

DIN EN 14276-1

ICS 23.020.30; 27.080; 27.200

Ersatz für
DIN EN 14276-1:2011-05**Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Teil 1: Behälter –
Allgemeine Anforderungen;
Deutsche Fassung EN 14276-1:2020**

Pressure equipment for refrigerating systems and heat pumps –
Part 1: Vessels –
General requirements;
German version EN 14276-1:2020

Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –
Partie 1: Récipients –
Exigences générales;
Version allemande EN 14276-1:2020

Gesamtumfang 108 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14276-1:2020) 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.

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 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.

Frühere Ausgaben

DIN EN 14276-1: 2006-09, 2011-05

Deutsche Fassung

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

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

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 01. Dezember 2019 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	12
3.1 Begriffe	12
3.2 Symbole, Beschreibungen und Einheiten	15
4 Werkstoffe.....	18
4.1 Allgemeines	18
4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile.....	18
4.3 Anforderungen an Werkstoffe	19
4.3.1 Allgemeines	19
4.3.2 Plattierung	19
4.3.3 Besondere Bedingungen	20
4.4 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch.....	20
4.4.1 Allgemeines	20
4.4.2 Werkstoffanforderungen.....	21
4.5 Werkstoffdokumentation	21
4.6 Werkstoffe für nicht drucktragende Teile	21
5 Einstufung der Druckbehälter	22
5.1 Behälter-Kategorie.....	22
5.2 Einstufung der Fluide.....	22
6 Konstruktion	23
6.1 Allgemeines	23
6.2 Korrosion und Korrosionsschutz	23
6.2.1 Allgemeines	23
6.2.2 Innere Korrosion	23
6.2.3 Äußere Korrosion.....	24
6.2.4 Angaben zum Korrosionszuschlag	24
6.3 Spannungsrisskorrosion.....	24
6.4 Belastung	24
6.5 Maximal zulässiger Druck PS	24
6.6 Auslegungsdruck P_d	25
6.7 Berechnungsdruck P oder P_c	25
6.8 Auslegungstemperatur t_d	25
6.9 Mindest-Werkstofftemperatur	25
6.10 Berechnungstemperatur t_c	26
6.10.1 Allgemeines	26
6.10.2 Unbeheizter Behälter.....	26
6.10.3 Beheizter Behälter	27
6.11 Schweißnahtfaktor	27
6.12 Berechnungsspannung	29
6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen, Füll- und Entleerungseinrichtungen sowie Einrichtungen für die Handhabung.....	31
6.13.1 Nichtkorrosive Fluide	31
6.13.2 Korrosive Fluide	31
6.13.3 Entlüftungs- und Ablassseinrichtungen	31

6.13.4	Füll- und Entleerungseinrichtungen	31
6.13.5	Einrichtungen für die Handhabung	32
6.14	Verfahren für die Auslegung	32
6.14.1	Allgemeines	32
6.14.2	Auslegung nach Formeln (DBF)	32
6.14.3	Ausführung der Verbindung	37
7	Herstellung	39
7.1	Allgemeines	39
7.2	Rückverfolgbarkeit des Werkstoffs	39
7.3	Herstellungstoleranzen	39
7.4	Dauerhafte Verbindungen	39
7.4.1	Allgemeines	39
7.4.2	Prüfung der dauerhaften Verbindung und des Bedieners der entsprechenden Einrichtungen	39
7.4.3	Herstellung von dauerhaften Verbindungen und Rückverfolgbarkeit	39
7.4.4	Schweißen	40
7.4.5	Hartlöten	41
7.4.6	Dauerhafte Verbindungen durch Formänderung	42
7.4.7	Nicht dauerhafte Verbindungen	43
7.5	Formen von drucktragenden Teilen	43
7.5.1	Allgemeines	43
7.5.2	Tiefziehen	44
7.6	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	44
7.7	Innere Reinheit	44
7.8	Ausbesserung und Nachbesserung	44
7.9	Abschließende Fertigungsschritte	45
8	Prüfung und Inspektion	45
8.1	Durchführung der Prüfung und Inspektion	45
8.2	Konstruktionsunterlagen, Prüfung und Genehmigung	45
8.2.1	Allgemeines	45
8.2.2	Konstruktionsunterlagen	45
8.2.3	Konstruktionsprüfung und -genehmigung	47
8.2.4	Änderung der Konstruktionsunterlagen	47
8.3	Baumusterprüfung	47
8.4	Kalibrierung	48
8.5	Werkstoff	48
8.6	Herstellung	49
8.7	Zerstörungsfreie und zerstörende Prüfungen von Schweißverbindungen	49
8.8	Hartlötverbindungen	49
8.9	Unteraufträge	50
8.10	Abnahmeprüfung	50
8.10.1	Allgemeines	50
8.10.2	Sichtprüfung	50
8.10.3	Überprüfung der technischen Unterlagen	51
8.10.4	Druckprüfung	51
8.10.5	Dichtheitsprüfung	51
8.11	Kennzeichnung	52
8.12	Dokumentation	53
8.12.1	Allgemeines	53
8.12.2	Betriebsanweisungen des Herstellers	53
8.12.3	Technische Unterlagen für den Anwender	53
8.12.4	Aufzeichnungen	54
Anhang A (normativ) Alternative Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch: Verfahren je nach Temperaturbeanspruchungsfall		55

