

DIN EN 13136

ICS 27.080; 27.200

Ersatz für
DIN EN 13136:2013-12

**Kälteanlagen und Wärmepumpen –
Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen –
Berechnungsverfahren;
Deutsche Fassung EN 13136:2013+A1:2018**

Refrigerating systems and heat pumps –
Pressure relief devices and their associated piping –
Methods for calculation;
German version EN 13136:2013+A1:2018

Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur –
Dispositifs de limitation de pression et tuyauteries associées –
Méthodes de calcul;
Version allemande EN 13136:2013+A1:2018

Gesamtumfang 38 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13136:2013+A1:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13136:2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang A: neue Tabelle A.1;
- b) Anhang C: neuer Unterabschnitt C.4;
- c) neuer Anhang ZA;
- d) redaktionelle Änderungen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13136: 2001-09, 2005-12, 2013-12

Deutsche Fassung

Kälteanlagen und Wärmepumpen —
Druckentlastungseinrichtungen und zugehörige Leitungen —
Berechnungsverfahren

Refrigerating systems and heat pumps —
Pressure relief devices and their associated piping —
Methods for calculation

Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur —
Dispositifs de limitation de pression et tuyauteries
associées —
Méthodes de calcul

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 24. August 2013 angenommen und beinhaltet die Änderung 1, welche vom CEN am 5. November 2018 angenommen wurde.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Symbole	7
5 Allgemeines	9
6 Druckentlastungseinrichtungen zum Schutz von Anlagenteilen	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Durch Wärmequellen verursachter unzulässiger Druck	10
6.2.1 Äußere Wärmequellen	10
6.2.2 Innere Wärmequellen	11
6.3 Durch Verdichter verursachter unzulässiger Druck	12
6.4 Durch Flüssigkeitsausdehnung verursachter unzulässiger Druck	12
7 Abblaseleistungen von Druckentlastungseinrichtungen	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Bestimmung der Abblaseleistung von Druckentlastungsventilen	13
7.2.1 Bestimmung des Ausflusskoeffizienten	13
7.2.2 Kritische und unterkritische Strömung	13
7.2.3 Funktion des Isentropenexponenten (C)	13
7.2.4 Korrekturfaktor für unterkritische Strömung	13
7.2.5 Abblaseleistung von Druckentlastungsventilen	14
7.3 Berechnung der Abblaseleistung und des Strömungsquerschnittes von Berstscheiben und Schmelzsicherungen	14
7.4 Druckabfall in zuführenden/abführenden Leitungen	15
7.4.1 Allgemeines	15
7.4.2 Druckabfall in Bauteilen	15
7.4.3 Druckabfall in der zuführenden Leitung	16
7.4.4 Druckabfall in der abführenden Leitung	16
Anhang A (normativ) Werte von Funktionen, Faktoren und Eigenschaften von Kältemitteln	17
Anhang B (informativ) Berechnung der Strömungsquerschnitte für nicht verdampfende und verdampfende Flüssigkeiten	28
B.1 Berechnung des Strömungsquerschnittes für nicht verdampfende Flüssigkeiten	28
B.2 Berechnung des Strömungsquerschnittes für verdampfende Flüssigkeiten	28
Anhang C (informativ) Beispiel für die Berechnung der Größe von Druckentlastungseinrichtungen mit zugehörigen Leitungen	30
C.1 Annahmen für das Berechnungsbeispiel	31
C.2 Berechnung der erforderlichen Mindestabblaseleistung Q_{md} bei Norm-Wärmestromdichte	31
C.3 Berechnung der erforderlichen Mindestabblaseleistung Q_{md} bei reduzierter Wärmestromdichte	32
C.4 Berechnung des Strömungsquerschnitts A_C , Auswahl des Druckentlastungsventils	32

C.5	Druckabfall in der zuführenden Leitung (vom Behälter zum Druckentlastungsventil).....	33
C.6	Druckabfall in der abführenden Leitung (vom Druckentlastungsventil zur Atmosphäre)	34
Anhang ZA (informativ)  Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräte-Richtlinie).....		
		35
Literaturhinweise.....		36

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13136:2013+A1:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 182 „Kälteanlagen, sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2019 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument enthält die Änderung 1, angenommen von CEN am 2018-11-05.

Dieses Dokument ersetzt  EN 13136:2013 .

Der Beginn und das Ende von neuem oder geändertem Text werden durch die Markierungen   angezeigt.

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

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

 Im Vergleich zu EN 13136:2013 berücksichtigt EN 13136:2013+A1:2018 die Änderungen in Anhang A und Anhang C. 

