

DIN EN 12693



ICS 23.140

**Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen –
Verdrängerverdichter für Kältemittel;
Deutsche Fassung EN 12693:2008**

Refrigerating systems and heat pumps –
Safety and environmental requirements –
Positive displacement refrigerant compressors;
German version EN 12693:2008

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur –
Exigences de sécurité et d'environnement –
Compresseurs volumétriques pour fluides frigorigènes;
Version allemande EN 12693:2008

Gesamtumfang 62 Seiten

Normenausschuss Kältetechnik (FNKä) im DIN

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab 2008-09-01

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN 12693:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ ausgearbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

Deutsche Fassung

**Kälteanlagen und Wärmepumpen —
Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen —
Verdrängerverdichter für Kältemittel**

Refrigerating systems and heat pumps —
Safety and environmental requirements —
Positive displacement refrigerant compressors

Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur —
Exigences de sécurité et d'environnement —
Compresseurs volumétriques pour fluides frigorigènes

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. April 2008 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 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe	7
4 Liste der signifikanten Gefährdungen	10
5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Schutz von beweglichen Teilen.....	12
5.3 Sicherheit gegen Stabilitätsverlust.....	12
5.4 Sicherheit bei der Handhabung.....	12
5.5 Sicherheit gegen Bruch oder Bersten	12
5.6 Elektrische Sicherheit	14
5.7 Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen.....	16
6 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder der Schutzmaßnahmen	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Typprüfung	17
6.3 Einzelprüfung	19
7 Kennzeichnung, Bildzeichen, schriftliche Warnhinweise	20
7.1 Allgemeines	20
7.2 Kennzeichnung	21
7.3 Bildzeichen, schriftliche Warnhinweise und Informationen	22
8 Dokumentation und Benutzerinformation.....	22
8.1 Allgemeines	22
8.2 Betriebsanleitung.....	22
Anhang A (informativ) Grundkriterien für die Auslegung von Kältemittelverdichtern	23
Anhang B (normativ) Verfahren für die Auslegung eines Kältemittel-Verdichters	25
Anhang C (normativ) Werkstoffe	29
Anhang D (normativ) Bestimmung des zulässigen Drucks bei der höchsten Betriebstemperatur	31
Anhang E (normativ) Bestimmung des zulässigen Drucks bei der tiefsten Betriebstemperatur (Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbruch)	32
Anhang F (informativ) Zusammenstellung von Eigenschaften häufig verwendeter Werkstoffe	37
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG	56
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	57
Literaturhinweise	58

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12693:2008) 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 November 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis November 2008 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien 98/37/EG und 2006/42/EG.

Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe die informativen Anhänge ZA und ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind.

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

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

Einleitung

Diese Norm ist eine Typ C-Norm nach EN ISO 12100.

Angaben zu den Anlagen, die von dieser Norm behandelt werden, und zum Ausmaß, bis zu dem Gefährdungen bzw. Gefährdungssituationen und -ereignisse von dieser Norm behandelt werden, sind im Anwendungsbereich enthalten.

Falls bestimmte Vorgaben dieser Typ C-Norm von den in Typ A- oder Typ B-Normen enthaltenen abweichen, haben die Vorgaben dieser Typ C-Norm im Falle von Anlagen, die nach den Vorgaben dieser Typ C-Norm konstruiert und gebaut wurden, Vorrang vor denen der anderen Normen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Verdrängerverdichter für Kältemittel nach der Definition in 3.1, die für ortsfeste und ortsveränderliche Kälteanlagen und Wärmepumpen verwendet und im Folgenden als Verdichter bezeichnet werden.

Sie gilt für Verdichter, die in gewerblichen und industriellen Anlagen eingesetzt werden und zu deren Energieversorgung Integralmotoren mit bis zu 1 000 V Wechselstrom oder 1 500 V Gleichstrom verwendet werden.

Sie gilt für Verdichter mit offenem Antrieb sowie für halbhermetische und hermetische Motorverdichter mit positiver Verdrängungsfunktion.

Diese Norm gilt nicht für:

- Verdichter, die für Geräte für den Hausgebrauch vorgesehen sind, für die EN 60335-2-34 gilt;
- Verdichter, bei denen Wasser oder Luft als Kältemittel dient.

Diese Norm enthält keine Anforderungen im Hinblick auf Schwingungen und Geräuschemission.

ANMERKUNG 1 Verdichter für die Fahrzeugklimatisierung können z. B. nach SAE J 639 entwickelt werden.

ANMERKUNG 2 Die Geräuschemission ist von der Gesamtanlage des eingebauten Verdichters und den entsprechenden Betriebsbedingungen abhängig.

