

DIN EN ISO 4126-7

ICS 13.240

Ersatz für
DIN EN ISO 4126-7:2004-05**Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck –
Teil 7: Allgemeine Daten (ISO 4126-7:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 4126-7:2013**

Safety devices for protection against excessive pressure –
Part 7: Common data (ISO 4126-7:2013);
German version EN ISO 4126-7:2013

Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives –
Partie 7: Données communes (ISO 4126-7:2013);
Version allemande EN ISO 4126-7:2013

Gesamtumfang 41 Seiten

Normenausschuss Armaturen (NAA) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 4126-7:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 185 „Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 69 „Industriearmaturen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 003-01-10 AA „Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“ im Normenausschuss Armaturen (NAA).

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 4126-7:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Vorwort wurde geändert;
- b) Abschnitt 3 wurde geändert;
- c) in Abschnitt 4 wurde eine neue Tabelle eingefügt;
- d) Abschnitt 4 wurde zu Abschnitt 8;
- e) Abschnitt 5 wurde zu Abschnitt 9;
- f) ein neuer Abschnitt 5 wurde eingefügt;
- g) Abschnitt 6 wurde eingefügt;
- h) Abschnitt 7 wurde eingefügt;
- i) die alte Tabelle 1 wurde in den neuen Abschnitt 7 verschoben;
- j) ein neuer Anhang A wurde eingefügt;
- k) ein Anhang ZA wurde eingefügt.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 4126-7: 2004-05

Deutsche Fassung

Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck —
Teil 7: Allgemeine Daten
(ISO 4126-7:2013)

Safety devices for protection against excessive pressure —
Part 7: Common data
(ISO 4126-7:2013)

Dispositifs de sécurité pour protection contre les
pressions excessives —
Partie 7: Données communes
(ISO 4126-7:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 25. April 2013 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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Symbole und Abkürzungen	6
5 Ermittlung der Kenngrößen des Sicherheitsventils	7
5.1 Ermittlung der Ausflussziffer	7
5.2 Kritische und unterkritische Strömung	7
5.3 Ausflussmassenstrom bei kritischem Strömungszustand	7
5.4 Ausflussmassenstrom für ein beliebiges Gas bei unterkritischem Strömungszustand	8
5.5 Ausflussmassenstrom für nicht ausdampfende Flüssigkeiten als Prüfmedium bei turbulenter Strömung mit einer Reynolds-Zahl $Re \geq 80\,000$	9
6 Bemessung von Sicherheitsventilen	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Ventile für Gas- oder Dampfabblassen	9
6.3 Berechnung des Ausflussmassenstroms	9
7 Thermodynamische Eigenschaften	11
7.1 Werte für Dampf	11
7.2 Werte von C als Funktion von K	11
7.3 Korrekturfaktoren für den theoretischen Ausflussmassenstrom bei unterkritischem Strömungszustand (K_b)	12
7.4 Schaubild für Realgasfaktor, Z	24
7.5 Viskositäts-Korrekturfaktor, K_v	26
7.6 Eigenschaften von Gasen	28
8 Mindestanforderungen an Schraubendruckfedern	29
8.1 Allgemeines	29
8.2 Werkstoffe	29
8.3 Kennzeichnung	29
8.4 Maße	29
8.5 Federteller/Federstopfen	30
8.6 Prüfung und Toleranzen	30
9 Mindestanforderungen an Tellerfedern für Sicherheitsventile	32
9.1 Allgemeines	32
9.2 Werkstoffe	32
9.3 Kennzeichnung	32
9.4 Maße	32
9.5 Prüfung und Toleranzen	32
Anhang A (informativ) Beispiele für Berechnungen des Ausflussmassenstroms für verschiedene Medien	33
A.1 Berechnung des Ausflussmassenstroms für gasförmige Medien bei kritischem Strömungszustand (siehe 6.3.3.1)	33
A.2 Berechnung des Ausflussmassenstroms für gasförmige Medien bei unterkritischem Strömungszustand (siehe 6.3.3.2)	35
A.3 Berechnung des Ausflussmassenstroms für Flüssigkeiten (siehe 6.3.4)	36
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 97/23/EG (DGRL)	38
Literaturhinweise	39

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 4126-7:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 185 „Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 69 „Industriearmaturen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2014 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 ISO 4126-7:2004.

