

DIN EN 14276-1

ICS 23.020.30; 27.080; 27.200

Einsprüche bis 2017-04-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14276-1:2011-05

Entwurf

**Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Teil 1: Behälter –
Allgemeine Anforderungen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 14276-1:2017**

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps –
Part 1: Vessels –
General requirements;
German and English version prEN 14276-1:2017

Equipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –
Partie 1: Récipients –
Exigences générales;
Version allemande et anglaise prEN 14276-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-02-10 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 fnkae@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 Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 186 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14276-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) ausgearbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitskreis NA 044-00-01-05 AK „Druckbehälter in Kälteanlagen“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 14276-1 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14276-1:2011-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) Änderung der maximalen Auslegungstemperatur beziehungsweise des Berechnungsdrucks;
- c) Hinzufügen eines Abschnitts bezüglich zerstörungsfreier Prüfungen von Schweißverbindungen;
- d) Berücksichtigung der Kupfergruppen 31 bis 35 im Hinblick auf die Nennspannungen;
- e) Anpassung des Anhangs ZA an die Richtlinie 2014/68/EU.

Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter - Allgemeine Anforderungen

Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur — Partie 1 : Récipients - Exigences générales

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps — Part 1: Vessels - General requirements

ICS:

Deskriptoren

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	11
3.1 Begriffe	11
3.1.1 Temperaturbeanspruchungsfälle	11
3.2 Symbole, Beschreibungen und Einheiten	14
4 Werkstoffe	16
4.1 Allgemeines	16
4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile	17
4.3 Anforderungen an Werkstoffe	17
4.3.1 Allgemeines	17
4.3.2 Plattierung	18
4.3.3 Besondere Bedingungen	18
4.4 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch	19
4.4.1 Allgemeines	19
4.4.2 Anforderungen an Werkstoffe	19
4.5 Werkstoffdokumentation	19
4.6 Werkstoffe für nicht drucktragende Teile	19
5 Einstufung der Druckbehälter	20
5.1 Behälter-Kategorie	20
5.2 Einstufung der Fluide	20
6 Konstruktion	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Korrosion und Korrosionsschutz	21
6.2.1 Allgemeines	21
6.2.2 Innere Korrosion	21
6.2.3 Äußere Korrosion	21
6.2.4 Angaben zum Korrosionszuschlag	22
6.3 Spannungsrisskorrosion	22
6.4 Belastung	22
6.5 Maximal zulässiger Druck P_S	22
6.6 Auslegungsdruck P_d	22
6.7 Berechnungsdruck P oder P_c	23
6.8 Auslegungstemperatur t_d	23
6.9 Mindest-Werkstofftemperatur	23
6.10 Berechnungstemperatur t_c	23
6.10.1 Allgemeines	23
6.10.2 Unbeheizter Behälter	23
6.10.3 Beheizter Behälter	24
6.11 Schweißnahtfaktor	24
6.12 Berechnungsspannung	25
6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen, Füll- und Entleerungseinrichtungen sowie Einrichtungen für die Handhabung	28

6.13.1	Nichtkorrosive Fluide	28
6.13.2	Korrosive Fluide	28
6.13.3	Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen.....	28
6.13.4	Füll- und Entleerungseinrichtungen	28
6.13.5	Einrichtungen für die Handhabung	28
6.14	Verfahren für die Auslegung	28
6.14.1	Allgemeines	28
6.14.2	Auslegung nach Formeln (DBF)	29
6.14.3	Ausführung der Verbindung.....	33
7	Herstellung	34
7.1	Allgemeines	34
7.2	Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs.....	34
7.3	Herstellungstoleranzen	34
7.4	Dauerhafte Verbindungen	34
7.4.1	Allgemeines	34
7.4.2	Prüfung der dauerhaften Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen	34
7.4.3	Herstellung von dauerhaften Verbindungen und Rückverfolgbarkeit	34
7.4.4	Schweißen.....	35
7.4.5	Hartlöten	37
7.4.6	Dauerhafte Verbindungen durch Formänderung	38
7.4.7	Nicht dauerhafte Verbindungen	39
7.5	Formen von drucktragenden Teilen	39
7.5.1	Allgemeines	39
7.5.2	Tiefziehen.....	40
7.6	Wärmebehandlung nach dem Schweißen.....	40
7.7	Innere Reinheit	40
7.8	Ausbesserung und Nachbesserung	40
7.9	Abschließende Fertigungsschritte.....	40
8	Prüfung und Inspektion	41
8.1	Durchführung der Prüfung und Inspektion.....	41
8.2	Konstruktionsunterlagen, Prüfung und Genehmigung.....	41
8.2.1	Allgemeines	41
8.2.2	Konstruktionsunterlagen.....	41
8.2.3	Konstruktionsprüfung und -genehmigung	43
8.2.4	Änderung der Konstruktionsunterlagen	43
8.3	Bauartzulassung	43
8.4	Kalibrierung.....	44
8.5	Werkstoff.....	44
8.6	Herstellung	44
8.7	Zerstörungsfreie Prüfungen von Schweißverbindungen	45
8.8	Unteraufträge	45
8.9	Abnahmeprüfung.....	45
8.9.1	Allgemeines	45
8.9.2	Sichtprüfung.....	46
8.9.3	Überprüfung der technischen Unterlagen	46
8.9.4	Druckprüfung	46
8.10	Kennzeichnung.....	47
8.11	Dokumentation	47
8.11.1	Allgemein.....	47
8.11.2	Betriebsanweisungen des Herstellers.....	47
8.11.3	Technische Unterlagen für den Anwender	48
8.11.4	Aufzeichnungen	48

Anhang A (normativ) Alternative Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch: Verfahren je nach Temperaturbeanspruchungsfall.....	50
A.1 Allgemeines	50
A.2 Temperaturbeanspruchungsfälle.....	52
A.3 Ermittlung der niedrigsten Anwendungstemperaturen für die Beanspruchungsfälle t_0 75, min t_0 50 und min t_0 25	52
A.4 Schweißbedingungen.....	53
A.4.1 Schweißverbindungen.....	53
A.4.2 Wärmebehandlung nach dem Schweißen	54
A.5 Nachweis der Kerbschlagarbeit	54
Anhang B (normativ) Anforderungen und Anerkennung von Hartlötverfahren.....	55
B.1 Einleitung	55
B.2 Allgemeines	55
B.2.1 Verantwortlichkeit.....	55
B.2.2 Verfahrensanweisung für das Hartlöten.....	55
B.2.3 Technischer Inhalt der Hartlötanweisung (BPS).....	56
B.3 Probekörper	62
B.4 Prüfungen.....	62
B.4.1 Allgemeines	62
B.4.2 Sichtprüfung	62
B.4.3 Zugversuch.....	63
B.4.4 Biegeversuch	63
B.4.5 Schälversuch.....	63
B.4.6 Metallographische Untersuchung	64
B.5 Geltungsbereich	64
B.5.1 Allgemeines	64
B.5.2 Bezogen auf den Hersteller	64
B.5.3 Bezogen auf den Werkstoff	64
B.5.4 Geltungsbereich	65
B.6 Bericht über die Anerkennung des Hartlötverfahrens (en: Brazing Procedure Approval Record, BPAR).....	67
Anhang C (normativ) Druckprüfung.....	68
C.1 Druckprüfung.....	68
C.1.1 Allgemeines	68
C.1.2 Grundlegende Anforderungen.....	68
C.1.3 Druckprüfung.....	69
C.1.4 Abschließender Prüfbericht.....	71
C.2 Dichtheitsprüfung	71
C.3 Schallemissionsprüfung.....	71
Anhang D (normativ) Beziehungen zwischen den verschiedenen Drücken.....	72
Anhang E (normativ) Experimentelle Verfahren.....	73
E.1 Einleitung	73
E.1.1 Allgemeines	73
E.1.2 Verfahren.....	73
E.1.3 Dokumentation	73
E.1.4 Zweitproben oder gleiche Teile	73
E.1.5 Prüfung der Bauteile oder des Behälters.....	74
E.1.6 Druckbeaufschlagung	74
E.1.7 Werkstoffeigenschaften	75
E.2 Dehnungsmessung	75
E.2.1 Allgemeines	75
E.2.2 Durchführung der Prüfung	75
E.3 Berstversuch	76

E.3.1	Allgemeines	76
E.3.2	Durchführung der Prüfung	76
E.3.3	Berstdruck	76
E.4	Gehäuse von hermetischen Verdichtern und Behältern.....	77
E.4.1	Allgemeines	77
E.4.2	Prüfdruck	77
E.4.3	Durchführung der Prüfung	77
Anhang F (normativ) Werkstoffeigenschaften für die Konstruktion.....		78
Anhang G (informativ) Einstufung der Bauteile nach der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL)		82
Anhang H (informativ) Auswahl einer Kategorie		83
H.1	Allgemeines	83
H.2	Festlegung der Kategorie für Druckbehälter für Kälteanlagen.....	83
Anhang I (normativ) Gruppeneinteilung für Werkstoffe (Auszug aus CEN ISO/TR 15608:2013)		84
I.1	Gruppeneinteilung für Stähle	84
I.2	Gruppeneinteilung für Aluminium und Aluminiumlegierungen.....	84
I.3	Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen.....	85
Anhang J (informativ) DN-System		86
Anhang K (normativ) Anforderung und Anerkennung von Aufweitverfahren und Bedienern von		
	Aufweiteinrichtungen.....	88
K.1	Allgemeines	88
K.1.1	Allgemeine Regeln.....	88
K.1.2	Verantwortlichkeit	88
K.1.3	Anweisung für das Aufweitverfahren	88
K.1.4	Technischer Inhalt der Aufweitenanweisung (EPS).....	88
K.2	Probekörper	90
K.3	Prüfungen.....	90
K.3.1	Allgemeines	90
K.3.2	Sichtprüfung.....	90
K.3.3	Maßprüfung.....	90
K.3.4	Prüfungen.....	91
K.4	Geltungsbereich	91
K.4.1	Allgemeines	91
K.4.2	Bezogen auf den Hersteller.....	91
K.4.3	Bezogen auf den Werkstoff	91
K.4.4	Rohrabmessungen	91
K.4.5	Aufweitfaktor	91
K.4.6	Aufweitverfahren	91
K.4.7	Ausführung der Verbindung.....	91
K.4.8	Werkzeug.....	92
K.5	Bericht über die Anerkennung des Aufweitverfahrens (EPAR).....	92
K.6	Anerkennung des Bedieners der Aufweiteinrichtung.....	92
K.6.1	Allgemeines	92
K.6.2	Geltungsbereich der Anerkennung für Bediener von Aufweiteinrichtungen.....	92
K.6.3	Anerkennungsprüfungen	92
K.6.4	Prüfungen.....	93
K.6.5	Gültigkeitsdauer	93
K.6.6	Bescheinigung.....	93
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den		
grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EG.....		94
Literaturhinweise.....		96

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14276-1:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14276-1:2006+A1:2011 ersetzen.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 2014/68/EU siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen*:

- Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen
- Teil 2: Rohrleitungen — Allgemeine Anforderungen

Einleitung

Diese Norm geht auf die besonderen Merkmale von Behältern für Kälteanlagen oder Wärmepumpen ein und hat den Zweck, die spezifischen Erfordernisse der Kälteanlagen- und Wärmepumpenindustrie zu behandeln. Diese Norm sollte in Zusammenhang mit den verschiedenen Teilen der EN 13445 gelesen werden.

Wenn der Text dieser Norm eine Änderung bzw. Ergänzung zu einem Abschnitt der EN 13445 darstellt, dann sollte die vorliegende Norm maßgebend sein. Wo diese Norm keine Änderung bzw. Ergänzung zu den Anforderungen eines Abschnittes darstellt, sollten die Anforderungen der EN 13445 maßgebend sein.

Die besonderen Merkmale einer Kälteanlage sind wie folgt festgelegt:

- a) die Kälteanlage hat den Zweck, Wärme zu entziehen und abzugeben (d. h. Kühlung sowie Erwärmung);
- b) der Betrieb der Kälteanlage erfordert einen Druckerzeuger (z. B. einen Verdichter oder eine Energiequelle);
- c) die Kälteanlage enthält eine festgelegte Kältemittel-Füllmenge in einem geschlossenen Kreislauf;
- d) die chemische Zusammensetzung und die Reinheit des Kältemittels sind in den entsprechenden Normen festgelegt;
- e) der Druck des Kältemittels geht mit abnehmender Temperatur zurück (siehe typische Kurve in Anhang A dieser Norm);
- f) aufgrund der maximalen Temperatur von 150 °C und der maximalen Druckbegrenzung auf 160 bar sind Zeitstandfestigkeit und Ermüdungsfestigkeit aufgrund von Druckänderungen oder Schwingungen keine wesentlichen Faktoren für die Konstruktion; ausgenommen sind einige Werkstoffe, z. B. Aluminium, Kupfer und Titan, bei denen die Ermüdung berücksichtigt werden sollte;
- g) Die Gefahr einer Drucküberschreitung ist auf folgende Ursachen zurückzuführen:
 - 1) Druckerzeuger;
 - 2) Fremdwärmeeinfall (z. B. Brand oder Heißwasser);
 - 3) nicht bestimmungsgemäßer Betrieb.
- h) die Kälteanlage ist so ausgelegt, dass Kältemittlemissionen und das Eindringen von Verunreinigungen möglichst gering gehalten werden.

Nur hermetische Verdichter fallen in den Anwendungsbereich dieser Norm.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an Werkstoffe, Konstruktion, Herstellung, Prüfung und Dokumentation für ortsfeste Druckbehälter für Kälteanlagen und Wärmepumpen fest. Diese Anlagen werden in der vorliegenden Norm als Kälteanlagen nach EN 378-1 bezeichnet.

Diese Europäische Norm gilt für Behälter mit angeschweißten oder angelöteten Bauteilen, einschließlich Flansche, Schraub-, Schweiß- oder Lötverbindungen, oder bis zu der ersten Schweiß- oder Lötnaht für den Anschluss von Rohrleitungen oder anderen Teilen.

Diese Europäische Norm gilt für Druckbehälter bis –1 bar, um die Luftabsaugung des Behälters vor dem Füllen mit Kältemittel zu berücksichtigen.