Bei Verdichtern mit halbhermetischem oder offenem Antrieb, die bewegliche Teile enthalten und bei denen die äußere Hülle unter Berücksichtigung bewährter und sicherer industrieller Verfahrensweisen vor allem im Hinblick auf die Aufnahme mechanischer Lasten, den Widerstand gegen thermische Beanspruchungen (zur Begrenzung der möglichen Verformung durch Temperatureinwirkung) und auf Steifigkeit der Konstruktion (äußere mechanische Lasten und Gewicht der Ausrüstung) ausgelegt ist, wird davon ausgegangen, dass der Druck keinen wesentlichen Faktor für die Auslegung darstellt.

Anbauteile mit anderen Funktionen, wie z. B. Ölabscheider, Ölkühler und Ausgleichsbehälter, müssen EN 14276-1 oder EN 13445-6 (Gusseisen) bzw. EN 13445-8: (Aluminium) entsprechen, oder es muss nachgewiesen werden, dass sie die einschlägigen europäischen Anforderungen erfüllen. Dies gilt auch für die Gehäuse von hermetischen Verdichtern, deren Verbindungen entweder geschweißt oder auf andere Art dauerhaft ausgeführt sind.

Diese Norm enthält keine Anforderungen an Verdichter für den Einsatz in explosionsgefährdeten Atmosphären.

ANMERKUNG Weitere Hinweise hierzu sind EN 13463-1 zu entnehmen.

Diese Norm behandelt alle signifikanten Gefährdungen sowie alle Gefährdungssituationen und -ereignisse, die beim bestimmungsgemäßen Einsatz von Verdichtern sowie beim falschen Einsatz auftreten können, soweit dieser für den Hersteller mit vertretbarem Aufwand vorhersehbar ist (siehe Abschnitt 4).

Diese Norm legt sicherheitstechnische Anforderungen für die Auslegung, Konstruktion und Herstellung sowie für die Prüfung, Dokumentation und Kennzeichnung von Verdichtern fest, die gegebenenfalls auch für ihre fest eingebauten Zubehörteile, z. B. das Absperrventil, gelten.

Die Anforderungen dieser Norm berücksichtigen die bestimmungsgemäße Verwendung nach der Definition in 3.12 von EN ISO 12100-1:2003.

Diese Norm gilt für den in eine Kälteanlage einzubauenden Verdichter selbst.

Diese Norm ist nicht auf Verdichter anwendbar, die den Angaben in diesem Anwendungsbereich entsprechen, aber vor der Veröffentlichung dieses Dokuments als Europäische Norm hergestellt wurden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

EN 294, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen*

EN 378-1:2008, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Definitionen, Klassifikationen und Auswahlkriterien*

EN 378-2:2008, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

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

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

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

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

EN 953, *Sicherheit von Maschinen — Trennende Schutzeinrichtungen — Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen*

EN 1050, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN 1515 (alle Teile), *Flansche und ihre Verbindungen — Schrauben und Muttern*

EN 1561, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Lamellengraphit*

EN 1563, *Gießereiwesen — Gusseisen mit Kugelgraphit*

EN 1779, *Zerstörungsfreie Prüfung — Dichtheitsprüfung — Kriterien zur Auswahl von Prüfmethoden und -verfahren*

EN 10045-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

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

EN 12516-2, *Industriearmaturen — Gehäusefestigkeit — Teil 2: Berechnungsverfahren für drucktragende Gehäuse von Armaturen aus Stahl*

EN 13136:2001, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen — Berechnungsverfahren*

EN 13445-2:2002, *Unbefeuerte Druckbehälter — Teil 2: Werkstoffe*

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

EN 20898 (alle Teile), *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen*

EN 60034-1:2004, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1:2004)*

EN 60204-1:2006, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2005, modifiziert)*

EN 60335-2-34, *Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke — Teil 2-34: Besondere Anforderungen für Motorverdichter (IEC 60335-2-34:2002)*

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)*

EN 60947-4-1, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 4-1: Schütze und Motorstarter — Elektromechanische Schütze und Motorstarter (IEC 60947-4-1:2000)*

EN 60999 (alle Teile), *Verbindungsmaterial — Elektrischer Kupferleiter — Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen*

EN 61010-1, *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:2001)*

EN ISO 898 (alle Teile), *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl*

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

EN ISO 9606-2, *Prüfung von Schweißern — Schmelzschweißen — Teil 2: Aluminium und Aluminiumlegierungen (ISO 9606-2:2004)*

EN ISO 12100-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)*

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

EN ISO 15614-1, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen- und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel und Nickellegierungen (ISO 15614-1:2004)*

EN ISO 15614-2, *Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 2: Lichtbogenschweißen von Aluminium und seinen Legierungen (ISO 15614-2:2005)*

CR ISO 15608:2000, *Welding — Guidelines for a metallic material grouping system (ISO/TR 15608:2000)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 378-1:2000 und EN ISO 12100-1:2003 sowie die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Falls nichts anderes festgelegt ist, sind alle Drücke Überdrücke.