A.1	Allgemeines	55
A.2	Temperaturbeanspruchungsfälle.....	56
A.3	Ermittlung der niedrigsten Anwendungstemperaturen für die Beanspruchungsfälle min t_0 75, min t_0 50 und min t_0 25.....	57
A.4	Schweißbedingungen.....	58
A.4.1	Schweißverbindungen.....	58
A.4.2	Wärmebehandlung nach dem Schweißen	58
A.5	Nachweis der Kerbschlagarbeit	58
Anhang B (normativ) Anforderungen und Anerkennung von Hartlötverfahren.....		59
B.1	Einleitung	59
B.2	Allgemeines	59
B.2.1	Verantwortlichkeit.....	59
B.2.2	Verfahrensweisung für das Hartlöten.....	59
B.2.3	Technischer Inhalt der <i>BPS</i>	60
B.3	Probekörper	66
B.4	Prüfungen.....	66
B.4.1	Allgemeines	66
B.4.2	Sichtprüfung	67
B.4.3	Zugversuch.....	67
B.4.4	Biegeversuch	67
B.4.5	Schälversuch.....	68
B.4.6	Metallographische Untersuchung	68
B.5	Geltungsbereich	68
B.5.1	Allgemeines	68
B.5.2	Bezogen auf den Hersteller	68
B.5.3	Bezogen auf den Werkstoff	69
B.5.4	Geltungsbereich	69
B.6	Bericht über die Anerkennung des Hartlötverfahrens (en: Brazing Procedure Approval Record, <i>BPAR</i>)	71
Anhang C (normativ) Druckprüfung.....		72
C.1	Druckprüfung.....	72
C.1.1	Allgemeines	72
C.1.2	Grundlegende Anforderungen.....	72
C.1.3	Druckprüfung.....	73
C.1.4	Abschließender Prüfbericht.....	75
C.2	Schallemissionsprüfung.....	75
Anhang D (normativ) Beziehungen zwischen den verschiedenen Drücken.....		76
Anhang E (normativ) Experimentelle Auslegungsmethoden.....		77
E.1	Einleitung	77
E.1.1	Allgemeines	77
E.1.2	Verfahren.....	77
E.1.3	Dokumentation	78
E.1.4	Zweitproben oder gleiche Teile	78
E.1.5	Prüfung der Bauteile oder des Behälters.....	78
E.1.6	Druckbeaufschlagung	79
E.1.7	Werkstoffeigenschaften	79
E.2	Dehnungsmessung	79
E.2.1	Allgemeines	79
E.2.2	Durchführung der Prüfung	79
E.3	Berstprüfung.....	80
E.3.1	Allgemeines	80
E.3.2	Durchführung der Prüfung	80
E.3.3	Berstdruck	80

E.4	Gehäuse von hermetischen Verdichtern der Prüfgruppe 2b und Behältern der Prüfgruppe 2b.....	81
E.4.1	Allgemeines	81
E.4.2	Berstprüfung für Gehäuse von Behältern.....	82
E.4.3	Berstprüfung für Gehäuse von Verdichtern	82
E.4.4	Kombinierte Berst-/Ermüdungsprüfung für Gehäuse von Verdichtern.....	83
	Anhang F (normativ) Werkstoffeigenschaften für die Konstruktion.....	86
	Anhang G (informativ) Einstufung der Bauteile nach der Druckgeräte-Richtlinie (DGRL)	90
	Anhang H (informativ) Auswahl einer Kategorie	92
H.1	Allgemeines	92
H.2	Festlegung der Kategorie für Druckbehälter für Kälteanlagen.....	92
	Anhang I (normativ) Gruppeneinteilung für Werkstoffe (Auszug aus CEN ISO/TR 15608)	93
I.1	Gruppeneinteilung für Stähle	93
I.2	Gruppeneinteilung für Aluminium und Aluminiumlegierungen.....	94
I.3	Gruppeneinteilung für Kupfer und Kupferlegierungen.....	94
	Anhang J (informativ) DN-System	95
	Anhang K (normativ) Anforderung und Anerkennung von Aufweitverfahren und Bedienern von Aufweiteinrichtungen.....	97
K.1	Allgemeines	97
K.1.1	Allgemeine Regeln.....	97
K.1.2	Verantwortlichkeit	97
K.1.3	Anweisung für das Aufweitverfahren	97
K.1.4	Technischer Inhalt der EPS.....	98
K.2	Probekörper	99
K.3	Prüfungen.....	99
K.3.1	Allgemeines	99
K.3.2	Sichtprüfung.....	99
K.3.3	Maßprüfung.....	99
K.3.4	Prüfungen.....	100
K.4	Geltungsbereich	100
K.4.1	Allgemeines	100
K.4.2	Bezogen auf den Hersteller.....	100
K.4.3	Bezogen auf den Werkstoff	100
K.4.4	Rohrabmessungen	100
K.4.5	Aufweitfaktor	100
K.4.6	Aufweitverfahren	100
K.4.7	Ausführung der Verbindung.....	101
K.4.8	Werkzeug.....	101
K.5	Bericht über die Anerkennung des Aufweitverfahrens (EPAR)	101
K.6	Anerkennung des Bedieners der Aufweiteinrichtung.....	101
K.6.1	Allgemeines	101
K.6.2	Geltungsbereich der Anerkennung für Bediener von Aufweiteinrichtungen.....	101
K.6.3	Anerkennungsprüfungen	101
K.6.4	Prüfungen.....	102
K.6.5	Gültigkeitsdauer	102
K.6.6	Bescheinigung.....	103
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie).....	104
	Literaturhinweise.....	106