Diese Europäische Norm gilt sowohl für die mechanischen Belastungen als auch die thermischen Beanspruchungen nach den Festlegungen in EN 13445-3, die im Zusammenhang mit Kälteanlagen auftreten. Sie gilt für Druckbehälter mit den maximal zulässigen Temperaturen, für die die zulässigen Nennspannungen (Berechnungsspannungen) für die Werkstoffe nach EN 13445-2 und EN 13445-3 abgeleitet werden oder in dieser Norm festgelegt sind. Ferner sollten Behälter, die nach dieser Norm ausgelegt sind, eine maximale zulässige Temperatur von 150 °C und einen maximalen Auslegungsdruck von 160 bar aufweisen. Außerhalb dieser Grenzwerte muss für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung der Behälter grundsätzlich EN 13445 herangezogen werden. In diesen Fällen müssen die besonderen Merkmale der Kälteanlage, wie in der Einleitung der vorliegenden Norm angegeben, ebenfalls berücksichtigt werden.

Druckbehälter für Kälteanlagen und Wärmepumpen einer Kategorie unter II nach Anhang H müssen den einschlägigen Abschnitten in EN 378-2 für Behälter entsprechen.

Diese Europäische Norm gilt für Druckbehälter, deren wichtigste drucktragende Teile aus duktilen metallischen Werkstoffen nach den Festlegungen in Abschnitt 4 und Anhang I dieser Norm hergestellt sind.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Behälter der folgenden Bauarten:

- Behälter mit Nietverbindungen;
- Mehrlagenbehälter, kaltgereckte (Autofrettage) oder vorgespannte Behälter;
- direkt durch Flammen beheizte Behälter;
- „Roll bond“ — Wärmeaustauscher.

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 378-1:2016, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien*

EN 378-2:2016, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

EN 378-3, *Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen – Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen*

EN 378-4, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung*

EN 764-1:2015+A1:2016, *Druckgeräte — Teil 1: Vokabular*

EN 764-2:2012, *Druckgeräte — Teil 2: Größen, Symbole und Einheiten*

EN 764-4:2014, *Druckgeräte — Teil 4: Erstellung von technischen Lieferbedingungen für metallische Werkstoffe*

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

EN 837-1, *Druckmessgeräte — Teil 1: Druckmessgeräte mit Rohrfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 1005-2, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen*

EN 1045, *Hartlöten — Flussmittel zum Hartlöten — Einteilung und technische Lieferbedingungen*

EN 1173, *Kupfer und Kupferlegierungen — Zustandsbezeichnungen*

EN 10111, *Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

EN 10130, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

EN 10160, *Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm (Reflexionsverfahren)*

EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 12797, *Hartlöten — Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen*

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

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

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

EN 13445-5:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 13445-6, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehältern aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 13445-8, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*

EN ISO 2553, *Schweißen und verwandte Prozesse — Symbolische Darstellung in Zeichnungen — Schweißverbindungen (ISO 2553:2013)*

EN ISO 3677, *Zusätze zum Weich-, Hart- und Fugenlöten — Bezeichnung (ISO 3677)*

EN ISO 4063, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063)*

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

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

EN ISO 6892-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2009)*

EN ISO 7438, *Metallische Werkstoffe — Biegeversuch (ISO 7438)*

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

EN ISO 10012, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012)*

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

EN ISO 13585, *Hartlöten - Prüfung von Hartlöttern und Bedienern von Hartlöteinrichtungen (ISO 13585)*

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

EN ISO 15607, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe - Allgemeine Regeln (ISO 15607)*

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

EN ISO 15611, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund von vorliegender schweißtechnischer Erfahrung (ISO 15611)*

EN ISO 15612, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612)*

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 15614-8, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 8: Einschweißen von Rohren in Rohrböden (ISO 15614-8)*

ISO 817, *Refrigerants — Designation and safety classification*

ISO 5187, *Welding and allied processes — Assemblies made with soft solders and brazing filler metals — Mechanical test methods*

ISO/TR 25901-3:2016, *Welding and allied processes - Vocabulary - Part 3: Welding processes*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 378-1:2016, EN 764-1:2015+A1:2016, EN 764-2:2012, EN 764-4:2014, EN 764-5:2014 und ISO/TR 25901-3:2016 festgelegten Begriffe sowie die folgenden.

3.1 Begriffe

3.1.1 Temperaturbeanspruchungsfälle

3.1.1.1

min

$t_{0\ 100}$

niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile bei einer Beanspruchung bis zu 100 % der Berechnungsspannung bei 20 °C (normale Berechnungsspannung) eingesetzt werden dürfen

3.1.1.2

min

$t_{0\ 75}$

niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 75 % der Berechnungsspannung bei 20 °C (reduzierte Spannung) beträgt

3.1.1.3

min

$t_{0\ 50}$

niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 50 % der Berechnungsspannung bei 20 °C (mittlere Spannung) beträgt

3.1.1.4

min

$t_{0\ 25}$

niedrigste Temperatur, bei der drucktragende Teile eingesetzt werden dürfen, wenn ihre Beanspruchung höchstens 25 % der Berechnungsspannung bei 20 °C (niedrige Spannung) beträgt

3.1.2

Korrosion

jede Form eines Werkstoffabtrags (z. B. Oxidation, Erosion, Verschleiß und Abrieb)

3.1.3

Sicherheitsdatenblatt

Dokument mit allen erforderlichen Angaben zu vorbeugenden Maßnahmen, Sicherheit, Lagerung, Transport, Etikettierung, Verwendung und Entsorgung von Stoffen und Aufbereitungen, die für die Gesundheit, Sicherheit oder Umgebung eine Gefahr darstellen

3.1.4

maximal zulässige Temperatur

höchste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann

3.1.5

minimal zulässige Temperatur

niedrigste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand der Kälteanlage oder während der Prüfung unter Prüfbedingungen auftreten kann

3.1.6

hauptdrucktragende Teile

druckhaltende Bauteile des Behälters, die zur Festigkeit des Behälters beitragen, z. B. Mantel, Rohrboden, ebene und gewölbte Böden, Anschlüsse oder Formstücke

3.1.7

Volumen

inneres Volumen eines betriebsfertigen Druckraums, einschließlich des Volumens der Stutzen bis zur ersten Verbindung (Flansch, Kupplung, Schweißnaht, Lötnaht), aber abzüglich des Volumens festeingebauter innenliegender Teile

3.1.8

Nenndurchmesser

DN (en: nominal diameter)

numerische Bezeichnung der Größe eines Bauteils in einem Rohrleitungssystem nach ISO 6708, deren Wert in der Werkstoffnorm vorgegeben wird; ist der Wert nicht in der Norm vorgegeben, so ist es ein nominaler Außendurchmesser, minus zweimal die Nennwanddicke

3.1.9

„Roll bond“ – Wärmeaustauscher

Wärmeaustauscher, bestehend aus zwei Platten, die miteinander verschweißt sind, bis auf die gedruckten Leitungsbahnen, die den Strömungskanal für das Kältemittel bilden, der sich durch Aufblasen unter Druck ergibt

3.1.10

maximaler Arbeitsdruck

höchster Druck, dem der Behälter ohne Betätigung einer Sicherheitseinrichtung bei kontinuierlichem Betrieb des Druckerzeugers (Verdichter, Wärmezufuhr...) standhalten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Druck legt für die Anwender der Anlage die maximalen Betriebsbedingungen fest.

3.1.11

maximaler Druck bei Stillstand

höchster Druck, dem der Behälter ohne Betätigung einer Sicherheitseinrichtung standhalten kann, wenn der Druckerzeuger nicht in Betrieb ist.

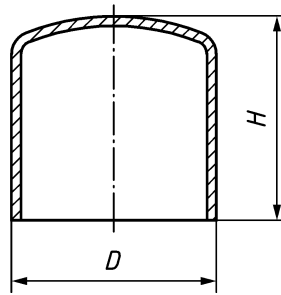
Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Druck tritt während des Transports, der Lagerung oder beim Abschalten des Druckerzeugers auf

3.1.12

Tiefziehen

Umformprozess durch Pressen, wenn das Verhältnis Tiefe (H) zu Durchmesser (D) größer oder gleich 0,45 ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1



Legende

H Tiefe

D Durchmesser

Bild 1 — Tiefziehen

3.1.13

Handlöten; manuelles Löten

von Hand ausgeführte und gesteuerte Hartlötarbeiten

3.1.14

teilmechanisches Hartlöten

Hartlöten mit Einrichtungen, die nur den Vorschub des Lötzusatzwerkstoffs steuern

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Vorgang des Hartlötens wird von Hand gesteuert.

3.1.15

maschinelles Hartlöten

Hartlöten mit Einrichtungen, die den Vorgang des Hartlötens unter ständiger Aufsicht eines Bedieners von Hartlöteinrichtungen ausführen

3.1.16

vollmechanisches Hartlöten

Hartlöten mit Einrichtungen, die den Vorgang des Hartlötens ohne ständige Beaufsichtigung und Angleichung durch einen Bediener von Hartlöteinrichtungen ausführen

3.1.17

Hartlötter

Person, die manuelle oder teilmechanische Hartlötarbeiten ausführt

3.1.18

Bediener von Hartlöteinrichtungen

Person, die eine maschinelle oder vollmechanische Hartlöteinrichtung bedient

3.1.19

teilmechanische Aufweitung

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang steuern, wobei der Bediener die Einrichtung in das Rohr einführt

3.1.20

maschinelle Aufweitung

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang der Aufweitung unter ständiger Aufsicht eines Bedieners ausführen

3.1.21

vollmechanische Aufweitung

Aufweitung mit Einrichtungen, die den Vorgang der Aufweitung ohne ständige Beaufsichtigung und Angleichung durch einen Bediener von Aufweiteinrichtungen ausführen

3.1.22

Bediener von Aufweiteinrichtungen

Person, die eine Walzverbindung herstellt

3.1.23

Walzen

plastisches Kaltumformen von Rohren mit einem Werkzeug mit mehreren Rollen, die sich während des Walzvorgangs drehen

3.1.24

Mikrokanal-Wärmeaustauscher

Wärmeaustauscher mit mehreren stranggепressten Rohren mit Mehrfachanschluss und Strömungskанälen mit einem Nenndurchmesser von $DN \leq 2$, die parallel in einem ringförmigen Sammelrohr verbunden sind

3.2 Symbole, Beschreibungen und Einheiten

Die in dieser Europäischen Norm verwendeten Symbole, Beschreibungen und Einheiten sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Symbole, Beschreibungen und Einheiten

Symbol	Beschreibung	Einheit
A	Bruchdehnung	%
A_t	Verstärkte Fläche der Rohrseite	mm ²
A_V	Verstärkte Fläche in einem Rohrbodenmuster	mm ²
A_W	Mittragende Fläche der Walzverbindung	mm ²
c	Korrosionszuschlag	mm
D_{Rohr}	Nenn-Außendurchmesser der Rohre	mm
D_e	Außendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
D_i	Innendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
d_e	Außendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
d_i	Innendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
d_{Rohr}	Nenn-Außendurchmesser der Rohre; nur für Rohrböden zutreffend	mm
D_s	Innendurchmesser des Mantels, nur für Rohrbündelwärmeaustauscher zutreffend	mm
DN	Nenndurchmesser	—
e	Dicke	mm
e_{act}	Tatsächliche Dicke	mm
e_b	Größe der Hartlötnaht des Rohres im Rohrboden	mm

Symbol	Beschreibung	Einheit
e_W	Größe der Schweißnaht des Rohres im Rohrboden	mm
e_n	Nennstärke	mm
E_{Rohr}	Elastizitätsmodul für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur	MPa
f	Berechnungsnennspannung bei Auslegungstemperatur	MPa
f_{Rohr}	Berechnungsnennspannung für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur $t \text{ } ^\circ\text{C}$	MPa
f_{ttest}	Berechnungsnennspannung bei Prüftemperatur $t \text{ } ^\circ\text{C}$	MPa
F_s	Rohrkraft, erzeugt durch den Mantelraum	N
F_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
l_{tx}	Aufgeweitete Rohrlänge innerhalb des Rohrbodens	mm
l_k	Rohreinwalzlänge	mm
L_0	Messlänge für den Zugversuch	mm
N_{Rohr}	Anzahl der Rohre bei einem Rohrbündelwärmeaustauscher	—
p	Rohrteilung des Rohrbodens	mm
P_c	Berechnungsdruck (in Gleichungen kann P_c durch P ersetzt werden)	MPa oder bar ^a
P_d	Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
$P_{(\text{max})}$	Maximaler Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
PS	Maximal zulässiger Druck	MPa oder bar ^a
P_{test}	Prüfdruck	MPa oder bar ^a
P_v	Berechnungsdruck für den Mantelraum	MPa oder bar ^a
P_{Rohr}	Berechnungsdruck für die Rohrseite	MPa oder bar ^a
$DGRL$	DGRL Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	—
Q_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
Q_v	Rohrkraft, erzeugt durch den Rohrboden	N
R_{eH}	Obere Streckgrenze	MPa
R_m	Zugfestigkeit	MPa
$R_{m \text{ min}}$	Mindest-Zugfestigkeit	MPa
$R_{m \text{ avg}}$	Mittelwert der Zugfestigkeit von mehreren Proben	MPa

Symbol	Beschreibung	Einheit
$R_{m \max}$	Maximale Zugfestigkeit nach den Festlegungen in der Norm	MPa
$R_{m/t}$	Zugfestigkeit bei Temperatur t °C	MPa
$R_{m/ttest}$	Zugfestigkeit bei Prüftemperatur t °C	MPa
$R_{p \text{ avg}}$	Mittelwert der Dehngrenze von mehreren Proben	MPa
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze	MPa
$R_{p0,2/t}$	0,2 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	MPa
$R_{p0,2/ttest}$	0,2 %-Dehngrenze bei Prüftemperatur t °C	MPa
$R_{p1,0}$	1,0 %-Dehngrenze	MPa
$R_{p1,0/t}$	1,0 %-Dehngrenze bei Temperatur t °C	MPa
$R_{p1,0/ttest}$	1,0 %-Dehngrenze bei Prüftemperatur t °C	MPa
S_0	Anfangsquerschnitt	mm ²
K	Sicherheitsbeiwert	—
t_c	Berechnungstemperatur	°C
t_d	Auslegungstemperatur	°C
t_{ha}	Temperatur des wärmeaufnehmenden Fluids	°C
t_{he}	Temperatur des wärmeabgebenden Fluids	°C
z	Schweißnahtfaktor	—
α	Wärmeausdehnung	—
δ_e	Negative Waddickentoleranz	mm
ν	Poisson-Zahl	—
μ	Nenn-Verschwächungsbeiwert der Rohrlochstege des Rohrbodens	—
^a 1 bar = 100 000 Pa = 0,1 MPa = 0,1 N/mm ²		

4 Werkstoffe

4.1 Allgemeines

Die Anforderungen an die in dieser Norm genannten Werkstoffe müssen den Anforderungen in EN 13445-2 entsprechen, sofern sie nicht in den nachstehenden Abschnitten anders festgelegt wurden. Diese Norm oder die Verweisung auf andere zutreffende Normen muss die in EN 13445-2 nicht angegebenen Werkstoffe abdecken.

