

DIN EN 12542



ICS 23.020.30

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 –
Auslegung und Herstellung;
Deutsche Fassung EN 12542:2020**

LPG equipment and accessories –

Static welded steel cylindrical pressure vessels, serially produced for the storage of Liquefied Petroleum Gas (LPG) having a volume not greater than 13 m³ –

Design and manufacture;

German version EN 12542:2020

Équipements 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 EN 12542:2020

Gesamtumfang 74 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12542:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NSAI (Irland) gehalten wird.

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

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

Änderungen

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

- a) ein Verweis auf „CEN/TS 16765, Flüssiggas Geräte und Ausrüstungsteile – Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286“ wurde aufgenommen und die bestehenden Formulierungen wurden geändert (einschließlich der Streichung von Umweltbezügen in der gesamten Norm);
- b) Anhang J mit der Umweltcheckliste wurde gestrichen;
- c) Aufnahme von Ausgleichsberechnungen aus EN 13445-3, um den Abstand zwischen Öffnungen oder Abzweigungen zu reduzieren;
- d) ein neuer informativer Anhang J „Äußere Korrosionsschutzbeschichtung mit besonderer Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen“ wurde aufgenommen;
- e) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Frühere Ausgaben

DIN 4680: 1978-11
DIN 4681-1: 1983-06, 1988-01
DIN 4681-2: 1984-06
DIN 4681-3: 1986-05
DIN 4680-1: 1992-05
DIN 4680-2: 1992-05
DIN EN 12542: 2002-08, 2005-02, 2010-12
DIN EN 14075: 2003-01, 2005-02

Deutsche Fassung

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 —
Auslegung und Herstellung

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

Équipements 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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. Juni 2020 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	10
3.1 Allgemeine Begriffe	10
3.2 Begriffe für Beschichtungen	12
4 Werkstoffe	12
4.1 Umweltaspekte	12
4.2 Mäntel und Böden	12
4.3 Drucktragende Teile außer Mäntel und Böden	14
4.4 An den Druckbehälter angeschweißte Teile	14
4.5 Schweißzusatzwerkstoffe	14
4.6 Werkstoffzertifikate	14
4.7 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtungen)	14
5 Auslegung	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Temperatur	15
5.3 Druck	15
5.4 Vakuumbedingungen	16
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	17
7.1 Allgemeines	17
7.2 Umwelt	17
7.3 Kontrolle und Nachweisbarkeit der Werkstoffe	17
7.4 Herstellungstoleranzen	18
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
7.6.2.1 Umwelt	19
7.6.2.2 Wärmebehandlung nach dem Kaltumformen von Blechen	19
7.6.2.3 Wärmebehandlung nach dem Warmformen	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 (ZfP).....	24
9.3	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	25
9.3.1	Allgemeines	25
9.3.2	Röntgen-Verfahren	25
9.3.3	Ultraschall-Verfahren	25
9.3.4	Magnetpulver-Verfahren	25
9.3.5	Eindringverfahren	26
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	29
10	Oberflächenbehandlung und Abschlusstätigkeiten	29
10.1	Umweltbezogene Betrachtungen	29
10.2	Oberirdische Druckbehälter	29
10.2.1	Allgemeines	29
10.2.2	Reflexionsvermögen.....	29
10.3	Unterirdische Druckbehälter.....	30
10.4	Abschlusstätigkeiten.....	30
11	Kennzeichnung und Zertifizierung.....	31
12	Aufzeichnungen und Dokumentation.....	31
12.1	Vom Hersteller zu beschaffende Aufzeichnungen.....	31
12.2	Vom Hersteller zu erstellende Unterlagen	32
Anhang A (informativ)	Auslegungsdruck und Füllbedingungen	33
A.1	Oberirdische Druckbehälter	33
A.1.1	Auslegungsdruck (p)	33
A.1.2	Füllbedingungen.....	33
A.1.3	Berechnung der höchsten Füllung	34
A.2	Unterirdische Druckbehälter – Auslegungsdruck.....	34
Anhang B (normativ)	Druckbehältertoleranzen	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 die Dicke	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) Unregelmäßigkeiten		39
Anhang E (normativ) Gleichungen zur Berechnung für Druckbehälter		41
E.1	Zulässige Belastungen	41
E.2	Berechnungsgleichung	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	42
E.2.5	Halbkugelböden	43
E.2.6	Gleichungen für die Berechnung von β	44
E.3	Verstärkung der Stutzen	44
E.3.1	Allgemeines	44
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	46
E.3.10	Ausgleichsbleche	46
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 Druckbehälterwand	48
Anhang F (informativ) Verfahren für die Messung der Spitzenabweichung im Mantel		52
F.1	Oberflächenlehre	52
F.2	Messung der Spitzenabweichung	52
Anhang G (informativ) Beispiele für Schweißnähte		55
Anhang H (informativ) Verfahren zur Bestimmung des Reflexionsindex (oberirdische Druckbehälter)		59
Anhang I (normativ) Außenschutz von unterirdischen Druckbehältern		60
I.1	Allgemeines	60
I.2	Schutzsysteme ohne Überwachung	60
I.3	Überwachte Schutzsysteme	61
I.3.1	Systeme mit kathodischem Korrosionsschutz	61
I.3.2	Systeme mit eingebauter Schutzhülle	61
I.3.3	Andere Systeme	61
Anhang J (informativ) Äußere Korrosionsschutzbeschichtung mit besonderer Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen		62