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

Einleitung

Diese Europäische Norm basiert auf den geltenden Teilen der Normen EN ISO 4126-1:2013, EN ISO 4126-2:2003 und EN 12284.

Sie ist an die besonderen Anforderungen an Kälteanlagen angepasst und enthält die entsprechenden Daten. Sie stellt Maßnahmen bereit, um die Anforderungen an die Druckentlastungseinrichtungen nach EN 378-2:2008+A2:2012 zu erfüllen.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Europäische Norm beschreibt die Berechnung der Massenströme zur Größenbestimmung von Druckentlastungseinrichtungen für Teile von Kälteanlagen.

ANMERKUNG Der in dieser Europäischen Norm verwendete Begriff „Kälteanlage“ schließt Wärmepumpen mit ein.

1.2 Diese Europäische Norm beschreibt die Berechnung der Abblaseleistungen von Druckentlastungsventilen und anderen Druckentlastungseinrichtungen in Kälteanlagen einschließlich der hierzu erforderlichen Daten zur Größenbestimmung dieser Einrichtungen, wenn sie ins Freie oder in Bauteile der Kälteanlage mit niedrigerem Druck abblasen.

1.3 Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Auswahl von Druckentlastungseinrichtungen zur Vermeidung von unzulässigen Drücken, hervorgerufen durch innere und äußere Wärmequellen, Druckerzeuger (z. B. Verdichter, Erhitzer usw.) und die Wärmeausdehnung eingesperrter Flüssigkeit fest.

1.4 Diese Europäische Norm beschreibt die Berechnung des Druckabfalls in den zu- und abführenden Leitungen von Druckentlastungsventilen und anderen Druckentlastungseinrichtungen einschließlich der erforderlichen Daten.

1.5 Diese Europäische Norm verweist in Abschnitt 5 auf weitere einschlägige Normen.

2 Normative Verweisungen

A1 Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). **A1**

EN 378-1:2008+A2:2012, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien*

EN 378-2:2008+A2:2012, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

EN 764-1:2004, *Druckgeräte — Teil 1: Terminologie — Druck, Temperatur, Volumen, Nennweite*

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

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

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)*

ISO 817, *Refrigerants — Designation system*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 378-1:2008+A2:2012, EN 12284:2003, EN ISO 4126-1:2013, EN ISO 4126-2:2003 und EN 764-1:2004.

A1) ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp> **A1)**

4 Symbole

Für die Anwendung dieser Norm werden die Symbole nach EN 764-2:2012 sowie folgende Symbole verwendet:

Symbol	Benennung	Einheit
A	Strömungsquerschnitt des Druckentlastungsventils $A = \left[\frac{\pi \times d^2}{4} \right]$	mm ²
A_c	berechneter Strömungsquerschnitt	mm ²
A_{DN}	Armaturenquerschnitt bezogen auf DN	mm ²
A_{in}	Innenquerschnitt des zuführenden Rohres	mm ²
A_{liq}	berechneter Strömungsquerschnitt für Flüssigkeit nach Entspannung	mm ²
A_{out}	Innenquerschnitt des abführenden Rohres	mm ²
A_R	Innenquerschnitt des Rohres	mm ²
A_{surf}	äußere Oberfläche des Behälters	m ²
A_{vap}	berechneter Strömungsquerschnitt für Dampf nach Entspannung	mm ²
C	Funktion des Isentropenexponenten (Tabelle A.2)	–
DN	Nennweite (siehe EN ISO 6708:1995)	–
d	tatsächlicher engster Strömungsdurchmesser des Druckentlastungsventils	mm
d_c	berechneter Strömungsdurchmesser des Druckentlastungsventils	mm
d_{in}	Innendurchmesser des zuführenden Rohres	mm
d_{out}	Außendurchmesser des abführenden Rohres	mm
D_R	Außendurchmesser des Rohres (Tabelle A.4)	mm
d_R	Innendurchmesser des Rohres	mm
h_{vap}	Verdampfungsenthalpie des Kältemittels beim 1,1fachen Einstelldruck der Druckentlastungseinrichtung (für überkritische bzw. überhitzte Bedingungen siehe 6.1)	kJ/kg
K_b	Korrekturfaktor für den theoretischen Ausflussmassenstrom für unterkritischen Strömungszustand (Tabelle A.3)	–
K_d	zuerkannte Ausflussziffer unter Berücksichtigung des Gegendruck-Verhältnisses p_b/p_o und des möglicherweise reduzierten Hubs des Druckentlastungsventils	–

