

DIN EN 12493

ICS 23.020.35

Ersatz für
DIN EN 12493:2014-09

**Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile –
Geschweißte Druckbehälter aus Stahl für Straßentankwagen für
Flüssiggas (LPG) –
Auslegung und Herstellung;
Deutsche Fassung EN 12493:2013+A1:2014 + AC:2015**

LPG equipment and accessories –
Welded steel pressure vessels for LPG road tankers –
Design and manufacture;
German version EN 12493:2013+A1:2014 + AC:2015

Équipements pour GPL et leurs accessoires –
Réservoirs sous pression en acier soudés des camions-citernes pour GPL –
Conception et construction;
Version allemande EN 12493:2013+A1:2014 + AC:2015

Gesamtumfang 67 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12493:2013+A1:2014 + AC:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NSAI (Irland) gehalten wird.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12493:2012-06 und DIN EN 12493:2014-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Berechnungen der Wanddicke zur Vermeidung jeglicher Verwechslungen mit Auslegungsdrücken im ADR;
- b) Änderung des hydraulischen Prüfdruckes zur Vermeidung jeglicher Verwechslungen mit hydraulischen Prüfdrücken im ADR sowie zur Herabsetzung der maximalen Zugspannung (zum Zeitpunkt der hydraulischen Prüfung);
- c) Hinzufügung von Berechnungen der Mindestdicke;
- d) Klarstellung der Anforderungen an die Schwallbleche;
- e) Änderung der (normativen) Verweisungen auf Anhang C in informative Verweisungen.
- f) Übernahme der Anforderung, dass die Wanddicke die Mindestwanddicke nach ADR nicht unterschreiten darf;
- g) Änderung der Zuständigkeiten und Begriffe (zuständige Behörde, benannte Stelle, unabhängige Stelle) in 8.1.1, 8.6.1 b), 8.6.4 und 8.6.5;
- h) Änderung des Begriffs „Straßentankfahrzeug“ in „Straßentankwagen“.

Gegenüber DIN EN 12493:2014-09 wurde aufgrund der europäischen Berichtigung EN 12493:2013+A1:2014/AC:2015 folgende Korrektur vorgenommen:

Änderung zur Gleichung (D.11)

Im Unterabschnitt D.3.2.2 wurde die Gleichung (D.11) korrigiert. In dieser Gleichung wurde die Potenz hinter der letzten Klammer berichtigt.

Die Änderung ist im Text gekennzeichnet. Der Beginn und das Ende des geänderten Textes wird durch die Markierungen AC AC angezeigt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12493: 2001-10, 2008-06, 2012-06, 2014-03, 2014-09

Deutsche Fassung

**Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile —
Geschweißte Druckbehälter aus Stahl für Straßentankwagen für
Flüssiggas (LPG) —
Auslegung und Herstellung**

LPG equipment and accessories —
Welded steel pressure vessels for LPG road tankers —
Design and manufacture

Équipements pour GPL et leurs accessoires —
Réservoirs sous pression en acier soudés des
camions-citernes pour GPL —
Conception et construction

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 15. August 2013 angenommen und schließt Änderung 1, die am 22. Mai 2014 vom CEN angenommen wurde. Die Berichtigung wurde am 1. Juli 2015 vom CEN angenommen.

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

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	9
4 Werkstoffe.....	10
4.1 Umwelt.....	10
4.2 Eignung.....	10
4.3 Druckhaltende Teile.....	10
4.4 Nicht druckhaltende Teile.....	10
4.5 Schweißzusatzwerkstoffe.....	10
4.6 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtflansche)	11
4.7 Inspektionsunterlagen für Werkstoffe.....	11
5 Auslegung des Druckbehälters.....	11
5.1 Auslegungsbedingungen	11
5.2 Minstdicke	11
5.3 Schwallbleche	12
5.4 Verstärkungsbleche.....	12
5.5 Beanspruchungen durch Bewegungen	12
5.6 Selbsttragende Druckbehälter	13
5.7 Vakuumbedingungen	13
5.8 Druckbehälterbefestigungen	13
5.9 Innen liegende Rohrleitungen	14
6 Öffnungen	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Verstärkung von Öffnungen.....	14
6.3 Gewindeverbindungen	14
6.4 Mannloch	14
7 Nicht druckhaltende Teile.....	15
7.1 Zubehör-Schweißnähte	15
7.2 Lage der Zubehör-Schweißnähte.....	15
8 Ausführung und Bau	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Umwelt.....	15
8.3 Werkstoffkontrolle	15
8.4 Annehmbare Schweißnahteinheiten.....	16
8.5 Wärmebehandlung und Umformen.....	16
8.5.1 Kaltumformen.....	16
8.5.2 Warmumformen	17
8.5.3 Prüfung der umgeformten Teile	17
8.5.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße.....	18
8.5.5 Kennzeichnung.....	18
8.6 Schweißen	18
8.6.1 Allgemeines	18
8.6.2 Längsschweißnähte	18
8.6.3 Schweißverfahrensanweisung (WPS, en: welding procedure specification)	18
8.6.4 Qualifizierung der WPS	18