Die Verwendung nicht metallischer Werkstoffe (z. B. für Dichtungen, Beschichtungen, Dämmstoffe, Schaugläser) ist zulässig, vorausgesetzt sie sind mit den anderen verwendeten Werkstoffen, Kältemitteln und Schmierstoffen kompatibel.

4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile

In dieser Norm aufgeführte Werkstoffe wurden für die Verwendung für Behälter von Kälteanlagen festgelegt. Falls die Verwendung eines nicht in dieser Norm aufgeführten Werkstoffs verlangt wird, gelten, soweit zutreffend, die Anforderungen in EN 13445-2; außerdem müssen die Anforderungen an die speziellen Merkmale der Kälteanlage berücksichtigt werden.

Der Werkstoff des Bauteils muss für den vorgesehenen Temperatur- und Druckbereich in Kombination mit den im System verwendeten Kältemitteln, Schmierstoffen (falls zutreffend) und anderen Fluiden geeignet sein.

4.3 Anforderungen an Werkstoffe

4.3.1 Allgemeines

ANMERKUNG Behälter, die aus den folgenden Werkstoffen hergestellt sind, erfüllen die in dieser Norm festgelegten Anforderungen an drucktragende Teile.

4.3.1.1 Wenn durch den Herstellungsprozess des Behälters mechanische Eigenschaften verändert werden können, muss der Werkstoff, wie in Anhang I festgelegt, aus den folgenden Werkstoffgruppen ausgewählt werden:

- Stahlgruppen: 1.1, 1.2, 8.1 nach Anhang I;
- Aluminium- und Aluminiumlegierungsgruppen: 21, 22 mit einem Grenzwert für die maximal zulässige Temperatur von 150 °C;
- Kupfergruppe: 31, 34 mit einem Grenzwert für die maximal zulässige Temperatur von 150 °C;
- Gusseisen mit Kugelgraphit: EN 13445-6.

Röhrenförmige Produkte für Wärmeaustauschflächen oder für den Anschluss an Nennweiten von DN 50 oder weniger können auch aus folgenden Werkstoffgruppen ausgewählt werden:

- Kupfer und Kupferlegierungen: 32, 33, 35 mit einem Grenzwert für die maximal zulässige Temperatur von 150 °C;
- Titan: mit einem Grenzwert für die maximal zulässige Temperatur von 150 °C.

4.3.1.2 Für das Tiefziehen sind insbesondere folgende Stähle geeignet:

- EN 10130, alle Stahlsorten außer DC 01;
- EN 10111: Stahlsorte DD12, DD13, DD14.

Nach dem Umformen und einer möglichen Wärmebehandlung muss der gewählte Werkstoff eine Mindestdehnung von 14 % aufweisen, gemessen nach den Festlegungen in 4.3.3.3, wobei die Probe in der Kalotte nahe der Krempe entnommen wird.

Andere Werkstoffe können verwendet werden, wenn vorstehende Anforderung erfüllt wird.

4.3.1.3 Wenn durch den Herstellungsprozess des Behälters mechanische Eigenschaften nicht verändert werden, können andere als in 4.3.1.1 aufgeführte metallische Werkstoffe verwendet werden.

4.3.2 Plattierung

Das Trägermetall von plattierten Werkstoffen muss aus den in 4.3.1.1 aufgeführten Stahlgruppen ausgewählt werden. Die Werkstoffe für die Plattierung dürfen aus anderen Werkstoffgruppen ausgewählt werden.

Die Anforderungen nach EN 13445-2:2014, Anhang D, gelten, wenn die Festigkeit des Plattierungswerkstoffs in die Konstruktionsberechnung einbezogen wird.

4.3.3 Besondere Bedingungen

4.3.3.1 Kupfer und Kupferlegierungen müssen in dem in der Werkstoffnorm nach dem Bezeichnungssystem in EN 1173 festgelegten Werkstoffzustand R oder Y bestellt werden.

4.3.3.2 Bei Stahlsorten, bei denen der Behälterhersteller die Gefahr einer Lamellenrissbildung aufgrund der Nahtausführung und der Beanspruchung feststellt, ist eine der folgenden Lösungen anzuwenden:

- Prüfung nach EN 10164 mit einem Mindestwert von Z15;
- Ultraschallprüfung an der Fläche, an der die Naht ausgeführt wird. Die zu prüfende Mindestfläche besteht aus einem Werkstoffabschnitt, der der fünffachen Breite der Schweißnaht entspricht. Die Prüfung ist nach EN 10160 mit Zulässigkeitsgrenzen der Klasse S3 bzw. E4 durchzuführen. Die Prüfung ist nach Abschluss aller Herstellungsprozesse des betreffenden (Einzel-)Teils durchzuführen.

4.3.3.3 Die Mindestwerte für die Bruchdehnung (A), festgelegt für die Messlänge $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$, sind:

- | | |
|--|-------|
| — Stahl für Querproben: | 14 %; |
| — Stahl für Längsproben: | 16 %; |
| — Aluminium und Aluminiumlegierungen: | 14 %; |
| — Kupfer und Kupferlegierungen als Halbzeug: | 14 %; |
| — Kupferlegierungen im Gusszustand: | 12 %; |
| — Titan: | 14 %. |

Wenn die Werte für die Bruchdehnung die vorstehend angegebenen Werte unterschreiten, muss die Verwendung der röhrenförmigen Erzeugnisse aus Kupfer und Kupferlegierungen auf folgende Grenzwerte beschränkt werden:

- $PS \times DN \leq 50\,000$ bar mm für $A > 5\%$;
- $PS \times DN \leq 10\,000$ bar mm für $A \leq 5\%$.

4.3.3.4 Bei einer anderen Messlänge als $L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$ und nichtproportionaler Dehnung gelten für die Bestimmung der Mindestbruchdehnung die Anforderungen in EN ISO 6892-1.

4.3.3.5 Auslegungstemperaturen oberhalb Raumtemperatur sind für Stahl in EN 13445-2 festgelegt. Die Werte für Aluminium und Aluminiumlegierungen, Kupfer und Kupferlegierungen sowie für Titan dürfen nach der Werkstoffnorm oder nach Anhang F der vorliegenden Norm ermittelt werden.

Die bei Raumtemperatur festgelegten Werte dürfen für Temperaturen bis einschließlich 50 °C benutzt werden.

4.4 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch

4.4.1 Allgemeines

Für Druckbehälter wird die zulässige Spannung bei der minimal zulässigen Temperatur nach EN 13445-2:2014, Anhang B, oder Anhang A der vorliegenden Norm eingesetzt.

Anhang A berücksichtigt, dass aufgrund der physikalischen Gegebenheiten während der Phasenumwandlung in Kälteanlagen der Druck in dem kältemittelführenden Teil des Behälters bei abnehmender Temperatur des Kältemittels fällt. Deshalb sind bei tieferen Temperaturen die durch den Kältemitteldruck verursachten Spannungen immer geringer als die Spannungen bei dem Auslegungsdruck nach der entsprechenden Tabelle in EN 378-2 (Dampfdruckkurve eines üblichen Kältemittels, siehe Bild A.1).

Für Fluide ohne Phasenumwandlung, z. B. Sole, ändert sich der Druck bei niedrigen Temperaturen nicht, deshalb wird in Anhang A die zulässige Spannung der Bauteile mit höheren Sicherheitsbeiwerten ermittelt (siehe Tabelle A.1).

4.4.2 Anforderungen an Werkstoffe

Für die in 4.3.1.1 aufgeführten Stähle werden die an einer ISO-V-Kerbschlagprobe gemessene Prüftemperatur und der Mindestwert für die Prüfung der Kerbschlagarbeit nach EN 13445-2:2014, Anhang B, oder Anhang A der vorliegenden Norm ermittelt.

Für Gusseisen mit Kugelgraphit, siehe Anforderungen in EN 13445-6.

Kupfer, Kupferlegierungen, ausgenommen die Legierungsgruppen 32.2 und 35, Aluminium, Aluminiumlegierungen und Titan sind nicht anfällig für Sprödbruch aufgrund von niedrigen Temperaturen, und es sind keine besonderen Vorkehrungen für ihre Verwendung bei der minimal zulässigen Temperatur von -196 °C erforderlich.

4.5 Werkstoffdokumentation

Die Werkstoffe für die wichtigsten drucktragenden Teile von Behältern der Kategorien II, III und IV müssen mit einer speziellen Produktprüfbescheinigung nach den Festlegungen in EN 10204 geliefert werden (z. B. 3.1, 3.2).

Werkstoffe für andere drucktragende Teile und für Behälter der Kategorie I oder niedriger müssen mit einem Prüfbericht 2.2 nach den Festlegungen in EN 10204 geliefert werden.

Zusatzwerkstoffe für Schweißen und Löten müssen mit einem Übereinstimmungsnachweis vom Typ 2.2 nach EN 10204 geliefert werden.

EN 764-5 legt fest, welche Werkstoffbescheinigung benötigt wird.

4.6 Werkstoffe für nicht drucktragende Teile

Werkstoffe für nicht drucktragende Teile, z. B. Transportösen, Zargen, Prallbleche usw., die dauerhaft mit druckbeaufschlagten Teilen des Behälters verbunden sind, sowie Schweißzusätze und Hilfsstoffe müssen vom Behälterhersteller so ausgewählt werden, dass unerwünschte Auswirkungen auf den Werkstoff, an dem sie befestigt sind, vermieden werden. Die Werkstoffe müssen auf der Grundlage von Werkstoffspezifikationen geliefert werden, nach denen zumindest die Anforderungen an die chemische Zusammensetzung und die Zugeigenschaften erfüllt werden. Der Behälterhersteller muss Kerbschlageigenschaften festlegen, wenn dies aufgrund der Konstruktionsbedingungen erforderlich ist. Die Werkstoffe müssen mit den Werkstoffen, mit denen sie verbunden werden, verträglich sein.

5 Einstufung der Druckbehälter

5.1 Behälter-Kategorie

Druckbehälter werden nach folgenden Kriterien in vier Kategorien eingestuft:

- a) Produkt aus maximal zulässigem Druck in bar mal Volumen in Liter;
- b) Einstufung des Fluids nach 5.2;
- c) Zustand des Fluids:
 - 1) Gase, Flüssiggase, unter Druck lösliche Gase und diejenigen Flüssigkeiten, deren Dampfdruck bei der maximal zulässigen Temperatur über 0,5 bar liegt;
 - 2) Flüssigkeiten mit einem Dampfdruck bei maximal zulässiger Temperatur von höchstens 0,5 bar.

Für diese Norm werden die kältemittelführenden Teile durchweg wie Gaswege behandelt.

In Anhang H (informativ) dieser Norm sind die Grenzen für die vier Kategorien festgelegt.

5.2 Einstufung der Fluide

Alle Fluide werden nach dem Sicherheitsdatenblatt aus Anhang II der EU-Verordnung 1907/2006/EG (REACH):

- Gruppe 1 (gefährliche Fluide) eingestuft: Fluide mit mindestens einem der folgenden Gefahrenhinweise nach EG-Verordnung 1272/2008/EG nach Tabelle 2.

Tabelle 2 — Gefährliche Fluide

Gefahrenklasse	Gefahrenhinweis
Instabile Explosivstoffe oder Explosivstoffe der Unterklassen 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 und 1.5	H200, H201, H202, H203, H204, H205
Entzündbare Gase, Kategorien 1 und 2	H220, H221
Oxidierende Gase, Kategorie 1	H270
Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorien 1 und 2	H224, H225
Entzündbare Flüssigkeiten, Kategorie 3, wenn die maximal zulässige Temperatur über dem Flammpunkt liegt	H226 bei TS > Flammpunkt
Entzündbare Feststoffe, Kategorien 1 und 2	H228
Selbstzersetzliche Stoffe und Gemische, Typ A bis F Organische Peroxide, Typ A bis F	H240, H241, H242
Pyrophore Flüssigkeiten, Kategorie 1 Pyrophore Feststoffe, Kategorie 1	H250
Stoffe und Gemische, die bei Berührung mit Wasser entzündbare Gase entwickeln, Kategorien 1, 2 und 3	H260, H261
Oxidierende Flüssigkeiten, Kategorien 1, 2 und 3 Oxidierende Feststoffe, Kategorien 1, 2 und 3	H271; H272

Gefahrenklasse	Gefahrenhinweis
Akute orale Toxizität, Kategorien 1 und 2	H300
Akute dermale Toxizität, Kategorien 1 und 2	H310
Akute inhalative Toxizität, Kategorien 1, 2 und 3	H330, H331
3.8 - spezifische Zielorgan-Toxizität - einmalige Exposition, Kategorie 1	H370

- Gruppe 2 (nicht gefährliche Fluide): Fluide, mit denen keine oder andere als oben aufgeführte besondere Risiken verbunden sind.

Enthält ein Fluid-Gemisch mindestens ein in Gruppe 1 eingestuftes Fluid, dann muss das Gemisch in Gruppe 1 eingestuft werden, außer es ist aufgrund der Angaben im Sicherheitsdatenblatt oder in den Begleitdokumenten des Herstellers eine Einstufung des Gemisches in Gruppe 2 gerechtfertigt.

ANMERKUNG Anhang E der Norm EN 378-1 kann zur Bestimmung der Kältemittelklassifizierung (Gruppe 1 oder Gruppe 2) herangezogen werden.

6 Konstruktion

6.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt behandelt Druckbehälter aus den in Abschnitt 4 festgelegten Werkstoffen. Die Maße der druckbeaufschlagten Teile müssen dem Auslegungsdruck (P_d) bei Auslegungstemperatur (t_d) standhalten.

Die in dieser Norm angegebenen Anforderungen an die Konstruktion müssen den Anforderungen der EN 13445-3 entsprechen, sofern in den folgenden Abschnitten nichts anderes festgelegt ist.

6.2 Korrosion und Korrosionsschutz

6.2.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt festgelegten Korrosionszuschläge basieren auf der Annahme, dass der Behälter nach den Angaben in EN 378-4 instandgehalten werden muss. Falls für die Instandhaltung der Anlage andere Anforderungen gelten sollen, dürfen andere Zuschläge festgelegt werden und müssen in der Behälter-Dokumentation angegeben werden.