Symbol	Benennung	Einheit
K_{dr}	reduzierte Ausflussziffer [$K_{dr} = K_d \times 0,9$]	–
K_{drl}	reduzierte Ausflussziffer für Flüssigkeit [$K_{drl} \approx K_{dr} \times 0,8$]	–
K_{vs}	Durchflussskennziffer (Volumenstrom von Wasser bei einem Differenzdruck Δp von 1 bar, bei der vollen Öffnung des Ventils)	m ³ /h
K_v	Viskositätskorrekturfaktor	–
K	Isentropenexponent des Kältemittels. Für die Berechnungen muss der Wert für K wie gemessen bei 25 °C und 1,013 bar liegen.	–
L	Länge des Rohres	mm
L_{in}	Länge des zuführenden Rohres	mm
L_{out}	Länge des abführenden Rohres	mm
n	Drehzahl	min ⁻¹
p_{atm}	Atmosphärendruck (1 bar)	bar
p_b	Gegendruck bei Austritt aus der Druckentlastungseinrichtung, absolut	bar
p_c	kritischer absoluter Druck	bar
p_o	tatsächlicher absoluter Abblasedruck $p_o = 1,1 p_{set} + p_{atm}$	bar
p_s	maximal zulässiger Druck eines Bauteils, Überdruck ^a	bar
p_{set}	Einstelldruck, Überdruck (Der vorbestimmte Druck, bei dem ein Druckentlastungsventil unter Betriebsbedingungen zu öffnen beginnt.)	bar
P_1	Druck am Anfang der Ausblaseleitung, absolut (in der Praxis = p_b)	bar
P_2	Druck am Ende der Ausblaseleitung, absolut	bar
Δp	Differenzdruck	bar
Δp_{in}	Druckabfall in der zuführenden Leitung zum Druckentlastungsventil	bar
Δp_{out}	Druckabfall in der abführenden Leitung vom Druckentlastungsventil	bar
Q_h	zugeführter Wärmestrom, innere Wärmequelle	kW
Q_{liq}	Strom der Flüssigkeit nach der Entspannung	kg/h
Q_m	Berechneter Kältemittel-Massenstrom der Druckentlastungseinrichtung	kg/h
q_m	theoretischer Ausflussmassenstrom	kg/h · mm ²
q'_m	tatsächlicher Ausflussmassenstrom, durch Prüfungen ermittelt	kg/h · mm ²
Q_{md}	erforderliche Kältemittel-Mindestabblaseleistung der Druckentlastungseinrichtung	kg/h
$Q_{md'}$	angepasster Ausflussmassenstrom des Kältemittels der Druckentlastungseinrichtung, der für die Druckabfallberechnung verwendet wird	kg/h
Q_{vap}	Strom des Dampfes nach der Entspannung	kg/h
R	Biegeradius des Rohres (Tabelle A.4)	mm
Re	Reynolds-Zahl	–
s	Dicke der Dämmung	m
V	theoretisches Hubvolumen	m ³

Symbol	Benennung	Einheit
v_o	spezifisches Volumen von Dampf oder Flüssigkeit	m ³ /kg
w_0	tatsächliche Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit im engsten Querschnitt des Druckentlastungsventils	m/s
w_1	Geschwindigkeit am Eintritt in die abführende Leitung	m/s
x	Dampfanteil des Kältemittels bei p_c	–
α	Anschlusswinkel des Stutzens (Tabelle A.4)	°
ζ	Druckverlustbeiwert $\zeta = \sum_{n=1}^n \zeta_n$	–
ζ_{DN}	Druckverlustbeiwert bezogen auf DN	–
ζ_n	Druckverlustbeiwert eines einzelnen Bauteils	–
η_v	volumetrischer Wirkungsgrad, bestimmt beim Saugdruck und dem Druck auf der Druckseite entsprechend dem Einstelldruck der Druckentlastungseinrichtung	–
λ	Reibungsverlustbeiwert eines Rohres (bei glattem Stahlrohr $\lambda \approx 0,02$)	–
ν	Kinematische Viskosität	m ² /s
ρ	Dichte von Dampf oder Flüssigkeit ($\rho = 1/v_o$)	kg/m ³
ρ_{10}	Dampfdichte des Kältemittels bei Sattdampfdruck/Taupunkt bei 10 °C	kg/m ³
φ	Wärmestromdichte	kW/m ²
φ_{red}	reduzierte Wärmestromdichte	kW/m ²
^a Die Druckgeräterichtlinie 97/23/EG verwendet für den maximal zulässigen Druck das Symbol „PS“.		

5 Allgemeines

Anforderungen an den Schutz gegen unzulässige Drücke in Kälteanlagen und Wärmepumpen sind in EN 378-2 angegeben.