J.1	Allgemeines	62
J.2	Anforderungen	62
J.2.1	Allgemeine Anforderungen	62
J.2.2	Anforderungen an den Beschichtungsstoff.....	63
J.2.3	Anforderungen an die Beschichtung.....	63
J.2.4	Anforderungen an das Beschichtungsverfahren	64
J.3	Prüfung.....	65
J.3.1	Prüfung für den Beschichtungsstoff.....	65
J.3.2	Prüfung der Beschichtung.....	66
J.3.3	Dokumentation des Beschichtungsverfahrens	68
J.3.4	Prüfberichte und Zertifikate	68
J.4	Beaufsichtigung während der Herstellung	68
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie 2014/68/EU.....		69
Literaturhinweise.....		71

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12542:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NSAI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Februar 2021, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2021 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 12542:2010.

Die folgenden bedeutenden Änderungen wurden während der Überarbeitung von EN 12542:2010 eingebracht:

- ein Verweis auf „CEN/TS 16765, Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile – Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286“ wurde aufgenommen und die bestehenden Formulierungen wurden geändert (einschließlich der Streichung von Umweltbezügen in der gesamten Norm);
- Anhang J mit der Umweltcheckliste wurde gestrichen;
- Aufnahme von Ausgleichsberechnungen aus EN 13445-3:2014, um den Abstand zwischen Öffnungen oder Abzweigungen zu reduzieren;
- ein neuer informativer Anhang J „Äußere Korrosionsschutzbeschichtung mit besonderer Beständigkeit gegenüber chemischen und mechanischen Einflüssen“ wurde aufgenommen.

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

Einleitung

Das vorliegende Dokument behandelt den Einsatz von Substanzen und Verfahren, die für die Gesundheit und/oder die Umwelt schädlich sein können, sofern keine angemessenen Vorsichtsmaßnahmen getroffen wurden. Es 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 auch andernorts; behandelt wird es für Normen des CEN/TC 286 in CEN/TS 16765, *Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286* und diese Technische Spezifikation sollte im Zusammenhang mit diesem Dokument 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 des vorliegenden Dokuments 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 Dieses Dokument 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