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 informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 4126-7:2013 wurde vom CEN als EN ISO 4126-7:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

EN ISO 4126 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck*:

- Teil 1: Sicherheitsventile
- Teil 2: Berstscheibeneinrichtungen
- Teil 3: Sicherheitsventile und Berstscheibeneinrichtungen in Kombination
- Teil 4: Pilotgesteuerte Sicherheitsventile
- Teil 5: Gesteuerte Sicherheitsventile (CSPRS)
- Teil 6: Berstscheibeneinrichtungen; Anwendung, Auswahl und Einbau
- Teil 7: Allgemeine Daten
- Teil 9: Anwendungen und Einbau von Sicherheitseinrichtungen, ausgenommen eigenständige Berstscheibeneinrichtungen^{N1)}
- Teil 10: Maße von Sicherheitsventilen und angeschlossenen Einlass- und Auslassleitungen mit Zweiphasenströmung (flüssig/gas)^{N1)}
- Teil 11: Funktions- und Durchflussprüfung¹⁾

^{N1)} Nationale Fußnote: Liegt zurzeit noch nicht als EN-Norm vor.

¹⁾ In Vorbereitung

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 4126 legt Anforderungen an Sicherheitsventile fest. Er enthält zur Vermeidung unnötiger Wiederholungen Daten, die den Teilen 1 bis 6 der ISO 4126 gemein sind.

Zu ausdampfenden Flüssigkeiten oder Zweiphasengemischen siehe ISO 4126-10.

Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass die Verwendung der in 6.3 angegebenen allgemeinen Gasgleichung nicht empfohlen wird, wenn die Abblasetemperatur mehr als 90 % der thermodynamischen kritischen Temperatur und der Abblasedruck mehr als 50 % des thermodynamischen kritischen Drucks beträgt. Darüber hinaus wird die Kondensation nicht berücksichtigt. Bei Auftreten von Kondensation sollte das in 6.3 angegebene Verfahren nicht angewendet 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).

ISO 4126-1, *Safety devices for protection against excessive pressure — Part 1: Safety valves*

ISO 4126-2, *Safety devices for protection against excessive pressure — Bursting disc safety devices*

ISO 4126-4, *Safety devices for protection against excessive pressure — Pilot operated safety valves*

ISO 4126-5, *Safety devices for protection against excessive pressure — Controlled safety pressure relief systems (CSPRS)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 4126-1, ISO 4126-2, ISO 4126-4, ISO 4126-5 und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Die in ISO 4126-7 für den Druck verwendete Einheit ist das Bar ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$), angegeben als Überdruck (bezogen auf Atmosphärendruck) oder als Absolutdruck, wie jeweils zutreffend.

3.1

Sicherheitsventil

Ventil, das automatisch ohne Unterstützung durch eine andere Energie als die des jeweiligen Mediums eine Menge des Mediums ausfließen lässt, so dass die Überschreitung eines vorbestimmten sicheren Drucks verhindert wird, und das so ausgelegt ist, dass es schließt und weiteres Ausfließen des Mediums verhindert, nachdem wieder normale Betriebsdruckbedingungen hergestellt sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Sicherheitsventil kann entweder als schnell öffnend oder als nahezu stetig (nicht notwendigerweise linear) in Abhängigkeit vom Druckanstieg über dem Ansprechdruck öffnend beschrieben werden. Die Verwendung des Begriffs Sicherheitsventil im vorliegenden Teil dieser Norm gilt für andere Armaturenbauarten nach ISO 4126-1, ISO 4126-4 und ISO 4126-5.

3.2

Ansprechdruck

vorgegebener Druck, bei dem ein Sicherheitsventil unter Betriebsbedingungen zu öffnen beginnt

Anmerkung 1 zum Begriff: Es ist der auf der Ventileintrittsseite gemessene Überdruck, bei dem sich die Druckkräfte, die das Ventil unter den spezifischen Betriebsbedingungen öffnen, mit den Kräften, die den Abschlusskörper auf dem Sitz halten, im Gleichgewicht befinden.

3.3

maximal zulässiger Druck

PS

maximaler Druck, für den die zu schützende Anlage ausgelegt ist

3.4

Öffnungsdruckdifferenz

Druckanstieg oberhalb des Ansprechdrucks, üblicherweise angegeben als Prozentsatz des Ansprechdrucks

3.5

Abblasedruck

für die Bemessung eines Sicherheitsventils zugrunde gelegter Druck, der mindestens dem Ansprechdruck zuzüglich Öffnungsdruckdifferenz entspricht

3.6

Gegendruck

Überdruck auf der Austrittsseite eines Sicherheitsventils, der durch den Druck im Abblasesystem entsteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Gegendruck ist die Summe aus Fremdgedruck und Eigengedruck.

