

DIN EN 12493



ICS 23.020.30; 23.020.35

Einsprüche bis 2019-11-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12493:2018-08

Entwurf

**Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile –
Geschweißte Druckbehälter aus Stahl für Straßentankwagen für
Flüssiggas (LPG) –
Auslegung und Herstellung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12493:2019**

LPG equipment and accessories –
Welded steel pressure vessels for LPG road tankers –
Design and manufacture;
German and English version prEN 12493:2019

Équipements pour GPL et leurs accessoires –
Réservoirs sous pression en acier soudés des camions-citernes pour GPL –
Conception et construction;
Version allemande et anglaise prEN 12493:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-09-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an ndg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

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

Gesamtumfang 122 Seiten

DIN-Normenausschuss Druckgasanlagen (NDG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12493:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von 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).

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12493:2018-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Streichung des Anhanges I „Schweißunregelmäßigkeiten und Proben“;
- b) normative Verweisung auf EN 12972 aufgenommen.

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

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

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

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	10
4 Werkstoffe	11
4.1 Umwelt	11
4.2 Eignung	11
4.3 Druckhaltende Teile	11
4.4 Nicht druckhaltende Teile	12
4.5 Schweißzusatzwerkstoffe	12
4.6 Nichtmetallische Werkstoffe (Dichtflansche)	12
4.7 Inspektionsunterlagen für Werkstoffe	12
5 Auslegung des Druckbehälters	12
5.1 Auslegungsbedingungen	12
5.2 Mindestdicke	12
5.3 Schwallbleche	13
5.4 Verstärkungsbleche	13
5.5 Beanspruchungen durch Bewegungen	14
5.6 Selbsttragende Druckbehälter	14
5.7 Vakuumbedingungen	14
5.8 Druckbehälterbefestigungen	14
5.9 Innen liegende Rohrleitungen	15
6 Öffnungen	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Verstärkung von Öffnungen	15
6.3 Gewindeverbindungen	15
6.4 Mannloch	15
7 Nicht druckhaltende Teile	16
7.1 Zubehör-Schweißnähte	16
7.2 Lage der Zubehör-Schweißnähte	16
8 Ausführung und Bau	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Umwelt	16
8.3 Werkstoffkontrolle	17
8.4 Annehmbare Schweißnahteinzelheiten	17
8.5 Wärmebehandlung und Umformen	18
8.5.1 Kaltumformen	18
8.5.2 Warmumformen	18
8.5.3 Prüfung der umgeformten Teile	18
8.5.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße	19
8.5.5 Kennzeichnung	19
8.6 Schweißen	19

8.6.1	Allgemeines	19
8.6.2	Längsschweißnähte	20
8.6.3	Schweißverfahrensanweisung (en: welding procedure specification, WPS).....	20
8.6.4	Qualifizierung der WPS	20
8.6.5	Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißmaschinen	20
8.6.6	Vorbereitung der Kanten.....	20
8.6.7	Zubehör und Befestigungen	21
8.6.8	Vorwärmen.....	21
8.7	Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	21
8.8	Herstellungsgrenzabweichungen.....	21
8.9	Reparaturen an der drucktragenden Hülle und an Schweißnähten von direkt angeschweißtem Zubehör.....	22
8.9.1	Allgemeine Anforderungen	22
8.9.2	Reparatur von Oberflächenunregelmäßigkeiten im Grundwerkstoff.....	22
8.9.3	Reparatur von Schweißunregelmäßigkeiten.....	22
9	Bau und Ausführung innen liegender Rohrleitungen.....	22
10	Herstellungsprüfungen und -untersuchungen.....	23
10.1	Allgemeines	23
10.2	Mechanische Prüfungen.....	23
10.2.1	Produktions-Prüfbleche	23
10.2.2	Längsschweißnähte	23
10.2.3	Umfangsschweißnähte	23
10.2.4	Mechanische Prüfungen.....	23
10.2.5	Prüfanforderungen.....	23
10.3	Zerstörungsfreie Prüfung.....	25
10.3.1	Allgemeines	25
10.3.2	Innere Unregelmäßigkeiten.....	25
10.3.3	Oberflächenunregelmäßigkeiten.....	25
10.4	Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten	25
10.4.1	Durchstrahlungsprüfungen	25
10.4.2	Kennzeichnung und Identifizierung von Durchstrahlungsaufnahmen.....	25
10.4.3	Ultraschallprüfungen.....	26
10.4.4	Magnetpulverprüfungen.....	26
10.4.5	Eindringprüfungen	26
10.5	Qualifizierung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen.....	26
10.6	Sichtprüfung von Schweißnähten	26
10.7	Abnahmekriterien	26
10.8	Sicherheitsvorkehrungen bei der Druckprüfung.....	26
11	Äußerer Korrosionsschutz und Endbearbeitung	27
11.1	Äußerer Schutz.....	27
11.2	Endbearbeitungstätigkeiten	27
12	Kennzeichnung.....	27
13	Aufzeichnungen und Unterlagen	27
13.1	Vom Hersteller einzuholende Unterlagen.....	27
13.2	Vom Hersteller zu erstellende Aufzeichnungen	27
13.3	Aufbewahrung und Bereitstellung von Unterlagen.....	28
Anhang A (normativ) Anleitung zur Auswahl von Werkstoffgütern		29
Anhang B (normativ) Bezugstemperaturen für die Auslegung.....		30
B.1	Einleitung	30
B.2	Allgemeines	30
B.3	Sich einstellender Druck.....	30
B.4	Füllung.....	30

