

DIN EN 378-2



ICS 27.080; 27.200

Ersatz für
DIN EN 378-2:2017-03

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

Refrigerating systems and heat pumps –
Safety and environmental requirements –
Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation;
German version EN 378-2:2016

Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur –
Exigences de sécurité et d'environnement –
Partie 2: Conception, construction, essais, marquage et documentation;
Version allemande EN 378-2:2016

Gesamtumfang 88 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2017-03-01.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN 378-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) ausgearbeitet.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-01 AA „Sicherheit und Umweltschutz“ im Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) verantwortlich.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 378-2:2012-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Harmonisierung mit ISO 5149:2014 und ISO 817:2014 so weit wie möglich;
- b) Überarbeitung im Hinblick auf die Druckgeräte- (2014/68/EU) und die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG).

Gegenüber DIN EN 378-2:2017-03 wurden folgende Korrekturen vorgenommen:

- a) Korrektur von Übersetzungsfehlern im gesamten Dokument.

Frühere Ausgaben

DIN EN 378-2: 2000-09, 2008-06, 2009-10, 2012-08, 2017-03

Deutsche Fassung

Kälteanlagen und Wärmepumpen —
Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen —
Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und
Dokumentation

Refrigerating systems and heat pumps —
Safety and environmental requirements —
Part 2: Design, construction, testing, marking
and documentation

Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur —
Exigences de sécurité et d'environnement —
Partie 2: Conception, construction, essais, marquage
et documentation

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 3. September 2016 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe und Abkürzungen	12
4 Signifikante Gefährdungen	12
5 Sicherheitsanforderungen	13
5.1 Allgemeine sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen	13
5.1.1 Allgemeines	13
5.1.2 Gefährdungen von Personen, Eigentum und Umwelt	13
5.2 Sicherheitstechnische Anforderungen an Komponenten und Rohrleitungen	13
5.2.1 Allgemeine Anforderungen	13
5.2.2 Besondere Anforderungen	15
5.3 Sonstige Komponenten	16
5.3.1 Werkstoffe	16
5.3.2 Durchführung von Prüfungen	18
5.3.3 Kennzeichnung	21
5.3.4 Dokumentation	21
6 Anforderungen an Baugruppen	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Konstruktion und Herstellung	22
6.2.1 Allgemeines	22
6.2.2 Bestimmung des maximal zulässigen Drucks	23
6.2.3 Rohrleitungen	25
6.2.4 Absperreinrichtungen	31
6.2.5 Schutzeinrichtungen	32
6.2.6 Anwendung der Sicherheitseinrichtungen	33
6.2.7 Anzeige- und Messgeräte (Betriebsüberwachung)	41
6.2.8 Flüssigkeitsschläge in Verdichtern	42
6.2.9 Anforderungen an die Elektrik	42
6.2.10 Schutz gegen heiße Oberflächen	42
6.2.11 Schutz gegen bewegliche Teile	42
6.2.12 Schwingungs- und Fallprüfung	42
6.2.13 Transportprüfung	45
6.2.14 Schutzmaßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren	46
6.2.15 Anforderungen an belüftete Gehäuse	47
6.2.16 Elektromagnetische Verträglichkeit und Felder (EMV, EMF)	48
6.2.17 Lärm	48
6.3 Durchführung von Prüfungen	49
6.3.1 Prüfungen	49
6.3.2 Druckfestigkeitsprüfung	49
6.3.3 Dichtheitsprüfung	50
6.3.4 Prüfung der gesamten Kälteanlage vor der Inbetriebnahme	52
6.4 Kennzeichnung und Dokumentation	54
6.4.1 Allgemeines	54

6.4.2	Kennzeichnung.....	54
6.4.3	Dokumentation	55
Anhang A (normativ) Zusätzliche Anforderungen an Kälteanlagen, die R-717 enthalten.....		58
A.1	Kälteanlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge über 50 kg.....	58
A.2	Kälteanlagen mit einer Kältemittel-Füllmenge über 3 000 kg.....	58
A.3	Pumpen	58
Anhang B (normativ) Bestimmung der Kategorie von Komponenten und Kälteanlagen- Baugruppen		59
B.1	Allgemeines	59
B.2	Klassifikation des Kältemittels	59
B.3	Bestimmung des maximal zulässigen Drucks der Baugruppe.....	59
B.4	Bestimmung des Zustands (flüssig oder gasförmig) des Kältemittels.....	59
B.5	Bestimmung der Kategorien der Komponenten.....	59
B.5.1	Allgemeines	59
B.5.2	Druckbehälter und Rohrleitungen.....	59
B.5.3	Ausrüstungsteile mit Sicherheitsfunktion	63
B.5.4	Verbindung von Druckgeräten.....	63
B.6	Bestimmung der Baugruppenkategorie	65
Anhang C (normativ) Anforderungen an Prüfungen der Eigensicherheit.....		66
C.1	Allgemeines	66
C.2	Bestimmung des maximalen Drucks bei Störungen.....	66
C.2.1	Bestimmung des Drucks auf der Hochdruckseite (P_{HIS})	66
C.2.2	Bestimmung des Drucks auf der Niederdruckseite (P_{LIS}).....	66
C.2.3	Bestimmung von P_{HIS} und P_{LIS} für umschaltbare Wärmepumpen	67
C.3	Druckfestigkeitsprüfung.....	67
C.4	Prüfergebnisse	67
Anhang D (normativ) Liste wesentlicher Gefährdungen.....		68
Anhang E (informativ) Beurteilung von Gesamtanlagen in Bezug auf Übereinstimmung mit der Richtlinie 2014/68/EU.....		70
Anhang F (informativ) Beispiele für die Anordnung von Druckentlastungseinrichtungen		71
Anhang G (informativ) Prüfliste für die äußere Sichtprüfung der Gesamtanlage		74
Anhang H (informativ) Bildung von Spannungskorrosionsrissen.....		75
H.1	Einleitung	75
H.2	Spannungskorrosion in Kupfer	75
H.3	Spannungskorrosion in Stahl.....	75
H.4	Faktoren, die die Bildung von Spannungskorrosionsrissen beeinflussen.....	76
H.4.1	Allgemeines	76
H.4.2	Streckgrenze	76
H.4.3	Temperatur	76
H.4.4	Sauerstoffgehalt.....	76
H.4.5	Wassergehalt.....	76
H.4.6	Alter der Geräte.....	77
H.4.7	Vermeidung von Spannungskorrosionsrissen	77
H.4.8	Schlussfolgerungen.....	77
Anhang I (informativ) Leckage-Simulationsprüfung für Kältemittel der Klassen A2L, A2, A3, B2L, B2 und B3		78
Anhang J (informativ) Verfahren für die Inbetriebnahme.....		80
Anhang K (informativ) Informationen zu wirksamen Zündquellen		81
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU.....		83

Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG	84
Literaturhinweise	86

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 378-2:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2017 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN 378-2:2008+A2:2012.