3.7

Eigengedruck

Überdruck auf der Austrittsseite eines Sicherheitsventils, der beim Abblasen des Ventils in das Abblasesystem entsteht

3.8

Fremdgedruck

Überdruck, der auf der Austrittsseite eines Sicherheitsventils zum Zeitpunkt unmittelbar vor dem Öffnen herrscht

Anmerkung 1 zum Begriff: Er resultiert aus Überdruck im Abblasesystem, der aus anderen Quellen herrührt.

3.9

engster Strömungsquerschnitt

engster Strömungsquerschnitt (aber nicht der kleinste Querschnitt zwischen Abschlusskörper und Sitz) zwischen Eintritt und Sitz, der für die Berechnung des theoretischen Ausflussmassenstromes zugrunde gelegt wird; Verengungen werden nicht berücksichtigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Symbol ist A .

3.10

theoretischer Ausflussmassenstrom

berechneter Massen- oder Volumenstrom aus einer theoretisch idealen Düse mit einem Querschnitt, der dem engsten Strömungsquerschnitt eines Sicherheitsventils entspricht

3.11

Ausflussziffer

tatsächlicher Ausflussmassenstrom (nach Prüfungen) dividiert durch den theoretischen Ausflussmassenstrom (nach Berechnung)

3.12

zuerkannter Massenstrom

zuerkannter Ausfluss-Massenstrom

Anteil des gemessenen Ausflussmassenstroms, der als Grundlage für die Größenbestimmung eines Sicherheitsventils verwendet werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Er kann beispielsweise entsprechen:

- a) dem gemessenen Ausflussmassenstrom $\times$ Korrekturfaktor von 0,9; oder
- b) dem theoretischen Ausflussmassenstrom $\times$ Ausflussziffer $\times$ Korrekturfaktor von 0,9; oder
- c) dem theoretischen Ausflussmassenstrom $\times$ zuerkannte reduzierte Ausflussziffer.

3.13

Trockendampfanteil

Dampfqualität

ein Maß für den relativen Anteil an Gas/Flüssigkeit in einem Dampfvolumen oder Volumenstrom. Angegeben als Massenanteil oder Prozentsatz von Dampf. Ebenfalls bezeichnet als „Dampfqualität“

4 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1 — Symbole und deren Benennungen

Symbol	Benennung	Einheit
A	Engster Strömungsquerschnitt eines Sicherheitsventils (nicht der kleinste Querschnitt zwischen Abschlusskörper und Sitz)	mm ²
C	Funktion des Isentropenexponenten, k	—
K_b	Korrekturfaktor für den theoretischen Ausflussmassenstrom bei unterkritischem Strömungszustand	—
K_d	Ausflussziffer ^a	—
K_{dr}	Zuerkannte reduzierte Ausflussziffer ($K_d \times 0,9$) ^a	—
K_v	Viskositäts-Korrekturfaktor	—
k	Isentropenexponent bei Abblasedruck und -temperatur	—
M	Molare Masse	kg/kmol
n	Anzahl der Prüfungen	—
p_o	Abblasedruck — absolut	bar (abs.)
p_b	Gegendruck — absolut	bar (abs.)
p_c	Thermodynamischer kritischer Druck — absolut	bar (abs.)
p_r	Reduzierter Druck	—
PS	Maximal zulässiger Druck	bar (abs.)
$\dot{Q}_m$	Massenstrom	kg/h
q_m	Theoretischer spezifischer Ausflussmassenstrom	kg/(h·mm ²)
q'_m	Tatsächlicher spezifischer Ausflussmassenstrom, durch Prüfungen ermittelt	kg/(h·mm ²)
R	Allgemeine Gaskonstante	J/K·mol
Re	Reynolds-Zahl	—
T_o	Abblasetemperatur	K
T_c	Thermodynamische kritische Temperatur	K
T_r	Reduzierte Temperatur	—
μ_0	Dynamische Viskosität	Pa·s
v_o	Spezifisches Volumen bei Abblasedruck und -temperatur	m ³ /kg
x_0	Trockendampfanteil des Nassdampfes am Ventileintritt bei Abblasedruck und -temperatur ^b	—
k_s	Druckmittelbeiwert	h·mm ² bar (abs.)/kg
Z	Realgasfaktor bei Abblasedruck und -temperatur	—
^a K_d und K_{dr} werden als 0,xxx angegeben. ^b x_0 wird als 0,xx angegeben.		