Anhang C (informativ) Alternative Bezugstemperaturen für die Auslegung.....	31
C.1 Einleitung	31
C.2 Allgemeines	31
C.3 Sich einstellender Druck.....	31
C.4 Füllung.....	31
Anhang D (normativ) Auslegung.....	32
D.1 Auslegungsspannungen	32
D.1.1 Bei der Nenn-Auslegungsspannung f muss es sich um den kleineren der beiden nach Gleichung (D.1) oder Gleichung (D.2) berechneten Werte handeln:.....	32
D.1.2 Die folgenden Einheiten müssen in den Gleichungen dieses Anhangs verwendet werden:.....	32
D.2 Auslegungsdruck	32
D.3 Auslegungsgleichungen.....	32
D.3.1 Berechnung des zylindrischen Mantels.....	32
D.3.2 Gewölbte Böden	33
D.3.2.1 Minstdicken.....	33
D.3.2.2 Berechnung von Kugeltorusböden.....	33
D.3.2.3 Berechnung von elliptischen Böden	34
D.3.2.4 Halbkugelböden	35
D.3.2.5 Gleichungen zur Berechnung von β	35
D.3.3 Berechnung konischer Mäntel.....	36
D.3.3.1 Allgemeine Anforderungen.....	36
D.3.3.2 Dicke des konischen Mantels	36
D.3.3.3 Verbindungsstelle zwischen einem großen Kegelende und einem Zylinder ohne Krempe	37
D.3.3.4 Verbindungsstelle zwischen einem kleinen Kegelende und einem Zylinder.....	38
D.4 Verstärkung der Stutzen	40
D.5 Verstärkung der Stutzen durch Blechflansche oder Borde.....	43
D.6 Verstärkung der Stutzen durch Abzweige.....	43
Anhang E (informativ) Beispiele von Verbindungen.....	48
Anhang F (normativ) Zulässige Grenzabweichungen	52
F.1 Druckbehälter	52
F.1.1 Außendurchmesser	52
F.1.2 Unrundheit.....	52
F.1.3 Abweichung von der Geradheit.....	53
F.1.4 Unregelmäßigkeiten im Profil.....	53
F.2 Grenzabweichungen für gewölbte Böden.....	53
F.2.1 Werkstoffdicke	53
F.2.2 Profil.....	53
F.3 Montage-Grenzabweichungen	55
F.3.1 Ausrichtung der Mittellinien	55
F.3.2 Ausrichtung der Oberflächen.....	55
F.4 Zubehör, Stutzen und Ausrüstungsteile	55
F.5 Gesamtlänge	55
Anhang G (normativ) Wärmebehandlung	56
G.1 Methode der Wärmebehandlung nach dem Schweißen	56
G.2 Temperaturregelung.....	56
G.3 Temperaturgrenzwert.....	56
G.4 Temperaturmessung.....	56
Anhang H (informativ) Übliche Methode zur Messung der Spitzenabweichung im Mantel	57
H.1 Formlehre.....	57
H.2 Vermessung der Spitzenabweichung	57
Anhang I (informativ) Auswahl zerstörungsfreier Prüfverfahren für Schweißnähte	60

I.1	Innere Unregelmäßigkeiten.....	60
I.2	Oberflächenunregelmäßigkeiten.....	60
Anhang J (normativ) Hydraulische Druckprüfung.....		61
J.1	Zeitweilig angebrachte Ausrüstungsteile.....	61
J.2	Druckmessgeräte.....	61
J.3	Druckmedium.....	61
J.4	Vermeidung von Stößen	61
J.5	Angewendeter Druck	61
Literaturhinweise.....		62

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12493:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 286 „Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NSAI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12493:2013+A2:2018 ersetzen.

Dieses Dokument unterstützt die EU-Richtlinie 2008/68/EG und die zugehörigen Rechtsvorschriften für die Beförderung gefährlicher Güter, insbesondere RID und ADR.

Dieses Dokument ist zur Bezugnahme in den technischen Anhängen des ADR [15] vorgeschlagen.

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

Die folgenden wichtigsten Änderungen wurden im Rahmen dieser Überarbeitung vorgenommen:

- Streichung des Anhanges I, *Schweißunregelmäßigkeiten und Proben*;
- normative Verweisung auf EN 12972 aufgenommen.

Einleitung

Dieses Dokument beinhaltet die Anwendung von Stoffen und Verfahren, die gesundheitsschädlich und/oder umweltschädlich sein könnten, 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 Schutz der Umwelt ist ein politisches Schlüsselthema in Europa und auch andernorts. Für die Normen des CEN/TC 286 wird dieses Thema in CEN/TS 16765 [9] *„Flüssiggas-Geräte und Ausrüstungsteile — Umweltgesichtspunkte für Normen des CEN/TC 286“* behandelt; diese Technische Spezifikation sollte in Zusammenhang mit diesem Dokument gelesen werden. Die Technische Spezifikation gibt Leitlinien über zu erwägende Umweltaspekte bezüglich der Geräte und Ausrüstungsteile, die für die Flüssiggasindustrie hergestellt werden, und Folgendes wird aufgeführt:

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

Es wird empfohlen, dass die Hersteller eine Umweltmanagementpolitik erarbeiten. Eine Anleitung kann der Reihe EN ISO 14000 (siehe [11], [12] und [13]) entnommen werden.

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

Bei der Erarbeitung dieses Dokuments 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 Dieses Dokument 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 [18] zu verweisen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Mindestanforderungen an Werkstoffe, Auslegung, Bau und Ausführungsverfahren sowie Prüfungen für geschweißte Druckbehälter für Straßentankwagen für Flüssiggas (en: liquefied petroleum gas, LPG) 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.

Dieses Dokument gilt nicht für Druckbehälter für Tankcontainer.

ANMERKUNG 1 Im Sinne dieses Dokuments 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.

ANMERKUNG 4 Dieses Dokument gilt nur für LPG, andere verflüssigte Gase werden jedoch von EN 14025 abgedeckt.

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 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, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12972:2018, *Tanks für die Beförderung gefährlicher Güter — Prüfung, Inspektion und Kennzeichnung von Metalltanks*

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 5579, *Zerstörungsfreie Prüfung — Durchstrahlungsprüfung von metallischen Werkstoffen mit Film und Röntgen- oder Gammastrahlen — Grundlagen (ISO 5579)*

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

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 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 10.2.5.5 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 10.2.5.5 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, 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, Abnahmeprüfzeugnis 3.1, geliefert werden. Sonstige Teile müssen mit Bescheinigungen nach EN 10204, 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 [16] 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.