3.1

Verdrängungsverdichter

Verdichter, bei dem die Verdichtung durch Änderung des Innenvolumens der Verdichtungskammer erhalten wird

3.2

festgelegter maximal zulässiger Druck

P_S

vom Verdichterhersteller angegebener maximal zulässiger Druck

3.3

festgelegter maximal zulässiger Druck bei Stillstand

P_{S_s}

vom Verdichterhersteller angegebener maximal zulässiger Wert für den Ausgleichsdruck innerhalb des Verdichters

ANMERKUNG 1 Dieser Druck entspricht den unterschiedlichen höchstzulässigen Umgebungstemperaturen für unterschiedliche Kältemittel (siehe 6.5.2).

ANMERKUNG 2 $P_{S_s} \leq P_S$

3.4

Verdichter-Überströmeinrichtung

Einrichtung, die speziell zum Schutz des Verdichters gegen Bersten bei abnormen Bedingungen, z. B. bei geschlossenem Druckabsperrenteil, vorgesehen ist. Diese Einrichtung entlastet von der Druckseite bzw. einem Zwischenraum des Verdichters zur Saugseite bzw. einem Raum mit niedrigerem Druck

ANMERKUNG Diese Einrichtung kann eine Berstscheibe oder ein federbelastetes Überströmventil sein (federbelastete Überströmventile können in Bezug auf den Gegendruck entweder druckausgleichend oder druckabhängig sein).

3.5 Temperaturlastfälle

3.5.1

$\min t_{0\ 100}$

tiefste Temperatur, bei der der Bauteilwerkstoff bei einer Beanspruchung von bis zu 100 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle B.2 eingesetzt werden darf

3.5.2

$\min t_{0\ 75}$

tiefste Temperatur, bei der der Bauteilwerkstoff bei einer Beanspruchung von bis zu 75 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle B.2 eingesetzt werden darf

3.5.3

$\min t_{0\ 25}$

tiefste Temperatur, bei der der Bauteilwerkstoff bei einer Beanspruchung von höchstens 25 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte nach Tabelle B.2 eingesetzt werden darf

3.5.4

Verbindungselemente

Schrauben, Schraubenbolzen mit Vollschaft bzw. Dehnschaft und Zapfen, Bolzen und Muttern, für die die Bezeichnungssysteme nach EN ISO 898 und EN 20898 oder EN 1515 (Festigkeitsklassen) gelten

3.6 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Benennung	Einheit
A	Bruchdehnung	%
KV	Kerbschlagarbeit	J
KV_0	Grenzwert für die Kerbschlagarbeit, wenn diese als unabhängig von der Temperatur gilt	J
KV_0^t	Normwert der Kerbschlagarbeit bei Normtemperatur des Werkstoffs	J
$KV_{TS\min}$	Kerbschlagarbeit bei der tiefsten Betriebstemperatur $TS_{\min}$	J
P_{burst}	Berstdruck	MPa
$\min t_{0\ 100}$	tiefste Temperatur, bei der der Verdichter in Übereinstimmung mit den für die jeweiligen Werkstoffe geltenden Europäischen Normen bei einer Beanspruchung von bis zu 100 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte eingesetzt werden darf	
$\min t_{0\ 75}$	tiefste Temperatur, bei der der Verdichter bei einer Beanspruchung von bis zu 75 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte eingesetzt werden darf	
$\min t_{0\ 25}$	tiefste Temperatur, bei der der Verdichter bei einer Beanspruchung von höchstens 25 % der zulässigen Auslegungsspannung bei 20 °C unter Berücksichtigung der Sicherheitsbeiwerte eingesetzt werden darf	
P_F	maximal zulässiger Auslegungs-Prüfdruck	MPa oder bar ^a
PS	maximal zulässiger Druck, allgemein, ohne Berücksichtigung von Temperatureinflüssen	MPa oder bar ^a
PS_S	maximal zulässiger Druck bei Stillstand	MPa oder bar ^a
PS_7	maximal zulässiger Druck bei (–10 °C bis +50 °C) nach Festigkeitsauslegung (ohne Temperaturkorrektur)	MPa oder bar ^a
$PS_{TS\max}$	maximal zulässiger Druck bei höchster Betriebstemperatur	MPa
$PS_{TS\min}$	maximal zulässiger Druck bei tiefster Betriebstemperatur	MPa
$R_{p\ 0,2}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei Umgebungstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p\ 1,0}$	Streckgrenze, 1,0-%-Dehnung bei Umgebungstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p\ 0,2\ TS\max}$	Streckgrenze, 0,2-%-Dehnung bei höchster Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
$R_{p\ 1,0\ TS\max}$	Streckgrenze, 1,0-%-Dehnung bei höchster Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
R_{eH}	obere Streckgrenze	MPa, N/mm ²