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 14276-1:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2020 zurückgezogen werden.

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

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

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

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

EN 14276, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen* besteht zurzeit aus den folgenden zwei Teile:

- *Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen;*
- *Teil 2: Rohrleitungen — Allgemeine Anforderungen.*

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

Einleitung

Dieses Dokument 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. Dieses Dokument sollte in Zusammenhang mit den verschiedenen Teilen der Normenreihe EN 13445 gelesen werden.

Wenn der Text dieses Dokuments eine Änderung bzw. Ergänzung zu einem Abschnitt der Normenreihe EN 13445 darstellt, dann sollte das vorliegende Dokument maßgebend sein. Wo dieses Dokument keine Änderung bzw. Ergänzung zu den Anforderungen eines Abschnittes darstellt, sollten die Anforderungen der Normenreihe 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 dieses Dokuments);
- f) aufgrund der maximalen Temperatur von 200 °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.

Hermetische Verdichter fallen in den Anwendungsbereich dieses Dokuments.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an Werkstoffe, Konstruktion, Herstellung, Prüfung und Dokumentation für ortsfeste Druckbehälter für Kälteanlagen und Wärmepumpen fest. Diese Anlagen werden im vorliegenden Dokument als Kälteanlagen nach EN 378-1:2016 bezeichnet.

Der Begriff „Kälteanlage“ im vorliegenden Dokument beinhaltet Wärmepumpen.

Dieses Dokument gilt für Behälter mit angeschweißten oder angelöteten Bauteilen, einschließlich Flanschen, Schraub-, Schweiß- oder Lötverbindungen, oder bis zu der ersten Schweiß- oder Lötnaht für den Anschluss von Rohrleitungen oder anderen Teilen.

Dieses Dokument gilt für Druckbehälter mit einem Innendruck bis -1 bar, um der Entleerung des Behälters vor dem Befüllen mit Kältemittel Rechnung zu tragen.

Dieses Dokument gilt sowohl für die mechanischen Belastungen als auch die thermischen Beanspruchungen nach den Festlegungen in EN 13445-3:2014¹, die im Zusammenhang mit Kälteanlagen auftreten. Es gilt für Druckbehälter mit den maximal zulässigen Temperaturen, für die die zulässigen Nennspannungen (Berechnungsspannungen) für die Werkstoffe nach EN 13445-2:2014² und EN 13445-3:2014¹ abgeleitet werden oder in diesem Dokument festgelegt sind. Ferner können Behälter, die nach diesem Dokument ausgelegt sind, eine maximale zulässige Temperatur von 200 °C und einen maximalen Auslegungsdruck von 160 bar aufweisen. Außerhalb dieser Grenzwerte muss für die Konstruktion, Herstellung und Prüfung der Behälter grundsätzlich die Normenreihe EN 13445 herangezogen werden. In diesen Fällen müssen die besonderen Merkmale der Kälteanlage, wie in der Einleitung des vorliegenden Dokuments angegeben, ebenfalls berücksichtigt werden.

Druckbehälter für Kälteanlagen und Wärmepumpen einer Kategorie unter II nach Anhang H müssen den einschlägigen Abschnitten in EN 378-2:2016 für Behälter entsprechen.

Dieses Dokument gilt für Druckbehälter, deren wichtigste drucktragende Teile aus duktilen metallischen Werkstoffen nach den Festlegungen in Abschnitt 4 und Anhang I dieses Dokuments hergestellt sind.

Dieses Dokument gilt nicht für Behälter der folgenden Bauarten:

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

1 Beeinflusst von EN 13445-3:2014/A1:2015, EN 13445-3:2014/A2:2016, EN 13445-3:2014/A3:2017, EN 13445-3:2014/A4:2018 und EN 13445-3:2014/A5:2018.