5.2.4 Die Mindestdicke des Mantels unterschreitet nicht die nach ADR berechnete Dicke.

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 Der Abstand zwischen Schwallblechen darf nicht größer als 4 m sein.

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.

5.4 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.

Verstärkungsbleche müssen mit Lüftungslöchern oder Messbuchsen versehen sein, die nach der Prüfung zu verschließen sind.

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: das 2-fache Gesamtgewicht;
- im rechten Winkel zur Fahrtrichtung: das Gesamtgewicht;
- senkrecht nach oben: das Gesamtgewicht;
- senkrecht nach unten: das 2-fache Gesamtgewicht.

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 könnten, Dampfdrücke unterhalb des Atmosphärendruckes; dies könnte innerhalb des Druckbehälters zu Bedingungen eines Teilvakuums führen.

5.8 Druckbehälterbefestigungen

5.8.1 Befestigungskonstruktionen 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 diesem Dokument 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 Schweißnahteinheiten

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

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

Empfohlene Schweißnahteinheiten 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 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 Krepfenradius entfernt sein, um sicherzustellen, dass die Kante der Umfangsschweißnaht mindestens 12 mm von der Kreppe 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 ± 10 %.

8.5.4 Sichtprüfung und Kontrolle der Maße

Eingekaufte umgeformte Teile, die Abnahmeprüfzeugnisse nach EN 10204 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 Inspektionsstelle 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, mit Ausnahme der Änderungen nach EN 12972, 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 (en: welding procedure specification, WPS)

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 Inspektionsstelle zugelassen werden.

Schweißnähte müssen einem Kerbschlagbiegeversuch nach den Festlegungen in 10.2.5.5 unterzogen werden.

8.6.5 Qualifizierung von Schweißern und Bedienern von Schweißmaschinen

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 und Bediener von Schweißmaschinen nach EN ISO 14732 qualifiziert werden.

Die Herstellung und Prüfung der Prüfstücke muss von einer Inspektionsstelle 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.

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

8.7 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Soweit eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen erforderlich ist, muss diese nach Anhang G erfolgen.

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist für die Werkstoffarten und Schweißnahtstärken, die an nach diesem Dokument gebauten Druckbehältern verwendet werden, nicht erforderlich. Eine Wärmebehandlung von Druckbehältern nach dem Schweißen darf nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller durchgeführt werden.

ANMERKUNG Druckbehälter enthalten viele Kehlschweißnähte, die nicht geprüft werden können. Wenn Eigenspannungen sowie Druck und dynamische Spannungen anliegen, besteht ein größeres Risiko der Rissbildung und des Risswachstums. Die Verringerung der Eigenspannungen durch eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen verringert das Risiko der Rissbildung.

Der Prozess der Wärmebehandlung nach dem Schweißen sollte so ausgelegt sein, dass der Energieverbrauch minimiert und die umweltgerechte Entsorgung von Isoliermaterial und anderen Abfällen sichergestellt wird.

8.8 Herstellungsgrenzabweichungen

Die Grenzabweichungen der Druckbehälterform müssen Anhang F entsprechen.

ANMERKUNG In Anhang H wird eine konservative Methode zur Messung der Spitzenabweichung (einschließlich der Unrundheit) angegeben.

8.9 Reparaturen an der drucktragenden Hülle und an Schweißnähten von direkt angeschweißtem Zubehör

8.9.1 Allgemeine Anforderungen

Unregelmäßigkeiten müssen mittels eines mechanischen oder thermischen Prozesses oder einer Kombination dieser beiden repariert werden.

Die Dicke des Werkstoffes muss nach beendeter Reparatur innerhalb der Grenzwerte der Auslegung liegen und darf nicht weniger als die in Abschnitt 5 festgelegte Mindestdicke betragen. Nach der Reparatur muss der Werkstoff der ursprünglich angewendeten zerstörungsfreien Prüfung unterzogen werden.

Bei Schweißnahtreparaturen nach der Durchführung sämtlicher festgelegten Wärmebehandlungen nach dem Schweißen muss der reparierte Druckbehälter einer weiteren Wärmebehandlung nach dem Schweißen entsprechend der ursprünglichen Spezifikation unterzogen werden.

Bei Schweißreparaturen nach der Durchführung der hydraulischen Prüfung muss eine weitere hydraulische Prüfung durchgeführt werden, sofern nicht anderweitig mit der sachkundigen Person vereinbart.

ANMERKUNG EN 13109 enthält Empfehlungen für die Verschrottung von LPG-Druckbehältern.

8.9.2 Reparatur von Oberflächenunregelmäßigkeiten im Grundwerkstoff

Kleinere Oberflächenunregelmäßigkeiten (Lichtbogenaufschläge, Bearbeitungsriefen, Schneidemarken, usw.) müssen durch Schleifen behoben werden.

Der Übergang zwischen geschliffenem Bereich und Umgebungsbereich muss glatt sein.

Reparaturen, die das Aufbringen von Schweißmetall umfassen, müssen nach einem Schweißverfahren durchgeführt werden, das nach EN ISO 15614-1 qualifiziert ist. Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 qualifiziert sein.

8.9.3 Reparatur von Schweißunregelmäßigkeiten

Das Ausmaß der Reparaturen von Schweißunregelmäßigkeiten muss durch Lage, Größe und Art des Fehlers bestimmt werden. Reparaturen dürfen entweder nur den Fehler und deren Umgebungsbereich betreffen, oder sie dürfen eine vollständige Entfernung der den Fehler enthaltenen Schweißnaht umfassen. Bei Reparaturen durch Schleifen oder andere Prozesse, die eine Entfernung von Werkstoff, jedoch kein Schweißen umfassen, muss eine Endbearbeitung erfolgen, die sicherstellt, dass der Übergang zu den Umgebungsbereichen glatt ist.

Thermisches Abtragen muss mit einer Elektrode durchgeführt werden, die die Verunreinigung der übrigen Werkstoffoberfläche auf ein Mindestmaß begrenzt.

Reparaturen müssen nach einem Schweißverfahren durchgeführt werden, das nach EN ISO 15614-1 qualifiziert ist. Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 qualifiziert sein.