Tabelle 1 — Symbole (fortgesetzt)

Symbol	Benennung	Einheit
$R_{eH\ TSmax}$	obere Streckgrenze bei höchster Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
R_7	Zugfestigkeit	MPa, N/mm ²
$R_{m\ TSmax}$	Zugfestigkeit bei höchster Betriebstemperatur	MPa, N/mm ²
S_{con}	Sicherheitsbeiwert	—
S_{TSmin}	Faktor zur Berücksichtigung der reduzierten Kerbschlagarbeit aufgrund der tiefsten Betriebstemperatur	—
S_{TSmax}	Faktor zur Berücksichtigung der reduzierten Festigkeit aufgrund der höchsten Betriebstemperatur	—
σ_{con}	Auslegungswert der Anfangsspannung	MPa, N/mm ²
TS	Betriebstemperatur	°C
TS_{min}	tiefste Betriebstemperatur	°C
TS_{max}	höchste Betriebstemperatur	°C
^a 1 MPa = 10 bar ANMERKUNG 1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 100 000 Pa = 14,5 PSI.		

4 Liste der signifikanten Gefährdungen

Siehe Tabelle 2.

Dieser Abschnitt enthält eine Auflistung aller in dieser Norm behandelten signifikanten Gefährdungen und der Gefährdungssituationen und -ereignisse, die durch eine Risikobewertung als signifikant für den jeweiligen Verdichtertyp erkannt wurden und Maßnahmen zur Beseitigung oder Reduzierung des entsprechenden Risikos erfordern. Die Risikobewertung ist nach EN 1050 durchzuführen. Die Verdichter sind in Übereinstimmung mit den in EN ISO 12100-2 aufgeführten Grundsätzen zur Beseitigung oder Reduzierung des vorhersehbaren Risikos herzustellen.

Tabelle 2 — Liste der signifikanten Gefährdungen, Gefährdungssituationen, Sicherheitsanforderungen und/oder Sicherheitsmaßnahmen

Signifikante Gefährdung nach EN 1050	Gefährdungssituation	Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	Verweisung	Verifizierung
Mechanisch				
Bewegliche Teile	Mögliche körperliche Verletzung des Benutzers	Schutzeinrichtungen	5.2	V
Stabilitätsverlust	Mögliche Verletzungen beim Transport und Betrieb	Befestigungspunkte Anschlagpunkte Anschlagpunkte	5.3 5.4, 7.3.1 6.2.5	V D/V T
Bruch oder Bersten	Mögliche Verletzungen durch heraus-schleudernde Teile oder Flüssigkeiten	Auslegungskriterien Festigkeitsprüfung Dichtheitsprüfung	5.5 6.2.2, 6.2.3, 6.3.2 6.3.3	D T T V
Elektrisch				
Berührung von spannungs-führenden Teilen	Mögliche Verletzung durch Elektroschock	Auslegungskriterien Erdung Innenverdrahtung Hochspannungsprüfung Schutzvorrichtung	5.6.1, 5.6.2, 5.6.3, 5.6.4, 5.6.5, 5.6.9 5.6.6 5.6.7 5.6.8, 6.2.4, 6.3.4 5.6.10	D D D T V
Elektrostatische Phänomene	Mögliche Verletzungen durch Elektroschock	Erdung	5.6.6	D
Thermisch				
Berührung von heißen oder kalten Objekten	Mögliche Hautverletzungen	Warnhinweise	8.2	
Signifikante Gefährdung nach EN 12100-1	Gefährdungssituation	Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	Verweisung	Verifizierung
Werkstoffe und Substanzen				
Kontakt mit oder Einatmen von Gasen	Mögliche Verletzungen durch aggressive Medien beim Ablassen	Hilfsmittel und Anweisungen Warnhinweise	5.7 7.3.2	V V
ANMERKUNG Verifizierungsverfahren				
V Sichtprüfung, mit deren Hilfe zu verifizieren ist, ob die Bauteile die geforderten Leistungsmerkmale haben				
T Prüfung oder Überprüfung, mit deren Hilfe zu verifizieren ist, ob die bereitgestellten Leistungsmerkmale so funktionieren, dass die Anforderungen erfüllt werden				
D Zeichnung und/oder Berechnungen, mit deren Hilfe zu verifizieren ist, ob die Auslegungseigenschaften die Anforderungen erfüllen				

5 Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen

5.1 Allgemeines

Verdichter müssen die in diesem Abschnitt festgelegten Sicherheitsanforderungen erfüllen und/oder die hierin festgelegten Sicherheitsmaßnahmen aufweisen.