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-Richtlinien siehe die informativen Anhänge ZA und ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

EN 378 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel „Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“:

- Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
- Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Aufstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
- Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen
- Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung

Die wesentlichen Änderungen in Teil 2 gegenüber der vorherigen Fassung sind nachstehend aufgeführt:

- *Weitest mögliche Harmonisierung mit ISO 5149:2014 und ISO 817:2014;*
- *Harmonisierung der Anforderungen mit RICHTLINIE 2014/68/EU (DGRL), bezogen auf Druck und RICHTLINIE 2006/42/EU (MR).*

Die folgenden Änderungen sind erwähnenswert:

- Unter 5.2.1 wurde die Anwendung der harmonisierten Norm für Komponenten verdeutlicht und macht die Anmerkung somit normativ;
- Die frühere Tabelle 3 wurde in 6.2.6.2 integriert und erforderliche Änderungen des Flussdiagramms in Bild 1 wurden vorgenommen;
- Austausch von 6.2.2.3 mit Anforderungen in Bezug auf den Druckanstieg bei einem externen Brand;
- Verbesserung von 6.2.5.2.2 in Bezug auf elektronische Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung;
- Neuordnung der Transport- und Vibrationsprüfungen, zuvor 6.2.12 und jetzt 6.2.12 sowie 6.2.13;

- Änderung der Anforderungen bezüglich Explosionsgefahr in 6.2.14 (zuvor 6.2.13);
- Ergänzung von Anhang H bezüglich Spannungsrisskorrosion, Anhang I bezüglich Leckage-Simulationsprüfung, Anhang J zum Vorgehen bei der Inbetriebnahme, Anhang K bezüglich Zündquellen;
- Änderung von Anhang ZA zur Harmonisierung mit RICHTLINIE 2014/68/EU (DGRL);
- der (ursprüngliche) Anhang ZB wurde gestrichen sowie der ursprüngliche Anhang ZC aktualisiert und umbenannt in „Anhang ZB“.

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

Einleitung

Es gilt die Einleitung in EN 378-1:2016.

Bei dieser Norm handelt es sich um eine Norm vom Typ C wie in EN ISO 12100 angegeben.

Auf die betreffenden Maschinen und die behandelten Gefährdungen, Gefährdungssituationen und Gefährdungsereignisse wird im Anwendungsbereich dieser Norm hingewiesen.

Für Maschinen, die nach den Festlegungen dieser Typ-C-Norm konzipiert und gebaut worden sind, gilt: Wenn die Festlegungen in dieser Typ-C-Norm von den Festlegungen in Typ-A- oder Typ-B-Normen abweichen, haben die Festlegungen dieser Typ-C-Norm Vorrang gegenüber den Festlegungen der anderen Normen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Sicherheit von Personen und Eigentum fest, liefert eine Anleitung in Hinblick auf den Schutz der Umwelt und enthält Vorgehensweisen für Betrieb, Instandhaltung und Instandsetzung von Kälteanlagen und die Rückgewinnung von Kältemitteln.

Die in dieser Europäischen Norm verwendete Benennung „Kälteanlage“ schließt Wärmepumpen mit ein.

Der vorliegende Teil 2 dieser Norm gilt für die Konstruktion, Herstellung und Aufstellung von Kälteanlagen, einschließlich Rohrleitungen, Komponenten und Werkstoffen. Er enthält mit diesen Anlagen direkt verbundene Zusatzausrüstung, die nicht durch EN 378-1, EN 378-3 oder EN 378-4 abgedeckt sind. Diese Norm legt außerdem Anforderungen an die Prüfung, Inbetriebnahme, Kennzeichnung und Dokumentation fest. Anforderungen an sekundäre Wärmeträgerkreisläufe mit Ausnahme jeglicher mit der Kälteanlage verbundener Schutzanforderungen sind ausgeschlossen. Die Zusatzausrüstung umfasst z. B. Ventilatoren und Ventilatormotoren, Elektromotoren und Getriebe für offene Verdichtersysteme.

Diese Norm gilt für:

- a) stationäre und ortsveränderliche Kälteanlagen aller Größen, mit Ausnahme von Luftkonditioniersystemen in Kraftfahrzeugen, die von bestimmten Produktnormen wie z. B. ISO 13043 abgedeckt werden;
- b) indirekte Kühl- oder Heizsysteme;
- c) den Aufstellungsort dieser Kälteanlagen;
- d) nach der Annahme dieser Norm ersetzte Teile und hinzugefügte Komponenten, sofern sie nicht in Funktion und Leistung identisch sind.

Anlagen mit anderen als den in EN 378-1:2016, Anhang E, aufgeführten Kältemitteln sind nicht Gegenstand dieser Norm.

Die vorliegende Norm gilt nicht für eingelagerte Güter.

Diese Norm gilt nicht für Kälteanlagen, die vor dem Datum ihrer Veröffentlichung als Europäische Norm hergestellt wurden, ausgenommen sind im Anschluss an die Veröffentlichung erfolgte Erweiterungen und Modifizierungen an der Anlage.

Die vorliegende Norm gilt für neue Kälteanlagen, Erweiterungen oder Modifizierungen bereits bestehender Anlagen sowie bestehende stationäre Anlagen, die an einen anderen Standort verbracht und dort betrieben werden.

Diese Norm gilt auch im Falle der Umstellung einer Anlage auf eine andere Art des Kältemittels; in diesem Fall muss die Konformität mit den zutreffenden Abschnitten der Teile 1 bis 4 der Norm beurteilt werden.

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 378-3:2016, *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 809, *Pumpen und Pumpenaggregate für Flüssigkeiten — Allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen*

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

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

EN 837-3:1996, *Druckmessgeräte — Teil 3: Druckmessgeräte mit Platten- und Kapselfedern — Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung*

EN 1012-3, *Kompressoren und Vakuumpumpen — Sicherheitsanforderungen — Teil 3: Prozesskompressoren*

EN 1092-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 1092-3:2003, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 3: Flansche aus Kupferlegierungen*

EN 1736:2008, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Flexible Rohrleitungsteile, Schwingungsabsorber, Kompensatoren und Nichtmetall-Schläuche — Anforderungen, Konstruktion und Einbau*

EN 1861:1998, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Systemfließbilder und Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder — Gestaltung und Symbole*

EN 12178:2003, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Flüssigkeitsstandanzeiger — Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

EN 12263:1998 *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitsschalteneinrichtungen zur Druckbegrenzung — Anforderungen und Prüfungen*

EN 12284:2003, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Ventile — Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung*

EN 12693:2008, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Verdrängerverdichter für Kältemittel*

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

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

EN 12799:2000, *Hartlötten — Zerstörungsfreie Prüfung von Hartlötverbindungen*

EN 13136:2013, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen — Berechnungsverfahren*