9 Bau und Ausführung innen liegender Rohrleitungen

Das Schweißen innen liegender Rohrleitungen muss mit derselben Qualität wie für druckhaltende Teile erfolgen.

10 Herstellungsprüfungen und -untersuchungen

10.1 Allgemeines

Sämtliche Prüfungen müssen nach Abschluss jeglicher Wärmehandlungsprozesse und vor der Anwendung jeglicher äußerer Korrosionsschutz- und Oberflächenbehandlungsverfahren durchgeführt werden.

Druckbehälter nach diesem Dokument unterliegen dem in den Abschnitten 5, 6, 8, 10 und 12 dargelegten Konformitätsbewertungssystem, bestehend aus der Prüfung und Zulassung des Baumusters, der Anerkennung von Qualitätssicherungssystemen für die Produktion und der erstmaligen Inspektion und Prüfung von entsprechend dem Baumuster hergestellten Druckbehältern.

10.2 Mechanische Prüfungen

10.2.1 Produktions-Prüfbleche

Um die gleich bleibende Qualität der Schweißverbindungen zu kontrollieren und sicherzustellen, dass deren mechanische Eigenschaften der Spezifikation entsprechen, müssen Produktions-Prüfbleche geschweißt und geprüft werden.

10.2.2 Längsschweißnähte

Bei Druckbehältern, die eine oder mehrere Längsschweißnaht/nähte aufweisen, müssen die Prüfbleche, soweit möglich, so an einem Schweißnahtende am Mantelblech befestigt werden, dass die Schweißkanten des Prüfbleches eine Fortsetzung und Wiedergabe der Längsschweißnaht darstellen.

Das Schweißmetall muss durch das Schweißen der entsprechenden Längsschweißnaht durchgehend auf das Prüfblech aufgetragen werden, sodass Schweißprozess, -verfahren und -technik gleich sind. Je Druckbehälter muss ein Prüfblech hergestellt werden.

10.2.3 Umfangsschweißnähte

Sofern Umfangsschweißnähte nach einem anderen Verfahren als Längsschweißnähte geschweißt werden, muss der Hersteller zwei weitere Prüfbleche je Jahr oder ein Prüfblech je Druckbehälter herstellen, je nachdem, welche Anzahl die geringere ist.

Prüfbleche müssen nach dem gleichen Verfahren hergestellt werden, welches beim Bau des Druckbehälters verwendet wird.

10.2.4 Mechanische Prüfungen

Jedes Blech für die Fertigungsprüfung muss an Proben nach EN 12972 geprüft werden.

10.2.5 Prüfanforderungen

10.2.5.1 Allgemeines

Die Proben müssen wie folgt vorbereitet und geprüft werden:

10.2.5.2 Biegeprüfung

Die Biegeprüfung und die Prüfanforderungen müssen EN ISO 5173 entsprechen.

10.2.5.3 Zugversuch

Die Prüfungen müssen je nach Anwendbarkeit nach EN ISO 4136 oder EN ISO 5178 durchgeführt werden. Die Zugfestigkeit der Probe darf nicht unterhalb des entsprechenden für die Auslegung festgelegten verwendeten Mindestwertes liegen.

10.2.5.4 Makroskopische Untersuchung

Makroskopische Untersuchungen müssen nach EN ISO 17639 durchgeführt werden und einen fehlerfreien Aufbau der Schweißraupen und eine fehlerfreie Durchschweißung nachweisen.

10.2.5.5 Kerbschlagbiegeprüfungen

Die Prüfungen müssen nach EN ISO 9016 mit einer V-Kerbe senkrecht zur Oberfläche der Probe durchgeführt werden.

An Schweißnähten mit einer Grundblechdicke von weniger als 5 mm sind keine Kerbschlagbiegeprüfungen erforderlich.

Bei Blechen mit einer Dicke von weniger als 10 mm, jedoch mindestens 5 mm, müssen Proben mit einem Querschnitt von 10 mm multipliziert mit der Dicke des Grundbleches verwendet werden. Falls erforderlich, ist eine spanende Bearbeitung auf entweder 7,5 mm oder 5 mm zulässig.

Sofern die Dicke des Grundbleches ≤ 10 mm beträgt, müssen Prüfungen an drei Proben mit der Kerbe in der Mitte der Schweißnaht und an drei Proben mit der Kerbe in der Mitte der Wärmeeinflusszone (wobei die V-Kerbe die Verschmelzungsgrenze in der Mitte der Probe schneidet) durchgeführt werden.

Sofern die Dicke des Grundblechs > 10 mm beträgt, müssen Prüfungen an drei Proben aus der Mitte der Schweißnaht und an drei Proben aus der Wärmeeinflusszone (wobei die V-Kerbe die Verschmelzungsgrenze in der Mitte der Probe schneidet) durchgeführt werden.

Der aus jeder Gruppe von drei Proben erhaltene Mittelwert muss mindestens 34 J/cm^2 betragen. Höchstens einer der Einzelwerte darf unter 34 J/cm^2 liegen und in keinem Fall darf der Wert weniger als 24 J/cm^2 betragen. Dies gilt für Proben, die aus der Mitte der Schweißnaht und aus der Wärmeeinflusszone entnommen wurden.

Die normale Prüftemperatur muss -20°C betragen; bei Druckbehältern, die möglicherweise Temperaturen unter -20°C ausgesetzt sind, wie in 4.2 festgelegt, müssen die Kerbschlagbiegeversuche bei einer Temperatur von -40°C durchgeführt werden.

10.2.5.6 Wiederholungsprüfungen

Produktionsfaktoren können zu einer Streuung der Ergebnisse der mechanischen Prüfungen führen, die zeitweise unter die vereinbarten Werte der Spezifikation fallen. Sofern die Prüfergebnisse nicht 10.2.5.2 bis 10.2.5.5 entsprechen, müssen die folgenden Wiederholungsprüfungen durchgeführt werden:

- zwei Zugversuche;
- zwei Biegeprüfungen; und
- ein Kerbschlagbiegeversuch (an drei Proben).