Außerdem müssen die Verdichter nach den in EN ISO 12100 festgelegten Grundsätzen für relevante, aber nicht signifikante Gefährdungen ausgelegt sein, die in der vorliegenden Norm nicht behandelt werden.

Darüber hinaus muss die Kälteanlage, in die der Verdichter eingebaut wird, die in der Normenreihe EN 378 festgelegten Anforderungen erfüllen.

Da die Oberflächentemperatur von Kältemittelverdichtern sowie den an diese angeschlossenen Teilen und Rohrleitungen von den Betriebsbedingungen und den Eigenschaften der jeweiligen Kältemittel abhängt, müssen Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung der Anforderungen von EN ISO 13732-1 ergriffen werden.

5.2 Schutz von beweglichen Teilen

Bewegliche Teile, wie z. B. automatische Antriebe, Lüfter oder Anzeiger für Leistungsregler, sind durch feststehende Schutzeinrichtungen nach EN 953 zu schützen. Öffnungen, wie z. B. Schlitze, Kreise usw., müssen EN 294 entsprechen.

5.3 Sicherheit gegen Stabilitätsverlust

Die Verdichter müssen mit Befestigungspunkten versehen sein, um sicherzustellen, dass sie bei Transport und Betrieb nicht kippen oder umfallen.

5.4 Sicherheit bei der Handhabung

Verdichter mit einem Gewicht über 25 kg müssen mit geeigneten Anschlagpunkten oder -vorrichtungen ausgerüstet sein, um ein sicheres Anheben, Einbauen und Instandhalten zu ermöglichen. Die Anschlagpunkte oder -vorrichtungen müssen für eine Tragkraft ausgelegt sein, die an den einzelnen Anschlagpunkten dem 1,25-fachen des Verdichtergewichtes entspricht.

ANMERKUNG Es reicht aus, bei der Auslegung einen Faktor von 2 gegen Verformung und einen Faktor von 3 gegen Bruch in Bezug auf senkrechtes Anheben anzusetzen.

5.5 Sicherheit gegen Bruch oder Bersten

5.5.1 Allgemeines

Verdichter und dazugehörige Bauteile müssen so ausgelegt und hergestellt werden, dass sie den Drücken und Temperaturen standhalten, die während des Betriebs, bei Stillstand und während des Transports unter Berücksichtigung der zu erwartenden thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen auftreten können.

Die Werkstoffe sind nach ihrer Eignung für die Anwendung auszuwählen. Die Werkstoffe und Abmessungen müssen so gewählt werden, dass eine ausreichende Festigkeit, Steifigkeit und Stabilität sichergestellt ist, um den dynamischen Beanspruchungen standhalten zu können. Durch eine Typprüfung (siehe 6.2) oder durch Einzelprüfungen (siehe 6.3) muss nachgewiesen werden, dass der Verdichter dem Innendruck standhält.

5.5.2 Druckanforderungen

Der Auslegungsdruck der Verdichter für Standardanwendungen muss den Sattedampfdrücken bei den in EN 378-2 angegebenen Temperaturen oder den Festlegungen des Verdichterherstellers entsprechen.

Für nicht in EN 378-2 festgelegte Kältemittel und Anwendungsfälle muss der Hersteller in der Betriebsanleitung den maximal zulässigen Druck PS und den festgelegten maximal zulässigen Druck bei Stillstand PS_S unter Berücksichtigung der erforderlichen Anwendungsbereiche angeben. Weitere Anforderungen siehe 6.2 und 6.3.

5.5.3 Werkstoffe

5.5.3.1 Allgemeines

Die Werkstoffe müssen so gewählt werden, dass sie den im Betrieb, Stillstand und Transport zu erwartenden thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen während der gesamten voraussichtlichen Lebensdauer der Verdichterteile standhalten.

Verdichter und Verdichterteile müssen die in den Anhängen B, C, D und E angegebenen Anforderungen erfüllen.

ANMERKUNG Grundlegende Auslegungskriterien für Kältemittelverdichter sind in Anhang A beschrieben.

5.5.3.2 Anforderungen zur Vermeidung von Sprödbbruch

Für Verdichter und Verdichterteile mit reduzierter Duktilität bei Temperaturen unter -10 °C sollte die zulässige Temperatur nach Anhang F niedriger angesetzt werden.

Beispiele sind in Anhang E angegeben.

5.5.4 Schaugläser

Bei Verwendung von Schaugläsern gelten die Sicherheitsanforderungen nach EN 12178.