6.2.2 Innere Korrosion

Bei geeigneten Werkstoffen, die mit Kältemitteln in Berührung kommen, ist die innere Korrosion vernachlässigbar und der Mindest-Korrosionszuschlag beträgt 0 mm. Andere Werte (über Null) dürfen vom Hersteller gewählt werden.

6.2.3 Äußere Korrosion

Der äußere Korrosionszuschlag muss entweder:

- 0 mm für druckbeaufschlagte Teile betragen, wenn vor der Inbetriebnahme ein ausreichender Schutz gegeben ist (z. B. Anstrich, galvanisches Verzinken, Dampfsperren, korrosionsbeständige Werkstoffe) und dieser Schutz während der Betriebslebensdauer vom Endverbraucher ordnungsgemäß instandgehalten und zumindest nach EN 378-2:2016 (Anhänge B und D) überprüft wird; oder
- mindestens 1 mm betragen, wenn druckbeaufschlagte Teile während der Betriebslebensdauer nicht wie vorstehend mit einem Schutz versehen sind; oder

— den Festlegungen der Vertragsparteien zum Zeitpunkt der Bestellung entsprechen.

Die mit dem Betrieb von Druckbehältern mit Verdampfern und anderen auf der „Niederdruckseite“ der Anlage arbeitenden Behältern verbundenen tiefen Temperaturen können zu einer Kondensatbildung auf den kalten Oberflächen führen. Diese Behälter sollten besonders berücksichtigt werden, z. B. indem eine ordnungsgemäße Dämmung und Abdichtung gegen Dampf zur Vermeidung von Oberflächenkorrosion vorgenommen wird.

6.2.4 Angaben zum Korrosionszuschlag

Der Wert für den Korrosionszuschlag muss in der Behälter-Dokumentation angegeben sein.

6.3 Spannungsrisskorrosion

Druckbehälter, die mit anderen Kältemitteln als Ammoniak in Berührung kommen, neigen nicht zu Spannungsrisskorrosion.

Bei Behältern, die Ammoniak enthalten, tritt keine Spannungsrisskorrosion auf, wenn die Behälter aus Stahl mit einer oberen Streckgrenze $R_{eH} \leq 360 \text{ N/mm}^2$ hergestellt sind und die Kälteanlage in Übereinstimmung mit EN 378-1 bis EN 378-4 ausgelegt, betrieben und instandgehalten wird.

Falls aufgrund der Konstruktion oder des Vertrages keine der beiden vorgenannten Bedingungen zutrifft, kann es erforderlich sein, eine Behandlung des Behälters durch Spannungsarmglühen nach EN 13445-4 durchzuführen. In diesem Fall muss der Hersteller eine Bewertung der möglicherweise in der Anlage auftretenden Zustände vornehmen und, falls erforderlich, eine Behandlung durch Spannungsarmglühen durchführen.

6.4 Belastung

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-3.

6.5 Maximal zulässiger Druck PS

Die nach EN 378-2:2016, 6.2.2 festgelegten Drücke sind Mindestwerte für den maximal zulässigen Druck PS der kältemittelführenden Teile. Bei anderen Fluiden als Kältemitteln muss der maximal zulässige Druck nach dem entsprechenden Abschnitt in EN 13445-3 ermittelt werden.

Der maximal zulässige Druck PS darf nur während der kurzen Zeitdauer überschritten werden, die für die Betätigung der Sicherheitseinrichtung erforderlich ist, wobei der maximale Wert $1,1 \times PS$ sein muss. Der Wert für PS muss unter Berücksichtigung der für den Behälter oder die Baugruppe geplanten Sicherheitseinrichtungen ermittelt werden. In Anhang D der vorliegenden Norm ist das Verhältnis zwischen den verschiedenen Drücken in Kälteanlagen bzw. Wärmepumpen angegeben.

6.6 Auslegungsdruck P_d

Der Auslegungsdruck darf PS nicht unterschreiten.

Kältemittelführende Behälter und die Kältemittelseite eines Wärmeaustauschers müssen so ausgelegt sein, dass sie der Ausnahmesituation eines Drucks von -1 bar (z. B. Unterdruck innen bei atmosphärischem Druck außen), der während der Befüllung mit Kältemittel oder der Rückgewinnung auftreten kann, standhalten können.

6.7 Berechnungsdruck P oder P_c

Dem einzusetzenden Berechnungsdruck P oder P_c muss die ungünstigste Bedingung bei zugehörigem Druck und zugehöriger Temperatur zugrunde gelegt werden. Grundlage ist die maximal mögliche Druckdifferenz zwischen den beiden Seiten des drucktragenden Bauteils.

6.8 Auslegungstemperatur t_d

Die Auslegungstemperatur der druckbeaufschlagten kältemittelführenden Teile muss mindestens der Fluidtemperatur in EN 378-2:2016, 6.2.2 entsprechen.

Bei anderen Fluiden als Kältemitteln muss die Auslegungstemperatur nach den entsprechenden Abschnitten in EN 13445-3 ermittelt werden.

Örtlich höhere Temperaturen (z.B. durch überhitzte Kältemittel) müssen in dem jeweiligen Druckbehälterbereich berücksichtigt werden.

6.9 Mindest-Werkstofftemperatur

Die Mindest-Werkstofftemperatur ist die niedrigste Temperatur, die während des Betriebs oder im Stillstand auftreten kann. Diese Temperatur muss bei der Auswahl von Werkstoffen zugrunde gelegt werden, um Sprödbruch zu vermeiden. Sie darf nicht mehr als 20 °C betragen.

Örtliche tiefere Temperaturen aufgrund einer raschen Befüllung mit Kältemittel/Vermischung von Kältemittel im Behälter (leicht flüchtige Flüssigkeit expandiert in ein Vakuum) müssen in dem jeweiligen Bereich des Druckbehälters berücksichtigt werden.

Die Anforderungen an die Mindestwerte für den Kerbschlagversuch müssen in diesem örtlichen Bereich berücksichtigt werden.

6.10 Berechnungstemperatur t_c

6.10.1 Allgemeines

Die Berechnungstemperatur t_c wird zur Ermittlung der entsprechenden Berechnungsspannung für den ausgewählten Werkstoff eingesetzt.

6.10.2 Unbeheizter Behälter

Die Berechnungstemperatur muss, sofern sie nicht durch detaillierte Berechnungen oder durch auf Messungen gegründete Prüfungen ermittelt wurde, wie folgt bestimmt werden:

- Ist die Temperatur des Fluids ≤ 50 °C, dann muss die Berechnungstemperatur der Fluidtemperatur entsprechen;

Ist die Fluidtemperatur höher als 50 °C, muss die Temperatur den Werten aus Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Berechnungstemperatur für unbeheizte Behälter

Berechnungstemperatur t_c °C		Wärmeaufnehmendes Fluid		
		Gas oder Dampf	Flüssigkeit (siedend oder nicht siedend)	
			Fließend	Stehend
Wärme- abgebendes Fluid	Gas oder Dampf	$\text{Max} \left(\frac{t_{ha} + t_{he}}{2}, 50 \right)$	$\text{Max} (t_{ha}, 50)$	$\text{Max} (t_{he}, 50)$
	Flüssigkeit (siedend oder nicht siedend)	$\text{Max} (t_{he}, 50)$	$\text{Max} \left(\frac{t_{ha} + t_{he}}{2}, 50 \right)$	$\text{Max} (t_{he}, 50)$

Die Berechnung von Stutzen oder Ausschnittverstärkungen muss mit diesen örtlichen Temperaturschwankungen erfolgen.

Wenn eine Seite des Behälters der Umgebungstemperatur ausgesetzt ist, muss die Berechnungstemperatur t_{he} entsprechen.

Bei einseitig gedämmten Wänden kann davon ausgegangen werden, dass der Wert der mittleren Wandtemperatur dem Wert der nicht gedämmten Seite entspricht.

6.10.3 Beheizter Behälter

Bei beheizten Behältern muss die Berechnungstemperatur durch Prüfung ermittelt werden oder es wird davon ausgegangen, dass sie der in 6.10.2 ermittelten Temperatur +50 K entspricht.

Bei der Auswahl des Erhitzers muss der Hersteller das Risiko einer Überhitzung des Fluids oder des Werkstoffs abschätzen und entsprechende Maßnahmen treffen, um dieses Risiko einzugrenzen, z. B. durch den Einbau von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion und/oder die Anbringung von entsprechenden Warnschildern und/oder durch die Aufnahme von Anweisungen in die technischen Unterlagen.

6.11 Schweißnahtfaktor

Der Schweißnahtfaktor „z“ berücksichtigt das mit der Ausführung einer Schweißnaht verbundene Risiko sowie das Risiko, dass ein Fehler an der Verbindung aufgrund des gewählten Umfangs der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) unentdeckt bleibt.

Der Schweißnahtfaktor wird für Längs- und Wendelnähte an Mänteln, Längsnähte an kegelförmigen Mänteln und für die Hauptnähte zwischen Platten zur Herstellung von gewölbten Böden eingesetzt.

Der Schweißnahtfaktor wird nicht eingesetzt bei nicht bestimmenden Nähten, z. B. Rundnähte an Behältern, kegelförmigen Abschnitten, Verbindungen zwischen Stutzen und Mantel oder allen Arten von Verbindungen, bei denen nur Druckspannungen auftreten.

Der Hersteller muss einen der folgenden Werte wählen:

- 1 für Rohrleitungen, die zerstörenden und zerstörungsfreien Prüfungen unterzogen werden, durch die bestätigt wird, dass die Naht 100 % fehlerfrei ist. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die den Prüfgruppen 1b und 2b zugeordnet sind;
- 0,85 für Druckgeräte, die zerstörungsfreien Prüfungen nach dem Stichprobenprinzip mit 10 % der Nahtlänge unterzogen werden. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die der Prüfgruppe 3b zugeordnet sind;

- 0,7 für Rohrleitungen, an denen außer der Sichtprüfung der Naht keine zerstörungsfreie Prüfung durchgeführt wurde. Dieser Wert kann bei Behältern eingesetzt werden, die der Prüfgruppe 4 zugeordnet sind.
- Der Schweißnahtfaktor ist zur Festlegung der Behälter-Prüfgruppe nach Tabelle 4 einzusetzen.

Tabelle 4 — Prüfgruppen

Schweißnahtfaktoren	1	1	0,85	0,7
Prüfgruppen ^a	1b	2b	3b	4
Zulässiger Werkstoff Stahlgruppe	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1	1.1/1.2/8.1
Maximale Dicke je Werkstoffkategorie				
Stahlgruppe 1.1/8.1	unbegrenzt ^b	≤ 50	≤ 50	≤ 16
Stahlgruppe 1.2	unbegrenzt ^b	≤ 30	≤ 30	≤ 12
Schweißverfahren	unbegrenzt ^b	nur voll- mechanisches Schweißen ^c	unbegrenzt ^b	unbegrenzt ^b
Betriebstemperaturbereich	unbegrenzt ^b	unbegrenzt ^b	unbegrenzt ^b	-50 °C +200 °C
Fluidgruppen	1/2	1/2	1/2	2
Umfang der ZfP für bestimmende Schweißverbindungen	100 %	100-10 % ^d	10 %	0 %
^a Definition der Prüfgruppen nach EN 13445-5. Bei allen Prüfgruppen ist eine Sichtprüfung erforderlich. ^b Unbegrenzt bedeutet: keine zusätzliche Begrenzung aufgrund der Prüfung. Die in der Tabelle aufgeführten Grenzwerte sind prüfungsinduzierte Grenzwerte. Sonstige in den verschiedenen Abschnitten dieser Norm angegebenen Grenzwerte (z. B. Konstruktions-, Werkstoffgrenzwerte) sind ebenfalls zu berücksichtigen. ^c Vollmechanisierte und/oder automatische Schweißverfahren, bei denen mindestens die Bewegung des Schweißkopfes und der Schweißzusätze mechanisch gesteuert erfolgen muss. ^d Erste Zahl: ursprünglicher Wert, zweite Zahl: nach zufriedenstellender Erfahrung herabgesetzter Wert. Für die Definition des Begriffes „zufriedenstellende Erfahrung“ siehe EN 13445-5. Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Druckbehälters an.				

Für die Bewertung von Ausnahmesituationen, z. B. Vakuum -1 bar, ist für die Berechnungen kein Schweißnahtfaktor erforderlich.

ANMERKUNG Für andere dauerhafte Verbindungen als Schweißnähte liegt der Wert von z zum Zweck der Berechnung in einer Gleichung bei 1,0.

6.12 Berechnungsspannung

6.12.1 Der Wert für die Berechnungsspannung muss die Konstruktions- und Prüfbedingungen berücksichtigen. Die Werte für die Streckgrenze und die Zugfestigkeit des Werkstoffs müssen den Werten entsprechen, die für die Werkstoffe im endbearbeiteten Zustand gelten, und müssen mit den in der jeweiligen Auslegungsspezifikation angegebenen Werten übereinstimmen.

Diese Werte können für die Auslegung verwendet werden, sofern eine Wärmebehandlung nicht bekanntermaßen zu niedrigeren Werten führt.

6.12.2 Bei Nichteisenwerkstoffen in geschweißten oder hartgelöteten Konstruktionen dürfen die Berechnungsspannungen die für geglühten Werkstoff bei Auslegungstemperatur angegebenen Werte nicht überschreiten.

6.12.3 Für metallische Werkstoffe darf der Wert bei $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ für Temperaturen bis einschließlich 50 °C eingesetzt werden. Wenn der geschweißte oder hartgelötete Werkstoff nach der Fertigung niedrigere Festigkeitswerte ergibt, dann sind stattdessen diese Werte einzusetzen.

6.12.4 Bei Werkstoffen der Kupfergruppen 31-32-33-34-35 wird die Berechnungsnennspannung f aus der Zugfestigkeit R_m/t mit einem Sicherheitsbeiwert von 3,5 oder aus 0,2 % der Dehngrenze $R_{p0,2}/t$ oder 1,0 % der Dehngrenze $R_{p1,0}/t$ mit einem Sicherheitsbeiwert von 1,5 berechnet. Bei Berechnungen, die sich auf Druckbehälter aus dehnbaren Kupferwerkstoffen beziehen, darf der Wert 1,0 % der Dehngrenze $R_{p1,0}/t$ an Stelle des Wertes 0,2 % der Dehngrenze $R_{p0,2}/t$ herangezogen werden, wenn das Verhältnis von 0,2 % Dehngrenze zur Zugfestigkeit bei $\leq 0,5$ liegt und die Bruchdehnung A in Querrichtung bei mindestens 25 % oder in Längsrichtung bei mindestens 27 % liegt. Die mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle F.3 angegeben.