8.6.5	Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißmaschinen	19
8.6.6	Vorbereitung der Kanten.....	19
8.6.7	Zubehör und Befestigungen	19
8.6.8	Vorwärmen.....	19
8.7	Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	20
8.8	Herstellungsgrenzabweichungen.....	20
8.9	Reparaturen an der drucktragenden Hülle und an Schweißnähten von direkt angeschweißtem Zubehör.....	20
8.9.1	Allgemeine Anforderungen	20
8.9.2	Reparatur von Oberflächenunregelmäßigkeiten im Grundwerkstoff.....	20
8.9.3	Reparatur von Schweißunregelmäßigkeiten.....	21
9	Bau und Ausführung innen liegender Rohrleitungen.....	21
10	Herstellungsprüfungen und -untersuchungen.....	21
10.1	Allgemeines	21
10.2	Mechanische Prüfungen.....	21
10.2.1	Produktions-Prüfbleche	21
10.2.2	Längsschweißnähte.....	21
10.2.3	Umfangsschweißnähte.....	22
10.2.4	Mechanische Prüfungen.....	22
10.2.5	Prüfanforderungen.....	22
10.3	Zerstörungsfreie Prüfung.....	23
10.3.1	Allgemeines	23
10.3.2	Innere Unregelmäßigkeiten.....	23
10.3.3	Oberflächenunregelmäßigkeiten.....	23
10.4	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten	23
10.4.1	Durchstrahlungsprüfungen.....	23
10.4.2	Kennzeichnung und Identifizierung von Durchstrahlungsaufnahmen.....	24
10.4.3	Ultraschallprüfungen.....	24
10.4.4	Magnetpulverprüfungen.....	24
10.4.5	Eindringprüfungen	24
10.5	Qualifizierung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen.....	24
10.6	Sichtprüfung von Schweißnähten	24
10.7	Abnahmekriterien	25
10.8	Begrenzung der Spannungen und Sicherheitsvorkehrungen bei der Druckprüfung	25
11	Äußerer Korrosionsschutz und Endbearbeitung	25
11.1	Äußerer Schutz.....	25
11.2	Endbearbeitungstätigkeiten	25
12	Kennzeichnung.....	25
13	Aufzeichnungen und Unterlagen	26
13.1	Vom Hersteller einzuholende Unterlagen.....	26
13.2	Vom Hersteller zu erstellende Aufzeichnungen	26
13.3	Aufbewahrung und Bereitstellung von Unterlagen.....	26
Anhang A (normativ) Anleitung zur Auswahl von Werkstoffgütern		27
Anhang B (normativ) Bezugstemperaturen für die Auslegung.....		28
B.1	Einleitung	28
B.2	Allgemeines	28
B.3	Sich einstellender Druck.....	28
B.4	Füllung.....	28
Anhang C (informativ) Alternative Bezugstemperaturen für die Auslegung.....		29
C.1	Einleitung	29
C.2	Allgemeines	29
C.3	Sich einstellender Druck.....	29

C.4	Füllung.....	29
Anhang D (normativ) Auslegung.....		30
D.1	Auslegungsspannungen	30
D.2	Auslegungsdruck	30
D.3	Auslegungsgleichungen.....	31
D.3.1	Berechnung des zylindrischen Mantels.....	31
D.3.2	Gewölbte Böden	31
D.3.3	Berechnung konischer Mäntel.....	34
D.4	Verstärkung der Stützen	38
D.5	Verstärkung der Stützen durch Blechflansche oder Borde.....	40
D.6	Verstärkung der Stützen durch Abzweige.....	41
Anhang E (informativ) Beispiele von Verbindungen.....		45
Anhang F (normativ) Zulässige Grenzabweichungen		49
F.1	Druckbehälter.....	49
F.1.1	Außendurchmesser	49
F.1.2	Unrundheit.....	49
F.1.3	Abweichung von der Geradheit.....	50
F.1.4	Unregelmäßigkeiten im Profil.....	50
F.2	Grenzabweichungen für gewölbte Böden.....	50
F.2.1	Werkstoffdicke	50
F.2.2	Profil.....	50
F.3	Montage-Grenzabweichungen	52
F.3.1	Ausrichtung der Mittellinien	52
F.3.2	Ausrichtung der Oberflächen.....	52
F.4	Zubehör, Stützen und Ausrüstungsteile	52
F.5	Gesamtlänge	52
Anhang G (normativ) Wärmebehandlung.....		53
G.1	Methode der Wärmebehandlung nach dem Schweißen	53
G.2	Temperaturregelung.....	53
G.3	Temperaturgrenzwert.....	53
G.4	Temperaturmessung.....	53
Anhang H (informativ) Übliche Methode zur Messung der Spitzenabweichung im Mantel		54
H.1	Formlehre.....	54
H.2	Vermessung der Spitzenabweichung	54
Anhang I (normativ) Schweißunregelmäßigkeiten und Proben		57
I.1	Unregelmäßigkeiten.....	57
I.2	Proben	60
Anhang J (informativ) Auswahl zerstörungsfreier Prüfverfahren für Schweißnähte		62
J.1	Innere Unregelmäßigkeiten	62
J.2	Oberflächenunregelmäßigkeiten	62
Anhang K (normativ) Hydraulische Druckprüfung		63
K.1	Zeitweilig angebrachte Ausrüstungsteile	63
K.2	Druckmessgeräte.....	63
K.3	Druckmedium	63
K.4	Vermeidung von Stößen.....	63
K.5	Angewendeter Druck	63
Anhang L (informativ) Umweltcheckliste.....		64
Literaturhinweise.....		65

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 12493:2013+A1:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NSAI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2015, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2015 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt  EN 12493:2013 .

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen vom CEN am 2014-05-22.

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen   angezeigt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben.

Diese Europäische Norm wurde zur Bezugnahme in den technischen Anhängen des ADR [10] vorgeschlagen.

ANMERKUNG Diese Rechtsvorschriften haben Vorrang vor jeglichen Abschnitten dieser Europäischen Norm. Es wird darauf hingewiesen, dass RID/ADR/ADN regelmäßig in Abständen von zwei Jahren überarbeitet werden, was zu vorübergehenden Nichtübereinstimmungen mit den Abschnitten dieser Europäischen Norm führen kann.

Die folgenden wichtigsten Änderungen wurden im Rahmen der Änderung der EN 12493:2008+A1:2012 vorgenommen:

- Änderung der Berechnungen der Wanddicke zur Vermeidung jeglicher Verwechslungen mit Auslegungsdrücken im ADR;
- Änderung des hydraulischen Prüfdruckes zur Vermeidung jeglicher Verwechslungen mit hydraulischen Prüfdrücken im ADR sowie zur Herabsetzung der maximalen Zugspannung (zum Zeitpunkt der hydraulischen Prüfung);
- Hinzufügung von Berechnungen der Mindestdicke;
- Klarstellung der Anforderungen an die Schwallbleche;
- Änderung der (normativen) Verweisungen auf Anhang C in informative Verweisungen.

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

Einleitung

Diese Europäische Norm beinhaltet die Anwendung von Stoffen und Verfahren, die gesundheitsschädlich und/oder umweltschädlich sein können, sofern keine geeigneten Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden. Sie bezieht sich nur auf die technische Eignung und entbindet den Anwender grundsätzlich nicht von der Einhaltung gesetzlicher Vorschriften.