5 Ermittlung der Kenngrößen des Sicherheitsventils

5.1 Ermittlung der Ausflussziffer

Die Ausflussziffer, K_d , wird wie folgt berechnet:

$$K_d = \frac{\sum_{m=1}^n \left(\frac{q'_m}{q_m} \right)}{n} \quad (1)$$

K_d ist auf drei signifikante Dezimalstellen genau zu berechnen. Gegebenenfalls ist abzurunden.

5.2 Kritische und unterkritische Strömung

Die theoretische Strömung von Gas oder Dampf durch eine Öffnung, wie z. B. den engsten Strömungsquerschnitt eines Sicherheitsventils, nimmt so lange zu, während der Druck hinter dem Ventilsitz auf den kritischen Druck sinkt, bis ein kritischer Strömungszustand erreicht ist. Ein weiteres Abfallen des Drucks hinter dem Ventilsitz ergibt keine weitere Zunahme der Strömung.

Kritische Strömung tritt auf, wenn:

$$\frac{p_b}{p_o} \leq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k/(k-1)} \quad (2)$$

und unterkritische Strömung tritt auf, wenn:

$$\frac{p_b}{p_o} > \left(\frac{2}{k+1} \right)^{k/(k-1)} \quad (3)$$

5.3 Ausflussmassenstrom bei kritischem Strömungszustand

5.3.1 Ausflussmassenstrom bei Dampf

$$q_m = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (4)$$

Gleichung (4) ermöglicht die Verwendung von Dampfwerttabellen zur Bestimmung des spezifischen Volumens von Dampf bei unterschiedlichen Drücken und Temperaturen. Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass die direkte Anwendung dieser Gleichung zu einem Fehler von mehr als 20 % führen kann, wenn die Temperatur sich dem Sättigungszustand oder überkritischen Zustand nähert. Ein Fehler kleiner als 1 % kann nur bei einer Dampftemperatur mindestens höher als 30 °C über dem Sättigungszustand oder höher als das Ergebnis von $30 + (p_o - 200)$ (in °C, mit p_o , in bar, über dem Sättigungszustand oder dem überkritischen Zustand; ein Verfahren, das niedrige Temperaturen einschließt, ist nachstehend beschrieben) erreicht werden.

Alternativ kann die vorstehende Gleichung wie folgt umgestellt werden:

$$q_m = \frac{p_o}{k_s} \quad (5)$$

Dabei ist

k_s der Druckmittelbeiwert.

$$k_s = \frac{\sqrt{p_o v_o}}{0,2883 C} \quad (6)$$

$$\text{ANMERKUNG 1} \quad 0,2883 = \frac{\sqrt{R}}{10} = \frac{\sqrt{8,3143}}{10} \quad (7)$$

Werte für den Druckmittelbeiwert, k_s , können Tabelle 2 entnommen werden. Hintergründe der Entwicklung von Tabelle 2 sind 6.3.1 zu entnehmen.

Dies gilt für trockenen Sattdampf und Heißdampf. Trockener Sattdampf bezieht sich in diesem Zusammenhang auf Dampf mit einem Trockendampfanteil von mindestens 98 %, dabei ist C vom Isentropenexponenten bei Abblasebedingungen abhängig:

$$C = 3,948 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}} \quad (8)$$

$$\text{ANMERKUNG 2} \quad 3,948 = \frac{3\,600}{\sqrt{10^5} \sqrt{R}} \quad (9)$$

Der zur Ermittlung von C verwendete Wert k muss sich auf die tatsächlichen Strömungsbedingungen auf der Eintrittsseite des Sicherheitsventils beziehen und ist nach Tabelle 3 zu bestimmen.

5.3.2 Ausflussmassenstrom für ein beliebiges Gas bei kritischen Strömungsbedingungen

$$q_m = p_o C \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (10)$$

Werte für Z sind Bild 1 zu entnehmen.

$$C = 3,948 \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}} \quad (11)$$

Gerundete Werte für C sind Tabelle 3 zu entnehmen.

5.4 Ausflussmassenstrom für ein beliebiges Gas bei unterkritischem Strömungszustand

$$q_m = p_o C K_b \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C K_b \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (12)$$

$$K_b = \sqrt{\frac{\frac{2k}{k-1} \left[\left(\frac{p_b}{p_o} \right)^{2/k} - \left(\frac{p_b}{p_o} \right)^{(k+1)/k} \right]}{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}}} \quad (13)$$

Werte für K_b sind Tabelle 4 zu entnehmen.