Für die Konstruktion und Herstellung von Gehäusen, Oberteilen und Schrauben für Druckentlastungseinrichtungen - Sicherheitsventile und Berstscheiben - gelten die Bestimmungen zur Prüfung der Druckfestigkeit nach EN 12284.

Für weitere Gesichtspunkte gelten die Anforderungen in EN ISO 4126-1:2013, *Sicherheitsventile*, Abschnitte 3 „Begriffe“, Abschnitt 5 „Konstruktion“, Abschnitt 7 „Baumusterprüfungen“ und Abschnitt 10 „Kennzeichnung und Verplombung“ sowie EN ISO 4126-2:2003, *Berstscheibeneinrichtungen*, Abschnitte 17 „Kennzeichnung“, 17.2 „Berstscheiben bzw. Berstscheibeneinheiten“ und 17.3 „Berstscheibenhalter“.

ANMERKUNG Berechnungen für Strömungsquerschnitte für nicht verdampfende und verdampfende Flüssigkeiten sind im Anhang B enthalten. Berechnungen für eine Druckentlastungseinrichtung mit zugehörigen Leitungen sind im Anhang C enthalten.

6 Druckentlastungseinrichtungen zum Schutz von Anlagenteilen

6.1 Allgemeines

Die Berechnungen müssen sich auf bekannte oder zu erwartende Einflüsse, welche zu einer Drucksteigerung führen, stützen. Alle vorhersehbaren Einflüsse, einschließlich der in 6.2, 6.3 und 6.4 abgehandelten, müssen in Betracht gezogen werden.

Für die allgemeine Anwendung dieser Europäischen Norm wird h_{vap} bei dem 1,1fachen des Einstelldruckes der Druckentlastungseinrichtung berechnet.

Wenn das 1,1-Fache des Einstelldrucks des Druckenlastungsventils höher als der Sattedampfdruck des Kältemittels bei kritischer Temperatur minus 5 [K] ist, so muss h_{vap} und v_o bei kritischer Temperatur minus 5 [K] ermittelt werden.

Wenn die Temperatur beim 1,1fachen des Einstelldrucks der Druckentlastungseinrichtung höher ist als die Sättigungstemperatur (überhitztes Gas), so ist h_{vap} im gesättigten Zustand zu ermitteln.

Wird CO₂ auf einen Druck entspannt, der unterhalb des Tripelpunktes liegt (z. B. Atmosphärendruck), besteht die Möglichkeit, dass festes CO₂ entsteht. Die für einen sicheren Betrieb notwendigen Vorkehrungen sind zu treffen.

Behälter, die üblicherweise in der Gasphase arbeiten, können jedoch flüssiges Kältemittel enthalten, das bei Wärmeeinwirkung von außen verdampfen kann.

ANMERKUNG Behälter, die ausschließlich Kältemittel in der Gasphase enthalten, erzeugen bei Wärmeeinwirkung von außen keinen kontinuierlichen Massenstrom.

Bei überkritischem Druck muss das Ventil sowohl für Gas als auch für Flüssigkeit geeignet sein.

6.2 Durch Wärmequellen verursachter unzulässiger Druck

6.2.1 Äußere Wärmequellen

Sofern erforderlich, muss die erforderliche Mindestabblaseleistung der Druckentlastungseinrichtung für Druckbehälter wie folgt bestimmt werden:

$$Q_{\text{md}} = \frac{3\,600 \times \phi \times A_{\text{surf}}}{h_{\text{vap}}} [\text{kg/h}] \quad (1)$$

Für diese Druckbehälter wird in dieser Europäischen Norm die Wärmestromdichte mit

$$\phi = 10 \text{ kW/m}^2 \quad (2)$$

angenommen, erforderlichenfalls ist jedoch ein höherer Wert anzusetzen.

Wenn die Dicke der Dämmung des Druckbehälters s mehr als 0,04 [m] beträgt und die Dämmung einer Prüfung des Brandverhaltens nach EN 13501-1 unterzogen und eine bessere Klassifizierung als Klasse C erreicht wurde, kann eine reduzierte Wärmestromdichte angesetzt und wie folgt bestimmt werden:

$$\phi_{\text{red}} = \phi \times \frac{0,04}{s} [\text{kW/m}^2] \quad (3)$$

Die Größenbestimmung der Druckentlastungseinrichtung und die Berechnung des Druckabfalls werden nach Abschnitt 7 durchgeführt.

Für Druckbehälter ist die äußere Gesamtoberfläche des Behälters als A_{surf} einzusetzen.