Der Umweltschutz stellt ein Schlüsselpolitikum in Europa und anderen Gebieten der Welt dar. Umweltschutz wird in diesem Dokument in einem sehr weitgefassten Sinne ausgelegt. Gemeint sind sämtliche Einflüsse während des gesamten Lebenszyklus, z. B. eines Produktes auf die Umwelt einschließlich Energieaufwand und während sämtlicher Phasen, d. h. Abbau der Rohwerkstoffe, Herstellung, Verpackung, Vertrieb, Verwendung, Verschrottung, Wiederverwertung der Werkstoffe usw. Anhang L enthält eine Umweltcheckliste, welche die Abschnitte dieser Europäischen Norm aufzeigt, die sich mit Umweltfragen befassen.

Es wird empfohlen, dass die Hersteller eine Umweltmanagementpolitik erarbeiten. Eine Anleitung kann der EN ISO 14000-er Reihe (siehe [6], [7] und [8]) entnommen werden.

Die Festlegungen müssen auf eine allgemeine Anleitung beschränkt werden. Grenzwerte sind in nationalen Gesetzen festgelegt.

Bei der Erarbeitung dieser Europäischen Norm wurde vorausgesetzt, dass die diesbezügliche Ausführung ihrer Bestimmungen entsprechend ausreichend qualifizierten und erfahrenen Personen übertragen wird.

Sofern nicht anderweitig angegeben, handelt es sich bei sämtlichen angegebenen Drücken um Überdrücke.

ANMERKUNG Diese Europäische Norm verlangt Messungen von Werkstoffeigenschaften, Maßen und Drücken. Sämtliche dieser Messungen unterliegen einem gewissen Grad an Unsicherheit durch Abweichungen in den Messgeräten usw. Es könnte nützlich sein, auf die Broschüre „measurement uncertainty leaflet“ SP INFO 2000 27 [13] zu verweisen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Mindestanforderungen an Werkstoffe, Auslegung, Bau und Ausführungsverfahren sowie Prüfungen für geschweißte Druckbehälter für Straßentankwagen für Flüssiggas (LPG, en: liquefied petroleum gas) und deren angeschweißtes Zubehör fest, die aus Kohlenstoffstahl, Kohlenstoff-Manganstahl und mikrolegiertem Stahl hergestellt werden.

Es besteht keine Obergrenze für die Größe, da diese durch die Begrenzung der Bruttomasse des Fahrzeuges festgelegt wird.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Druckbehälter für Tankcontainer.

ANMERKUNG 1 Im Sinne dieser Norm ist der Begriff „Straßentankwagen“ entsprechend der Definition im ADR als „fest verbundene Tanks“ und „Aufsetztanks“ zu verstehen.

ANMERKUNG 2 Die Ausrüstung der Druckbehälter sowie die Inspektion und Prüfung nach dem Zusammenbau ist durch EN 12252 bzw. EN 14334 abgedeckt.

ANMERKUNG 3 Das Baumuster des Straßentankwagens unterliegt entsprechend der Anforderung des ADR einer Zulassung durch die zuständige Behörde.

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 287-1, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle*

EN 444, *Zerstörungsfreie Prüfung — Grundlagen für die Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Röntgen- und Gammastrahlen*

EN 462-1, *Zerstörungsfreie Prüfung — Bildgüte von Durchstrahlungsaufnahmen — Teil 1: Bildgüteprüfkörper (Drahtsteg) — Ermittlung der Bildgütezahl*

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

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

EN 12252, *Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Ausrüstung von Straßentankwagen für Flüssiggas (LPG)*

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

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

EN 14717, *Schweißen und verwandte Prozesse — Umweltcheckliste*

EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 148-1)*

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

EN ISO 3834-2, *Qualitätsanforderungen für das Schmelzschweißen von metallischen Werkstoffen — Teil 2: Umfassende Qualitätsanforderungen (ISO 3834-2)*

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

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 5817:2007, *Schweißen — Schmelzschweißverbindungen an Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ohne Strahlschweißen) — Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:2003, korrigierte Fassung: 2005, einschließlich Technisches Corrigendum 1:2006)*

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 6520-2:2013, *Schweißen und verwandte Prozesse — Einteilung von geometrischen Unregelmäßigkeiten an metallischen Werkstoffen — Teil 2: Pressschweißungen (ISO 6520-2:2013)*

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)*

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

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

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Flüssiggas

LPG

(en: liquefied petroleum gas)

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-Isomere und/oder Buten enthält

3.2

Streckgrenze

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

3.3

Kaltumformen

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

3.4

Warmumformen

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

3.5

Sonnenschutzschild

Schild, das mindestens das obere Drittel, jedoch nicht mehr als die obere Hälfte der Mantelfläche bedeckt und durch einen Luftspalt von mindestens 40 mm vom Mantel getrennt ist

3.6

Druckbehälter

Baugruppe aus drucktragender Hülle (einschließlich der Öffnungen und deren Verschlüssen) und direkt an ihr angebrachten nicht drucktragenden Teilen

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

3.7

zuständige Behörde

Behörde(n) oder jegliche andere(n) Stelle(n), welche in jedem Staat nach nationalem Recht und für den jeweiligen Fall als solche bestimmt wurde(n)

3.8

Inspektionsstelle

von der zuständigen Behörde zugelassene unabhängige Inspektions- und Prüfstelle

3.9

sachkundige Person

Person, die durch eine Kombination aus geeigneter Qualifizierung, Ausbildung, Erfahrung und Ausstattung in der Lage ist, objektive Beurteilungen zu einem Thema abzugeben

4 Werkstoffe

4.1 Umwelt

Der Hersteller muss bestrebt sein, Werkstoffe und Bauteile von Lieferanten mit einer erklärten Umweltpolitik zu beschaffen, siehe EN ISO 14021, EN ISO 14024 und EN ISO 14025.

4.2 Eignung

4.2.1 Sofern in den Auslegungsunterlagen nicht anderweitig festgelegt, muss der Auslegungstemperaturbereich -20 °C bis $+50\text{ °C}$ betragen.

4.2.2 Die Konstruktionswerkstoffe müssen für einen Betrieb innerhalb des vorgesehenen Temperaturbereiches geeignet sein. Sofern die Möglichkeit besteht, dass der Druckbehälter härteren niedrigeren Umgebungs- oder Produkttemperaturen ausgesetzt werden könnte, muss der Auslegungstemperaturbereich -40 °C bis $+50\text{ °C}$ betragen.