Dieses Dokument legt Anforderungen hinsichtlich der Auslegung und Herstellung ortsfester, geschweißter zylindrischer Druckbehälter aus Stahl fest, die in Serie für die Lagerung von Flüssiggas (LPG) gefertigt werden, mit einem Fassungsraum bis zu 13 m³ für oberirdische Aufstellung oder den Einbau im Untergrund.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 764-5:2014, *Druckgeräte — Teil 5: Prüfbescheinigungen für metallische Werkstoffe und Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation*

EN 837-2:1997, *Druckmessgeräte — Teil 2: Auswahl- und Einbauempfehlungen für Druckmessgeräte*

EN 1708-1:2010, *Schweißen — Verbindungselemente beim Schweißen von Stahl — Teil 1: Druckbeanspruchte Bauteile*

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

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

EN 10028-3:2017, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 3: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, normalgeglüht*

EN 10028-5:2017, *Flacherzeugnisse aus Druckbehälterstählen — Teil 5: Schweißgeeignete Feinkornbaustähle, thermomechanisch gewalzt*

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

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

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

EN 13636:2004, *Kathodischer Korrosionsschutz von unterirdischen metallenen Tankanlagen und zugehörigen Rohrleitungen*

EN 14717:2005, *Schweißen und verwandte Prozesse — Umweltcheckliste*

EN 14784-1:2005, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 1: Klassifizierung der Systeme*

EN ISO 16371-2:2017, *Zerstörungsfreie Prüfung — Industrielle Computer-Radiographie mit Phosphor-Speicherfolien — Teil 2: Grundlagen für die Prüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen (ISO 16371-2:2017, Corrected version 2018-05)*

EN ISO 636:2017, *Schweißzusätze — Stäbe, Drähte und Schweißgut zum Wolfram-Inertgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 636:2017)*

EN ISO 2560:2009, *Schweißzusätze — Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenhandschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 2560:2009)*

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

EN ISO 5173:2010, *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen (ISO 5173:2009)*

EN ISO 5178:2019, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Längszugversuch an Schweißgut in Schmelzschweißverbindungen (ISO 5178:2019)*

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

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

EN ISO 9016:2012, *Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoffen — Kerbschlagbiegeversuch — Probenlage, Kerbrichtung und Beurteilung (ISO 9016:2012)*

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

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

EN ISO 10675-1:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und ihre Legierungen (ISO 10675-1:2016)*

EN ISO 11666:2018, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Zulässigkeitsgrenzen (ISO 11666:2018)*

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

EN ISO 14171:2016, *Schweißzusätze — Massivdrahtelektroden, Fülldrahtelektroden und Draht-Pulver-Kombinationen zum Unterpulverschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 14171:2016)*

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

EN ISO 15609-1:2019, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1:2019)*

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

EN ISO 15614-1:2017, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2017, korrigierte Fassung 2017-10-01)*

EN ISO 17632:2015, *Schweißzusätze — Fülldrahtelektroden zum Metall-Lichtbogenschweißen mit und ohne Schutzgas von unlegierten Stählen und Feinkornstählen — Einteilung (ISO 17632:2015)*

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

EN ISO 17636-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit Filmen (ISO 17636-1:2013)*

EN ISO 17636-2:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Röntgen- und Gammastrahlungstechniken mit digitalen Detektoren (ISO 17636-2:2013)*

EN ISO 17637:2016, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Sichtprüfung von Schmelzschweißverbindungen (ISO 17637:2016)*

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

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

EN ISO 17640:2018, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2018)*

EN ISO 19232-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Ermittlung der Bildgütezahl mit Draht-Typ-Bildgüteprüfkörper (ISO 19232-1:2013)*

EN ISO 19232-2:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 2: Ermittlung der Bildgütezahl mit Stufe/Loch-Typ-Bildgüteprüfkörper (ISO 19232-2:2013)*

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

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

EN ISO 23279:2017, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung — Charakterisierung von Inhomogenitäten in Schweißnähten (ISO 23279:2017)*

ISO 9162:2013, *Petroleum products — Fuels (class F) — Liquefied petroleum gases — Specifications*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

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

ANMERKUNG 1 zum Begriff: Siehe CEN/TS 16769.