2 Beeinflusst von EN 13445-2:2014/A1:2016, EN 13445-2:2014/A2:2018 und EN 13445-2:2014/A3:2018.

2 Normative Verweisungen

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

EN 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 378-3:2016, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen*

EN 378-4:2016, *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*

CEN/TR 764-6:2012, *Druckgeräte — Teil 6: Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung*

EN 837-1:1996,³ *Druckmeßgeräte — Teil 1: Druckmeßgeräte mit Rohrfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 1005-2:2003+A1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Menschliche körperliche Leistung — Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen*

EN 1045:1997, *Hartlöten — Flussmittel zum Hartlöten — Einteilung und technische Lieferbedingungen*

EN 1173:2008, *Kupfer und Kupferlegierungen — Zustandsbezeichnungen*

EN 10111:2008, *Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

EN 10130:2006, *Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen — Technische Lieferbedingungen*

EN 10160:1999, *Ultraschallprüfung von Flacherzeugnissen aus Stahl mit einer Dicke größer oder gleich 6 mm (Reflexionsverfahren)*

EN 10164:2018, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

3 Beeinflusst von EN 837-1:1996/AC:1998.

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

EN 12735-1:2016, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik — Teil 1: Rohre für Leitungssysteme*

EN 12735-2:2016, *Kupfer und Kupferlegierungen — Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte- und Klimatechnik — Teil 2: Rohre für Apparate*

EN 12797:2000,⁴ *Hartlöten — Zerstörende Prüfung von Hartlötverbindungen*

EN 13445-2:2014,⁵ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13445-3:2014,⁶ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*

EN 13445-4:2014,⁷ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*

EN 13445-5:2014,⁸ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*

EN 13445-6:2014,⁹ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 13445-8:2014,¹⁰ *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*

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

EN ISO 3677:2016, *Zusätze zum Weich- und Hartlöten — Bezeichnung (ISO 3677:2016)*

EN ISO 4063:2010, *Schweißen und verwandte Prozesse — Liste der Prozesse und Ordnungsnummern (ISO 4063:2009)*

EN ISO 5173:2010,¹¹ *Zerstörende Prüfungen von Schweißnähten an metallischen Werkstoffen — Biegeprüfungen (ISO 5173:2009)*

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

EN ISO 6892-1:2016, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1:2016)*

4 Beeinflusst von EN 12797:2000/A1:2003

5 Beeinflusst von EN 13445-2:2014/A1:2016, EN 13445-2:2014/A2:2018 und EN 13445-2:2014/A3:2018.

6 Beeinflusst von EN 13445-3:2014/A1:2015, EN 13445-3:2014/A2:2016, EN 13445-3:2014/A3:2017, EN 13445-3:2014/A4:2018 und EN 13445-3:2014/A5:2018.

7 Beeinflusst von EN 13445-4:2014/A1:2016.

8 Beeinflusst von EN 13445-5:2014/A1:2018.

9 Beeinflusst von EN 13445-6:2014/A1:2015 und EN 13445-6:2014/A2:2018.

10 Beeinflusst von EN 13445-8:2014/A1:2014.

11 Beeinflusst von EN ISO 5173:2010/A1:2011.

EN ISO 7438:2016, *Metallische Werkstoffe — Biegeversuch (ISO 7438:2016)*

EN ISO 9606-1:2017, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 1: Stähle (ISO 9606-1:2012)*

EN ISO 10012:2003, *Messmanagementsysteme — Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012:2003)*

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

EN ISO 13585:2012, *Hartlöten — Prüfung von Hartlötern und Bedienern von Hartlöteinrichtungen (ISO 13585:2012)*

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

EN ISO 15607:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Allgemeine Regeln (ISO 15607:2003)*

CEN ISO/TR 15608:2017, *Schweißen — Richtlinien für eine Gruppeneinteilung von metallischen Werkstoffen (ISO/TR 15608:2013)*

EN ISO 15609-1:2004, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 1: Lichtbogenschweißen (ISO 15609-1:2004)*

EN ISO 15609-2:2001,¹² *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 2: Gasschweißen (ISO 15609-2:2001)*

EN ISO 15611:2003, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung aufgrund von vorliegender schweißstechnischer Erfahrung (ISO 15611:2003)*

EN ISO 15612:2018, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Qualifizierung durch Einsatz eines Standardschweißverfahrens (ISO 15612:2018)*

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

EN ISO 15614-8:2016, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißanweisung — Teil 8: Einschweißen von Rohren in Rohrböden (ISO 15614-8:2016)*

EN ISO 17672:2016, *Hartlöten — Lote (ISO 17672:2016)*

ISO 817:2014, *Refrigerants — Designation and safety classification*

ISO 5187:1985, *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*

¹² Beeinflusst von EN ISO 15609-2:2001/A1:2003.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments 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 sowie die folgenden Begriffe.