Bei einem wiederholten Kerbschlagbiegeversuch am Schweißgut oder in der Wärmeeinflusszone darf kein Einzelwert unter 34 J/cm^2 liegen. Der Mittelwert sämtlicher Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung und der

Wiederholungsprüfungen muss mindestens 34 J/cm^2 betragen. Sofern die Wiederholungsprüfungen diese Anforderungen nicht erfüllen, gelten die durch die Proben repräsentierten Schweißnähte als nicht diesem Dokument entsprechend.

10.3 Zerstörungsfreie Prüfung

10.3.1 Allgemeines

Eine Anleitung für die Auswahl zerstörungsfreier Prüfverfahren für Schweißnähte wird in Anhang I gegeben.

10.3.2 Innere Unregelmäßigkeiten

Die Untersuchung auf innere Risse muss eine 100%ige Durchstrahlungsprüfung und/oder Ultraschallprüfung der Längs- und Umfangsnähte am Mantel, je nach Anwendbarkeit, nach 10.4.1 und 10.4.2 oder 10.4.3 umfassen.

10.3.3 Oberflächenunregelmäßigkeiten

Die Untersuchung auf Oberflächenunregelmäßigkeiten muss eine 100%ige Magnetpulverprüfung und/oder Eindringprüfung sämtlicher Schweißnähte der am Mantel und an den Bodenplatten angeschweißten Stutzen, Abzweigen und Verstärkungsblechen sowie sämtlichen weiteren Zubehörs an druckhaltenden Bauteilen, je nach Anwendbarkeit, nach 10.4.4 und 10.4.5, umfassen.

10.4 Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten

10.4.1 Durchstrahlungsprüfungen

Durchstrahlungsprüfungen müssen nach EN ISO 5579, EN ISO 17636-1 und EN ISO 17636-2 (Klasse B) durchgeführt werden.

Die Empfindlichkeit der Durchstrahlung muss EN ISO 19232-1 und EN ISO 19232-2 entsprechen.

Nach Vereinbarung zwischen dem Käufer, dem Hersteller und der sachkundigen Person dürfen andere Durchstrahlungstechniken verwendet werden, vorausgesetzt, dass das Erreichen einer vergleichbaren Empfindlichkeit nachgewiesen werden kann.

10.4.2 Kennzeichnung und Identifizierung von Durchstrahlungsaufnahmen

An jedem Schweißnahtabschnitt müssen geeignete Symbole angebracht werden, damit Folgendes identifiziert werden kann:

- a) die Werkstatt- oder Arbeitsplatzseriennummer, die Ordnungsnummer oder eine vergleichbare eindeutige Bezugsnummer;
- b) die Lage der Schweißnaht;
- c) der Abschnitt der Schweißnaht;
- d) Pfeile oder andere längsseitig angebrachte Symbole, jedoch entfernt von den äußeren Schweißnahtkanten, um die Position eindeutig zu bestimmen.

ANMERKUNG Der Bezug zur Lage der Schweißnaht kann z. B. mit den Buchstaben „L“ für eine Längsschweißnaht und „C“ für eine Umfangsschweißnaht identifiziert werden, versehen mit dem Zusatz 1, 2, 3 usw., um anzugeben, ob die Schweißnaht die erste, zweite, dritte usw. dieser Art ist.

Die Symbole, bestehend aus Pfeilen, Buchstaben und/oder Zahlen aus Blei müssen so angeordnet werden, dass ihre Abbildungen auf der Durchstrahlungsaufnahme des Abschnittes erscheinen.

Es muss eine ausreichende Überlappung vorgesehen werden, damit sichergestellt ist, dass die Durchstrahlungsaufnahmen die gesamte Schweißnaht abbilden. Jede Durchstrahlungsaufnahme muss in der Nähe jedes Endes eine Nummer aufweisen.

Durchstrahlungsaufnahmen von reparierten Schweißnähten müssen eindeutig mit R1, R2, usw. für die erste Reparatur, die zweite Reparatur usw. gekennzeichnet werden.

10.4.3 Ultraschallprüfungen

Die Ultraschallprüfungen müssen nach EN ISO 17640 durchgeführt werden.

10.4.4 Magnetpulverprüfungen

Die Magnetpulverprüfverfahren müssen EN ISO 17638 entsprechen.

Besondere Sorgfalt muss der Vermeidung von Beschädigungen der Oberfläche durch falsche Anwendung der magnetischen Ausrüstung gelten. Jegliche aufgetretene Beschädigung muss repariert werden.

10.4.5 Eindringprüfungen

Eindringprüfungen von Schweißnähten müssen nach EN ISO 3452-1 durchgeführt werden.

10.5 Qualifizierung des Personals für zerstörungsfreie Prüfungen

Personal für die Durchführung und Auswertung zerstörungsfreier Prüfungen muss nach EN ISO 9712 qualifiziert und zugelassen sein. Personal und Aufsichtspersonen für zerstörungsfreie Prüfungen müssen über eine ausreichende Fachkunde und Grundkenntnisse im Schweißen verfügen. Das Prüfpersonal muss vom für die Fertigung verantwortlichen Personal unabhängig sein.

10.6 Sichtprüfung von Schweißnähten

Sämtliche Schweißverbindungen müssen nach der Fertigstellung einer Sichtprüfung nach EN ISO 17637 unterzogen werden. Die zu untersuchende Oberfläche muss gut beleuchtet und frei von Fett, Schmutz, Zunder, Rückständen oder Schutzanstrichen jeglicher Art sein. Die Überprüfung muss, soweit dies möglich ist, von beiden Seiten der Schweißverbindung erfolgen.

Sichtprüfungen sollten im Zweifelsfall durch Magnetpulver- oder Eindringprüfungen ergänzt werden.

10.7 Abnahmekriterien

Abnahmekriterien für zerstörungsfreie Prüfungen und Sichtprüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN 12972:2018, 5.3.6, sein. Unzulässige Unregelmäßigkeiten müssen nach 8.9 repariert werden, oder das Bauteil muss zurückgewiesen werden. Unregelmäßigkeiten müssen der Definition in EN ISO 6520-1 und EN ISO 6520-2 entsprechen.