5.5 Ausflussmassenstrom für nicht verdampfende Flüssigkeiten als Prüfmedium bei turbulenter Strömung mit einer Reynolds-Zahl $Re \geq 80\,000$

$$q_m = 1,61 \sqrt{\left(\frac{p_o - p_b}{\nu_o} \right)} \quad (14)$$

ANMERKUNG $1,61 = \frac{3\,600\sqrt{2}}{10\sqrt{10^5}}$ (15)

6 Bemessung von Sicherheitsventilen

6.1 Allgemeines

Die zuerkannte reduzierte Ausflussziffer, K_{dr} , des Sicherheitsventils darf höchstens 90 % der bei der Prüfung ermittelten Ausflussziffer, K_d , betragen:

$$K_{dr} \leq 0,9 K_d \quad (16)$$

Die Berechnung des Ausflussmassenstroms mit einer geringeren Öffnungsdruckdifferenz, als bei den Prüfungen zur Bestimmung der Durchflusseigenschaften verwendet, ist unzulässig, die Berechnung des Ausflussmassenstroms bei einem höheren Abblasedruck ist allerdings zulässig.

Bei Ventilen mit einer zuerkannten reduzierten Ausflussziffer, die bei kritischen Strömungsbedingungen bei Prüfegendruck bestimmt wurde, können diese zuerkannten reduzierten Ausflussziffern bei höherem Gegendruck abweichen; Anforderungen für die Zuerkennung der Ausflussziffer für verschiedene Ventilarten sind den jeweils zutreffenden Teilen 1, 3, 4 oder 5 der ISO 4126 zu entnehmen.

6.2 Ventile für Gas- oder Dampfblasen

Zwischen den allgemein mit Dampf bezeichneten Substanzen wird nicht unterschieden: Der Begriff „Gas“ wird im Folgenden sowohl für Gas als auch für Dampf verwendet.

Um den Ausflussmassenstrom für ein beliebiges Gas zu berechnen, sind Querschnitt und Ausflussziffer als konstant anzunehmen und die Gleichungen nach Abschnitt 5 zu verwenden.

6.3 Berechnung des Ausflussmassenstroms

Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass die Verwendung der in 6.3 angegebenen allgemeinen Gasgleichung nicht empfohlen wird, wenn die Abblasetemperatur mehr als 90 % der thermodynamischen kritischen Temperatur und der Abblasedruck mehr als 50 % des thermodynamischen kritischen Drucks beträgt. Darüber hinaus wird die Kondensation nicht berücksichtigt. Bei Auftreten von Kondensation sollte das in 6.3 angegebene Verfahren nicht angewendet werden.

ANMERKUNG 1 Die zu verwendende Gleichung ist von dem abzuführenden Medium abhängig.

ANMERKUNG 2 Beispielberechnungen sind Anhang A zu entnehmen.

6.3.1 Berechnung des Ausflussmassenstroms bei Satt-, Heißdampf oder überkritischem Dampf bei kritischem Strömungszustand

$$\dot{Q}_m = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{p_o}{\nu_o}} \quad (17)$$

Die Gleichung (17) ermöglicht die Verwendung von Dampfwerttabellen zur Bestimmung des spezifischen Volumens von Dampf bei unterschiedlichen Drücken und Temperaturen. Der Anwender wird darauf hingewiesen, dass die direkte Anwendung dieser Gleichung zu einem Fehler von mehr als 20 % führen kann, wenn die Temperatur sich dem Sättigungszustand oder überkritischen Zustand nähert. Ein Fehler kleiner als 1 % kann nur bei einer Dampftemperatur mindestens höher als 30 °C über dem Sättigungszustand oder höher als das Ergebnis von $30 + (p_0 - 200)$ (in °C, mit p_0 , in bar, über dem Sättigungszustand oder dem überkritischen Zustand; ein Verfahren, das niedrige Temperaturen einschließt, ist nachstehend beschrieben) erreicht werden.