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

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

3.1 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 und für die Auslegung verwendet wird

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 und für die Auslegung verwendet wird

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

numerische Bezeichnung der Größe eines Bauteils in einem Rohrleitungssystem nach EN 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

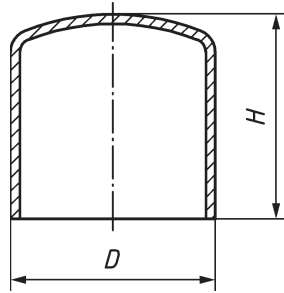
Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Druck tritt während des Transports, der Lagerung oder beim Abschalten des Druckerzeugers auf.

3.1.12

Tiefziehen

Umformprozess durch Pressen, wenn das Verhältnis Tiefe zu Durchmesser 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 strangrepressten Rohren mit Mehrfachanschluss und Strömungskanälen mit einem Nenndurchmesser von $DN \leq 2$, die parallel in einem ringförmigen Sammelrohr verbunden sind

3.2 Symbole, Beschreibungen und Einheiten

Die in diesem Dokument 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
$BPAR$	Bericht über die Anerkennung des Hartlötverfahrens (en: Brazing Procedure Approval Record)	—
BPS	Hartlötanweisung (en: Brazing Procedure Specification)	—
c	Korrosionszuschlag	mm
C	Spiel in der Verbindung	—
D	Durchmesser	mm
DBA	Auslegung nach Analyseverfahren (en: Design by analysis)	—
DBF	Auslegung nach Formeln (en: Design by formula)	—
D_e	Außendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
d_e	Außendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
D_i	Innendurchmesser des Mantels oder Rohres	mm
d_i	Innendurchmesser des Abzweiges/Stutzens	mm
DN	Nenndurchmesser	—

Symbol	Beschreibung	Einheit
D_s	Innendurchmesser des Mantels, nur für Rohrbündelwärmeaustauscher zutreffend	mm
d_{Rohr}	Nenn-Außendurchmesser der Rohre, nur für Rohrböden zutreffend (in Gleichungen kann d_{Rohr} durch d_t ersetzt werden)	mm
e	Dicke	mm
e_{act}	Tatsächliche Dicke	mm
e_b	Größe der Hartlötnaht des Rohres im Rohrboden	mm
e_n	Nenndicke	mm
$EPAR$	Bericht über die Anerkennung des Aufweitverfahrens (en: Expansion Procedure Approval Record)	—
EPS	Aufweitenweisung (en: Expansion Procedure Specification)	—
E_{Rohr}	Elastizitätsmodul für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur	MPa
EV	Wesentliche Einflussgrößen (en: Essential Variables)	—
e_w	Größe der Schweißnaht des Rohres im Rohrboden	mm
f	Berechnungsnennspannung bei Auslegungstemperatur	MPa
FB	Ofenhartlöten (en: Furnace Brazing)	—
F_s	Rohrkraft, erzeugt durch den Mantelraum	N
f_{ttest}	Berechnungsnennspannung bei Prüftemperatur t °C	MPa
f_{Rohr}	Berechnungsnennspannung für den Rohrwerkstoff bei Auslegungstemperatur t °C	MPa
F_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite	N
H	Tiefe	mm
IB	Induktions-Hartlöten (en: Induction Brazing)	—
K	Sicherheitsbeiwert	—
l	Tatsächliche Überlapplänge	—
L_0	Messlänge für den Zugversuch	mm
L_k	Rohreinwalzlänge	mm
l_{tx}	Aufgeweitete Rohrlänge innerhalb des Rohrbodens	mm
$\min t_o$	Beanspruchungsfall	—
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung	—
NEV	Nicht wesentliche Einflussgrößen (en: Non-Essential Variables)	—
N_{Rohr}	Anzahl der Rohre bei einem Rohrbündelwärmeaustauscher	—
p	Rohrteilung des Rohrbodens	mm

Symbol	Beschreibung	Einheit
$P_{(\max)}$	Maximaler Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
P_c	Berechnungsdruck (in Gleichungen kann P_c durch P ersetzt werden)	MPa oder bar ^a
P_d	Auslegungsdruck	MPa oder bar ^a
<i>DGRL</i>	Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU	—
<i>PS</i>	Maximal zulässiger Druck	MPa oder bar ^a
P_{test}	Prüfdruck	MPa oder bar ^a
P_{Rohr}	Berechnungsdruck für die Rohrseite	MPa oder bar ^a
P_v	Berechnungsdruck für den Mantelraum	MPa oder bar ^a
<i>PWHT</i>	Wärmebehandlung nach dem Schweißen (en: Post Weld Heat Treatments)	—
Q	Lastverhältnis	—
Q_{Rohr}	Rohrkraft, erzeugt durch die Rohrseite (in Gleichungen kann Q_{Rohr} durch Q_t ersetzt werden)	N
Q_v	Rohrkraft, erzeugt durch den Rohrboden	N
<i>RB</i>	Widerstands-Hartlöten (en: Resistance brazing)	—
R_{eH}	Obere Streckgrenze	MPa
R_m	Zugfestigkeit	MPa
$R_{m \text{ avg}}$	Mittelwert der Zugfestigkeit von mehreren Proben	MPa
$R_{m \text{ max}}$	Maximale Zugfestigkeit nach den Festlegungen in der Norm	MPa
$R_{m \text{ min}}$	Mindest-Zugfestigkeit	MPa
$R_{m, \text{Rohr}}$	Zugfestigkeit des Rohres	—
$R_{m/t}$	Zugfestigkeit bei Temperatur t °C	MPa
$R_{m/t\text{test}}$	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
$R_{p0,2/t\text{test}}$	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