- EN 13313:2010, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sachkunde von Personal*
- EN 13445-1:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 1: Allgemeines*
- EN 13445-2:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*
- EN 13445-3:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 3: Konstruktion*
- EN 13445-4:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 4: Herstellung*
- EN 13445-5:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 5: Inspektion und Prüfung*
- EN 13445-6:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 6: Anforderungen an die Konstruktion und Herstellung von Druckbehältern und Druckbehälterteilen aus Gusseisen mit Kugelgraphit*
- EN 13445-8:2014, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 8: Zusätzliche Anforderungen an Druckbehälter aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*
- EN 13480-1:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 1: Allgemeines*
- EN 13480-2:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 2: Werkstoffe*
- EN 13480-3:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*
- EN 13480-4:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 4: Fertigung und Verlegung*
- EN 13480-5:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung*
- EN 13480-6:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen*
- EN 13480-8:2012, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 8: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*
- EN 14276-1:2006+A1:2011, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 1: Behälter — Allgemeine Anforderungen*
- EN 14276-2:2007+A1:2011, *Druckgeräte für Kälteanlagen und Wärmepumpen — Teil 2: Rohrleitungen — Allgemeine Anforderungen*
- EN 16084:2011, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Qualifizierung der Dichtheit der Bauteile und Verbindungen*
- EN 60079-15:2010, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart „n“ (IEC 60079-15:2010)*
- EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert)*
- EN 60335-1:2012, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60335-1:2010, modifiziert)*
- EN 60335-2-24:2010, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl-/Gefriergeräte, Speiseeis- und Eisbereiter (IEC 60335-2-24:2010)*
- EN 60335-2-34:2013, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-34: Besondere Anforderungen für Motorverdichter (IEC 60335-2-34:2012)*
- EN 60335-2-40:2003, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluftentfeuchter (IEC 60335-2-40:2002)*

EN 60335-2-89:2010, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-89: Besondere Anforderungen für gewerbliche Kühl-/Gefriergeräte mit eingebautem oder getrenntem Verflüssigersatz oder Motorverdichter (IEC 60335-2-89:2010)*

EN 61000-6-1:2007, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-1: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1:2005)*

EN 61000-6-2:2005, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-2: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005)*

EN 61000-6-3:2007, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-3: Fachgrundnormen — Störaussendung für Wohnbereiche, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-3:2006)*

EN 61000-6-4:2007, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-4: Fachgrundnormen — Störaussendung für Industriebereiche (IEC 61000-6-4:2006)*

EN ISO 3744:2010, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:2010)*

EN ISO 3746:2010, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746:2010)*

EN ISO 4126-1:2013, *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck — Teil 1: Sicherheitsventile (ISO 4126-1:2013)*

EN ISO 4126-2:2003, *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck — Teil 2: Berstscheibeneinrichtungen (ISO 4126-2:2003)*

EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)*

EN ISO 6708:1995, *Rohrleitungsteile — Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (ISO 6708:1995)*

EN ISO 7010:2012, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2011)*

EN ISO 10675-1:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 1: Stahl, Nickel, Titan und deren Legierungen (ISO 10675-1:2008)*

EN ISO 10675-2:2013, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Zulässigkeitsgrenzen für die Durchstrahlungsprüfung — Teil 2: Aluminium und seine Legierungen (ISO 10675-2:2010)*

EN ISO 11202:2010, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten unter Anwendung angenäherter Umgebungskorrekturen (ISO 11202:2010)*

EN ISO 11688-1:2009, *Akustik — Richtlinien für die Gestaltung lärmarmer Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1:1995)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN ISO 13732-1:2008, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 1: Heiße Oberflächen (ISO 13732-1:2006)*

EN ISO 13849-1:2015, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)*

EN ISO 13850:2015, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015)*

EN ISO 13857:2008, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen (ISO 13857:2008)*

EN ISO 14120:2015, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen (ISO 14120:2015)*

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

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

EN ISO 17638:2009, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Magnetpulverprüfung (ISO 17638:2003)*

EN ISO 17640:2010, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung. Techniken, Prüfklassen und Bewertung (ISO 17640:2010)*

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

ISO 13043:2011, *Road vehicles — Refrigerant systems used in mobile air conditioning systems (MAC) — Safety requirements*

ASTM D 4728:2006, *Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers*

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 378-1:2016.

Bezeichnungen, Klassifikation und ausgewählte Eigenschaften des Kältemittels, z. B.:

- Kältemittelnummer, z. B. R-717;
- Sicherheitsklassen A1, A2L, A2, A3, B1, B2L, B2, B3;
- untere Explosionsgrenzen (LFL, en: lower flammability limit)

sind in EN 378-1:2016, Anhang E, angegeben.

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die abgekürzten Begriffe nach EN 378-1:2016 sowie die folgenden Begriffe.

DN Nennweite (siehe EN 378-1:2016, 3.5.14)

PS maximal zulässiger Druck in bar (1 bar = 0,1 MPa) (siehe EN 378-1:2016, 3.3.2)

LFL untere Explosionsgrenze in kg/m³ (siehe EN 378-1:2016, 3.7.8)

4 Signifikante Gefährdungen

Die Liste der signifikanten Gefährdungen entsprechend der Maschinenrichtlinie ist in Anhang D enthalten.

5 Sicherheitsanforderungen

5.1 Allgemeine sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen

5.1.1 Allgemeines

Die sicherheitstechnischen und umweltrelevanten Anforderungen sind für Komponenten und Rohrleitungen in 5.2 und 5.3 sowie für Baugruppen (Gesamtanlage) in Abschnitt 6 festgelegt.

Kältetechnische Geräte nach den Produktnormen, z. B.

- EN 60335-2-40 für elektrische Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter;
- EN 60335-2-24 für besondere Anforderungen für Kühl-/Gefriergeräte, Speiseeis- und Eisbereiter;
- EN 60335-2-89 für gewerbliche Kühl-/Gefriergeräte mit eingebautem oder getrenntem Verflüssigersatz oder Verdichter

entsprechen dieser Europäischen Norm bis einschließlich Kategorie I nach Anhang B, sofern sie außerdem die anwendbaren Sicherheitsanforderungen für Maschinen oder Niederspannung erfüllen. Für kältetechnische Geräte der Kategorien II und höher nach Anhang B gelten die entsprechenden Anforderungen an die Drucksicherheit nach den Abschnitten 5 und 6.

5.1.2 Gefährdungen von Personen, Eigentum und Umwelt

Kälteanlagen und deren Komponenten müssen mit dem Ziel konstruiert und hergestellt werden, mögliche Gefährdungen von Personen, Eigentum und Umwelt auszuschließen. Vorsätzliches Ablassen von Kältemitteln darf nur auf eine Art und Weise erfolgen, die für Personen, Eigentum und die Umwelt nicht schädlich ist und den nationalen Gesetzen entspricht.

5.2 Sicherheitstechnische Anforderungen an Komponenten und Rohrleitungen

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Komponenten und Rohrleitungen müssen den in Tabelle 1 angegebenen relevanten Normen bzw. Anforderungen entsprechen. Anforderungen an Komponenten, die nicht in Tabelle 1 enthalten und geringer als Kategorie II nach B.5 eingestuft sind, sind in 5.3 angegeben.