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Flüssiggas

LP, en: Liquefied Petroleum Gas

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

3.1.2

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

3.1.3

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 2014/68/EU verantwortlich. Für Hersteller außerhalb der EU übernimmt deren Bevollmächtigter innerhalb der EU diese Verantwortung.

3.1.4

Streckgrenze

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

3.1.5

Auslegungsdruck

Druck, der in der Berechnungsformel für die Mindestwanddicke einzusetzen ist

3.1.6

Klimazone

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

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

3.1.7

Warmformen

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

3.1.8

Kaltumformen

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

3.1.9

Ar₃

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

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

3.1.10

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.

3.2 Begriffe für Beschichtungen

3.2.1

Beschichtungsstoff

flüssiges oder pastenförmiges oder pulverförmiges Produkt, das, auf ein Substrat aufgetragen, eine haftende Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen Eigenschaften ergibt

[QUELLE: EN ISO 4618:2014; 2.51, modifiziert – Die Originalfassung von Anmerkung 1 zum Begriff wird hier nicht wiedergeben.]

3.2.2

Beschichtung

durchgehende Schicht, die durch ein- oder mehrmaliges Auftragen von Beschichtungsstoff auf ein Substrat entsteht

[QUELLE: EN ISO 4618:2014; 2.50.1]

3.2.3

Beschichtungsverfahren

Art des Auftragens eines Beschichtungsstoffes auf ein Substrat

[QUELLE: EN ISO 4618:2014; 2.53]

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 10028-2:2017, EN 10028-3:2017 oder EN 10028-5:2017 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 Mindestauslegungstemperatur 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 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 Mindeststreckgrenze $R_{eH} \leq 460 \text{ MPa}^a$ und einer Zusammensetzung in Prozent 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 Gussstücke) ^b $Nb \leq 0,05$ $V \leq 0,12^b$ $Ti \leq 0,05$
	1.1	Stähle mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von $R_{eH} \leq 275 \text{ MPa}$
	1.2	Stähle mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von $275 \text{ MPa} < R_{eH} \leq 360 \text{ MPa}$
	1.3	Normalisierte Feinkornstähle mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von $R_{eH} > 360 \text{ MPa}$
2		Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Gussstähle mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von $R_{eH} > 360 \text{ MPa}$
	2.1	Thermomechanisch behandelte Feinkornstähle und Gussstähle mit einer spezifizierten Mindeststreckgrenze von $360 \text{ MPa} < R_{eH} \leq 460 \text{ MPa}$
^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 annehmbar, dass gilt: $Cr + Mo + Ni + Cu + V \leq 0,75 \%$.		
ANMERKUNG Diese Tabelle beruht auf CEN ISO/TR 15608.		

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 Druckbehälter angeschweißte Teile

Nichtdrucktragende Teile, die direkt an drucktragende Teile angeschweißt sind, müssen aus geeigneten Werkstoffen nach EN 10025-2:2019 bestehen oder einem Werkstoff, der mit dem Werkstoff des drucktragenden Teils verträglich 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 Druckbehälters festgelegt wurden.

Die Schweißzusatzwerkstoffe müssen aus EN ISO 2560:2009, EN ISO 14171:2016, EN ISO 17632:2015 oder EN ISO 636:2017 entsprechend der Eignung ausgewählt werden. Die Eignung der gewählten Zusatzstoffe muss nach 7.7.3 nachgewiesen werden.

4.6 Werkstoffzertifikate

Der Druckbehälterhersteller muss Zertifikate beschaffen, aus denen die chemischen Analysen und Einzelheiten der mechanischen Eigenschaften der Stähle ersichtlich sind, diese Dokumente müssen mit EN 764-5:2014 übereinstimmen. Die Dokumente müssen die vom Werkstoffhersteller ausgefertigten Unterlagen hinsichtlich der Bescheinigung der Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation enthalten oder diese müssen beigelegt sein.