Symbol	Beschreibung	Einheit
$R_{p1,0/ttest}$	1,0 %-Dehngrenze bei Prüftemperatur t °C	MPa
S_0	Anfangsquerschnitt	mm ²
TB	Flamm-Hartlöten (en: Flame Brazing)	—
t_c	Berechnungstemperatur	°C
T_d	Auslegungstemperatur	°C
t_{ha}	Temperatur des wärmeaufnehmenden Fluids	°C
t_{he}	Temperatur des wärmeabgebenden Fluids	°C
VB	Vakuumhartlöten (en: Vacuum Brazing)	—
z	Schweißnahtfaktor	—
α	Wärmeausdehnung	—
δ_e	negative Waddickentoleranz	mm
ν	Poisson-Zahl	—
$\tau_{b,max}$	Maximal zulässige Schubfestigkeit des Hartlöt-Zusatzwerkstoffs	100 MPa
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 13445-2:2014¹³ entsprechen, sofern sie nicht in den nachstehenden Abschnitten anders festgelegt wurden. Dieses Dokument oder die Verweisung auf andere zutreffende Normen muss die in EN 13445-2:2014¹³ nicht angegebenen Werkstoffe abdecken.

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

4.2 Anforderungen an Werkstoffe für drucktragende Teile

In diesem Dokument aufgeführte Werkstoffe wurden für die Verwendung für Behälter von Kälteanlagen festgelegt. Falls die Verwendung eines nicht in diesem Dokument aufgeführten Werkstoffs verlangt wird, gelten, soweit zutreffend, die Anforderungen in EN 13445-2:2014¹³; außerdem müssen die Anforderungen an die speziellen Merkmale der Kälteanlage berücksichtigt werden.

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

¹³ Beeinflusst von EN 13445-2:2014/A1:2016, EN 13445-2:2014/A2:2018 und EN 13445-2:2014/A3:2018.

4.3 Anforderungen an Werkstoffe

4.3.1 Allgemeines

Behälter, die aus den folgenden Werkstoffen hergestellt sind, erfüllen die in diesem Dokument festgelegten Anforderungen an drucktragende Teile.

Der Werkstoff muss aus einer der in EN 764-4:2014 beschriebenen Option ausgewählt werden.

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;
- Kupfergruppe: 31 bis 35;
- Gusseisen mit Kugelgraphit: EN 13445-6:2014¹⁴.

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

- Titan.

4.3.1.2 Für das Tiefziehen sind insbesondere folgende Stähle geeignet:

- EN 10130:2006, alle Stahlsorten außer DC 01;
- EN 10111:2008: 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 die Werkstoffe die vorgenannten Anforderungen nicht erfüllen, dürfen diese Werkstoffe auch durch Werkstoffe ersetzt werden, für die Europäische Werkstoffzulassungen (*EAM*) oder Einzelgutachten (*PMA*) nach EN 764-4:2014 vorliegen.

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.

¹⁴ Beeinflusst von EN 13445-6:2014/A1:2015 und EN 13445-6:2014/A2:2018.

4.3.3 Besondere Bedingungen

4.3.3.1 Kupfer und Kupferlegierungen müssen in dem in der Werkstoffnorm nach dem Bezeichnungssystem in EN 1173:2008 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, muss eine der folgenden Lösungen angewendet werden:

- Prüfung nach EN 10164:2018 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 muss nach EN 10160:1999 mit Zulässigkeitsgrenzen der Klasse S3 bzw. E4 durchgeführt werden. 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 $3\% \leq A \leq 5\%$.

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 6892-1:2016.

4.3.3.5 Die mechanische Festigkeit für Stahl ist in EN 13445-2:2014¹⁵ angegeben. Die mechanische Festigkeit für andere Werkstoffe (z. B. Aluminium, Kupfer, Kupferlegierungen, Titan) ist in den Werkstoffnormen oder in Anhang F angegeben.

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 13445-2:2014¹⁵, Anhang B, oder Anhang A dieses Dokuments eingesetzt.

¹⁵ Beeinflusst von EN 13445-2:2014/A1:2016, EN 13445-2:2014/A2:2018 und EN 13445-2:2014/A3:2018.

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 378-2:2016 (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 Werkstoffanforderungen

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 13445-2:2014¹⁶, Anhang B, oder Anhang A des vorliegenden Dokuments ermittelt.

Für Gusseisen mit Kugelgraphit, siehe Anforderungen in EN 13445-6:2014¹⁷.