Komponenten, für die eine Erklärung vorliegt, dass sie auf der Grundlage eines anderen Verfahrens den relevanten Richtlinien entsprechen, erfüllen ebenfalls die Anforderungen dieser Norm.

Wenn die Produktnormen für Komponenten und Rohrleitungen keine harmonisierten Normen nach den EG-Vorgaben im Hinblick auf den Druck sind oder wenn die grundlegenden Anforderungen dieser Vorgaben nicht abgedeckt sind, müssen die relevanten drucktechnischen Anforderungen durch eine Risikobeurteilung bestätigt werden.

Tabelle 1 — Anforderungen an Komponenten und Rohrleitungen

KOMPONENTE		RELEVANTE NORMEN UND ANFORDERUNGEN
Wärmeübertrager: — Rohrschlange ohne Luft (Rohr-in-Rohr) — Mehrfach-Rohrbündel (shell and tubes)		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Platten-Wärmeübertrager		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Sammel- und Verteilstücke, Rohrschlangen und Rohrregister mit Luft als Sekundärfluid		EN 14276-2 oder EN 14276-1, falls zutreffend, mit 5.2.2.2 der vorliegenden Norm
Sammler, Flüssigkeitsabscheider, Economizer		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Ölabscheider		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Trockner		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Filter		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Schalldämpfer		EN 14276-1 oder EN 13445, falls zutreffend, mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Hermetischer Motor-Verdrängerverdichter		EN 14276-1, EN 60335-2-34 oder EN 12693
Halbhermetischer Motor-Verdrängerverdichter		EN 60335-2-34 oder EN 12693
Offener Verdrängerverdichter		EN 12693
Strömungsverdichter		EN 14276-1, EN 1012-3 oder EN 13445, falls zutreffend, mit EN 60204-1
Pumpe	Allgemeine Anforderungen	EN 809 mit EN 60204-1 und mit 5.2.2.2 und 5.2.2.4 der vorliegenden Norm
	Zusätzliche Anforderungen an Pumpen in Kälteanlagen und Wärmepumpen mit R-717	Anhang A
Rohrleitungen		EN 14276-2 oder EN 13480
Rohrverbindungen: dauerhafte Verbindungen		EN 14276-2
Rohrverbindungen: lösbare Verbindungen		5.2.2.2 und 5.2.2.3 der vorliegenden Norm
Flexible Rohrleitungen		EN 1736
Ventile	Allgemein	EN 12284
	Absperrventile	EN 12284
	Handbetätigte Ventile	EN 12284
	Ventile mit Dichtungskappe	EN 12284
	Druckentlastungsventil	EN 13136 und EN ISO 4126-1 mit 5.2.2 der vorliegenden Norm
Sicherheitsschalteneinrichtung zur Druckbegrenzung		EN 12263 mit 5.2.2.2 der vorliegenden Norm

KOMPONENTE	RELEVANTE NORMEN UND ANFORDERUNGEN
Berstscheibe	EN ISO 4126-2 und EN 13136 mit 5.2.2.2 der vorliegenden Norm
Flüssigkeitsstandanzeiger	EN 12178 mit 5.2.2.2 der vorliegenden Norm
Lehren	EN 837-1, EN 837-2 und EN 837-3 mit 5.2.2.2 der vorliegenden Norm
Lötwerkstoffe	5.3.1.3 e), f) der vorliegenden Norm
Schweißwerkstoffe	EN 14276-2

Wenn die Komponente elektrische Teile enthält und die Komponenten-Norm die elektrische Sicherheit nicht abdeckt, muss die Komponente je nach Zutreffen den elektrischen Anforderungen in EN 60335-2-40, EN 60335-2-24, EN 60335-2-89 oder EN 60204-1 entsprechen.

5.2.2 Besondere Anforderungen

5.2.2.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den Anforderungen in 5.2.1 gelten die folgenden Anforderungen an den Einbau besonderer Komponenten und Rohrleitungen in die Kälteanlage.

5.2.2.2 Dichtheit

Eine Dichtheitsprüfung muss entsprechend dem Verfahren der Baumusterprüfung nach EN 16084 durchgeführt werden.

Sofern mit dem Hersteller der Baugruppe nicht anders vereinbart, müssen Komponenten, die nicht durch den Anwendungsbereich der EN 16084 abgedeckt sind, mit Detektoren mit einer Nachweisempfindlichkeit, die 3 g Kältemittel/Jahr oder besser entspricht, bei einem Druck von mindestens $0,25 \times \text{PS}$ geprüft werden. Das Annahmekriterium besteht darin, dass keine Leckage nachweisbar sein darf.

ANMERKUNG Dieses Verfahren kann in der Komponenten-Norm festgelegt sein (siehe Tabelle 1).

Nach Abschnitt 6 kann es erforderlich sein, dass in Baugruppen eingebaute Komponenten festgelegten Dichtheitskontrollgraden nach EN 16084 entsprechen.

Sofern mit dem Hersteller der Baugruppe vereinbart, dürfen einige oder alle der Komponentenprüfungen in die Prüfungen der Baugruppe mit einbezogen werden (siehe 6.3).

Dichtheitsprüfungen dürfen erst durchgeführt werden, wenn die Komponente eine Druckfestigkeitsprüfung bestanden hat oder auf der Grundlage einer Baumusterprüfung der Druckfestigkeit verifiziert wurde.

Aus umweltrelevanten und sicherheitstechnischen Gründen sind Stickstoff, Helium, Kohlendioxid und Gemische mit geringem Wasserstoffgehalt die bevorzugten Prüfgase.

Den Prüfgasen dürfen radioaktive Tracer zugesetzt werden.

Luft- und Gasgemische sollten vermieden werden, da bestimmte Gemische gefährlich sein können. Luft darf genutzt werden, wenn die Zündgefahr eliminiert wurde und die Sicherheit der Arbeiter sichergestellt ist. Sauerstoff darf nicht für Dichtheitsprüfungen verwendet werden.

5.2.2.3 Rohrleitungsverbindungen

Verbindungen müssen so konstruiert sein, dass sie durch außen gefrierendes Wasser nicht beschädigt werden. Sie müssen für die Rohre, den Rohrleitungswerkstoff und den Druck, die Temperatur und das Fluid geeignet sein.

Beschichtete (z. B. verzinkte) Rohre dürfen nicht geschweißt werden, außer die Beschichtung wurde von der Verbindungsfläche vollständig entfernt. Schweißverbindungen müssen entsprechend geschützt sein.

5.2.2.4 Kältemittel-Flüssigkeitspumpen

Kältemittel-Flüssigkeitspumpen müssen mindestens mit folgenden haltbar und dauerhaft angebrachten Angaben versehen sein:

- a) Hersteller;
- b) Typbezeichnung;
- c) Seriennummer;
- d) Herstellungsjahr;
- e) maximal zulässiger Druck (PS).

5.3 Sonstige Komponenten

5.3.1 Werkstoffe

5.3.1.1 Allgemeines

Der Werkstoff der Komponente muss für den vorgesehenen Temperatur- und Druckbereich und in Kombination mit Kälteanlagen entsprechend der Spezifikation des Herstellers der Kälteanlagen geeignet sein. Die Werkstoffe der Komponenten müssen den zutreffenden Normen entsprechen.