6.12.5 Bei Teilen von Behältern oder Rohrleitungen aus nahtlosen Kupferrohren der Gruppen 31 und 34 mit hartgelöteten, sich überlappenden Rundnähten wird die Berechnungsnennspannung aus der Zugfestigkeit R_m/t mit einem Sicherheitsbeiwert von 3 oder aus 1,0 % der Dehngrenze $R_{p1,0}/t$ mit einem Sicherheitsbeiwert von 1,3 unter Bezugnahme auf den vollständig ausgehärteten Werkstoffzustand nach Tabelle 5 berechnet.

6.12.6 Bei der Bewertung von Ausnahmesituationen (z. B. Vakuum – 1 bar) muss die Berechnungsspannung für die Prüfbedingung mit der Werkstofftemperatur eingesetzt werden, von der angenommen wird, dass sie in der Ausnahmesituation vorherrscht.

Die Berechnungsspannungen müssen den Werten aus Tabelle 5 entsprechen, mit Ausnahme der in 6.12.5 erwähnten Fälle.

Tabelle 5 — Berechnungsnennspannung

Werkstoff	Auslegungsbedingungen	Prüfbedingungen	K Beiwert
Stahlgruppe 1.1, 1.2	min. ($R_m/20/2.4$, $R_{p0.2/t}/1.5$)	$R_{p0.2/ttest}/1.05$	2,4
Stahlgruppe 8.1 mit A% > 30% mit A% > 35%	$R_{p1.0/t}/1.5$ max. (min ($R_m/t/3$, $R_{p1.0/t}/1.2$), $R_{p1.0/t}/1.5$)	$R_{p1.0/ttest}/1.05$ max. ($R_{p1.0/ttest}/1.05$, $R_m/ttest/2$)	3
Stahlgussstück	min. ($R_m/20/3$, $R_{p0.2/t}/1.9$)	$R_{p0.2/ttest}/1.33$	3
Aluminiumgruppe 21	$R_e/t/1.5$)	$R_e/ttest/1.05$	Nicht an- zuwenden
Aluminiumgruppe 22	min. ($R_m/20/2.4$, $R_{p0.2/t}/1.5$)	$R_{p0.2/ttest}/1.05$	2,4
Kupfergruppen 31-32-33-34-35 ^{a b}	max. ($R_m/t/3.5$, $R_{p0.2/t}/1.5$)	$R_m/ttest/2.22$	2,4
Titanrohr	$R_m/t/3$	$R_m/ttest/2.22$	3,5
Gusseisen mit Kugelgraphit	siehe EN 13445-6		4
Befestigungselemente nicht austenitischer Stahl austenitischer Stahl	min. ($R_m/20/4$, $R_{p0.2/t}/3$) $R_m/t/4$	min. ($R_m/20/2.67$, $R_{p0.2/t}/2$) $R_m/ttest/2.67$	4
Anstelle von $R_{p0.2}$ darf die obere Streckgrenze R_{eH} eingesetzt werden.			
^a Wenn Bedingungen nach 6.12.4 vorliegen, kann $R_{p1.0}$ an Stelle von $R_{p0.2}$ eingesetzt werden.			
^b Für Rohrleitungen, siehe auch Tabelle 5.			

Tabelle 6 — Belastungsnennspannung für nahtlose Rohre der Kupfergruppen 31 und 34

Werkstoff	Aufgebrachte Entspannung	Auslegungs- entspannung	Auslegungs- bedingung
Cu-DHP	Y040, Y080	R220	R _m /t/3
	R200, R220, R250, R290, R360	R200	R _m /t/3
CuNi10Fe1Mn	R290, R310, R480	R290	R _{p1,0} /t/1,3
CuNi30Mn1Fe	R370, R480	R370	R _{p1,0} /t/1,3
CuFe2P	R420	R300	R _m /t/3
CuFe2P	R300	R300 ^a	R _m /t/3
		R300 ^b	R _{p1,0} /t/1,3
^a Werkstoff nach EN 12735-1:2016.			
^b Werkstoff mit erweiterten Festigkeitseigenschaften nach Tabelle F.3			

6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen, Füll- und Entleerungseinrichtungen sowie Einrichtungen für die Handhabung

6.13.1 Nichtkorrosive Fluide

Wenn die Fluide als nicht korrosiv gelten, dann sind außer für die am Behälter vorhandenen Anschlüsse keine Maßnahmen für die Zugangs- und Besichtigungsöffnungen erforderlich.

6.13.2 Korrosive Fluide

Werden korrosive Fluide eingesetzt, dann gelten die Anforderungen nach EN 13445-5:2014, Anhang C, sofern nicht alternative Prüftechniken in den Unterlagen des Herstellers angegeben sind.

6.13.3 Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen

Durch die Konstruktion des Behälters muss sichergestellt sein, dass Einrichtungen für eine ausreichende Entlüftung während der Flüssigkeitsdruckprüfung und das Ablassen des Prüffluids nach der Flüssigkeitsdruckprüfung vorhanden sind.

6.13.4 Füll- und Entleerungseinrichtungen

Es gelten die Festlegungen nach EN 378-2, EN 378-3 und EN 378-4, um zu verhindern, dass während des Befüllens oder beim Entleeren Kältemittel aus der Kälteanlage austritt.

Kann der Behälter für die Lagerung von Kältemittel verwendet werden, müssen in den technischen Unterlagen der maximale Flüssigkeitsstand und die Verwendung von Ausrüstungsteilen mit Sicherheitsfunktion zur Vermeidung von Drucküberschreitungen empfohlen werden.

6.13.5 Einrichtungen für die Handhabung

Überschreitet das Gewicht des Behälters 25 kg, dann muss er mit Einrichtungen für die Handhabung versehen sein oder der Hersteller muss, wo zutreffend, die empfohlenen Verfahren für die Handhabung angeben (siehe EN 1005-2).

Diese Anforderung gilt auch für Teile oder Bauteile, die für Reparaturarbeiten entfernt werden können.

6.14 Verfahren für die Auslegung

6.14.1 Allgemeines

Das grundlegende Verfahren für die Auslegung ist die Auslegung nach Formeln (DBF). Zusätzlich können zwei weitere Verfahren angewendet werden, um die DBF zu ergänzen oder zu ersetzen:

a) Auslegung nach Analyseverfahren (DBA):

Die Regeln sind in EN 13445-3:2014, Anhang C, angegeben;

b) Auslegung nach experimentellen Verfahren:

Die Regeln sind in Anhang E der vorliegenden Norm angegeben;

Die erforderliche Mindestwanddicke ist in EN 13445-3:2014, 5.2.3, definiert.

6.14.2 Auslegung nach Formeln (DBF)

6.14.2.1 Allgemeines

Es gelten alle Anforderungen aus EN 13445-3:2014, Abschnitte 7 bis 18, ausgenommen die folgenden Anforderungen der Abschnitte 13.4.2.1 d, 13.5.2.1 d, und 13.6.2.1 e aus EN 13445-3:2014 „Wärmeaustauscher — Rohrböden“, die für Behälter für Wärmeaustauscher in Kälteanlagen nicht anwendbar sind.

Für die Berechnung der Rohrböden ist bei nicht gleichmäßiger Dicke die in der Formel verwendete Rohrbodendicke e_t die Dicke, die für das Rohr die gleiche axiale Festigkeit ergibt.

6.14.2.2 Zusätzliche Formeln für feste Rohrböden

6.14.2.2.1 Teilberohrte Rohrböden

Ergänzung zu EN 13445-3:2014, Abschnitt 13, für teilberohrte Rohrböden:

Dieser Abschnitt gilt für ebene Rohrböden in Rohrbündel-Wärmeaustauschern, die auf einer kreisförmigen Fläche nicht gleichmäßig berohrt sind oder bei denen die unberohrten diametralen Rohrreihen die Rohrteilung um das 4-Fache überschreiten.

Es werden die nur durch Druck verursachten Beanspruchungen berücksichtigt. Besonders zu beachten sind mögliche thermische Spannungen durch Temperaturdifferenzen zwischen dem Rohrboden und den anderen Teilen (Mantel und Wärmeübertragungsrohre).

Die Mindestdicke e derjenigen Abschnitte des ebenen Rohrbodens, die durch Rohre abgestützt werden, muss nach folgender Gleichung ermittelt werden:

$$e = C_1 \times d_2 \times \sqrt{\frac{P}{f \times \mu}} \quad (1)$$

Dabei ist

— C_1 = Konstante, die von der Art der Abstützung des Rohrbodens abhängt:

— in den Mantel eingesetzter Boden:

— beidseitig geschweißt $C_1 = 0,35$

— einseitig geschweißt $C_1 = 0,45$

— am Mantel angeschweißter Boden:

— beidseitig geschweißt $C_1 = 0,40$

— einseitig geschweißt $C_1 = 0,50$

d_2 Durchmesser des größten Kreises, der in den unberohrten Bereich eingesetzt werden kann

$$\mu = \frac{p - d_t}{p} \quad (2)$$

Der Rohrboden muss ausreichend bemessen sein, um zu verhindern, dass das Rohr unter Betriebs- und unter Prüfbedingungen aus dem Rohrboden herausgezogen wird. Die Berechnung der Rohrkraft Q_v und Q_t erfolgt auf der Grundlage der verstärkten Flächen A_v und A_t , bezogen auf ein Rohr. Im Abschnitt des vollständig bohrten Rohrbodens werden die verstärkten Bereiche A_v und A_t durch den schraffierte Teil in Bild 2 gekennzeichnet.

Bei den Randflächen des unbohrten Bereichs kann davon ausgegangen werden, dass die Belastung bis zu 50 % von der direkt angrenzenden Behälterwand aufgenommen wird.

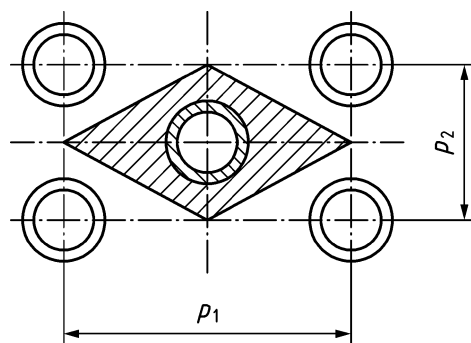


Bild 2 — Anteil des Rohrbodens

$$Q_v = P \times A_v \quad (3)$$

$$Q_t = P \times A_t \quad (4)$$

für eine dreieckige Rohranordnung gilt:

$$A_v = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_t^2}{4} \quad (5)$$

$$A_t = p^2 \times \cos(30^\circ) - \pi \times \frac{d_i^2}{4} \quad (6)$$

- a) Bei einem in den Rohrboden eingewalzten Rohr darf das Verhältnis zwischen der Last Q und der mittragenden Fläche F_w den in der Gleichung (1) für e angegebenen Wert nicht überschreiten.

Tabelle 7 — Zulässige Festigkeit für in den Rohrboden eingewalzte Rohre

Art der eingewalzten Verbindung	Maximum (Q_v/A_v ; Q_t/A_t)
Bohrung ohne Rillen innerhalb des Rohrbodens	150 MPa
Bohrung mit Rillen innerhalb des Rohrbodens	300 MPa

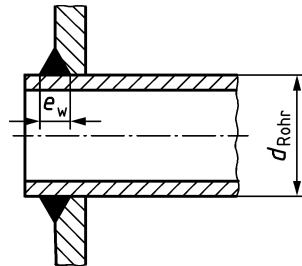
Die Einwalzlänge $l_{t,x}$ muss mindestens 12 mm betragen und darf für die Ermittlung der mittragenden Fläche A_w $l_{t,x}$ 40 mm nicht überschreiten.

Die mittragende Fläche A_w ist:

$$A_w = \max \left[0,1 \times d_{\text{Rohr}} \times l_{t,x}; (d_{\text{Rohr}} - d_i) \times l_{t,x} \right] \quad (7)$$

- b) Für auf den Rohrboden aufgeschweißte Rohre (siehe Bild 3) müssen die Schweißnähte für die Übertragung der Last Q bemessen sein; die Größe der Schweißnaht e_w beträgt:

$$e_w \geq \frac{0,4 \times \max. (P_v \times A_v; P_{\text{Rohr}} \times A_t)}{d_{\text{Rohr}} \times f_{\text{Rohr}}} \quad (8)$$



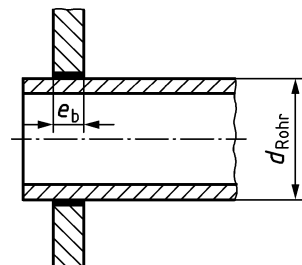
Legende

- e_w Größe der Schweißnaht des Rohres im Rohrboden
 d_{Rohr} Nenn-Außendurchmesser der Rohre

Bild 3 — Größe der Schweißnaht des aufgeschweißten Rohres

- c) Für durch Hartlöten angebrachte Rohre (siehe Bild 4) muss die Lötnaht für die Übertragung der Last Q bemessen sein; die Breite der Lötnaht e_b beträgt:

$$e_b \geq \frac{0,5 \times \max. (P_v \times A_v; P_{\text{Rohr}} \times A_t)}{d_{\text{Rohr}} \times f_{\text{Rohr}}} \quad (9)$$



Legende

- e_b Dicke
 d_{Rohr} Nenn-Außendurchmesser des Rohres

Bild 4 — Größe der Hartlötnaht

6.14.2.2.2 Fester Rohrboden mit in den Rohrboden gelötetem oder geschweißtem Rohr

Der Abschnitt 13.5 in EN 13445-3:2014 kann durch das folgende alternative Verfahren ersetzt werden, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:

- beide Rohrböden müssen eben, kreisrund, von gleichmäßiger Dicke und baugleich sein;
- die Rohrböden müssen auf einer kreisförmigen Fläche gleichmäßig berohrt sein, entweder in dreieckiger oder quadratischer Anordnung;
- die Teilung darf höchstens das 2-Fache des Rohraußendurchmessers betragen;

- unberohrte diametrale Reihen sind zulässig, wenn ihre Breite UL weniger als das 4-Fache der Teilung beträgt;
- alle Rohre einer bestimmten Anordnung müssen sich innerhalb eines Hüllkreises befinden, der mindestens das 0,9-Fache des Mantelinnendurchmessers beträgt;
- der Mantel darf nicht mit einem Dehnungsausgleicher versehen sein;
- die Rohre müssen durch Schweißen oder Hartlöten am Rohrboden angebracht sein;
- der Außendurchmesser des Mantels darf höchstens 500 mm betragen;
- der Durchmesser des Rohres darf höchstens 20 mm betragen;
- die Kategorie des Behälters muss III sein oder darunter;
- dieses Verfahren darf nur für Rohrbodenteile innerhalb des Mantelinnendurchmessers angewendet werden; Rohrbodenteile außerhalb des Manteldurchmessers müssen gesondert betrachtet werden;
- dieses Verfahren darf nur für Wärmeaustauscher mit einer Auslegungstemperatur zwischen –50 °C und 150 °C verwendet werden.

d) Die Mindestdicke des Rohrbodens e beträgt

$$e = 0,08 \sqrt{\frac{(D_s^2 - N_{\text{Rohr}} \times d_{\text{Rohr}}^2) \times P(\text{max})}{\mu \times f}} + c + \delta_e \quad (10)$$

Dabei ist

D_s	Innendurchmesser des Mantels
N_{Rohr}	Anzahl der Rohre bei einem Rohrbündel-Wärmeaustauscher
d_{Rohr}	Nenn-Außendurchmesser des Rohres
c	Korrosionszuschlag
δ_e	negative Waddickentoleranz
μ	Nenn-Verschwächungsbeiwert der Rohrlochstege des Rohrbodens
f	Berechnungsnennspannung bei Auslegungstemperatur [MPa]
$P_{(\text{max})}$	Höchstwert des rohr- und mantelseitigen Auslegungsdrucks, der auf den Rohrboden einwirkt (MPa)

e) Rohrkräfte

Die Rohrkräfte werden für jedes Rohr nach den druckbelasteten verhältnissgleichen Rohrbodenflächen A_v und A_t ermittelt. Für eine gleichseitige Dreiecksanordnung sind A_v und A_t in 6.14.2.2.1 festgelegt.