Kupfer, Kupferlegierungen, ausgenommen die Legierungsgruppen 32.2 und 35, Aluminium, Aluminiumlegierungen und Titan sind nicht anfällig für Sprödbbruch 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 10204:2004 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 10204:2004 geliefert werden.

Zusatzwerkstoffe für Schweißen und Löten müssen mit einem Übereinstimmungsnachweis vom Typ 2.2 nach EN 10204:2004 geliefert werden.

EN 764-5:2014 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.

¹⁶ Beeinflusst von EN 13445-2:2014/A1:2016, EN 13445-2:2014/A2:2018 und EN 13445-2:2014/A3:2018.

¹⁷ Beeinflusst von EN 13445-6:2014/A1:2015 und EN 13445-6:2014/A2:2018.

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 dieses Dokument werden die kältemittelführenden Teile durchweg wie Gaswege behandelt.

Die Grenzen der vier Kategorien sind in Anhang H angegeben.

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 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 Einschließlich instabiler Gase	H220, H221 H230, H231
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

Gefahrenklasse	Gefahrenhinweis
Oxidierende Flüssigkeiten, Kategorien 1, 2 und 3 Oxidierende Feststoffe, Kategorien 1, 2 und 3	H271; H272
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
Stoffe und Gemischte mit einer maximal zulässigen Temperatur TS, die höher ist als der Flammpunkt des Fluids.	

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

ANMERKUNG EN 378-1:2016, Anhang E enthält Informationen zu den Eigenschaften der Fluide und dient zur Bestimmung der Kältemittelklassifizierung (Gruppe 1 oder Gruppe 2).

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 diesem Dokument angegebenen Anforderungen an die Konstruktion müssen den Anforderungen der EN 13445-3:2014¹⁸ 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 378-4:2016 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.

¹⁸ Beeinflusst von EN 13445-3:2014/A1:2015, EN 13445-3:2014/A2:2016, EN 13445-3:2014/A3:2017, EN 13445-3:2014/A4:2018 und EN 13445-3:2014/A5:2018.

6.2.3 Äußere Korrosion

Der äußere Korrosionszuschlag muss entweder:

- 0 mm für druckbeaufschlagte Teile betragen, wenn vor der Inbetriebnahme ein ausreichender Schutz der äußeren Oberfläche, die im normalen Betrieb in Kontakt mit der Umgebungsluft ist, 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 (Anhang D und Anhang G) 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 müssen 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 Spannungsrissskorrosion

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

Bei Behältern, die Ammoniak enthalten, tritt keine Spannungsrissskorrosion 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 der Normenreihe EN 378 ausgelegt, betrieben und instandgehalten wird.

Ist die Streckgrenze größer als 360 MPa, gelten die Anforderungen an das Entspannungsverfahren in EN 13445-4:2014¹⁹.

ANMERKUNG EN 378-2:2016 Anhang H bietet weitere Richtlinien zu Spannungsrissskorrosion.

6.4 Belastung

Es gelten die Anforderungen nach EN 13445-3:2014²⁰.

6.5 Maximal zulässiger Druck P_S

Die nach EN 378-2:2016, 6.2.2, festgelegten Drücke sind Mindestwerte für den maximal zulässigen Druck P_S der kältemittelführenden Teile. Bei anderen Fluiden als Kältemitteln muss der maximal zulässige Druck nach dem entsprechenden Abschnitt in EN 13445-3:2014²⁰ ermittelt werden.

¹⁹ Beeinflusst von EN 13445-4:2014/A1:2016.

²⁰ Beeinflusst von EN 13445-3:2014/A1:2015, EN 13445-3:2014/A2:2016, EN 13445-3:2014/A3:2017, EN 13445-3:2014/A4:2018 und EN 13445-3:2014/A5:2018.

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 des vorliegenden Dokuments 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.

Dies kann durch Erfahrung mit einer ähnlichen Auslegung nachgewiesen werden.

Wenn durch die Auslegung ein neues Risiko auftritt, muss der Hersteller Maßnahmen zur Verringerung dieses Risikos umsetzen.

Wenn eine Berechnung durchgeführt wird, müssen die folgenden Parameter verwendet werden:

- Unterdruck;
- Temperatur: Umgebungstemperatur;
- Schweißnahtfaktor $z = 1$.

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 13445-3:2014²¹ 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.

²¹ Beeinflusst von EN 13445-3:2014/A1:2015, EN 13445-3:2014/A2:2016, EN 13445-3:2014/A3:2017, EN 13445-3:2014/A4:2018 und EN 13445-3:2014/A5:2018.

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.

ANMERKUNG Dieser örtliche Bereich kann beispielsweise eine Kältemittelfüllverbindung sein.

In diesem örtlichen Bereich ist bei niedriger Temperatur nach 4.4. dieses Dokuments ein Kerbschlagversuch durchzuführen.