ANMERKUNG Anhang 1 „Wesentliche Sicherheitsanforderungen“ der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL) (en: Pressure Equipment Directive (PED)), 4.3 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 Auslegung

5.1 Allgemeines

Die Druckbehälterwanddicke muss nach Anhang E berechnet werden.

Ein Korrosionszuschlag gegen Innenkorrosion ist nicht erforderlich bei Druckbehältern, die für Flüssiggas (LPG) vorgesehen sind, das ISO 9162:2013 entspricht und nach einer nationalen oder Internationalen Norm oder einer anderen vergleichbaren Festlegung geliefert wird.

Ein Korrosionszuschlag gegen Außenkorrosion ist nicht erforderlich bei Druckbehältern 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 Druckbehälter 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 Druckbehältern müssen das Gewicht des umgebenden Bodens im Betriebszustand und die Belastungen durch Auftriebssicherungen berücksichtigt werden.

Erforderlichenfalls müssen Zusatzeinrichtungen am Druckbehälter mit Verstärkungsblechen angeschweißt werden.

Es muss eine voll bemaßte Einzelteilzeichnung erstellt werden.

Bei der Auslegung des Druckbehälters sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- erforderliche Verdampfungskapazität;
- Grundfläche des Druckbehälters im Hinblick auf eine Verringerung der Bodennutzung;
- Verringerung des Werkstoffverbrauchs;
- Profil des Druckbehälters;
- für den Druckbehälter erforderliche Armaturen;
- Verringerung der Umweltbeeinträchtigung während der betrieblichen Wartung und der Entsorgung am Ende der Lebensdauer;
- effizienter Transport des fertiggestellten Produkts.

5.2 Temperatur

Der Auslegungstemperaturbereich 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 des Druckbehälters gefertigt sind, die für einen Temperaturbereich von -40 °C bis 50 °C erforderlichen Eigenschaften nach EN 13445-2:2014 aufweist.

5.3 Druck

Der Auslegungsdruck p (siehe 3.1.5) darf nicht geringer sein als der höchst zulässige Druck.

Bei unterirdischen Druckbehältern ist er unter Berücksichtigung des Folgenden auszuwählen:

- der durch das Flüssiggas (LPG) bei der höchsten Bodentemperatur in einer Tiefe von 1 m entwickelte Druck; und
- höchste Druck des in den Druckbehälter abgegebenen Flüssiggases.

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

5.4 Vakuumbedingungen

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

Dies muss durch Berechnung nach EN 13445-3:2014 nachgewiesen werden. Die anwendbaren Toleranzen für den Vakuumzustand müssen in Übereinstimmung mit EN 13445-3:2014, 8.5.1 sein, wenn diese belastender sind als B.2.

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

5.5 Belastung der Unterstützungen

Bei oberirdischen Druckbehältern müssen der Druckbehälter und die Unterstützungen so ausgelegt sein, dass sie den Belastungen widerstehen, die auf sie wirken, wenn der Druckbehälter mit Wasser gefüllt ist.

Bei unterirdischen Druckbehältern müssen der Druckbehälter und dessen Unterstützungen so ausgelegt sein, dass sie dem größeren der folgenden Werte standhalten:

- der Betriebsmasse zuzüglich der Masse der Schüttung über dem Druckbehälter;
- der Last durch die Unterstützungen, wenn der Druckbehälter mit Wasser gefüllt ist.

Dies muss durch Berechnung nach EN 13445-3:2014 oder experimentellen Nachweis dargelegt werden.

5.6 Belastung der Tragösen

Tragösen müssen so ausgelegt sein, dass sie die höchsten Belastungen aufnehmen können, die durch die Herstellung oder die Handhabung im Betrieb erwartet werden. Dies muss durch Berechnung entsprechend EN 13445-3:2014 oder experimentellen Nachweis erfolgen.