Für andere Anordnungen und für Rohre neben unberohrten Flächen muss die Belastungsfläche entsprechend ermittelt werden.

Rohre unmittelbar am Hüllkreis müssen jedoch nicht besonders berücksichtigt werden.

f) Befestigung von Rohren in Rohrböden

Befestigungen von Rohren in Rohrböden müssen so ausgelegt sein, dass sie den Beanspruchungen durch Rohrkräfte sicher standhalten. Es gelten die Anforderungen in 6.14.2.2.1 b) und c).

g) Zugspannung von Rohren durch mantelseitigen Druck

Die als Zugstäbe für die Rohrböden wirkenden Rohre dürfen in Längsrichtung mit höchstens dem 0,8-fachen Wert ihrer zulässigen Spannung beansprucht werden. Die entsprechende Kraft Q wird mit folgender Formel berechnet:

$$Q \leq (d_e^2 - d_i^2) \times \frac{\pi}{5} \times f_{\text{Rohr}} \quad (11)$$

Es sollte geprüft werden, ob unter den gegebenen Bedingungen (max. 64 bar, max. 200 °C im Anwendungsbereich der Norm; Bedingungen unter „1. Anwendung“ in diesem Abschnitt) überhaupt solche Rohrkräfte auftreten, die Berechnungen nach 4 und 5 erforderlich machen.

Falls nicht, dürfen die Anforderungen vereinfacht werden, d. h.:

- 1) qualitative Festlegungen für das Einschweißen von Rohren in Rohrböden;
- 2) qualitative Festlegungen für das Hartlöten von Rohren in Rohrböden (min. 80 % Nahtfüllung).

h) Knicken von Rohren bei rohrseitigem Druck

Die als Druckstäbe für Rohrböden wirkenden Rohre müssen so abgestützt sein, dass ein Knicken sicher vermieden wird. Dies gilt als zutreffend, wenn folgende Anforderungen erfüllt sind:

$$F_{\text{Rohr}} \leq \frac{\pi^3}{480000} * \frac{E_{\text{Rohr}} (d_e^2 - d_i^2)}{L_k^2} \quad (12)$$

Dabei ist

L_k die freie Länge (Knicklänge) des Rohres zwischen zwei Rohrböden, Rohrboden und Prallblech oder zwischen zwei Prallblechen und P_d der Auslegungsdruck im Rohr.

6.14.3 Ausführung der Verbindung

6.14.3.1 Allgemeines

Bei der Auslegung von Verbindungen, die mit Kältemittel in Berührung kommen, müssen mögliche Schäden durch gefrierendes Wasser an der Außenseite berücksichtigt werden. Die Verbindungen müssen für den Behälter, den Behälterinhalt, die Behälterwerkstoffe, den Auslegungsdruck und die Auslegungstemperaturen geeignet sein.

6.14.3.2 Nicht dauerhafte Verbindungen

Nicht dauerhafte Verbindungen müssen fest und ausreichend beständig sein, so dass keine Gefahr besteht, dass die Dichtung ausgeblasen wird. Vorzugsweise werden Flansche mit Nut und Feder oder Vor- und Rücksprung verwendet.

Flanschverbindungen müssen so angeordnet sein, dass die verbundenen Teile mit kleinstmöglicher Verformung demontiert werden können. Die Demontage muss ohne übermäßige Kraftaufbringung auf die verbundenen Bauteile möglich sein.

Bei der Schraubenberechnung müssen Spannungen durch Temperaturschwankungen während des Betriebs und im Stillstand berücksichtigt werden.

7 Herstellung

7.1 Allgemeines

Die in dieser Norm angegebenen Anforderungen an die Herstellung müssen den Anforderungen in EN 13445-4 entsprechen, sofern in den folgenden Abschnitten nichts anderes festgelegt ist.

7.2 Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs

Es sind geeignete Verfahren einzuführen und aufrechtzuerhalten, um die Werkstoffe der Teile des Gerätes, die zur Druckfestigkeit beitragen, mit geeigneten Mitteln vom Materialeingang über den Herstellungsprozess bis zur Endabnahme des hergestellten Druckbehälters identifizieren zu können.

Das System muss geeignete Verfahren zur Überprüfung der Identität des Werkstoffs im Lieferzustand umfassen. Die vom Lieferanten, wie in 4.5 verlangt, zur Verfügung gestellte Dokumentation ist dabei zugrunde zu legen.

7.3 Herstellungstoleranzen

Die Anforderungen nach EN 13445-4:2014, Abschnitt 5, gelten für Schweißnähte bei Stahlwerkstoffen.

Für die Ausführung der Hartlötverbindungen für alle Werkstoffe muss der Hersteller eine schriftliche Verfahrensanweisung erstellen, um die Annahmekriterien in Anlehnung an Qualitätsstufe C in EN ISO 5817 und Abnahmestufe 2 in EN ISO 10675-1 festzulegen.

7.4 Dauerhafte Verbindungen

7.4.1 Allgemeines

Dauerhafte Verbindungen sind:

- Schweiß- und Hartlötverbindungen, die zur Druckfestigkeit des Behälters beitragen;
- Verbindungen durch Aufweiten (Walzverbindungen), die hauptsächlich für die Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden verwendet werden.

Andere Verbindungen, wie z. B. Quetschverschraubungen und Weichlötverbindungen, dürfen nur für Verbindungen verwendet werden, die für die Druckfestigkeit des Behälters nicht von Belang sind.

7.4.2 Prüfung der dauerhaften Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen

Das Verfahren für die Herstellung der dauerhaften Verbindung und der Bediener müssen, wie nachstehend festgelegt, geprüft werden.

7.4.3 Herstellung von dauerhaften Verbindungen und Rückverfolgbarkeit

Es darf keine dauerhafte Verbindung während der Fertigung hergestellt werden, bevor eine Prüfung des Verfahrens und der Bediener durchgeführt wurde. Der Hersteller muss ein Verfahren anwenden, nach dem eine Identifizierung der Bediener möglich ist, die die Verbindungen hergestellt haben.

7.4.4 Schweißen

7.4.4.1 Zulässige Gestaltungen von Schweißverbindungen

Die empfohlenen Anforderungen für die Ausführung von Schweißverbindungen sind in EN 13445-3:2014, Anhang A, festgelegt.

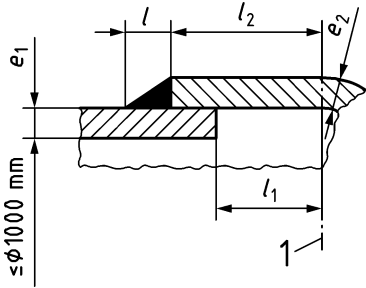
Zusätzlich sind folgende Gestaltungsarten zulässig:

- a) Wird ein bleibender Einlegestreifen verwendet, müssen alle folgenden Bedingungen berücksichtigt werden:
 - 1) die zweite Seite der Naht ist zum Schweißen nicht zugänglich;
 - 2) die Korrosionsgefahr nimmt durch den vorhandenen Einlegestreifen nicht zu. Die Gefahr einer Spaltkorrosion muss besonders berücksichtigt werden;
 - 3) Ermüdungserscheinungen sind kein bestimmender Faktor;
 - 4) der Werkstoff des Einlegestreifens gilt als nicht drucktragendes Teil, das an ein drucktragendes Teil angeschweißt ist und der verwendete Werkstoff muss daher die entsprechenden Anforderungen an die Kompatibilität, Rückverfolgbarkeit und Dokumentation erfüllen;
 - 5) das Schweißverfahren wird mit dem Einlegestreifen geprüft;
 - 6) die Dicke des Einlegestreifens muss auf die Dicke des Grundwerkstoffs + 1 mm oder einem Höchstwert von 6 mm begrenzt sein.

Das Risiko einer Spaltkorrosion kann verringert werden, indem die Überlappung/die Spalten zwischen Einlegestreifen und den zu verbindenden Teilen so gering wie möglich gehalten werden. Es wird ein Höchstwert von 1,5 mm für die Überlappung im nicht geschweißten Bereich empfohlen.

- b) Die Rundnähte nach Tabelle 8 können verwendet werden, wenn die nachstehenden Bedingungen erfüllt sind:
 - 1) Innendurchmesser ≤ 610 mm;
 - 2) Dicke ≤ 16 mm;
 - 3) Schweißspalt ≤ 2 mm.

Tabelle 8 — Auslegungsanforderungen, ungeachtet der Art der Verbindung

Ref	Art der Verbindung	Auslegungsanforderungen
A		$l \geq 1,3 \times e_1$; $e_1 \leq 6$ mm; $e_2 \leq 16$ mm Gewölbte Böden - Korbbogenform: $l_1 \geq 2 \times e_2$ jedoch mindestens 12 mm Andere Böden: $l_1 \geq 2e_2 + 12$ mm $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ jedoch mindestens 25 mm

Ref	Art der Verbindung	Auslegungsanforderungen
B		$l \geq 1,3 \times e_1; e_1 \leq 16 \text{ mm}; e_2 \leq 16 \text{ mm}$ Gewölbte Böden - Korbbogenform: $l_1 \geq 2 \times e_2$ jedoch mindestens 12 mm Andere Böden: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12 \text{ mm}$ $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ jedoch mindestens 25 mm
C		$2e_1 \leq l \leq 3e_1; e_1 \leq 16 \text{ mm}; e_2 \leq 16 \text{ mm}$ Gewölbte Böden - Korbbogenform: $l_1 \geq 2 \times e_2$ jedoch mindestens 12 mm Andere Böden: $l_1 \geq 2 \times e_2 + 12 \text{ mm}$ $l_2 \geq 3 \times e_2 + 12$ jedoch mindestens 25 mm Legende 1 Tangente

7.4.4.2 Schweißverfahrensprüfung

Die Schweißverfahrensprüfung muss nach den entsprechenden Normen wie folgt bewertet werden:

- Für Verbindungen an den hauptdrucktragenden Teilen.
 - Stahl: EN ISO 15614-1, EN ISO 15607, EN ISO 15609-1 und EN ISO 15609-2
- Für Verbindungen an den nicht hauptdrucktragenden Teilen und andere, direkt an den Druckbehältern vorgenommene Verbindungen:
 - Schweißen: EN ISO 15611 und EN ISO 15612;
 - Einschweißen von Rohren in Rohrböden: EN ISO 15614-8.

7.4.4.3 Prüfung von Schweißern oder Bedienern von Schweißeinrichtungen

Schweißer müssen nach EN ISO 9606-1 auf Lichtbogenschweißen von Stählen geprüft werden.

Bediener von Schweißeinrichtungen müssen nach EN ISO 14732 geprüft werden.

Die Verlängerung und Wiedertzulassung müssen nach den entsprechenden Normen durchgeführt werden.

Werden andere Schweißverfahren angewendet, muss der Hersteller den Schweißer oder Bediener von Schweißeinrichtungen nach der entsprechenden Dokumentation prüfen.

7.4.4.4 Vorbereitung der Schweißkanten, Ausführung der Schweißnähte und Vorwärmen

Für alle metallischen Werkstoffe gelten die jeweiligen Anforderungen in EN 13445-4.

7.4.4.5 Herstellung und Prüfung von Schweißverbindungen — Arbeitsprüfung

Für Stähle gelten die Anforderungen aus EN 13445-4.

7.4.5 Hartlöten

7.4.5.1 Hartlötverfahren

Die nach dieser Norm zulässigen Hartlötverfahren sind nach der Art der Erwärmung eingestuft:

- Flamm-Hartlöten: manueller oder mechanischer Brenner;
- Ofen-Hartlöten: Schutzgasofen oder Durchlaufofen;
- Induktions-Hartlöten;
- Widerstands-Hartlöten;
- Vakuum-Hartlöten.

7.4.5.2 Grenzwerte für das Hartlöten

Für eine Auslegungstemperatur $t_d \leq 100\text{ °C}$ gibt es keine Einschränkung in der Anwendung.

Bei einer Auslegungstemperatur $t_d > 100\text{ °C}$ ist die maximal zulässige Temperatur je nach Schweißzusatzwerkstoff auf die in Tabelle 9 angegebenen Werte begrenzt.

Tabelle 9 — Einstufung der Zusatzwerkstoffe

Einstufung der Zusatzwerkstoffe nach EN ISO 3677	Maximal zulässige Temperatur
B-Cu-P	150 °C
B-Ag	200 °C
B-Cu-Zn	200 °C
B-Cu	200 °C

7.4.5.3 Angaben zum Hartlöten

Hartlötverbindungen gelten wie beim Schweißen als dauerhafte Verbindungen. Die vorherrschende Verbindungsart beim Hartlöten ist die Überlappstoß-Verbindung; andere Verbindungsarten sind jedoch ebenfalls zulässig. Bei der Ausführung der Verbindung sollten die zu verbindenden Werkstoffe, der Ausdehnungskoeffizient des jeweiligen Werkstoffs, die Ausdehnung von Außen- und Innengewindeteilen usw. berücksichtigt werden, so dass die Spaltgröße mit den gebräuchlichen Hartlöttechniken übereinstimmt und eine fehlerfreie Hartlötverbindung erreicht wird.