Beschränkungen hinsichtlich der Verwendung schädlicher oder gefährlicher Stoffe und Zubereitungen müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Zum Beispiel nach den Anforderungen in EG/1907/2006 (REACH) und 2011/65/EU (RoHS).

5.3.1.2 Eisenhaltige Werkstoffe

- a) Gusseisen und Temperguss

Gusseisen und Temperguss dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie für den jeweiligen Anwendungsfall nach den Anforderungen dieser Norm geeignet sind.

ANMERKUNG 1 Da einige Güteklassen von Gusseisen spröde sind, ist ihre Anwendung abhängig von Temperatur, Spannung und Konstruktion.

ANMERKUNG 2 Temperguss besitzt zwei generelle Klassifizierungen mit jeweils mehreren unterschiedlichen Güteklassen. Diese Güteklassen können sehr unterschiedliche mechanische Eigenschaften aufweisen.

- b) Stahl, Stahlguss, unlegierter und niedriglegierter Stahl

Stahl und Stahlguss, unlegierter und niedriglegierter Stahl dürfen für alle Komponenten und Rohrleitungen in Berührung mit einem Kältemittel oder einem Wärmeträger eingesetzt werden. Bei einer Kombination von niedrigen Temperaturen und hohem Druck oder wenn Korrosionsrisiken oder eine thermische Beanspruchung gegeben sind/ist, muss Stahl mit einer angemessenen Kerbschlagzähigkeit unter Berücksichtigung der Dicke, der niedrigsten Betriebstemperatur und der Schweiß Eigenschaften eingesetzt werden.

ANMERKUNG 3 Hinweise zur Bildung von Spannungskorrosionsrissen in unlegiertem Stahl sind in H.3 angegeben.

c) Hochlegierter Stahl

Hochlegierter Stahl kann dort erforderlich sein, wo eine Kombination von niedrigen Temperaturen und hohem Druck vorliegt oder Korrosionsrisiken oder eine thermische Beanspruchung gegeben sind/ist. Je nach speziellem Einsatzfall müssen die Kerbschlagzähigkeit ausreichend und der Werkstoff falls erforderlich zum Schweißen geeignet sein.

d) Nichtrostender Stahl

Wenn nichtrostender Stahl eingesetzt wird, muss sichergestellt werden, dass die Güteklasse des nichtrostenden Stahls mit den Prozessfluiden und möglichen atmosphärischen Verunreinigungen, z. B. Natriumchlorid (NaCl) oder Schwefelsäure (H₂SO₄), verträglich ist.

5.3.1.3 Nichteisenwerkstoffe und deren Legierungen (gegossen, geschmiedet, gewalzt und gezogen)

a) Kupfer und Kupferlegierungen

Kupfer, das mit Kältemitteln in Berührung kommt, muss sauerstofffrei oder desoxidiert sein, zum Beispiel Cu-DHP entsprechend den Angaben in EN 12735-1 und EN 12735-2.

Kupfer und Kupferlegierungen mit einem hohen Anteil an Kupfer dürfen nicht für Teile verwendet werden, die das Kältemittel R-717 enthalten, es sei denn, ihre Verträglichkeit wurde durch Prüfung oder praktische Erfahrung festgestellt.

ANMERKUNG 1 Hinweise zur Bildung von Spannungskorrosionsrissen in Kupferrohren sind in H.2 angegeben.

b) Aluminium und Aluminiumlegierungen

Für Dichtungen eingesetztes Aluminium muss für die Anwendung mit R-717 eine Reinheit von mindestens 99,5 % aufweisen. Aluminiumlegierungen mit mehr als 2 % Magnesium dürfen nicht mit halogenierten Kältemitteln verwendet werden, es sei denn ihre Verträglichkeit wurde durch Prüfung oder praktische Erfahrung festgestellt.

Aluminium und dessen Legierungen dürfen nicht eingesetzt werden, wenn sie mit Methylchlorid (CH₃Cl) in Berührung kommen.

ANMERKUNG 2 Aluminium und Aluminiumlegierungen dürfen in jedem Teil des Kältemittelkreislaufs eingesetzt werden, wenn ihre Festigkeit entsprechend hoch ist und sie mit den verwendeten Kältemitteln und Schmierstoffen verträglich sind.

c) Magnesium und Magnesiumlegierungen

Magnesium und Magnesiumlegierungen dürfen nicht verwendet werden, es sei denn ihre Verträglichkeit mit Kältemitteln wurde durch Prüfung oder praktische Erfahrung festgestellt.

d) Zink und Zinklegierungen

Zink darf nicht eingesetzt werden, wenn es mit R-717 in Berührung kommt. Eine Ausnahme stellt die Verwendung in zinkbeschichteten Komponenten dar.

Zink darf nicht eingesetzt werden, wenn es mit Methylchlorid (CH₃Cl) in Berührung kommt.

e) Weichlötlegierungen

Weichlötlegierungen dürfen nicht für Kältemittelbehälter verwendet werden.

f) Hartlötlegierungen

Hartlötlegierungen dürfen nicht verwendet werden, ohne dass ihre Verträglichkeit mit Kältemitteln und Schmierstoffen durch Prüfung oder praktische Erfahrung festgestellt wurde.

g) Zinn und Blei-Zinn-Legierungen

Zinn und Blei-Zinn-Legierungen können durch halogenierte Kältemittel korrodieren und dürfen nicht verwendet werden, es sei denn ihre Verträglichkeit wurde durch Prüfung oder praktische Erfahrung festgestellt.

ANMERKUNG 3 Kupferfreies Bleiantimon bzw. Blei-Zinn-Legierungen können für Ventilsitze verwendet werden.

5.3.1.4 Nichtmetallische Werkstoffe

a) Dichtungsstoffe

Dichtungsstoffe zum Abdichten von Verbindungen sowie zum Abdichten von Stopfbuchsen an Ventilen usw. müssen gegen die verwendeten Kältemittel, Öle und Schmierstoffe beständig sowie für den erwarteten Bereich der auftretenden Drücke und Temperaturen geeignet sein.

ANMERKUNG Siehe EN 16084.

b) Glas

Glas darf in Kältemittelkreisläufen und für die Isolierung von elektrischen Anschlüssen sowie bei Anzeigegegeräten und Schaugläsern verwendet werden, es muss jedoch den eventuell auftretenden Drücken, Temperaturen und chemischen Einwirkungen standhalten.

c) Asbest

Asbest darf nicht verwendet werden.

d) Kunststoffe

Werden Kunststoffe verwendet, müssen sie für die mechanischen, elektrischen, thermischen, chemischen und Langzeitkriechbedingungen geeignet sein, denen sie ausgesetzt sind.

e) Elastomere

Werden Elastomere verwendet, müssen sie für die auftretenden mechanischen, elektrischen, thermischen und chemischen Bedingungen geeignet sein, mit den Kältemitteln oder Kältemittel/Öl-Gemischen, mit denen sie in Berührung kommen, chemisch und physisch kompatibel sein und sie dürfen keine Brandgefahr darstellen.