4.2.3 Eine Anleitung für die Auswahl der Werkstoffgüten ist in Anhang A angegeben.

4.2.4 Sofern zusätzlich ein Kerbschlagbiegeversuch gefordert wird, muss dieser nach EN ISO 148-1 durchgeführt werden, damit die in 10.2.5.4 festgelegten Werte der Kerbschlagzähigkeit erreicht werden.

4.2.5 Die Werkstoffe des Druckbehälters, welche mit dem Inhalt in Berührung kommen, dürfen keine Stoffe beinhalten, die dazu neigen den Werkstoff wesentlich zu schwächen. Die in EN 10028-2 und EN 10028-3 festgelegten und in Tabelle A.1 angegebenen Stahlgüten werden als mit LPG verträglich angesehen, sofern dieses den in ISO 9162 festgelegten Korrosionsgrenzwerten entspricht.

4.3 Druckhaltende Teile

Bei den Werkstoffen für die druckhaltenden Teile muss es sich um geeignete Stähle nach EN 10028-2 oder EN 10028-3 handeln, oder sie müssen Spezifikationen entsprechen, die mit der zuständigen Behörde vereinbart wurden. Sämtliche Werkstoffe müssen 10.2.4 entsprechen, und das Verhältnis der festgelegten Streckgrenze (R_{eH}) zur Mindestzugfestigkeit (R_m) darf 0,85 nicht überschreiten (d. h. $R_{eH}/R_m \leq 0,85$). Die Bruchdehnung darf nicht kleiner als 10 000 geteilt durch die tatsächliche Zugfestigkeit in N/mm^2 sein, und in keinem Fall darf sie für Feinkornstähle kleiner als 16 % und für andere Stähle kleiner als 20 % sein. Sofern Feinkornstähle verwendet werden, darf die garantierte Streckgrenze R_{eH} nicht 460 N/mm^2 und die obere Zugfestigkeit R_m nicht 725 N/mm^2 überschreiten.

4.4 Nicht druckhaltende Teile

Nicht druckhaltende Teile, die direkt an druckhaltende Teile angeschweißt sind, müssen aus geeigneten Werkstoffen nach EN 10025-2 oder aus Werkstoffen mit Eigenschaften bestehen, die von einer zuständigen Behörde zugelassen sind. Sämtliche für nicht druckhaltende Teile verwendeten Werkstoffe müssen mit den Werkstoffen der druckhaltenden Teile verträglich sein und müssen den Anforderungen an die Kerbschlagzähigkeit nach 10.2.5.4 entsprechen, die nach der in EN ISO 148-1 festgelegten Methode geprüft wird.

4.5 Schweißzusatzwerkstoffe

Schweißzusatzwerkstoffe müssen geeignet sein, einheitliche Schweißnähte mit mindestens den Eigenschaften zu bilden, die für die Grundwerkstoffe des fertig gestellten Druckbehälters festgelegt wurden.

4.6 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtflansche)

Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtflansche) müssen über den Druck- und Temperaturbereich, für den der Tankwagen ausgelegt wurde (siehe 4.2 sowie Anhang B und Anhang C), mit LPG in beiden Phasen verträglich sein.

4.7 Inspektionsunterlagen für Werkstoffe

Druckhaltende Teile und nicht druckhaltende Teile, die direkt an den Druckbehälter angeschweißt sind, müssen mit den Bescheinigungen der Werkstoffhersteller nach EN 10204:2004, Abnahmeprüfzeugnis 3.1, geliefert werden. Sonstige Teile müssen mit Bescheinigungen nach EN 10204:2004, Abnahmeprüfzeugnis 2.2, geliefert werden.

5 Auslegung des Druckbehälters

5.1 Auslegungsbedingungen

5.1.1 Soweit nicht durch eine nationale zuständige Behörde für die Verwendung innerhalb ihres Hoheitsgebietes in Übereinstimmung mit der Regelung nach EU-Richtlinie 2008/68/EG [11] anderweitig zugelassen, müssen die Bezugstemperaturen Anhang B entsprechen.

5.1.2 Die Auslegungsberechnungen müssen nach Anhang D durchgeführt werden.

5.1.3 Die Ermüdungsbeanspruchung sämtlicher Bauteile des Druckbehälters und seines Zubehörs muss berücksichtigt werden, indem eine Beurteilung durchgeführt wird oder bewährte Betriebserfahrungen herangezogen werden.

5.1.4 Die Auslegung des Druckbehälters sollte Folgendes berücksichtigen:

- Minimierung des Verbrauches von Werkstoffen;
- für den effizienten Betrieb des Druckbehälters erforderliche Ausrüstungsteile;
- Minimierung der Umweltauswirkungen der Instandhaltung während des Betriebes und der Entsorgung nach Ablauf der Lebensdauer.

5.2 Mindestdicke

5.2.1 Die Mindestdicke von Druckbehältern mit einem Durchmesser von höchstens 1,8 m muss 5 mm Bezugsstahl (wie im ADR festgelegt) oder eine gleichwertige Dicke eines andersartigen Stahles betragen.

5.2.2 Für Druckbehälter mit einem Durchmesser größer als 1,8 m muss die Mindestdicke 6 mm des Bezugsstahls (wie im ADR festgelegt) oder eine gleichwertige Dicke eines andersartigen Stahles betragen.

5.2.3 Die gleichwertige Dicke muss nach Gleichung (1) berechnet werden:

$$e_1 = \frac{464e_0}{\sqrt[3]{(R_{m1}A_1)^2}} \quad (1)$$

Dabei ist

- A_1 die Mindestbruchdehnung (%) des verwendeten Stahls unter Zugspannung;
- e_1 die Mindestdicke des Mantels des verwendeten Stahls, in mm;
- e_0 die Mindestdicke des Bezugsstahls, in mm;

R_{m1} die Mindestzugfestigkeit des verwendeten Stahls, in N/mm².

[A1] Die Mindestdicke des Mantels darf nicht geringer sein als die nach ADR (Abschnitt 6.8.2.1.17 der Ausgabe 2015 des ADR) berechnete Dicke. **[A1]**

5.3 Schwallbleche

5.3.1 Sofern beabsichtigt ist, die Druckbehälter mit mehr als 20 % oder weniger als 80 % Füllung zu betreiben, müssen Schwallbleche angebracht werden. Die Schwallbleche müssen so ausgelegt werden, dass eine vollständige innere Inspektion des Druckbehälters möglich ist. Das Volumen zwischen jeglichen zwei Blechen oder einem Blech und dem Boden des Druckbehälters darf 7 500 l nicht überschreiten.