5.5.5 Anwendung von Druckentlastungseinrichtungen

5.5.5.1 Schutz für den Fall, dass das Druckabsperrventil geschlossen ist

Der Hersteller muss die mit einem Absperrventil zwischen den einzelnen Stufen versehenen Verdichter und Verdichter mit einem Nenn-Hubvolumen $> 90\text{ m}^3/\text{h}$ (25 l/s) mit einer integrierten Verdichter-Überströmeinrichtung oder einer extern angeordneten Druckentlastungseinrichtung oder einem Sicherheitsventil gegen Bruch schützen. Für die Anwendung dieses Abschnittes ist bei mehrstufigen Verdichtern das Hubvolumen der Hochdruckstufe als das „Nenn-Hubvolumen“ zu betrachten.

ANMERKUNG Wenn die Überströmeinrichtung anspricht, können im Inneren des Verdichters Schäden durch Überlastung und Überhitzung auftreten.

Die Überströmeinrichtung des Verdichters zur Abströmung des vom Verdichter produzierten Kältemittelvolumens muss auf einen saugseitigen 10 °C entsprechenden Sättigungsdruck ausgelegt sein. Falls die höchste zulässige Verdampfungstemperatur von diesem Wert bei 10 °C um mehr als 5 K abweicht, muss die Überströmeinrichtung auf den dieser Temperatur entsprechenden Druck ausgelegt sein.

Die Überströmeinrichtung des Verdichters muss in eine niedrigere Druckstufe des Verdichters bzw. der Anlage oder in einen speziellen Behälter abblasen.

Druckentlastungseinrichtungen, die in die Atmosphäre abblasen, oder extern angeordnete Sicherheitsventile, die in den Verdichter oder die Anlage abblasen, müssen EN 13136 entsprechen.

Berstscheiben müssen 7.3 von EN 13136:2003 und EN ISO 4126-2 entsprechen.

Die Maße der Überströmeinrichtung des Verdichters sind durch Prüfung nach 6.2.3 zu bestätigen.

Ein Absperren der Überströmeinrichtungen, Druckentlastungseinrichtungen oder Sicherheitsventile des Verdichters darf nicht möglich sein.

Die Überströmeinrichtung des Verdichters darf nicht für den Druckschutz der Anlage verwendet werden.

5.5.5.2 Schutz für den Fall, dass der Stillstandsdruck den Betriebsdruck überschreitet

Bei Verwendung von CO₂ muss eine Druckentlastungseinrichtung verwendet werden, die in die Atmosphäre abbläst, um den Verdichter vor den Betriebsdruck überschreitenden Drücken zu schützen. Dies muss auf sichere Art und Weise erfolgen, um Risiken für die Benutzer zu vermeiden; siehe dazu EN 378-2.

5.6 Elektrische Sicherheit

5.6.1 Allgemeines

Die elektrischen Bauteile und die Anlage, zu der der Verdichter gehört, müssen die geltenden Anforderungen von EN 60204-1 sowie die Anforderungen der nachstehenden Ergänzungen erfüllen.

Offene Verdichter sind nur betroffen, wenn sie mit Zubehör wie z. B. Lüftern, Heizeinrichtungen, Magnetventilen, elektrischen Steuer- und Regelgeräten ausgerüstet sind.

5.6.2 Klassifizierung

Motorverdichter und Gehäuse von elektrischen Einrichtungen müssen der Schutzklasse I und mindestens IP 21 nach EN 60529 entsprechen.

5.6.3 Ermittlung von Nennströmen

Für den Verdichter sind die folgenden Nennströme zu ermitteln:

— maximaler Betriebsstrom

maximaler Strom, den der Verdichter im Betriebszustand innerhalb seines vorgesehenen Betriebsbereiches bei der festgelegten Mindest-Betriebsspannung und dem Kältemittel mit dem größten Leistungsbedarf verbraucht;

ANMERKUNG In der Regel sind Verdichter für mehrere Kältemittel freigegeben.

— Strom bei blockiertem Rotor/blockiertem Motorstrom (LRA)

Angabe bei Nennspannung oder beim Durchschnittswert der Mittelspannung, falls ein bestimmter Bereich festgelegt ist, sowie bei der Frequenz mit dem höchsten blockierten Rotorstrom. Die Messungen müssen bei sicherer Blockierung des Rotors und stabilisierter Stromstärke vorgenommen werden, spätestens 4 s nach dem Unterstromsetzen des Stators. Bei Beginn der Prüfung muss das Verdichtergehäuse eine Temperatur von 32 °C ± 8 K haben.

5.6.4 Schutz gegen Berührung von spannungsführenden Teilen

Verdichter müssen in Übereinstimmung mit Abschnitt 6 von EN 60204-1:2006 so konstruiert und abgesichert sein, dass ein unbeabsichtigtes Berühren von spannungsführenden Teilen nicht möglich ist. Das Entfernen von Deckeln oder Abdeckungen darf nur unter Verwendung von Werkzeugen möglich sein.