10.8 Sicherheitsvorkehrungen bei der Druckprüfung

Die erste Druckbeaufschlagung muss unter kontrollierten Bedingungen unter Einhaltung geeigneter Sicherheitsvorkehrungen erfolgen.

Ein empfohlenes Verfahren ist in Anhang J angegeben.

11 Äußerer Korrosionsschutz und Endbearbeitung

11.1 Äußerer Schutz

Druckbehälter müssen über einen ausreichenden äußeren Schutz gegen Korrosion aufgrund atmosphärischer Einflüsse verfügen.

11.2 Endbearbeitungstätigkeiten

Der Druckbehälter muss vor dem Eindringen von Fremdstoffen während der Beförderung, Handhabung und Befestigung am Fahrgestell oder anderer Endbearbeitungstätigkeiten geschützt werden.

Sämtliche(r) während der Beförderung und Lagerung verwendete(r) Verpackung und Schutz der fertig gestellten Produkte sollte so ausgewählt werden, dass Auswirkungen auf die Umwelt minimiert werden, d. h. Verwendung wiederverwendbarer oder biologisch abbaubarer Werkstoffe, Minimierung des Energieverbrauches.

12 Kennzeichnung

Die den ADR-Anforderungen entsprechenden Kennzeichnungen müssen dauerhaft auf einem korrosionsbeständigen metallischen Typenschild angegeben werden, das wiederum dauerhaft am Druckbehälter oder seinen Halterungen so angebracht ist, dass es lesbar für eine Inspektion ist.

ANMERKUNG 1 Siehe 6.8.2.5 und 6.8.3.5 ADR.

ANMERKUNG 2 Die Kennzeichnung von Flaschen/Druckbehältern ist in RID/ADR geregelt, welche Vorrang vor jeglichen Abschnitten dieses Dokuments haben. Die Europäische Richtlinie über ortsbewegliche Druckgeräte 2010/35/EU [17] enthält zusätzliche Kennzeichnungsanforderungen (π -Kennzeichnung).

13 Aufzeichnungen und Unterlagen

13.1 Vom Hersteller einzuholende Unterlagen

Folgende Unterlagen müssen vom Hersteller eingeholt werden:

- a) Zertifikat der Baumusterzulassung;
- b) Bescheinigungen über die chemische Analyse und Einzelheiten der mechanischen Eigenschaften des Stahls, der für den Bau der druckhaltenden Teile des Druckbehälters verwendet wurde (siehe 4.7);
- c) eine Bescheinigung nach EN 10204 für geformte Teile, soweit erforderlich (siehe 8.5.4).

13.2 Vom Hersteller zu erstellende Aufzeichnungen

Der Hersteller muss folgende Aufzeichnungen erstellen:

- a) vollständig bemaßte Zeichnungen einschließlich der Werkstoffspezifikation und Auslegungskriterien;
- b) Aufzeichnungen zur Wärmebehandlung, soweit zutreffend;
- c) Aufzeichnungen zu den mechanischen Prüfungen;

- d) Aufzeichnungen zur Sichtprüfung und Überprüfung der Maße umgeformter Teile;
- e) Schweißverfahrensanweisung und Qualifizierungsbescheinigungen nach EN ISO 15614-1;
- f) ein Verzeichnis der Schweißer und Aufzeichnungen über deren Zulassungsprüfungen nach EN ISO 9606-1;
- g) Aufzeichnungen zu sämtlichen Schweißnahtreparaturen;
- h) eine Bescheinigung über die hydraulische Druckprüfung;
- i) Durchstrahlungsaufnahmen und Ergebnisse der zerstörungsfreien Prüfungen;
- j) eine Bescheinigung über die Messung des Fassungsraumes;
- k) eine Konformitätsbescheinigung mit diesem Dokument, die von einer notifizierten/benannten Stelle bestätigt wurde.

13.3 Aufbewahrung und Bereitstellung von Unterlagen

Der Hersteller oder sein Bevollmächtigter muss mindestens zwanzig Jahre lang Kopien aller Unterlagen aufbewahren. Die Unterlagen müssen dem Käufer oder Betreiber auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Anhang A (normativ)

Anleitung zur Auswahl von Werkstoffgütern

Tabelle A.1 führt Werkstoffgüter aus den in Abschnitt 4 festgelegten Normen auf, welche für die Herstellung des Druckbehälters verwendet werden dürfen.

Nicht alle der aufgeführten Güter besitzen garantierte mechanische Eigenschaften, die Abschnitt 4 entsprechen. Einige Güter könnten Sonderprüfungen zum Nachweis der Konformität erfordern.

Für jede Güte wird auch die Stahlgruppe nach der Definition in EN 13445-2 aufgeführt. Auf diese Gruppierung wird in Tabelle A.1 Bezug genommen.

Tabelle A.1 — Stahlgüter

Spezifikation	Güte	Fließgrenze ^a R_{eH} N/mm ²	Zugfestigkeit ^b R_m N/mm ²	Mindest-Kerbschlagzähigkeiten (Prüfstücke mit V-Kerbe)			Bruchdehnung ^d %	Stahlgruppe
				Zähigkeit J/cm ²	Energie ^c J	Prüf-temperatur °C		
EN 10028-2	P235GH	235	360	34	27	0	24	St 1.1
	P265GH	265	410	34	27	0	22	St 1.1
	P295GH	295	460	34	27	0	21	St 1.2
	P355GH	355	510	34	27	0	20	St 1.2
EN 10028-3	P275NH	275	390	37,5	30	−20	24	St 1.1
	P275NL1	355	490	43,75	35	−20	22	St 1.1
	P275NL2	460	570 ^e	37,5	30	−40	17	St 1.1
	P355N			37,5	30	−20		St 1.2
	P355NH			37,5	30	−20		St 1.2
	P355NL1			43,75	35	−20		St 1.2
	P355NL2			37,5	30	−40		St 1.2
	P460NH			37,5	30	−20		St 2.1
	P460NL1			43,75	35	−20		St 2.1
	P460NL2			37,5	30	−40		St 2.1
EN 10025-2	S 235J2	235	360	34	27	−20	26	St 1.1
	S 275J2	275	430	34	27	−20	23	St 1.1
	S 355J2	355	470	34	27	−20	22	St 1.2
^a Die Werte für R_{eH} gelten nur für Dicken bis zu 16 mm. ^b Die Werte für R_m sind die festgelegten Mindestwerte. ^c Die beim Kerbschlag aufgenommenen Energiewerte beziehen sich auf eine genormte Probe von 10 mm × 10 mm. ^d $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$ nach EN ISO 6892-1. ^e Die maximale Zugfestigkeit darf 720 N/mm ² nicht überschreiten, siehe 4.3.								