5.3.2 Durchführung von Prüfungen

5.3.2.1 Prüfungen

Alle Komponenten müssen den folgenden Prüfungen unterzogen werden:

- a) Prüfung der Druckfestigkeit (siehe 5.3.2.2);
- b) Dichtheitsprüfung (siehe 5.2.2.2);
- c) Funktionsprüfung.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen müssen aufgezeichnet werden. Falls mit dem Hersteller der Baugruppe vereinbart, dürfen einige oder alle Prüfungen an der Baugruppe durchgeführt werden (siehe 6.3).

5.3.2.2 Prüfung der Druckfestigkeit für verschiedene Komponenten

5.3.2.2.1 Allgemeines

Prüfung der Druckfestigkeit muss mit einer der folgenden Methoden durchgeführt werden:

- individuelle Druckfestigkeitsprüfung nach 5.3.2.2.2; oder
- Druckfestigkeits-Baumusterprüfung nach 5.3.2.2.3; oder
- Ermüdungsprüfung nach 5.3.2.2.4.

Die in 5.3.2.2.5 angegebenen Prüfkriterien müssen eingehalten werden.

5.3.2.2.2 Individuelle Druckfestigkeitsprüfung

Komponenten müssen mit einer Dicke nach den für vergleichbare Komponenten in Tabelle 1 festgelegten Normen konstruiert sein, wobei jede Komponente einzeln einer Prüfung der Druckfestigkeit bei einem Druck von nicht weniger als $1,43 \times PS$ unterzogen werden muss.

Die Prüfung der Druckfestigkeit muss vorzugsweise mit Luft oder einem anderen ungefährlichen Gas durchgeführt werden. Es müssen angemessene Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um Gefährdungen für Personen zu verhindern und das Risiko für Eigentum so gering wie möglich zu halten. Eine hydrostatische Druckprüfung mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit darf durchgeführt werden, sofern der Kältemittelkreislauf nicht verunreinigt wird, wenn die Prüfung abgeschlossen ist.

5.3.2.2.3 Druckfestigkeits-Baumusterprüfung

Komponenten müssen mit einem Prüfwert von nicht weniger als $3 \times PS$ baumustergeprüft werden.

Wenn die Betriebstemperatur der Komponente im Dauerbetrieb weniger oder gleich der Folgenden ist:

- 125 °C für Kupfer oder Aluminium oder
- 200 °C für Stahl,

muss die Prüftemperatur für die Komponente oder die Baugruppe mindestens 20 °C betragen.

Wenn die Betriebstemperatur der Komponente im Dauerbetrieb

- 125 °C für Kupfer oder Aluminium oder
- 200 °C für Stahl

überschreitet, muss die Prüftemperatur für die Komponenten oder Baugruppen mit diesen Temperaturen, die dem Druck ausgesetzt sind, mindestens die folgenden Werte haben:

- 150 °C für Kupfer oder Aluminium und
- 260 °C für Stahl.

Für andere Werkstoffe oder höhere Temperaturen müssen die Einflüsse der Temperatur auf die Ermüdungseigenschaften des Werkstoffs bewertet werden.

5.3.2.2.4 Ermüdungsprüfung

Drei Proben müssen einer Druckfestigkeitsprüfung mit einem Prüfdruck von nicht weniger als $2 \times PS$ unterzogen werden.

Drei Proben, bei denen es sich nicht um die Proben für die Druckfestigkeitsprüfung handeln darf, müssen mit dem Fluid befüllt werden und an einen Druckerzeuger angeschlossen werden. Der Druck muss zwischen dem oberen und dem unteren Wert der Schwankungsbreite mit einer vom Komponentenhersteller festgelegten Frequenz über insgesamt 250 000 Zyklen erhöht und abgesenkt werden. Während jedes Zyklus muss der gesamte festgelegte Druckbereich durchlaufen werden. Die Druckzyklen müssen zwischen 20 Zyklen/min und 60 Zyklen/min betragen.

Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen, ein nicht-kompressibles Fluid zu verwenden.

Die folgenden Prüfdrücke müssen aufgebracht werden:

Für Komponenten der Niederdruckseite muss der PS für die Niederdruckseite für den ersten Zyklus aufgebracht werden. Für Komponenten der Hochdruckseite muss der PS für die Hochdruckseite für den ersten Zyklus aufgebracht werden. Der Druck für die Prüfzyklen muss folgenden Werten entsprechen:

- der obere Druckwert darf nicht unter $0,7 \times PS$ liegen und der untere Druckwert darf $0,2 \times PS$ nicht überschreiten. Für Wasser-Wärmeübertrager in Wärmepumpen darf der obere Druckwert nicht unter $0,9 \times PS$ liegen;
- für den letzten Prüfzyklus muss der Prüfdruck auf einen Wert nicht unter $1,4 \times PS$ (2 Mal $0,7 \times PS$) erhöht werden. Für Wasser-Wärmeübertrager in Wärmepumpen darf der Druckwert nicht unter $1,8 \times PS$ (2 mal $0,9 \times PS$) liegen.

Wenn die Betriebstemperatur im Dauerbetrieb weniger oder gleich der Folgenden ist:

- 125 °C für Kupfer oder Aluminium oder
- 200 °C für Stahl,

muss die Prüftemperatur für die Komponente oder die Baugruppe mindestens 20 °C betragen.

Wenn die Betriebstemperatur der Komponente im Dauerbetrieb folgende überschreitet:

- 125 °C für Kupfer oder Aluminium oder
- 200 °C für Stahl,

muss die Ermüdungsprüfungs-Temperatur für die Komponenten oder Baugruppen mit diesen Temperaturen mindestens 10 K über der Betriebstemperatur im Dauerbetrieb liegen.

Der statische Prüfdruck muss um das Verhältnis der zulässigen Werkstoffspannung bei Raumtemperatur zur zulässigen Werkstoffspannung bei der höchsten Dauerbetriebstemperatur erhöht werden.

Für andere Werkstoffe müssen die Temperatureinflüsse auf die Ermüdungseigenschaften zum Zwecke der Bestimmung der Prüfbedingungen bewertet werden.

5.3.2.2.5 Annahmekriterien

Bei einer Einzelprüfung der Druckfestigkeit bei mindestens $1,43 \times PS$ darf diese Prüfung nicht zu bleibenden Verformungen führen.

Bei der Druckfestigkeits-Baumusterprüfung müssen die Proben einem Druck von nicht weniger als $3 \times PS$ ohne Bruch standhalten.

Bei der Ermüdungsprüfung dürfen die Proben nicht brechen, bersten oder undicht werden.

5.3.3 Kennzeichnung

Für verschiedene Komponenten ist keine besondere Kennzeichnung erforderlich.