Das Spiel in der Verbindung muss so klein gehalten werden, dass der Zusatzwerkstoff durch Kapillarwirkung verteilt wird.

Die Spiele zwischen den Lötflächen müssen innerhalb der Toleranzen liegen, die für die Ausführung der Verbindung vorgesehen und im Prüfverfahren angewendet werden (siehe Anhang B).

Die zu lötenden Flächen müssen sauber, frei von Fett, Farbe, Oxidschichten und Fremdstoffen sein.

Um eine Oxidation des Zusatzwerkstoffs und der Oberfläche zu verhindern, müssen geeignete Flussmittel oder atmosphärische Bedingungen oder Kombinationen davon eingesetzt werden. Dies ist besonders wichtig bei Kälteanlagen, bei denen eine Oxidbildung innerhalb des Kältekreislaufs vermieden werden sollte, da dadurch Filter blockiert werden können und säurehaltige Lösungen mit dem Kältemittel und Öl entstehen können.

Wird das Hartlöten einseitig durchgeführt und ist der Zugang zur zweiten Seite nach dem Löten eingeschränkt, muss deshalb die andere Seite der Verbindung durch eine Spülung mit Gas oder ein anderes Verfahren mit gleicher Schutzwirkung geschützt werden.

Nach dem Hartlöten muss das Flussmittel entfernt werden, um Korrosion zu vermeiden.

7.4.5.4 Hartlötverfahrensprüfung

Die Hartlötverfahrensprüfung hat nach Anhang B zu erfolgen.

7.4.5.5 Hartlöterprüfung

Der Hartlöter oder Bediener von Hartlöteinrichtungen muss nach EN ISO 13585 geprüft werden.

7.4.5.6 Herstellkriterien

Falls durchführbar, muss die äußere Seite der Hartlötverbindungen einer Sichtprüfung unterzogen werden, um nachzuweisen, dass:

- die Ablagerung des Flussmittels beseitigt ist;
- die Verbindung kontinuierlich verläuft.

Die abschließende Druckprüfung dient auch zur Überprüfung der mechanischen Festigkeit und ausreichenden Dichtheit der Hartlötverbindungen.

7.4.6 Dauerhafte Verbindungen durch Formänderung

7.4.6.1 Aufweitung beim Einwalzen von Rohren/Walzverbindung (Expansion)

7.4.6.1.1 Allgemeines

Der Hersteller muss durch entsprechende schriftliche Unterlagen nachweisen, dass das Verfahren ordnungsgemäß durchgeführt, entsprechend angepasst und konstant gehalten wird, so dass die gewünschten Eigenschaften der Verbindung erreicht werden.

7.4.6.1.2 Prüfung des Verfahrens

Die Prüfung des Aufweitverfahrens muss nach Anhang K erfolgen.

7.4.6.1.3 Prüfung des Bedieners

Der Bediener der Aufweitvorrichtung muss nach Anhang K geprüft werden.

7.4.6.1.4 Zerstörungsfreie Prüfung und Annahmekriterien

Der Hersteller muss durch eine schriftliche Verfahrensanweisung die zerstörungsfreie Prüfung und die Annahmekriterien der Walzverbindung festlegen, z. B. durch eines der folgenden Verfahren:

- Drehmomentsteuerung;

- Differenz des Rohrdurchmessers vor und nach dem Aufweiten;
- Verringerung der Rohrwanddicke.

Die abschließende Druckprüfung dient ebenfalls zur Überprüfung der Walzverbindungen.

7.4.6.2 Andere dauerhafte Verbindungen

7.4.6.2.1 Allgemeines

Das Verfahren und der Bediener müssen für den Nachweis der gewünschten Eigenschaften nach der vom Hersteller erstellten Verfahrensanweisung geprüft werden.

7.4.6.2.2 Lösbare Verbindungen

Im Allgemeinen dürfen lösbare Verbindungen nur verwendet werden, wenn dauerhafte Verbindungen nicht geeignet sind.

7.4.6.2.3 Druckverbindungen

Schraubenverbindungen mit Dichtring sind auf Rohre mit maximal DN 32 zu begrenzen.

7.4.7 Nicht dauerhafte Verbindungen

Es gelten die Anforderungen nach EN 378-2:2016, 6.2.3.2.3.

7.5 Formen von drucktragenden Teilen

7.5.1 Allgemeines

Für Stahlwerkstoffe gelten die Anforderungen nach EN 13445-4 und für Aluminiumwerkstoffe die Anforderungen nach EN 13445-8.

Für Kupfer gelten die folgenden Anforderungen:

- Kaltumformen:
 - Wurden Kupferlegierungen der Gruppen 32 und 35 während der Fertigung umgeformt, dann sollte eine Wärmebehandlung durch Spannungsarmglühen durchgeführt werden. Dazu muss der Werkstoff mindestens 30 Minuten einer Temperatur zwischen 300 °C und 400 °C ausgesetzt werden;
 - Bei Kupfer und den anderen Kupferlegierungen ist eine Behandlung durch Spannungsarmglühen nicht erforderlich.
- Warmumformen:
 - Kupfer und Kupferlegierungen, bei denen eine Wärmebehandlung oder Warmumformung erfolgen muss, müssen in einer neutralen oder oxidierenden Atmosphäre ohne direkte Flammeneinwirkung gleichmäßig auf eine Temperatur innerhalb des in folgender Tabelle 10 angegebenen Bereichs erhitzt werden;
 - Muss das Verfahren der Warmumformung angewendet werden, dann sind Prüfungen durchzuführen, um nachzuweisen, dass die empfohlene Wärmebehandlung an einem repräsentativen Probekörper die verlangten Eigenschaften ergibt;
 - Temperatur für das Warmumformen; siehe Tabelle 10.

Tabelle 10 — Temperatur für das Warmumformen

Werkstoff	Temperatur
Kupfergruppe 31	750 °C bis 950 °C
Messinggruppe 32	650 °C bis 750 °C
Cu-Ni-Gruppe 34	850 °C bis 950 °C
Cu-Al-Gruppe 35	800 °C bis 975 °C

7.5.2 Tiefziehen

Die Mindestdicke nach dem Umformen muss mindestens der geforderten Mindestdicke entsprechen.

Eine Wärmebehandlung nach dem Tiefziehen ist nicht erforderlich, wenn eine Mindestaufweitung von 14 % bei einem Probekörper nach 4.3.1.2 für alle Stähle nach EN 10130 und für die Stahlsorten DD 12, DD 13 und DD 14 nach EN 10111 nachgewiesen wird.

Wenn andere Stähle verwendet werden, gelten die Anforderungen nach EN 13445-4 zur Bestimmung, ob eine Wärmebehandlung erforderlich ist.

Für Aluminium gelten die Anforderungen nach EN 13445-8 zur Bestimmung, ob eine Wärmebehandlung erforderlich ist.

Für Kupfer und Kupferlegierung gelten die Anforderungen in 7.5.1 der vorliegenden Norm.

7.6 Wärmebehandlung nach dem Schweißen

Für Stahl gelten die Anforderungen nach EN 13445-4.

7.7 Innere Reinheit

Alle Oberflächen, die mit dem Kältemittel in Berührung kommen, müssen für den zufriedenstellenden Betrieb der Kälteanlage die Anforderungen an die Reinheit erfüllen. Der Grad der Reinheit muss für den vom Hersteller festgelegten Anwendungsfall geeignet sein, er darf jedoch zwischen Besteller und Hersteller vereinbart werden.

ANMERKUNG Falls nichts anderes vereinbart wurde, wird nach dem Stand der Technik für Fremdstoffe ein Höchstwert von 50 mg/m² der Innenfläche des Behälters empfohlen.

Die Reinheit von Behältern muss während des Fertigungsprozesses erreicht und während des Transports und der Lagerung beibehalten werden.

7.8 Ausbesserung und Nachbesserung

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-4.

7.9 Abschließende Fertigungsschritte

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-4. Der Behälter muss gegen Verunreinigungen, einschließlich Korrosion und Eindringen von fremden Stoffen während Transport und Lagerung, geschützt werden.

8 Prüfung und Inspektion

8.1 Durchführung der Prüfung und Inspektion

Jeder Behälter muss während der Konstruktion und Bauausführung Inspektionen und Prüfungen unterzogen werden.

Art, Umfang, Grad und Häufigkeit der Inspektionen und Prüfungen jedes Behälters richten sich nach:

- dem Konformitätsbewertungsverfahren, das die Gruppe des Fluids, das Produkt aus Druck und Volumen und den Zustand des Fluids berücksichtigt;
- der Prüfkategorie, die den Schweißnahtfaktor, das Schweißverfahren, die Werkstoffgruppe und die Werkstoffdicke berücksichtigt;
- und es muss sichergestellt werden können, dass Konstruktion, Werkstoffe, Fertigungs- und Prüfverfahren der vorliegenden Norm entsprechen.

Weitere Aspekte, z. B. die Umformverfahren und Kantenvorbereitungen, müssen den Grad der Inspektionen und Prüfungen ebenfalls beeinflussen.

Alle Inspektions- und Prüftätigkeiten müssen schriftlich festgehalten werden.

ANMERKUNG In CR 13445 7 ist die Beteiligung der verschiedenen Parteien dargelegt.

8.2 Konstruktionsunterlagen, Prüfung und Genehmigung

8.2.1 Allgemeines

Mit der Herstellung eines Behälters darf erst begonnen werden, wenn die Konstruktionsunterlagen zusammengestellt und vom Hersteller überprüft worden sind und, falls zutreffend, das Konstruktionsgenehmigungsverfahren durchgeführt wurde.

8.2.2 Konstruktionsunterlagen

Durch die Konstruktionsprüfung muss sichergestellt werden, dass die Konstruktion mit der vorliegenden Norm übereinstimmt. Der Hersteller muss angeben, welche Behälter durch dieselben Konstruktionsunterlagen abgedeckt sind, wenn alle nachfolgenden Bedingungen erfüllt sind:

- a) die Behälter sind von demselben Hersteller nach den gleichen Verfahren hergestellt (z. B. Umformen, Fügen, Wärmebehandlung);
- b) die Behälter haben in der Kälteanlage die gleiche Funktion: (z. B. Verdampfer, Verflüssiger, Sammelbehälter, Öltank);
- c) die Behälter haben die gleiche geometrische Form;
- d) die Behälter haben die gleiche Gruppeneinstufung für die Fluide;
- e) die Behälter haben die gleichen Betriebsbedingungen (Druck-/Temperaturbereich);
- f) die Behälter haben die gleiche Werkstoffspezifikation, wie in den technischen Unterlagen angegeben;
- g) die Behälter haben die gleichen Konstruktionsbedingungen: z. B.: Korrosionszuschlag, Korrosionsschutz, Verträglichkeit der Werkstoffe mit den Fluiden;

- h) die Behälter haben den gleichen Schweißnahtfaktor;
- i) die Behälter haben gleiche Belastungen ohne Druckbeaufschlagung und gleiche örtliche Belastungen.

Die technischen Unterlagen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- j) eine allgemeine Beschreibung des Druckbehälters;
- k) eine Liste der Druckbehälter, die durch dieselben Konstruktionsunterlagen abgedeckt sind;
- l) die Betriebs- und Konstruktionsbedingungen: Druck, Temperatur, statische, zyklische und dynamische Belastung, wo zutreffend, Korrosionszuschlag, Fluid bzw. Fluidgruppe, Prüfdruck und Prüfmedium;
- m) eine Liste der angewendeten harmonisierten Produktnormen, Normen, Richtlinien oder übernommenen Lösungen. Identifizierung der Bauteile, die nicht nach harmonisierten Normen ausgeführt sind;
- n) Konstruktionszeichnung(en), d. h. eine Zeichnung (oder ein Satz Zeichnungen) mit allen Angaben, die erforderlich sind, um nachzuweisen, dass der Druckbehälter die Anforderungen der vorliegenden Norm vollständig erfüllt. Die Konstruktionszeichnung kann gegebenenfalls durch Detailzeichnungen oder Schaubilder von Unterbaugruppen oder Bauteilen ergänzt werden. Die Zeichnungen können zum besseren Verständnis außerdem mit einer schriftlichen Beschreibung versehen werden;
- o) das Typenschild oder Kennzeichnungsangaben;
- p) eine Auflistung der ausgewählten Werkstoffe, gegebenenfalls mit den besonderen Eigenschaften, mit einer Werkstoffbescheinigung nach EN 10204;
- q) eine Konstruktionsberechnung und/oder ein Prüfbericht, falls das experimentelle Verfahren angewendet wurde, entweder vollständig oder teilweise;
- r) die folgenden Angaben zu den dauerhaften Verbindungen:
 - 1) Einzelheiten der dauerhaften Verbindung: Form, Vorbereitung, geplantes Verfahren oder Symbole nach EN ISO 2553 oder EN ISO 4063;
 - 2) Zusatzwerkstoffe und Hilfsstoffe für das Schweißen und/oder Hartlöten;
 - 3) Angabe eines geprüften Verfahrens zur Herstellung der dauerhaften Verbindung, falls verfügbar, und/oder Verweisung auf das geplante Verfahren zur Herstellung der dauerhaften Verbindung (d. h. Normen, ...);
 - 4) Schweißnahtfaktor, wo zutreffend;
 - 5) Wärmebehandlungen nach dem Schweißen, falls zutreffend;
 - 6) Umformverfahren oder geplante Umformverfahren, falls diese auf die Konstruktion und/oder die Werkstoffeigenschaften eine Auswirkung haben;
 - 7) die Wärmebehandlungsverfahren oder geplante Wärmebehandlung, die erforderlich ist, damit die festgelegten Werkstoffeigenschaften wieder erreicht werden;
 - 8) die zerstörungsfreien Prüfverfahren oder geplanten zerstörungsfreien Prüfverfahren;
 - 9) eine Auflistung der während der Herstellung erforderlichen Prüfungen und Untersuchungen, um sicherzustellen, dass der Behälter dem Konstruktionsentwurf entspricht und gegebenenfalls Verweisungen auf angewandte Verfahren und/oder Normen;

- 10) Verfahren zur Prüfung des Bedieners, der die dauerhafte Verbindung herstellt, und Verfahren für die zerstörungsfreie Prüfung, z. B. Prüfstufe, Verweisung auf Normen oder Verfahren des Herstellers.