5.3.2 Druckbehälter mit einer Länge von größer als 4,0 m, die mit mehr als 20 % oder weniger als 80 % Füllung betrieben werden sollen, müssen mit querliegenden Schwallblechen mit einem Abstand von höchstens 4,0 m ausgerüstet werden, die so ausgelegt werden müssen, dass eine vollständige innere Inspektion des Druckbehälters möglich ist.

5.3.3 Die Grundfläche jedes Schwallbleches muss mindestens 70 % der Querschnittsfläche des Druckbehälters betragen, an dem die Bleche angebracht sind.

5.3.4 Schwallbleche müssen in der Lage sein, der Belastung standzuhalten, die von der Flüssigkeit in einem bis zum vollständigen Fassungsraum befüllten Druckbehälter in beiden Richtungen zwischen den Blechen ausgeübt wird.

5.3.5 Schwallbleche müssen mindestens 2 mm dick sein.

5.3.6 Es müssen Vorkehrungen für eine Verbindung und das Abfließen zwischen den Bereichen getroffen werden.

5.3.7 Bei Druckbehältern mit einem Durchmesser von größer als 1,8 m mit einer Wanddicke von weniger als 6 mm und bei Druckbehältern mit einem Durchmesser bis zu 1,8 m mit einer Wanddicke von weniger als 5 mm müssen die Schwallbleche die gleiche Dicke wie der Mantel aufweisen, und das Volumen zwischen zwei beliebigen Blechen oder einem Blech und dem Boden des Druckbehälters darf 7 500 l nicht überschreiten.

5.4 Verstärkungsbleche

Um die Spannungskonzentration am Druckbehälter zu verringern, muss bei lasttragendem Zubehör zwischen dem Zubehör und dem Mantel des Druckbehälters ein Verstärkungsblech vorgesehen werden.

Nicht kreisrunde Verstärkungsbleche müssen Eckradien aufweisen, die so großzügig wie möglich (mit einem Mindestradius von 25 mm) auszulegen sind, um die Spannungskonzentrationen zu verringern.

Sind Verstärkungsbleche mit Messbuchsen versehen, müssen diese nach der Prüfung mit Gewindestopfen verschlossen werden.

5.5 Beanspruchungen durch Bewegungen

Druckbehälter und deren dauerhaftes Zubehör müssen in der Lage sein, bei der höchstzulässigen Belastung die durch den Auslegungsdruck ausgeübten Kräfte sowie die folgenden dynamischen Kräfte aufzunehmen:

- in Fahrtrichtung: die 2-fache Gesamtgewichtskraft;
- im rechten Winkel zur Fahrtrichtung: die Gesamtgewichtskraft;
- senkrecht nach oben: die Gesamtgewichtskraft;

— senkrecht nach unten: die 2-fache Gesamtgewichtskraft.

Unter den vorstehend definierten Kräften dürfen die Spannungen im Druckbehälter und in dessen Befestigungen folgende Werte nicht überschreiten:

a) allgemeine Membranspannung im Mantel, entfernt von den Stützen:

— die normale Auslegungsspannung nach der Festlegung in D.1;

b) örtliche Spannungen an den Stützen, die entweder durch experimentelle Analyse oder Berechnung/besondere Analyse bestimmt werden:

— die in EN 13445-3 festgelegten Grenzen.

5.6 Selbsttragende Druckbehälter

Selbsttragende Druckbehälter müssen so ausgelegt werden, dass sie Biegespannungen aufnehmen können, die ansonsten durch das Fahrgestell oder den Rahmen getragen würden.

5.7 Vakuumbedingungen

Druckbehälter müssen so ausgelegt werden, dass sie Vakuumbedingungen standhalten, die während des Betriebes durch das Produkt oder durch andere Betriebsbedingungen erzeugt werden; mindestens jedoch müssen sie Bedingungen standhalten, die einem äußeren Überdruck von mindestens 40 kPa (0,4 bar) entsprechen.

Geeignete Auslegungsverfahren dürfen EN 13445-3 entnommen werden.

ANMERKUNG Einige Flüssiggase besitzen bei Temperaturen, die unter normalem Winterbetrieb auftreten können, Dampfdrücke unterhalb des Atmosphärendruckes; dies könnte innerhalb des Druckbehälters zu Bedingungen eines Teilvakuums führen.

5.8 Druckbehälterbefestigungen

5.8.1 Befestigungsstrukturen müssen aus Stahl hergestellt und so ausgelegt werden, dass die Bewegung des Druckbehälters gegenüber dem Fahrgestell begrenzt wird.

5.8.2 Druckbehälterbefestigungen müssen über eine ausreichende Festigkeit verfügen und das Verfahren für deren Befestigung am Mantel muss eine ausreichende Festigkeit sicherstellen, um den vollständig mit Wasser gefüllten Druckbehälter zu stützen.

5.8.3 Die Auslegung der Druckbehälterbefestigungen muss mit der Auslegung des Fahrgestells des Fahrzeugs abgestimmt werden. Der Konstrukteur muss den Einfluss des Druckbehälters und seiner Befestigungen, einschließlich der in 5.5 angegebenen zusätzlichen Belastungen, beurteilen.

Der Hersteller des Fahrgestells sollte auf der Auslegungsstufe des Druckbehälters dahingehend informiert werden, dass der auf dem Fahrgestell befindliche Druckbehälter einer hydraulischen Prüfung unterzogen werden könnte, bei welcher der Druckbehälter mit dem Doppelten des Normalgewichtes entsprechend der Beförderungskapazität belastet werden kann.

5.8.4 Druckbehälterbefestigungen, die als integriertes Zubehör des Mantels ausgelegt wurden, müssen mit Verstärkungsblechen nach den Festlegungen in 5.4 ausgestattet werden. Heftschweißen darf nicht angewendet werden.

5.9 Innen liegende Rohrleitungen

5.9.1 Die mechanische Festigkeit innen liegender Rohrleitungen und Halterungen muss ausreichen, um den Betriebsbedingungen, einschließlich dynamischer Belastung, standzuhalten.

