkerbe	605	
Unterschleifung	606	Nicht erlaubt; jegliche örtliche Unterschleifung muss verbunden sein mit den Auslegungsbedingungen (berechnete Dicke = Mindestdicke für den Basis-Werkstoff). (Die Dicke ist im Zweifelsfall per Ultraschall zu bestimmen.)
Örtliche Wurzelüberhöhung	5041	Gelegentliche örtliche Erhöhung, die h überschreitet (siehe EN ISO 6520-1:2007, Tabelle 1, Bezug 504) ist erlaubt mit einem zu den Betriebsbedingungen in Bezug stehenden Maximalwert.
Unregelmäßige Nahtzeichnung	514 513	Verstärkungen müssen durchgehend und von regelmäßiger Form sein, mit kompletter Füllung der Rille
Kontenversatz (Oberfläche)	507	Siehe B.7.

Tabelle D.2 — Fehlergrenzen für Radiographie/Radioskopie

Fehler	Bezug zu EN ISO 6520- 1:2007	Abnahmegrenze für erkennbare Fehler
Gleichmäßig verteilte Porosität	2012	- Max. Einzelporosität $d = 0,3t$, aber nicht größer als 4 mm; - Nicht zulässig, wenn die gesamte erkannte Oberflächenporosität 2 % der betrachteten Nahtoberfläche übersteigt. ^a
Porennester	2013	a) Max. Einzelporosität $d = 0,3t$, aber nicht größer als 4 mm; b) Nicht zulässig, wenn die gesamte erkannte Oberflächenporosität 4 % der betrachteten Nahtoberfläche übersteigt, die die größte der beiden folgenden Flächen ist: 1) Fläche 1: eine Hüllfläche um alle Poren; 2) Fläche 2: ein Kreis mit einem Durchmesser entsprechend der Schweißnahtbreite.
Lunker	202	$l = 0,3t$, höchstens 4 mm; und $w = 2$ mm. Nicht zulässig bei Auftreten an einer Unterbrechung oder einem Neuansatz.
Schlacken- und Pulvereinschlüsse und Oxidationseinschlüsse (parallel zur Nahtachse)	301 302 303	$w = 0,3t$, höchstens 3 mm. Bei mehreren Schlackeneinschlüssen mit einem Abstand zwischen zwei Einschlüssen, der kleiner ist als die doppelte Länge des größeren der beiden, wird die gesamte Länge als fehlerhaft angesehen.
Schlacken- und Pulvereinschlüsse (unregelmäßig, nicht parallel zur Nahtachse)	3012 3013 3022 3023	Einzellänge, höchstens - $0,3t$.
Unvollständige Durchschweißung	400	Nicht zulässig, falls eine vollständige Durchschweißung erforderlich ist.
ANMERKUNG	a	Nennwanddicke der Kehlnaht l Fehlerlänge
	b	Breite der Schweißverstärkung t Wand- oder Blechdicke
	d	Porendurchmesser w Fehlerbreite
	h	Fehlerhöhe
^a Fläche ist die max. Länge der angegriffenen Schweißnaht multipliziert mit der lokalen Ausdehnung der Schweißnaht.		

Anhang E (normativ)

Berechnungsformeln für Behälter

E.1 Zulässige Belastungen

R_{eH} ist die in der Werkstoffnorm festgelegte gewährleistete minimale obere Streckgrenze.

R_m ist die in der Werkstoffnorm festgelegte gewährleistete minimale Zugfestigkeit.

Die Nennberechnungs-Spannung $f = \min \left[\frac{R_{eH}}{1,5}; \frac{R_m}{2,4} \right]$

E.2 Berechnungsformel

E.2.1 Allgemeines

Behälter müssen unter Verwendung der Berechnungsformeln in E.2.2 bis E.2.5 ausgelegt werden.

ANMERKUNG Die sich ergebende Wanddicke ist eine Mindestwanddicke und berücksichtigt keinen Korrosionszuschlag.

E.2.2 Berechnung des zylindrischen Mantels

Die Mindestwanddicke

$$e_{min} = \frac{pD_o}{2fz + p} \quad (E.1)$$

Dabei ist

D_o der Außendurchmesser des Mantels;

p der Auslegungsdruck;

z der Schweißnahtfaktor (1,0 oder 0,85, wie gefordert);

f die Nennberechnungsspannung.

E.2.3 Berechnung der Kugeltorus-Böden

Die nachfolgenden Regeln gelten nur für Böden mit folgenden Bedingungen:

$$r \geq 0,06D_i;$$

$$r \geq 3e;$$

$$e \leq 0,08D_i;$$

$$e \geq 0,001D_i;$$

$$R \leq D_o.$$