8.2.3 Konstruktionsprüfung und -genehmigung

Die Konstruktionsunterlagen müssen vom Hersteller geprüft und je nach Konformitätsbewertungsmodul zur Konstruktionsgenehmigung vorgelegt werden.

Mit der Konstruktionsprüfung und -genehmigung muss mit mindestens den folgenden Angaben nachgewiesen werden, dass die Konstruktion den Anforderungen der vorliegenden Norm und den anderen in den Konstruktionsunterlagen angegebenen Dokumenten entspricht:

- Nachweis, dass die ausgewählten harmonisierten Normen tatsächlich angewendet werden;
- Nachweis, dass mit den gewählten Lösungen auch bei Verwendung anderer Unterlagen das Sicherheitsniveau genauso gegeben ist;
- Nachweis, dass mit der Kompatibilität zwischen Werkstoff, Umformverfahren und dauerhaften Verbindungen das verlangte Sicherheitsniveau sichergestellt werden kann;
- Bewertung von nicht in dieser Norm aufgeführten Werkstoffen;
- Nachweis, dass die anerkannten oder geplanten Verfahren zur Herstellung der dauerhaften Verbindung gelten und/oder ausreichend sind.

8.2.4 Änderung der Konstruktionsunterlagen

Der Hersteller muss ein System zur Handhabung und Durchführung von Änderungen an der Konstruktion erstellen und führen. Ergeben sich Änderungen der Konstruktion, müssen die Konstruktionsunterlagen vor der Durchführung dieser Änderungen auf den neuesten Stand gebracht werden.

Beeinflusst die Änderung die Übereinstimmung des Behälters mit der vorliegenden Norm, muss zur Bewertung der Änderung eine Konstruktionsprüfung durchgeführt werden.

8.3 Bauartzulassung

Der Hersteller muss mit dem Baumuster folgende Angaben zur Verfügung stellen:

- Konstruktionsunterlagen;
- Anerkennung der dauerhaften Verbindung oder anerkannte Verfahren bzw. Unterlagen, die erforderlich sind, um die Zulassung zu erhalten;
- Zulassung des Bedieners, der die dauerhafte Verbindung herstellt oder für die Zulassung erforderliche Unterlagen;
- Prüf- und Inspektionsverfahren und/oder Aufzeichnungen während der Herstellung;
- Liste der zerstörungsfreien Prüfungen und des ZfP-Personals mit deren Zulassungen;
- alle zugehörigen geeigneten Angaben für den Nachweis, dass das Baumuster den Anforderungen der Konstruktionsprüfung und den Konstruktionsunterlagen entspricht.

8.4 Kalibrierung

Alle Einrichtungen zur Messung, Inspektion und Prüfung, mit denen die Übereinstimmung des Behälters mit der vorliegenden Norm nachgewiesen wird, müssen in regelmäßigen Abständen kalibriert werden. Das Kalibriersystem muss EN ISO 10012 entsprechen.

Die Häufigkeit, mit der ein Geräteteil kalibriert wird, muss mindestens auf einem der folgenden Kriterien basieren:

- den jeweiligen Festlegungen in der anwendbaren europäischen, internationalen oder nationalen Norm für die Messeinrichtung;
- den Empfehlungen des Herstellers der Messeinrichtung;
- schriftlichen Erfahrungsberichten des Behälterherstellers über wiederholte Kalibrierungen;
- Empfehlungen nach EN 13445-5.

8.5 Werkstoff

Der Hersteller muss sicherstellen, dass der für den drucktragenden Teil verwendete Werkstoff

- mit dem in den Konstruktionsunterlagen festgelegten Werkstoff übereinstimmt,
- mit den Festlegungen in der Bestellung übereinstimmt,
- die Werkstoffbescheinigungen nach 4.5 hat.

Der Hersteller muss, soweit zutreffend, die in der Werkstoffnorm oder anderen Spezifikationen geforderten Prüfungen und Untersuchungen durchführen.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Zusatzwerkstoffe für die dauerhaften Verbindungen

- mit dem in den Konstruktionsunterlagen und/oder in der Verfahrensanerkennung festgelegten Werkstoff übereinstimmen,
- mit den Festlegungen in der Bestellung übereinstimmen,
- die in 4.5 festgelegten Werkstoffbescheinigungen haben,
- nach den Empfehlungen des Herstellers des Zusatzwerkstoffs gelagert werden.

8.6 Herstellung

Der Hersteller muss das Herstellverfahren so festlegen, dass der Druckbehälter den Anforderungen an die Konstruktion und der vorliegenden Norm entspricht.

Der Hersteller muss deshalb eine schriftliche Verfahrensanweisung mit einer Beschreibung der Prüfungen, Untersuchungen und der Annahmekriterien festgelegt haben.

Der Hersteller muss sicherstellen, dass alle Prüfungen und Untersuchungen mit der in der schriftlichen Verfahrensanweisung beschriebenen Häufigkeit und in dem festgelegten Umfang durchgeführt werden.

8.7 Zerstörungsfreie Prüfungen von Schweißverbindungen

Der erforderliche Umfang von zerstörungsfreien Prüfungen ist abhängig von:

- Beiwert z für Schweißnähte;
- Art der Schweißverbindung;
- Schweißverfahrensprüfung;
- Länge der während eines bestimmten Zeitraums von demselben Hersteller mit dem gleichen Schweißverfahren an derselben Arbeitsstation ausgeführten Schweißnaht.

Der Zeitraum wird vom Hersteller festgelegt und darf nicht länger als einen Monat sein.

Wird im Rahmen der ZfP eine fehlerhafte Schweißnaht entdeckt, muss der Hersteller ein Verfahren zur Festlegung von korrigierenden Maßnahmen haben, die für die Schweißnaht zwischen zwei Kontrollzeiträumen umzusetzen sind.

Für das Schweißen wird der ZfP-Prozentsatz nach Tabelle 11 festgelegt.

Tabelle 11 — ZfP-Prozentsatz für das Schweißen

Art der Schweißnaht	ZfP-Umfang	
	100 % VT	0 % RT oder UT ^a
Rundnähte	100 % VT	0 % RT oder UT ^a
Nicht runde Nähte, einschließlich der angrenzenden Verbindung	100 % VT	10 % RT oder UT für $Z = 1$ 2 % RT oder UT für $Z = 0,85$ 0 % RT oder UT für $Z = 0,7$
^a Wenn das Risiko von Rissen in der Schweißnaht besteht, können PT oder MT herangezogen werden.		

Der ZfP-Prozentsatz wird nach der Länge der während des vom Hersteller festgelegten Zeitraums mit dem gleichen Schweißverfahren an derselben Arbeitsstation ausgeführten Schweißnaht bestimmt.

Für Hartlötverbindungen sind Sichtprüfungen und Druckprüfungen erforderlich. Für Rundhartlötverbindungen können Druckprüfungen ausreichen.

8.8 Unteraufträge

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-5:2014, Abschnitt 7.

8.9 Abnahmeprüfung

8.9.1 Allgemeines

Alle nach dieser Norm konstruierten und gefertigten Behälter müssen einer Abnahmeprüfung unterzogen werden, mit der festgestellt wird, ob der Behälter den Anforderungen der Konstruktionszeichnung und der vorliegenden Norm entspricht.

Die Abnahmeprüfung muss, unabhängig von der Bauart, nach der endgültigen Fertigstellung der Rohrleitung, jedoch vor Aufbringung einer Beschichtung, durchgeführt werden.

Falls aufgrund der Anordnung innenliegender Bauteile deren Prüfung nach der Fertigstellung des Behälters nicht möglich ist, muss der Behälterhersteller sicherstellen, dass die betreffenden Bauteile vor ihrem Zusammenbau einer Bauprüfung unterzogen werden.

Die Bauprüfung besteht aus:

- Sichtprüfung des Behälters;
- Überprüfung der technischen Unterlagen;
- Druckprüfung.

Die Bauprüfung muss in der vorstehend festgelegten Reihenfolge durchgeführt werden.

8.9.2 Sichtprüfung

Die Sichtprüfung muss folgende Kriterien umfassen:

- Übereinstimmung der Bauausführung mit den Konstruktionszeichnungen, einschließlich der Maßanforderungen, mit den in den Konstruktionsunterlagen und in dieser Norm festgelegten Toleranzwerten;
- Übereinstimmung des Zustandes eines fertiggestellten Behälters unter besonderer Berücksichtigung der fertigen Schweißnähte, Hartlötverbindungen, Stutzenverbindungen und Anbauteile im Hinblick auf das Profil der dauerhaften Verbindung und die allgemeine Schweiß- und Hartlötgeometrie mit den Konstruktionsunterlagen und der vorliegenden Norm;
- Prüfung der Werkstoffkennzeichnung anhand der Werkstoffunterlagen, falls die Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs durch die Kennzeichnung gegeben ist;
- Prüfung der Kennzeichnungen auf dem Behälter für die Bediener der Einrichtungen zur Herstellung von bleibenden Verbindungen sowie für die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) nach den technischen Unterlagen, falls zutreffend.

Jede Nichtübereinstimmung muss schriftlich festgehalten und berichtet werden, und der Druckbehälter muss vor dem weiteren Vorgehen erneut einer Prüfung unterzogen werden.

8.9.3 Überprüfung der technischen Unterlagen

Die Überprüfung der technischen Unterlagen muss mindestens folgende Kriterien umfassen:

- Prüfung der Unterlagen (i.e. Zulassung der Schweißer, Hartlötter und Bediener der entsprechenden Einrichtungen, Bescheinigungen für das ZfP-Personal, Anerkennung der Verfahren zur Herstellung von dauerhaften Verbindungen, Arbeitsprüfberichte, ZfP-Berichte, Unterlagen über die Wärmebehandlung nach dem Schweißen, Werkstoffbescheinigungen, Sicht- und Maßprüfprotokolle);
- Prüfung der Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs anhand der schriftlichen Aufzeichnungen.

Jede Nichtübereinstimmung muss schriftlich festgehalten und berichtet werden und die technischen Unterlagen müssen erneut überprüft werden.

8.9.4 Druckprüfung

Die mechanische Festigkeit und Dichtheit aller in Übereinstimmung mit der vorliegenden Norm hergestellten Behälter müssen anhand der in Anhang C beschriebenen Prüfung nachgewiesen werden.

8.10 Kennzeichnung

Jeder Behälter muss bei der Lieferung mit einer leicht zugänglichen, sichtbaren und dauerhaft angebrachten Kennzeichnung versehen sein.

Die Art der Kennzeichnung darf keine schädlichen Auswirkungen auf den Behälter haben. Die Kennzeichnung kann wie folgt durchgeführt werden:

- durch direkte Kennzeichnung des Druckbehälters; oder
- durch ein gesondertes Typschild, das dauerhaft an der Ausrüstung befestigt ist; oder
- mit einem Etikett, das nach EN ISO 9142 angebracht ist.

Die Kennzeichnung muss folgende Angaben enthalten:

- Identifizierung des Behälterherstellers: Name, Logo oder Zeichen und Anschrift des Herstellers;
- Identifizierung des Druckbehälters: Bauart und/oder Seriennummer;
- an jedem Druckraum:
 - maximal zulässiger Druck PS in bar und Mindestdruck, wenn der Behälter im normalen Betrieb unter 0 bar ($1 \text{ bar} = 0.1 \text{ MPa} = 0.1 \text{ N/mm}^2$) arbeitet;
 - maximal zulässige Temperatur;
 - minimal zulässige Temperatur;
 - Kältemittelbezeichnung nach ISO 817 oder zumindest die Gruppe der Fluide, G1 oder G2;
 - bei anderen Medien als Kältemittel die Bezeichnung des Fluids oder zumindest die Gruppe des Fluids, G1 oder G2;
 - Volumen.
- Herstellungsjahr.

ANMERKUNG Für Behälter mit mehr als 100 kg sollte das Eigengewicht des Behälters angegeben werden.

8.11 Dokumentation

8.11.1 Allgemein

Nach Beendigung der Abnahmeprüfung und aller abschließenden Fertigungsschritte muss jeder Druckbehälter, der in den Verkehr gebracht wird, mit folgenden Unterlagen versehen werden:

8.11.2 Betriebsanweisungen des Herstellers

Der Hersteller muss, soweit zutreffend, folgende Angaben machen:

- Auswahlkriterien für den Gebrauch des Behälters;
- Mindest- und Höchstwert für den Durchfluss;
- Art und Qualität des Fluids (mindestens Fluidgruppe 1 oder 2);

- Angaben zur Aufstellung, einschließlich maximale äußere Belastungen;
- Behälterdaten: Gewicht, Maße;
- Handhabung;
- Korrosionsschutz;
- Wärmedämmung;
- Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion;
- Instandhaltung;
- regelmäßige Inspektion;
- Korrosionszuschlag;
- regelmäßige Reinigung.

8.11.3 Technische Unterlagen für den Anwender

Falls zum Zeitpunkt der Bestellung verlangt, muss der Behälter mit den folgenden technischen Unterlagen geliefert werden, um regelmäßige Inspektionen und Ausbesserungen beim Endverbraucher zu ermöglichen:

- eine Zeichnung des Behälters für die Konstruktionsprüfung;
- eine Auflistung der für die drucktragenden Teile verwendeten Werkstoffe;
- Einzelheiten zu dauerhaften Verbindungen;
- Prüfdruck für die Bauprüfung des Behälters;
- Datum der Bauprüfung, mindestens Monat und Jahr;
- ein entsprechendes gesetzliches Dokument.

8.11.4 Aufzeichnungen

Der Hersteller muss über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren nach der Herstellung des Behälters folgende Aufzeichnungen aufbewahren, jedoch nicht unbedingt in einer Dokumentenreihe:

- Konstruktionsunterlagen, einschließlich Bescheinigungen über die Konstruktionsprüfung;
- Bescheinigung über die Baumusterprüfungen, falls zutreffend;
- die jeweiligen Änderungen der Konstruktionsunterlagen und Berichtigungen der Bescheinigung;
- Prüfung der dauerhaften Verbindungen und Änderungen;
- Unterlagen über die Zulassung der Bediener der Einrichtungen zur Herstellung von dauerhaften Verbindungen und des Personals für die zerstörungsfreie Prüfung;
- Dokumente über das Qualitätsmanagementsystem und entsprechende Angleichungen;
- alle Dokumente, die die Prüfstelle während ihres Besuches ausgestellt hat;