5.9.2 Die innen liegenden Rohrleitungen dürfen direkt an einem Druckbehälterstutzen befestigt werden.

5.9.3 Die Rohrleitungen müssen so angeordnet werden, dass ein unbeabsichtigter Eintritt von flüssigem LPG aus der Flüssigkeitseintrittsleitung in andere Teile der Rohrleitungen verhindert wird, die im Gasraum münden.

6 Öffnungen

6.1 Allgemeines

Für die Ausrüstung von Straßentankwagen für LPG siehe EN 12252.

Ventile und andere Ausrüstungsteile müssen entweder durch ihre Anordnung auf dem Druckbehälter, sofern der Druckbehälter auf dem Fahrzeug montiert ist, oder durch eine besondere Auslegung des Druckbehälters gegen Beschädigung durch äußere Stöße geschützt werden. Vorkehrungen bei der Auslegung des Druckbehälters müssen darin bestehen, dass entweder Ventile und andere Ausrüstungsteile in einer Aussparung im Profil des Druckbehältermantels oder Druckbehälterbodens ein- oder angebaut werden, oder durch Verwendung einer Schutzvorrichtung, die einem Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug und den Kräften, die beim Überschlagen des Druckbehälters wirken, standhalten kann.

6.2 Verstärkung von Öffnungen

Öffnungen müssen nach D.4 verstärkt und ausgelegt werden.

6.3 Gewindeverbindungen

Der größte Nenndurchmesser von Gewindeverbindungen beträgt 80 mm.

6.4 Mannloch

6.4.1 Druckbehälter mit einem Volumen von mehr als 3 000 l müssen mit einem Mannloch versehen sein, dessen Durchmesser:

- mindestens 500 mm beträgt; oder
- mindestens 420 mm beträgt, sofern die Reduzierung des Durchmessers von der zuständigen Behörde zugelassen wurde.

Druckbehälter mit einem Volumen von höchstens 3 000 l dürfen anstelle eines Mannloches mit Inspektionsöffnungen versehen werden, deren Maße EN 286-1 entsprechen müssen.

6.4.2 Mannlöcher müssen geschmiedet, aus Blechen gefertigt oder aus Rohren und genormten Flanschen mit geeigneter Nenntemperatur und geeignetem Nenndruck hergestellt sein. Die für Mannlöcher mit Blechflanschen verwendeten Bleche müssen einer Ultraschallprüfung auf Schichtfehler unterzogen werden.

6.4.3 Das Mannloch muss leicht zugänglich positioniert werden.

7 Nicht druckhaltende Teile

7.1 Zubehör-Schweißnähte

Die Schweißnähte des Zubehörs müssen durchgehend sein.

7.2 Lage der Zubehör-Schweißnähte

Zubehör muss so ausgelegt werden, dass kein Wassereinschluss auftritt und dass eine Inspektion der Schweißnaht möglich ist. Soweit möglich, müssen Zubehör-Schweißnähte von Druckbehälter-Schweißnähten (Längs- und Umfangsschweißnähte und Öffnungs-Schweißnähte) einen Mindestabstand von 40 mm aufweisen. Sofern dies nicht möglich ist, müssen die Zubehör-Schweißnähte die Hauptschweißnähte vollständig kreuzen.

8 Ausführung und Bau

8.1 Allgemeines

8.1.1 Druckbehälter für Straßentankwagen müssen nach den Zeichnungen und Spezifikationen hergestellt werden, die von einer notifizierten/benannten  Inspektionsstelle  zugelassen wurden.

8.1.2 Der Hersteller trägt die Verantwortung für die Sachkunde, Ausbildung und Überwachung seines Personals.

8.1.3 Der Hersteller muss unter Berücksichtigung sämtlicher Anweisungen des Werkstofflieferanten sicherstellen, dass die Werkstoffe des fertig gestellten Druckbehälters dieser Europäischen Norm entsprechen.

8.1.4 Der Hersteller muss über festgelegte Verfahren für die Herstellungsvorgänge verfügen, einschließlich der Umform-, Schweiß- und Wärmebehandlungsprozesse.

8.2 Umwelt

8.2.1 Die Umweltauswirkungen von Schweißen und verwandten Prozessen müssen nach EN 14717 bewertet werden.

8.2.2 Der Hersteller sollte bestrebt sein, die Werkstoffabfälle zu minimieren, indem er Werkstoffe auswählt, deren Größe für die Fertigteile geeignet ist, die für die Herstellung erforderlich sind. Unvermeidbarer Werkstoffabfall/-schrott sollte wiederverwertet werden.

8.2.3 Vom Herstellungsprozess ausgehende Geräuschpegel sollten bewertet und Maßnahmen zur Minimierung der Auswirkungen auf die äußere Umwelt eingeführt werden.

8.3 Werkstoffkontrolle

8.3.1 Der Hersteller des Druckbehälters muss ein Identifizierungssystem für die bei der Herstellung verwendeten Werkstoffe unterhalten, so dass sämtliche Werkstoffe für druckhaltende Teile und für nicht druckhaltende Teile, die am fertig gestellten Produkt direkt an druckhaltende Teile angeschweißt werden, auf ihren Ursprung zurückverfolgt werden können. Das System muss geeignete Verfahren für den Nachweis der Identität des vom Lieferanten bereitgestellten Werkstoffs einschließen.

8.3.2 Die Nachweisverfahren müssen auf den Bescheinigungen und/oder den Abnahmeprüfungen der Werkstoffhersteller beruhen. Das System muss sicherstellen, dass vor dem Schneiden und Umformen der Druckbehälterteile die ursprüngliche Werkstoffkennzeichnung auf sämtliche Teile des Druckbehälters übertragen wird, die nach dem Prozess ansonsten möglicherweise keine Kennzeichnung mehr aufweisen

könnten. Der Hersteller muss sicherstellen, dass der Werkstoff der Auslegung und/oder der Zeichnungsspezifikation entspricht.

8.3.3 Beim Aufteilen und Schneiden des Werkstoffes muss:

- a) das Werkstoffkennzeichen deutlich sichtbar sein, wenn das druckhaltende Teil fertig gestellt ist; oder
- b) der Hersteller ein dokumentiertes System betreiben, das die Rückverfolgbarkeit sämtlicher Werkstoffe des fertig gestellten Druckbehälters sicherstellt.