6 Öffnungen

6.1 Allgemeines

Druckbehälter 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 ausgelegt 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 Bodens (wie zutreffend); oder
- 40 mm.

7 Ausführung und Herstellung

7.1 Allgemeines

Druckbehälter müssen nach Zeichnungen und Spezifikationen entsprechend den Anforderungen dieses Dokuments und nach guter Ingenieurpraxis 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 Druckbehälters die erforderlichen Werkstoffeigenschaften aufweist, um sowohl die Auslegungsanforderungen als auch die Anforderungen dieses Dokuments 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 verwandter Prozesse müssen nach EN 14717:2005 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 Druckbehälter 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 Auslegung 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 Druckbehälters 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 Druckbehälterform müssen mit Anhang B übereinstimmen.

7.5 Geeignete Schweißangaben

7.5.1 Allgemeines

Grundlegende Schweißangaben müssen EN 1708-1:2010 entsprechen. In Anhang G sind empfohlene Schweißangaben aufgeführt.

7.5.2 Längsnähte

Mantelschweißnähte müssen entweder spiralförmige Stoßnähte oder Längsstoßnähte sein. Wird der Druckbehälter 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 zylindrische Bord des gewölbten Bodens eingezogen wird, 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 wird, 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 17638:2016 oder durch ein Eindringverfahren nach EN ISO 3452-1:2013 nachgewiesen werden, dass sie frei von Rissen ist.

7.6 Umformen druckbeaufschlagter Teile

7.6.1 Allgemeines

Geformte, druckbeaufschlagte Teile müssen entweder kaltumgeformt oder warmgeformt sein.

Böden müssen aus einem einzigen Blech 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 Energie- und Kühlmittelverbrauch minimiert 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 Kaltumformen von Blechen

Kaltumgeformte 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- Druckbehälter nachgewiesen, dass das geformte Bauteil nicht der schwächste Punkt des Druckbehälters 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 Bruchdehnung 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 kaltumgeformten 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:

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

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

- Werkstoffspezifikation;
- Umformverfahren;
- Wärmebehandlung; und
- geometrische Gleichheit bis zu ± 10 %.

7.6.4 Wiederholungsprüfungen

Wenn ein unzureichendes Prüfergebnis aufgrund schlechter Prüftechnik oder eines begrenzten Fehlers für ein Probestück vorliegt, darf diese Prüfung wiederholt werden.

Wenn die Prüfungen bei einwandfrei geprüften 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 Druckbehälters 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 Druckbehälter mit einem Durchmesser $\leq 1\,250$ mm müssen maschinell/automatisch hergestellt sein.

7.7.2 Schweißanweisung (WPS)

Der Hersteller muss Schweißanweisungen (en: welding procedure specification) für sämtliche Nähte nach EN ISO 15609-1:2019 erstellen.

7.7.3 Eignung der WPS

Die Eignung der Schweißanweisungen muss durch Prüfungen nach EN ISO 15614-1:2017 oder EN ISO 15613:2004 nachgewiesen werden.

7.7.4 Eignung von Schweißern und Schweißpersonal

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1:2017 und Schweißpersonal nach EN ISO 14732:2013 qualifiziert sein. Für die Anwendung dieses Dokuments für Drückgeräte der Kategorie II, III und IV unter der PED ist eine erneute Bewertung in Übereinstimmung mit EN ISO 9606-1:2017, 9.3 c) und EN ISO 14732:2013, 5.3 c) nicht zulässig.

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 Heftschiessen oder einer Kombination von beidem positioniert werden. Die Heftschiessen müssen entfernt oder vollständig mit dem aufgetragenen Material verschmolzen werden.

In beiden Fällen muss der Hersteller sicherstellen, dass das Heftschiessen 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.