Alternativ kann die vorstehende Gleichung wie folgt umgestellt werden:

$$\dot{Q}_m = \frac{A K_{dr} p_0}{k_s} \quad (18)$$

Dabei ist

k_s der Druckmittelbeiwert.

$$k_s = \frac{\sqrt{p_0 v_0}}{0,2883 C} \quad (19)$$

Werte für den Druckmittelbeiwert, k_s , können Tabelle 2 entnommen werden. Die in Tabelle 2 angegebenen Werte wurden durch iterative Berechnungen des Düsendurchflusses unter Verwendung des folgenden Verfahrens ermittelt:

- Die isentrope Expansion von einem Düseneintrittsdruck zu mehreren angenommenen Durchgangsdrukken wurde berechnet.
- Der Massenstrom je Flächeneinheit des Durchgangsquerschnitts (Verhältnis zwischen Durchgangsgeschwindigkeit der Düse und zugehörigem spezifischen Volumen) wurde für jeden angenommenen Durchgangsdruk verwendet.
- Die tatsächlichen thermodynamischen Eigenschaften von Dampf entsprechend IAPWS-IF97 wurden für jeden angenommenen Durchgangsdruk verwendet.
- Das iterative Berechnungsverfahren endet, wenn der Höchstwert des Massenstroms erreicht ist; dieser Wert wurde zur Bestimmung von k_s verwendet.

6.3.2 Berechnung des Ausflussmassenstroms für Nassdampf

Die folgende Gleichung gilt ausschließlich für homogenen Nassdampf mit einem Trockendampfanteil von mindestens 90 %.

$$\dot{Q}_m = \frac{0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{p_0}{v_0}}}{\sqrt{x_0}} \quad (20)$$

Alternativ kann die vorstehende Gleichung wie folgt umgestellt werden:

$$\dot{Q}_m = \frac{A K_{dr} p_0}{k_s \sqrt{x_0}} \quad (21)$$

Dabei ist

k_s der Druckmittelbeiwert.

$$k_s = \frac{\sqrt{p_0 v_0}}{0,2883 C} \quad (22)$$

Werte für den Druckmittelbeiwert, k_s , können Tabelle 2 entnommen werden. Die in Tabelle 2 angegebenen Werte wurden durch iterative Berechnungen des Düsendurchflusses unter Verwendung des folgenden Verfahrens ermittelt:

- Die isentrope Expansion von einem Düseneintrittsdruck zu mehreren angenommenen Durchgangsdrukken wurde berechnet.
- Der Massenstrom je Flächeneinheit des Durchgangsquerschnitts (Verhältnis zwischen Durchgangsgeschwindigkeit der Düse und zugehörigem spezifischen Volumen) wurde für jeden angenommenen Durchgangsdruk verwendet.
- Die tatsächlichen thermodynamischen Eigenschaften von Dampf entsprechend IAPWS-IF97 wurden für jeden angenommenen Durchgangsdruk verwendet.
- Das iterative Berechnungsverfahren endet, wenn der Höchstwert des Massenstroms erreicht ist; dieser Wert wurde zur Bestimmung von k_s verwendet.

6.3.3 Berechnung des Ausflussmassenstroms für gasförmige Medien

6.3.3.1 Berechnung des Ausflussmassenstroms für gasförmige Medien bei kritischem Strömungszustand

$$\dot{Q}_m = p_o C A K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C A K_{dr} \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (23)$$

$$A = \frac{\dot{Q}_m}{p_o C K_{dr} \sqrt{\frac{M}{Z T_o}}} = \frac{\dot{Q}_m}{0,2883 C K_{dr} \sqrt{\frac{p_o}{v_o}}} \quad (24)$$

6.3.3.2 Berechnung des Ausflussmassenstroms für gasförmige Medien bei unterkritischem Strömungszustand

$$\dot{Q}_m = p_o C A K_{dr} K_b \sqrt{\frac{M}{Z T_o}} = 0,2883 C A K_{dr} K_b \sqrt{\frac{p_o}{v_o}} \quad (25)$$

ANMERKUNG Zur Bestimmung von K_b siehe Gleichung in 5.4 und Tabelle 4.

Die Werte für Z sind Bild 1 zu entnehmen.

6.3.4 Berechnung des Ausflussmassenstroms bei Flüssigkeiten

$$\dot{Q}_m = 1,61 K_{dr} K_v A \sqrt{\frac{p_o - p_b}{v_o}} \quad (26)$$

Die Werte für K_v sind Bild 2 zu entnehmen.

7 Thermodynamische Eigenschaften

7.1 Werte für Dampf

Die Werte für den Druckmittelbeiwert sind Tabelle 2 zu entnehmen.

7.2 Werte von C als Funktion von K

Die Werte des Faktors C werden als Funktion des Isentropenexponents in Tabelle 3 angegeben.