Anhang B (normativ)

Bezugstemperaturen für die Auslegung

B.1 Einleitung

Das Flüssigkeitsvolumen und der sich einstellende Druck des LPG in einem geschlossenen System sind eine Funktion der Umgebungstemperatur.

B.2 Allgemeines

Die Bezugstemperaturen, die in diesem Anhang angegeben werden, gelten für die Auslegung von Straßentankwagen, die in den Ländern betrieben werden, die dem ADR-Übereinkommen [15] unterliegen, es sei denn, eine zuständige Behörde eines Landes mit niedrigeren Umgebungstemperaturen genehmigt nach der aktualisierten EU-Richtlinie 2008/68/EG [16] die in Anhang C angegebene Bezugstemperatur für die Beförderung innerhalb seines Territoriums.

B.3 Sich einstellender Druck

Die Bezugstemperatur für den sich einstellenden Druck muss Tabelle B.1 entsprechen. Der zugehörige Druckwert darf nicht kleiner als der im ADR [15] festgelegte Mindestprüfdruck sein.

Tabelle B.1 — Bezugstemperatur für den sich einstellenden Druck

Sonnenschutzschild	Druckbehälterdurchmesser	
	$D \geq 1,5 \text{ m}$ °C	$D < 1,5 \text{ m}$ °C
ohne Sonnenschutzschild	65	70
mit Sonnenschutzschild	60	70

B.4 Füllung

B.4.1 Die für die Berechnung der maximal zulässigen Füllung verwendete Bezugstemperatur muss 50 °C betragen.

B.4.2 Die Druckbehälter müssen so ausgelegt werden, dass sie nach folgender Gleichung befüllt werden können:

$$a = 0,95\rho$$

Dabei ist

a der Füllgrad, in kg/l;

ρ die Dichte der flüssigen Phase bei der Bezugstemperatur (50 °C).

B.4.3 Die Druckbehälter dürfen sich bei 60 °C nicht zu 100 % mit Flüssigkeit füllen.

Anhang C (informativ)

Alternative Bezugstemperaturen für die Auslegung

C.1 Einleitung

Das Flüssigkeitsvolumen und der sich einstellende Druck des LPG in einem geschlossenen System sind eine Funktion der Umgebungstemperatur.

C.2 Allgemeines

Die Bezugstemperaturen, die in diesem Anhang angegeben werden, gelten für die Konstruktionen von Straßentankwagen, sofern sie nach der aktualisierten EU-Richtlinie 2008/68/EG [16] von einer nationalen zuständigen Behörde für die Verwendung innerhalb ihres Territoriums genehmigt wurden.

C.3 Sich einstellender Druck

Die Bezugstemperatur für den sich einstellenden Druck muss Tabelle C.1 entsprechen.

Tabelle C.1 — Bezugstemperaturen für den sich einstellenden Druck

Sonnenschutzschild	Druckbehälterdurchmesser	
	$D \geq 1,5 \text{ m}$ °C	$D < 1,5 \text{ m}$ °C
ohne Sonnenschutzschild	50	55
mit Sonnenschutzschild	50 ^a	55 ^a
^a Niedrigere Temperaturwerte mit einem Sonnenschutzschild dürfen verwendet werden, wenn sie auf der Grundlage von Erfahrungen oder experimentellen Prüfungen gerechtfertigt sind.		

C.4 Füllung

C.4.1 Die für die Berechnung der maximal zulässigen Füllung verwendete Bezugstemperatur muss 32,5 °C betragen.

C.4.2 Die Druckbehälter müssen so ausgelegt werden, dass sie nach folgender Gleichung befüllt werden können:

$$a = 0,95\rho$$

Dabei ist

a der Füllgrad, in kg/l;

ρ die Dichte der flüssigen Phase bei der Bezugstemperatur (32,5 °C).

C.4.3 Die Druckbehälter dürfen sich bei 40 °C nicht zu 100 % mit Flüssigkeit füllen.

Anhang D (normativ)

Auslegung

D.1 Auslegungsspannungen

D.1.1 Bei der Nenn-Auslegungsspannung f muss es sich um den kleineren der beiden nach Gleichung (D.1) oder Gleichung (D.2) berechneten Werte handeln:

$$f = R_{eH}/1,5 \quad (D.1)$$

$$f = R_m/2,4 \quad (D.2)$$

Dabei ist

f die Nenn-Auslegungsspannung;

R_{eH} die in der Werkstoffnorm oder -spezifikation festgelegte Fließgrenze;

R_m die in der Werkstoffnorm oder -spezifikation festgelegte Zugfestigkeit.

D.1.2 Die folgenden Einheiten müssen in den Gleichungen dieses Anhangs verwendet werden:

- Druck – N/mm²;
- Spannung – N/mm²; und
- Maße – mm.

D.2 Auslegungsdruck

Der Auslegungsdruck darf nicht geringer als der nach Anhang B oder Anhang C (sofern zugelassen) berechnete sich einstellende Druck sein.

D.3 Auslegungsgleichungen

D.3.1 Berechnung des zylindrischen Mantels

Bei der geforderten Mindestdicke muss es sich um den größeren der beiden nach Gleichung (D.3) oder Gleichung (D.4) berechneten Werte handeln:

$$e_{\min} = \frac{0,833pD_0}{2f_z + 0,833p} \quad (D.3)$$

und

$$e_{\min} = \frac{D_0}{500} + 1,5 \quad (\text{D.4})$$

Dabei ist

D_0 der Außendurchmesser des Mantels;

p der Auslegungsdruck;

z der Ausnutzungsgrad der Verbindung = 1,0;

f die Nenn-Auslegungsspannung.