8.3.4 Sofern es sich nicht vermeiden lässt, das Werkstoffkennzeichen während der Herstellung eines druckhaltenden Teiles auszuschneiden, muss es vom Hersteller des druckhaltenden Teiles auf eine andere Stelle des Bauteiles übertragen werden. Die Übertragung des Kennzeichens muss durch eine vom Hersteller benannte Person erfolgen.

8.3.5 Wenn die Kennzeichnung auf Werkstoffen übertragen wird, darf die Methode der Kennzeichnung keine nachteiligen Auswirkungen auf die festgelegten Werkstoffeigenschaften haben.

8.3.6 Die Einzelheiten zu den Schweißzusatzwerkstoffen müssen aufbewahrt werden.

8.4 Annehmbare Schweißnahteinzelheiten

8.4.1 Der Hersteller muss bei der Auswahl einer geeigneten Schweißnahteinzelheit Folgendes berücksichtigen:

- die Herstellungsmethode;
- die Betriebsbedingungen;
- die Möglichkeit zur Durchführung der erforderlichen zerstörungsfreien Prüfungen.

ANMERKUNG 1 Empfohlene Schweißnahteinzelheiten sind in EN 1708-1:2010 angegeben.

Die Stegflanken bei der Schweißnahtvorbereitung müssen innerhalb der Grenzabweichungen ausgerichtet werden, die in der Schweißverfahrensanweisung angegeben sind.

ANMERKUNG 2 Beispiele üblicher für Druckbehälter verwendeter Verbindungen sind in Anhang E angegeben.

8.4.2 Sofern ein Druckbehälter aus mehr als einem Schuss hergestellt wird, müssen die Längsschweißnähte der benachbarten Schüsse um mindestens 100 mm zwischen den Schweißkanten versetzt werden.

8.4.3 Bei einem Druckbehältervolumen von weniger als 3 000 l und wenn kein Zugang in das Innere vorhanden ist, sind für die Verbindung zwischen Mantel und Boden Sickenstöße zugelassen. Nur gewölbte Böden dürfen mit Sickenstößen versehen werden.

8.4.4 Sicken müssen ausreichend weit vom Krempe radius entfernt sein um sicherzustellen, dass die Kante der Umfangsschweißnaht mindestens 12 mm von der Krempe entfernt ist.

ANMERKUNG Eine Einzelheit eines üblichen Sickenstoßes ist in Bild E.2 dargestellt.

8.5 Wärmebehandlung und Umformen

8.5.1 Kaltumformen

8.5.1.1 Eine Wärmebehandlung von kaltumgeformten zylindrischen Mänteln ist nicht erforderlich.

8.5.1.2 Kaltumgeformte gewölbte Böden müssen einer Wärmebehandlung unterzogen werden, sofern der Hersteller nicht nachweisen kann, dass die Eigenschaften des fertig gestellten Produktes mit der ursprünglichen Auslegung übereinstimmen.

8.5.1.3 Kaltumgeformte gewölbte Böden, die nicht wärmebehandelt wurden, dürfen beim örtlichen Schweißen oder örtlichen Erwärmen im Krepfenbereich keinen Temperaturen über 550 °C ausgesetzt werden, ohne dass sie einer nachfolgenden Wärmebehandlung unterzogen werden.

8.5.2 Warmumformen

8.5.2.1 Bei normalgeglühten Stählen darf aufgrund der Gefahr eines übermäßigen Kornwachstums die Werkstücktemperatur während des Warmumformvorganges 1 050 °C nicht überschreiten. Vor der letzten Stufe des Warmumformens oder wenn der Warmumformvorgang nur einmal durchgeführt wird, darf das Werkstück nicht über 980 °C erwärmt werden.

8.5.2.2 Die Dauer der Warmumformung sollte so kurz wie möglich gehalten werden, um ein Kornwachstum zu vermeiden.

8.5.2.3 Sofern keine nachfolgende Wärmebehandlung vorgenommen wird, muss der Warmumformvorgang bei einer Temperatur oberhalb von 750 °C abgeschlossen werden, oder oberhalb von 700 °C, wenn der Verformungsgrad auf der letzten Stufe 5 % des gesamten Formgebungsverfahrens nicht überschreitet.

8.5.2.4 Die Abkühlung muss in ruhiger Luft erfolgen.

8.5.2.5 Sofern das Warmumformen unter Bedingungen durchgeführt wird, die sich von den in diesem Unterabschnitt festgelegten unterscheiden, muss nach dem Warmumformen ein Normalglühen entsprechend den Festlegungen des Stahlherstellers oder -lieferanten durchgeführt werden.

8.5.2.6 Das Wärmebehandlungsverfahren muss von einer sachkundigen Person festgelegt werden, um sicherzustellen, dass die Eigenschaften des fertig gestellten Produktes mit der ursprünglichen Auslegung übereinstimmen.

8.5.2.7 Der Warmumformprozess sollte so ausgelegt werden, dass der Energieverbrauch minimiert und die umweltgerechte Entsorgung von Isoliermaterial und anderen Abfällen sichergestellt wird.

8.5.3 Prüfung der umgeformten Teile

8.5.3.1 Bei kaltumgeformten Teilen, die keiner Wärmebehandlung unterzogen wurden, sind in Bezug auf den Umformvorgang keine mechanischen Prüfungen erforderlich.

8.5.3.2 Sämtliche weiteren umgeformten Teile müssen nach dem letzten Umformvorgang oder einer jeglichen Wärmebehandlung Prüfungen unterzogen werden, um die Übereinstimmung mit der Werkstoffspezifikation nachzuweisen. Prüfstücke müssen aus einem überstehenden Ende oder einem überzähligen Stück des umgeformten Teils oder aus einem separaten Prüfstück entnommen werden, das nach demselben Verfahren umgeformt wurde. Es müssen eine Probe für die Zugfestigkeitsprüfung und drei Proben für den Kerbschlagbiegeversuch entnommen werden.

8.5.3.3 Bei umgeformten Böden müssen die Prüfstücke von den für die Prüfung bestimmten Böden entnommen werden, die wie folgt ausgewählt werden:

- aus der Anfangsproduktion: ein Prüfstück von zehn jeder Familie; und
- aus umgeformten Böden der laufenden Produktion: ein geformtes Teil aus 1 000 Produktionseinheiten, jedoch mindestens ein Teil alle zwei Jahre.