Der Kältemittelfluss muss (im Falle der Verwendung eines Gases) so gesteuert werden, dass die Kondensation von Feuchtigkeit an den elektrischen Anschlüssen und Klemmen vermieden wird. Die Zwischenräume zwischen spannungsführenden (unter Strom gesetzten) Teilen und spannungslosen Metallteilen (nicht leitenden und nicht unter Strom gesetzten Teilen) innerhalb und außerhalb des Verdichtergehäuses müssen mindestens den Angaben in Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 — Zwischenräume

Zulässiger Mindestabstand zwischen nicht isolierten spannungsführenden Teilen entgegengesetzter Polarität und zwischen einem nicht isolierten spannungsführenden Teil und einem spannungslosen Metallteil		
[mm]		
Spannungsbereich	innerhalb	außerhalb
$\leq 130 \text{ V}$	1,5	2,0
$> 130 \text{ V und } \leq 250 \text{ V}$	3,0	4,0
$> 250 \text{ V und } \leq 480 \text{ V}$	4,0	5,0
$> 480 \text{ V und } \leq 750 \text{ V}$	4,5	6,0
$750 \text{ V und } \leq 1\,000 \text{ V}$	5,5	7,5

Zwischenräume an den Anschlussklemmen von berohrten Heizeinrichtungen für einen Spannungsbereich von bis zu 250 V dürfen mindestens 1,0 mm betragen, wenn die Umgebung gegen Verunreinigungen geschützt ist.

5.6.5 Verbindungsmaterial

Verbindungsmaterial muss EN 60999 entsprechen.

5.6.6 Maßnahmen für die Erdung

Motorverdichter sind nach EN 60034-1:2004, 10.1 mit Vorrichtungen für die Erdung auszurüsten.

5.6.7 Innenverdrahtung

Die Innenverdrahtung muss geführt und abgestützt oder anderweitig geschützt werden, um ein Verbiegen und Abtrennen zu vermeiden. Die Isolierung und die Abstützungen müssen den Auswirkungen von Schwingungen standhalten. Die Leitungen sollten weder beim Verdrahten noch im Einbauzustand mit rauen Oberflächen, scharfen Kanten oder beweglichen Teilen in Kontakt kommen. Bei Verlängerungen von Leitungsanschlüssen der Motorwicklungen für Steckverbindungen sind Schutzhülsen vorzusehen.

Öffnungen, durch die isolierte Drähte verlaufen, müssen glatt und abgerundet sein. Bei Blechen müssen die Öffnungen mit Buchsen oder Hülsen geschützt sein.

5.6.8 Hochspannungsprüfung

Die Hochspannungsprüfung muss nach 6.2.4 und 6.3.4 durchgeführt werden.

5.6.9 Isoliermaterialien

Isoliermaterialien müssen gegen die im Verdichter und im Kältemittelkreislauf verwendeten Kältemittel und Schmierstoffe beständig sein. Sie müssen aus korrosionsbeständigen Werkstoffen hergestellt sein oder mit einem Überzug als Korrosionsschutz versehen sein. Die während des Betriebs des Motorverdichters beim Aufheizen und Abkühlen auftretenden Temperatureinflüsse sind zu berücksichtigen.

5.6.10 Schutzeinrichtungen des Motorverdichters

Motorverdichter sind mit Schutzeinrichtungen zu versehen, die den Motorstromkreis unterbrechen. Diese Vorrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass die Temperaturen aller zugänglichen Flächen unter üblichen oder unüblichen Betriebsbedingungen, z. B. bei blockiertem Rotor oder aussetzender Phase oder im Einphasenzustand (3-Phasen-Motoren), 150 °C nicht überschreiten. Mit Hilfe von thermischen Schutzeinrichtungen ist der Motorstrom direkt (z. B. mit einer Leitungsunterbrechung innerhalb des Verdichtergehäuses) abzuschalten oder der Kontaktgeber im Steuerpunkt zu unterbrechen (z. B. Elektromodul). Diese Einrichtungen dürfen automatisch oder manuell rückstellbar sein und müssen die Anforderungen von EN 61010-1 erfüllen.

Die Schutzeinrichtung mit automatischer Rückstellung darf eingesetzt werden, wenn die Dokumentation bzw. die Anleitungen des Herstellers angeben, dass der Verdichter eine LRA-Typprüfung über 2 000 Zyklen bestanden hat.

Zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Überstrom-Schutzeinrichtungen dürfen Motorverdichter auch mit extern angeordneten Überstrom-Schutzeinrichtungen mit Rückstellung von Hand nach EN 60947-4-1 ausgerüstet sein. In diesen Fällen braucht die LRA-Prüfung nicht durchgeführt zu werden, sofern die Verwendung dieser Überstrom-Schutzeinrichtungen in der Dokumentation des Verdichterherstellers als verbindliche Anforderung vorgeschrieben ist.

5.7 Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen

Die Verdichter müssen so konstruiert sein, dass eine sichere und umweltverträgliche Rückgewinnung von Schmierstoff und Kältemittel möglich ist (z. B. Betriebsschaltungen; siehe EN 378-4). In den Unterlagen für den Anwender (Herstellerhandbuch) müssen spezielle Anleitungen enthalten sein.

6 Überprüfung der Sicherheitsanforderungen und/oder der Schutzmaßnahmen

6.1 Allgemeines

Für jede über das selbstverständliche Maß hinausgehende Sicherheitsanforderung und/oder Schutzmaßnahme muss das Überprüfungsverfahren festgelegt werden:

- a) durch Prüfung nach 6.2;
- b) durch Maßnahmen (z. B. „Festigkeit“);
- c) durch Berechnung;
- d) durch Sichtprüfung.

Die Verdichter müssen durch den Hersteller geprüft werden: Entweder durch eine Typprüfung nach 6.2 in Verbindung mit einer Einzelprüfung nach 6.3.2.2 oder durch eine Einzelprüfung nach 6.3.2.3.

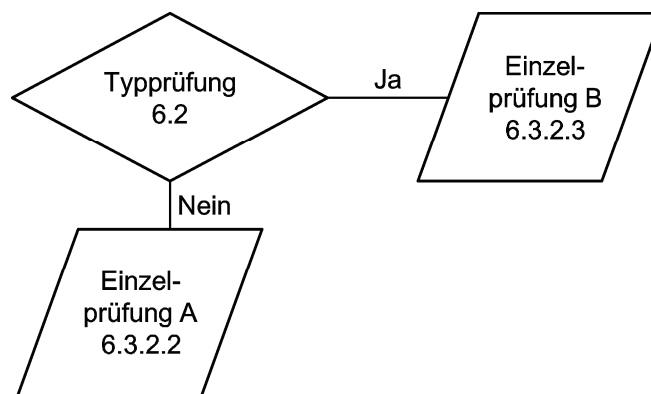


Bild 1 — Fließbild der Prüfungen

Wird ein Verdichter von einem Hersteller für verschiedene Anwendungsfälle freigegeben, so müssen die Prüfungen den höchsten Anforderungen entsprechend durchgeführt werden.

Alle Prüfergebnisse müssen aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Anstelle einer Typprüfung zur Bestimmung der Festigkeit (6.2.2) kann diese Prüfung auch als Einzelprüfung nach 6.3.2.2 durchgeführt werden.

6.2 Typprüfung

6.2.1 Allgemeines

Alle Bauarten des Verdichters sind einer Typprüfung auf Festigkeit, Funktion der Druckentlastungseinrichtung, falls eingebaut, und der elektrischen Sicherheit zu unterziehen.

6.2.2 Festigkeitsprüfung

Wird eine Einzelprüfung der Festigkeit nach 6.3.2.1 gewählt, so ist die folgende Typprüfung durchzuführen.

Aus jeder Design-Plattform des Verdichters sind zwei repräsentative Prüflinge zu wählen und einer Prüfung zu unterziehen. Bei dieser Wahl sind die im Hinblick auf die Festigkeit ungünstigsten Bedingungen zugrunde zu legen. Die Prüfung muss mindestens einmal jährlich durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Falls eine Verifizierung erforderlich ist, kann diese von einer notifizierten Stelle oder im Rahmen des zertifizierten QM-Systems des Herstellers durchgeführt werden.

Das Gehäuse auf der Hochdruckseite des Verdichters muss ohne Bruch einem Prüfdruck von mindestens $3,0 \times PS$ standhalten.

Das Gehäuse auf der Niederdruckseite des Verdichters muss ohne Bruch einem Prüfdruck von mindestens $3,0 \times PS_S$ standhalten.

Der Druck muss allmählich erhöht werden, bis der erforderliche maximale Prüfdruck erreicht ist. Dieser Prüfdruck ist für eine Dauer von mindestens 30 min zu halten. Danach ist er allmählich zu reduzieren. Die Prüfung ist aufzuzeichnen.

Die Einrichtungen für das Abdichten von Öffnungen und Aufbringen von Prüfdrücken dürfen keinen Einfluss auf das Verhalten des zu prüfenden Verdichters haben.

Der Verdichter gilt als annehmbar, wenn nach Beendigung der Druckprüfung bei einer Überprüfung keine Anzeichen eines Bruches feststellbar sind.