5.3.4 Dokumentation

Für Komponenten müssen die folgenden Dokumente bereitgestellt werden:

- a) Prüfergebnisse;
- b) Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen müssen vom Hersteller nach den Anforderungen des Käufers vorgelegt werden, damit dieser sicherstellen kann, dass der verwendete Werkstoff den geforderten Spezifikationen entspricht und dass er von der abschließenden Prüfung durch die Produktion bis zur Annahme nachverfolgbar ist, vorzugsweise bei der Auslieferung und nicht später als zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Jegliche erforderlichen Prüfbescheinigungen müssen im Namen des Sachkundigen, der die Überwachung, Prüfung oder Kontrolle durchgeführt hat, ausgestellt und von ihm unterzeichnet werden;

ANMERKUNG Werkstoffbescheinigungen vom Typ 2.1 bzw. Typ 2.2 nach EN 10204 können vorgelegt werden.

- c) die Dokumentation muss die folgenden Spezifikationen enthalten:

- maximal zulässiger Druck;
- maximal zulässige Temperatur;
- verwendbares Kältemittel;
- verwendbares Öl.

6 Anforderungen an Baugruppen

6.1 Allgemeines

Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Aufstellung, Dokumentation und Kennzeichnung der Kälteanlagen-Baugruppe (Gesamtanlage) müssen diesem Abschnitt entsprechen.

Kälteanlagen-Baugruppen mit R-717 als Kältemittel müssen darüber hinaus den in Anhang A festgelegten zusätzlichen Anforderungen entsprechen.

Die Bestimmung der jeweiligen Kategorie der Baugruppe muss nach Anhang B erfolgen.

Kälteanlagen müssen im Werk des Herstellers oder vor Ort nach den Empfehlungen des Herstellers mit Kältemittel befüllt werden (siehe 6.4.3.2).

Konstruktions-, Schweiß- und Lötwerkstoffe müssen den vorhersehbaren mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten. Sie müssen mit den Kältemitteln und Kältemittel/Öl-Gemischen (mit den möglichen Verschmutzungen und Verunreinigungen) bzw. mit den Wärmeträgern kompatibel sein.

Wenn Komponenten, Verbindungen und Teile als hermetisch dicht beschrieben sind, müssen sie die Anforderungen nach EN 16084 an die „hermetische Dichtheit“ erfüllen.

Bei hermetisch dichten Anlagen muss die Anwendung flexibler Nichtmetall-Schläuche auf Folgendes beschränkt werden:

- Die Schläuche müssen der Klasse 1 nach EN 1736 entsprechen.

- Die maximale Gesamtlänge der flexiblen Nichtmetall-Schläuche an der Anlage muss die folgende Formel erfüllen:

$$[\sum l_i \times d_i \times \pi \times 10 \text{ g/m}^2\text{Jahr} + \sum l_j \times d_j \times \pi \times 200 \text{ g/m}^2\text{Jahr}] < 1,5 \text{ g/Jahr}$$

Dabei ist

l_i die Länge des flexiblen Schlauches in m, wenn die Temperatur des Kältemittels kleiner oder gleich 32 °C ist;

l_j die Länge des flexiblen Schlauches in m, wenn die Temperatur des Kältemittels größer 32 °C ist;

d_i der Innendurchmesser des flexiblen Schlauches in m, wenn die Temperatur des Kältemittels kleiner oder gleich 32 °C ist;

d_j der Innendurchmesser des flexiblen Schlauches in m, wenn die Temperatur des Kältemittels größer als 32 °C ist;

10 g/m²Jahr die zulässige Permeabilität bei 32 °C für flexible Schläuche der Klasse 1;

200 g/m²Jahr die zulässige Permeabilität bei 100 °C für flexible Schläuche der Klasse 1.

6.2 Konstruktion und Herstellung

6.2.1 Allgemeines

Alle für die Montage des Kältemittelkreislaufs gewählten Komponenten müssen Abschnitt 5 entsprechen.

Die Halterungen und Auflager der Kälteanlagen müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um externen Kräften wie den folgenden standzuhalten:

- a) Masse der Behälter;
- b) Masse des Inhalts und der Ausrüstung einschließlich der Masse des hydrostatischen Prüffluids und der Masse des Eises, das sich unter vorhersehbaren ungewöhnlichen Betriebsbedingungen bilden kann;
- c) Schneelast;
- d) Windlast;
- e) Masse der Befestigungselemente, Abstützungen und Anschlussrohrleitungen;
- f) thermische Bewegung der Rohrleitungen und Komponenten;
- g) die sich aus dem vorhersehbaren Missbrauch ergebenden Kräfte.

Die Halterungen und Auflager von Kälteanlagen in erdbebengefährdeten Gebieten müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um den erwarteten Beschleunigungen bei Erdbeben standzuhalten.

Die Kälteanlage muss entsprechend den Anforderungen der Anwendung mit ausreichend Wartungsanschlüssen ausgestattet sein.

6.2.2 Bestimmung des maximal zulässigen Drucks

6.2.2.1 Maximal zulässiger Druck (PS)

Der maximal zulässige Druck muss unter Berücksichtigung von z. B. folgenden Faktoren bestimmt werden:

- a) maximale Umgebungstemperatur;
- b) mögliche Ansammlung nicht kondensierbarer Gase;
- c) Einstellung jeglicher Druckentlastungseinrichtung;
- d) Abtauverfahren;
- e) Anwendung (z. B. Kühlen oder Heizen);
- f) Sonneneinstrahlung (z. B. Auswirkung auf Eissportanlagen bei Stillstand der Anlage);
- g) Verschmutzung;
- h) Transportbedingungen einschließlich der in 6.2.13 aufgeführten.

Ausgehend von den relevanten Faktoren muss der Konstrukteur die maximal zulässigen Drücke in den verschiedenen Abschnitten der Anlage unter Berücksichtigung einer für den Aufstellungsort angemessenen maximalen Umgebungstemperatur bestimmen.

Für die Bestimmung des maximal zulässigen Drucks (PS) der verschiedenen Teile der Kälteanlage muss eines der folgenden Verfahren angewendet werden.

— Verfahren 1

Der Konstrukteur muss das für die Bestimmung des maximal zulässigen Drucks angewendete Berechnungs- oder Prüfverfahren dokumentieren. Bei Berechnungen von Temperaturunterschieden zwischen Umgebungs- und Verflüssigungstemperatur muss das Verfahren durch Prüfung bestätigt werden.

Für den Niedertemperaturkreis einer Kaskadenanlage muss der maximal zulässige Druck PS durch den Konstrukteur bestimmt werden. Der Konstrukteur muss Vorgaben für Stillstand unter allen vorhersehbaren Bedingungen machen.

— Verfahren 2

Tabelle 2 enthält eine Alternative zu Verfahren 1. Der Mindestwert für den maximal zulässigen Druck muss auf der Grundlage der in Tabelle 2 für die Bestimmung des Kältemittel-Sattdampfdrucks festgelegten Mindesttemperaturen bestimmt werden. Wenn die Verdampfer, z. B. beim Heißgasabtauen oder im Umschaltbetrieb, einem hohen Druck ausgesetzt sein können, muss die für die Hochdruckseite festgelegte Temperatur angewendet werden.