8.5.3.4 Böden mit den folgenden Eigenschaften sind als Familie von Böden anzusehen:

- dieselbe Werkstoffspezifikation;
- derselbe Umformprozess;
- dieselbe Wärmebehandlung;
- geometrische Ähnlichkeit innerhalb $\pm 10 \%$.

8.5.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

Eingekaufte umgeformte Teile, die Abnahmeprüfzeugnisse nach EN 10204:2004 erfordern, müssen im Lieferzustand vom Druckbehälterhersteller einer Sichtprüfung und einer Überprüfung der Maße unterzogen werden, und die Ergebnisse müssen in das Abnahmeprüfzeugnis für den Druckbehälter aufgenommen werden.

8.5.5 Kennzeichnung

Die umgeformten Teile der Druckbehälter müssen so gekennzeichnet werden, dass der Werkstoff und der Hersteller des Teils, wie in 8.3 festgelegt, festgestellt werden können. Bei einer Losprüfung muss der Zusammenhang mit dem Los erkennbar sein.

8.6 Schweißen

8.6.1 Allgemeines

Das Schweißen der Verbindungen der Einzelteile eines Druckbehälters muss entsprechend EN ISO 3834-2 erfolgen und darf nur durchgeführt werden, wenn sämtliche der folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) der Hersteller hat eine Schweißverfahrensanweisung zusammengestellt;
- b) die vom Hersteller ausgewählten Schweißverfahren sind für das Anwendungsgebiet geeignet. Sofern die Auslegung auf Werkstoffspezifikationen beruht, die von einer $\boxed{A_1}$ Inspektionsstelle $\boxed{A_1}$ zugelassen wurden, muss die Eignung des Schweißverfahrens am Werkstoff mit den höheren Eigenschaftswerten nachgewiesen werden;
- c) die Schweißer und Bediener von Schweißmaschinen sind für die Tätigkeit qualifiziert und besitzen eine gültige Zulassung (siehe 8.6.5); und
- d) die Bewertungsgruppe von Schweißverbindungen entspricht Gruppe B nach EN ISO 5817:2007, mit Ausnahme der Änderungen in Anhang I, für Längs- und Umfangsschweißnähte des Mantels oder für Fälle, in denen die Auslegungsspezifikation oder -zeichnung strengere Anforderungen enthält.

8.6.2 Längsschweißnähte

Jeder Schuss darf höchstens eine Längsschweißnaht aufweisen. Längsschweißnähte müssen voll durchgeschweißte Stumpfschweißnähte sein.

8.6.3 Schweißverfahrensanweisung (WPS, en: welding procedure specification)

Der Hersteller muss für jede Schweißverbindung oder Schweißverbindungsfamilie eine Schweißverfahrensanweisung nach EN ISO 15609-1 erstellen.

8.6.4 Qualifizierung der WPS

Schweißverfahren müssen durch Schweißverfahrensprüfungen nach EN ISO 15614-1 qualifiziert werden.

Die Herstellung und Prüfung der Prüfstücke muss von einer $\boxed{A_1}$ Inspektionsstelle $\boxed{A_1}$ zugelassen werden.

Schweißnähte müssen einem Kerbschlagbiegeversuch nach den Festlegungen in 10.2.5.4 unterzogen werden.

8.6.5 Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißmaschinen

Schweißer müssen nach EN 287-1 und Bediener von Schweißmaschinen nach EN ISO 14732 qualifiziert werden.

Die Herstellung und Prüfung der Prüfstücke muss von einer $\boxed{A_1}$ Inspektionsstelle $\boxed{A_1}$ zugelassen werden.

Der Hersteller muss ein Verzeichnis der Schweißer und Bediener von Schweißmaschinen einschließlich der Unterlagen zu den Qualifizierungsprüfungen führen.

8.6.6 Vorbereitung der Kanten

Der Werkstoff darf mit Hilfe eines beliebigen mechanischen oder thermischen Trennprozesses oder einer Kombination dieser auf die entsprechende Größe und Form geschnitten werden. Das Schneiden darf vor oder nach dem Umformen erfolgen.

Die zu schweißende Oberfläche muss frei von Oxidzunder, Öl, Schmiermittel oder anderen Fremdstoffen sein, die einen nachteiligen Einfluss auf die Schweißnahtqualität haben könnten.

Die zu schweißenden Kanten müssen entweder mit mechanischen Mitteln, durch Heftschweißnähte oder durch eine Kombination aus diesen beiden in ihrer Stellung gehalten werden. Heftschweißnähte müssen später entfernt oder mit der Schweißraupe verschmolzen werden. Der Hersteller muss sicherstellen, dass das Heftschweißen keine metallurgischen Fehler oder Homogenitätsfehler erzeugt.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass bei Schweißnähten ohne Gegenlage (einseitige Schweißnähte) die zu schweißenden Kanten ausreichend ausgerichtet sind und einen ausreichenden Abstand zueinander aufweisen, um die erforderliche Durchschweißung bis zur Schweißnahtwurzel sicherzustellen.

An Umfangsschweißnähten darf ein Sickenstoß verwendet werden (siehe 8.4.3), der als eine integrierte Schweißbadsicherung dient.

8.6.7 Zubehör und Befestigungen

Das Anschweißen von Zubehör (zeitweiligem oder anderem), einschließlich Stützen, an ein druckhaltendes Teil muss nach einem qualifizierten Verfahren erfolgen.

Zeitweiliges Zubehör muss mit einer Technik entfernt werden, die keinen Einfluss auf die Eigenschaften des Metalls oder des druckhaltenden Teiles hat, an das es angeschweißt war.

Es ist darauf zu achten, dass der Bereich des entfernten Zubehörs frei von Oberflächenrissen ist. Der Bereich muss geglättet und einer Magnetpulverprüfung (10.4.4) oder einer Eindringprüfung (10.4.5) unterzogen werden. Sämtliche festgestellten Risse müssen entsprechend repariert werden.

8.6.8 Vorwärmen

8.6.8.1 Der Hersteller muss in der WPS die Vorwärmtemperatur angeben. Die Vorwärmtemperatur ist von der Zusammensetzung des zu schweißenden Metalls, dem Schweißprozess und der Lichtbogenenergie abhängig.

8.6.8.2 Das Vorwärmen sollte EN 1011-2 entsprechen.

8.6.8.3 Es darf nicht geschweißt werden, wenn die Temperatur des Grundwerkstoffes in der Nähe der Verbindung weniger als +5 °C beträgt.