Die Minstdicke unterschreitet nicht die nach ADR berechnete Dicke.

D.3.2 Gewölbte Böden

D.3.2.1 Minstdicken

Bei gewölbten Böden darf es sich um Kugeltorusböden, elliptische Böden oder Halbkugelböden handeln. Die Minstdicke unterschreitet nicht die nach ADR berechnete Dicke.

D.3.2.2 Berechnung von Kugeltorusböden

Die nachfolgenden Regeln sind in ihrer Anwendung auf Böden begrenzt, für die Folgendes gilt:

$$r \geq 0,06D_i \quad (\text{D.5})$$

$$r > 3e \quad (\text{D.6})$$

$$e \leq 0,08D_i \quad (\text{D.7})$$

$$R \leq D_0 \quad (\text{D.8})$$

Die geforderte Dicke e ist der größte der Werte e_s , e_y und e_b , wobei:

$$e_s = \frac{0,833pR}{2fz - 0,417p} \quad (\text{D.9})$$

$$e_y = \frac{0,833\beta p(0,75R + 0,2D_i)}{f} \quad (\text{D.10})$$

und

$$e_b = (0,75R + 0,2D_i) \left\{ \frac{0,833p}{111f_b} \left(\frac{D_i}{r} \right)^{0,825} \right\}^{\left(\frac{1}{1,5} \right)} \quad (\text{D.11})$$

Dabei ist

$$f_b = \frac{R_{eH}}{1,5} \text{ für sämtliche Werkstoffe}$$

und

- β der Faktor, der nach Bild D.1 oder durch Berechnung (siehe D.3.2.5) bestimmt wird;
- D_i der Innendurchmesser des Bodens;
- D_0 der Außendurchmesser des Mantels;
- e die geforderte Dicke des Bodens;
- e_b die Mindestdicke der Krempe, um eine Ausbeulung zu verhindern;
- e_s die Mindestdicke des Bodens zur Begrenzung der Membranspannung im zentralen Bereich;
- e_y die Mindestdicke der Krempe, um eine axialsymmetrische Verformung (Fließen) zu verhindern;
- f die Nenn-Auslegungsspannung;
- f_b die Auslegungsspannung zur Berechnung der Ausbeulung;
- p der Auslegungsdruck;
- R der innere Krümmungsradius im zentralen Bereich des Kugeltorusbodens;
- r der innere Krempenradius;
- z der Ausnutzungsgrad der Verbindung = 1,0.

Die Dicke des kugelförmigen Teils des Bodens darf über einen kreisförmigen Bereich, der den Mindestabstand $\sqrt{Re}$ zur Krempe aufweisen muss, auf den Wert e_s reduziert werden.

Jeder gerade zylindrische Bord muss D.3.1 für einen Zylinder entsprechen, es sei denn, er ist nicht länger als $0,2 \times \sqrt{D_i e}$; in diesem Fall darf der Bord dieselbe Dicke wie die Krempe aufweisen.

D.3.2.3 Berechnung von elliptischen Böden

Ein elliptischer Boden ist definiert als Boden, der in der Lage ist, eine wirklich halbelliptische Form ohne unterschiedliche Radien der Kugelkalotte der Krempe zu ergeben.

Durch die Auslegungsverfahren werden diese Böden in äquivalente Kugeltori umgewandelt, die nach D.3.2.2 berechnet werden.

ANMERKUNG Diese Regeln gelten nur für Böden, für die $1,7 < K < 2,2$ und $z = 1$ gilt.

Elliptische Böden müssen als nominell äquivalente Kugeltorusböden ausgelegt werden, wobei:

$$r = \left(\frac{0,5}{K} - 0,08 \right) D_i \quad (D.12)$$

und

$$R = (0,44K + 0,02) D_i \quad (D.13)$$

Dabei ist

$$K = D_i / 2h_i$$

K der Formfaktor für einen elliptischen Boden;

h_i die innere Höhe des elliptischen Bodens.

D.3.2.4 Halbkugelböden

Die geforderte Dicke eines Halbkugelbodens wird durch Gleichung (D.14) angegeben. Die Dicke des Zylinders, an dem der Boden befestigt ist, muss bis zur Tangentenlinie bei dem nach D.3.1 für den Zylinder bestimmten Mindestwert oder einem größeren Wert gehalten werden.

Diese Methode gilt für $e/D_0 \leq 0,16$:

$$e_s = \frac{0,833pR}{2fz - 0,417p} \quad (D.14)$$

D.3.2.5 Gleichungen zur Berechnung von β

$$Y = \min(e/R; 0,04) \quad (D.15)$$

$$z = \log(1/Y) \quad (D.16)$$

$$X = r/D_i \quad (D.17)$$

$$N = \left(1,006 - \frac{1}{6,2 + (90Y)^4}\right) \quad (D.18)$$

Für $X = 0,2$:

$$\beta_{0,2} = \max\{0,95 (0,56 - 1,94Y - 82,5Y^2); 0,5\} \quad (D.19)$$

Für $X = 0,1$:

$$\beta_{0,1} = (-0,183 \, 3Z^3 + 1,038 \, 3Z^2 - 1,294 \, 3Z + 0,837)N \quad (D.20)$$

Für $X = 0,06$:

$$\beta_{0,06} = (-0,363 \, 5Z^3 + 2,212 \, 4Z^2 - 3,293 \, 7Z + 1,887 \, 3)N \quad (D.21)$$

Für $0,1 < X < 0,2$:

$$\beta = 10 \left((0,2 - X)\beta_{0,1} + (X - 0,1)\beta_{0,2} \right) \quad (D.22)$$

Für $0,06 < X < 0,1$:

$$\beta = 25 \left((0,1 - X)\beta_{0,06} + (X - 0,06)\beta_{0,1} \right) \quad (D.23)$$

Die oben angegebenen Gleichungen für β führen zu einer iterativen Berechnung. Es wird ein rechnergestütztes Verfahren empfohlen.