Die Anwendung von festgelegten Temperaturen führt nicht immer zum Kältemittel-Sattdampfdruck in der Anlage. Bei einer Anlage mit begrenzter Füllmenge unter Stillstandsbedingungen muss das isochore Verhalten berücksichtigt werden (Vergleich zwischen Kältemittel-Füllmenge und freiem innerem Volumen der Anlage). Im Falle von Druckstufen, die oberhalb des kritischen Punkts arbeiten, muss Verfahren 1 verwendet werden.

Tabelle 2 — Festgelegte Konstruktionstemperaturen

Umgebungsbedingungen	≤ 32 °C	≤ 38 °C	≤ 43 °C	≤ 55 °C
Hochdruckseite mit luftgekühltem Verflüssiger	55 °C	59 °C	63 °C	67 °C
Hochdruckseite mit wassergekühltem Verflüssiger oder Wasser-Wärmepumpe	Maximale Austrittstemperatur des Wassers + 8 K, jedoch nicht weniger als die Bemessungstemperatur der Niederdruckseite			
Hochdruckseite mit Verdunstungsverflüssiger	43 °C	43 °C	43 °C	55 °C
Niederdruckseite mit Wärmeübertrager, der den Umgebungstemperaturbedingungen der Außenseite ausgesetzt ist	32 °C	38 °C	43 °C	55 °C
Niederdruckseite mit Wärmeübertrager, der den Umgebungstemperaturbedingungen der Innenseite ausgesetzt ist	27 °C	33 °C	38 °C	38 °C
ANMERKUNG 1 Für die Hochdruckseite werden die festgelegten Temperaturen als die höchsten angenommen, die während des Betriebs auftreten. Diese Temperaturen ist höher als die Temperatur bei ausgeschaltetem Verdichter (Stillstand). Für die Niederdruckseite und/oder Zwischendruckseite genügt es, zur Berechnung des Drucks die Temperaturen zugrunde zu legen, die während des Verdichterstillstands erwartet werden. Diese Temperaturen sind Mindesttemperaturen und bestimmen somit, dass die Anlage nicht für einen maximal zulässigen Druck ausgelegt wird, der niedriger ist als der diesen Mindesttemperaturen entsprechende Sattedampfdruck des Kältemittels. ANMERKUNG 2 Für zeotrope Gemische ist der maximal zulässige Druck (PS) der Druck am Siedepunkt.				

ANMERKUNG 1 Der Druck, bei dem die Anlage oder Abschnitt der Anlage üblicherweise arbeitet, ist niedriger als der maximal zulässige Druck PS.

ANMERKUNG 2 Überbelastungen können sich durch pulsierendes Gas ergeben.

ANMERKUNG 3 Für die Ermittlung der Umgebungsbedingungen kann EN 60721-2-1 herangezogen werden.

6.2.2.2 Maximal zulässige Drücke für Komponenten

Der maximal zulässige Druck für jede Komponente darf nicht niedriger als der maximal zulässige Druck der Anlage oder des Abschnitts der Anlage sein.

Die Auswahl von Werkstoffen für Komponenten muss die Kerbschlagzähigkeit bei allen Temperaturen in Betracht ziehen, denen die Komponenten ausgesetzt werden können.

ANMERKUNG Die Verwendung bestimmter Werkstoffe bei geringen Temperaturen erfordert möglicherweise eine besondere Betrachtung aufgrund der Gefahr von Sprödebrüchen.

6.2.2.3 Schadensbegrenzung bei einem externen Brand

Der Druckanstieg im Falle eines externen Brands wird nicht als betrieblicher Zustand angesehen. Der Konstrukteur muss für die Kälteanlage angemessene Anforderungen an die Schadensbegrenzung berücksichtigen. Dies kann Maßnahmen aus Tabelle 3 beinhalten. Alternativen, die mindestens das gleiche Sicherheitsniveau bieten, sind ebenfalls zulässig.

Tabelle 3 — Beispiele für Maßnahmen zur Erfüllung von Schadensbegrenzungsanforderungen

Maßnahmen	Zusätzliche Angaben
Anwendung geeigneter Druckentlastungseinrichtungen	Berechnung nach EN 13136
Aufstellung der Kälteanlage in einem separaten Kältemaschinenraum, der EN 378-3 entspricht.	
Ausbreitung des Kältemittels in andere Teile der Kälteanlage zulassen.	Es muss vom ungünstigsten Fall ausgegangen werden.

Im Fall der Anwendung von Druckentlastungseinrichtungen darf der Konstrukteur eine Einstellung höher als $1 \times PS$ wählen, vorausgesetzt der entsprechende Abschnitt der Kälteanlage ist darauf ausgelegt, die Anforderungen für die Schadensbegrenzungen bei dieser höheren Einstellung zu erfüllen. Dies wird erreicht, indem der Hersteller ein angemessenes Sicherheitsniveau durch Berechnung oder Prüfung nachweisen kann.

6.2.3 Rohrleitungen

6.2.3.1 Vorhersehbarer Missbrauch der Rohrleitung

Bei einem vorhersehbaren Missbrauch der Rohrleitung, z. B. Hinaufklettern, Lagerung von Gegenständen sowie Anhängen von Werkzeugen u. ä. Missbrauch, müssen angemessene Gegenmaßnahmen umgesetzt werden.

ANMERKUNG Beispiele für Gegenmaßnahmen sind ausreichende Festigkeit, Schutzvorrichtungen oder Warnschilder.

6.2.3.2 Rohrleitungsverbindungen und Fittings

6.2.3.2.1 Allgemeines

Rohrleitungsverbindungen und Fittings müssen den Anforderungen nach EN 14276-2 entsprechen.

Werden Verbindungen an Rohrleitungen verwendet, müssen Schäden durch Gefrieren oder Schwingungen vermieden werden.

ANMERKUNG Anstrich, Beschichtung und Eisnuten sind Beispiele für Gegenmaßnahmen, um Schäden durch Gefrieren zu vermeiden.

Andere Verbindungen als Hartlöt- oder Schweißverbindungen müssen so ausgeführt und angeordnet werden, dass Belastungen der Rohrleitungen durch Zug, Druck, Biegung oder Torsion auf ein Mindestmaß verringert werden. Die erforderlichen Rohrhalterungen müssen vorgesehen werden, wobei die statischen und dynamischen Auswirkungen der Masse der Verbindung und der Verbindungskomponenten sowie eine mögliche Verlagerung der Rohrleitungen durch eine flexible Halterung der beweglichen Komponenten berücksichtigt werden müssen. Ebenso müssen Betrieb, Zusammenbau, Handhabung, Transport und Instandhaltung berücksichtigt werden.

6.2.3.2.2 Dauerhafte Verbindungen

Schweiß- oder Hartlötverbindungen müssen den Anforderungen nach EN 14276-2 entsprechen. Andere dauerhafte Verbindungen müssen den Anforderungen nach EN 16084 entsprechen.