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 Berechnungstemperatur 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

Zur Berechnung der erforderlichen Dicke bestimmter geschweißter Komponenten (z. B. Zylinder, Kegel und Kugeln) enthalten die Auslegungsgleichungen den Faktor z , der den Schweißnahtfaktor der bestimmenden Schweißverbindungen der Komponente darstellt.

Beispiele für bestimmende Schweißverbindungen sind:

- Längs- und Wendelnähte in einer zylindrischen Schale;
- Längsnähte in einer konischen Schale;
- alle Hauptnähte in einer kugelförmigen Schale / einem kugelförmigen Boden;
- bestimmende Nähte in einem gewölbten Boden, der aus zwei oder mehr Blechen besteht.

Die folgenden Schweißverbindungen sind keine bestimmenden Schweißverbindungen:

- Umfangsschweißnähte zwischen einer zylindrischen oder konischen Schale und einem Zylinder, Kegel, Flansch oder nicht halbkugelförmigen Ende;
- Schweißnähte zur Befestigung von Stützen an Schalen;
- Schweißnähte, die ausschließlich Druckspannungen ausgesetzt sind.

ANMERKUNG Umfangsschweißnähte können durch externe Spannungen zu bestimmenden Schweißverbindungen werden.

Der Wert von z für Normalbetriebs-Lastfälle ist in Tabelle 4 angegeben.

Falls vorhanden, muss die Prüfgruppe der bestimmenden Schweißverbindungen an der Schale die Mindestprüfgruppe für alle Schweißnähte bestimmen, auch für Stützennähte.

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 vollmechanisches Schweißen ^c	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b
Betriebstemperaturbereich	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	Unbegrenzt ^b	−50 °C + 200 °C
Fluidgruppen	1/2	1/2	1/2	1/2
Umfang der Sichtprüfung	100 %	100 %	100 %	100 %
Umfang der ZfP mit Ausnahme der Sichtprüfung für bestimmende Schweißverbindungen	100 %	100–10 % ^{d,e}	10 %	0 %

^a Definition der Prüfgruppen nach EN 13445-5:2014²². 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 diesem Dokument 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 erfolgt.

^d Erste Zahl: ursprünglicher Wert, zweite Zahl: nach zufriedenstellender Erfahrung herabgesetzter Wert. Für die Definition des Begriffes „zufriedenstellende Erfahrung“ siehe EN 13445-5:2014²². Diese Zahl gibt den Prozentsatz der Schweißnähte jedes einzelnen Druckbehälters an.

^e Der Umfang der ZfP mit Ausnahme der Sichtprüfung kann bei Gruppe 2b durch die zerstörende Prüfung ersetzt werden.

Für andere Werkstoffe als die Stahlgruppe 1.1, 1.2 oder 8.1, sind die jeweiligen Anforderungen in den folgenden Normen anzuwenden:

— Für andere Stähle: EN 13445-4:2014²³ und EN 13445-5:2014²²;

— Für Aluminium: EN 13445-8:2014²⁴.

Der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung und jeweilige Methoden mit Ausnahme der Sichtprüfung von Schweißverbindungen aus Stahl sind 8.7 dieses Dokuments zu entnehmen.

22 Beeinflusst von EN 13445-5:2014/A1:2018.

23 Beeinflusst von EN 13445-4:2014/A1:2016.

24 Beeinflusst von EN 13445-8:2014/A1:2014.

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

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

Sind keine bestimmenden Schweißnähte vorhanden, ist zum Zweck der Berechnung die Prüfgruppe 4 mit einem Wert von $z = 1,0$.

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 Rohren aus Werkstoffen mit den in Tabelle 6 beschriebenen Bedingungen sowie 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 6 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. ($R_{m/20}/2,4$, $R_{p0,2/t}^t/1,5$)	$R_{p0,2/ttest}/1,05$	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
Aluminium Gruppe 21	$R_{e/t}/1,5$	$R_{e/ttest}/1,05$	n. a.
Aluminium Gruppe 22	min. ($R_{m/20}/2,4$, $R_{p0,2/t}/1,5$)	$R_{p0,2/ttest}/1,05$	2,4
Kupfergruppe 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 13445-6:2014 ²⁵)		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 gezogene Rohre siehe auch Tabelle 6 in Verbindung mit Abschnitt 6.12.5.			

25 Beeinflusst von EN 13445-6:2014/A1:2015 und EN 13445-6:2014/A2:2018.

Tabelle 6 — Berechnungsnennspannung für in 6.12.5 genannte Teile von Behältern oder Rohrleitungen

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 (siehe Fußnote ^c).			
ANMERKUNG Für sonstige Kupferwerkstoffe begründet der Hersteller in einer technischen Unterlage die zugrundegelegte Berechnungsspannung (siehe Tabelle F.3).			

6.13 Zugangs- und Besichtigungsöffnungen, Entlüftungs- und Ablasserichtungen, 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 Ablasserichtungen

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 378-2:2016, EN 378-3:2016 und EN 378-4:2016, 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.