DIN EN ISO 4126-10:2024-09 (D)

Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck - Teil 10: Auslegung von Sicherheitsventilen und Berstscheiben für Zweiphasenströmung (flüssig/gas) (ISO 4126-10:2024); Deutsche Fassung EN ISO 4126-10:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 8

Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Sicherheitsanforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2014/68/EU (Druckgeräterichtlinie) 9

Vorwort 11

Einleitung 13

1 Anwendungsbereich 15

2 Normative Verweisungen 15

3 Begriffe 15
3.1 Allgemeines 15
3.2 Druck 16
3.3 Durchfluss 18
3.4 Strömungsquerschnitt 19
3.5 Fluidzustand 19
3.6 Temperatur 20

4 Symbole und Abkürzungen sowie Bilder 21
4.1 Symbole 21
4.2 Abkürzungen 24
4.3 Bilder 26

5 Anwendungsbereich der Methode 27
5.1 Allgemeines 27
5.2 Anwendungsgrenzen der Methode bei der Berechnung der Zweiphasen-Massenstromdichte in Sicherheitseinrichtungen 27
5.2.1 Verdampfende Strömung 27
5.2.2 Kondensierende Strömung 28
5.2.3 Verdampfende Strömung bei Mehrkomponenten-Flüssigkeiten 28
5.2.4 Gelöste Gase 29
5.2.5 Kompressibilitätsfaktor ω 29
5.3 Grenzen der Methode zur Berechnung des mindestens abzuführenden Massenstroms 29
5.3.1 Temperatur- und Druckanstiegsgeschwindigkeit 29
5.3.2 Nicht mischbare Flüssigkeiten 30

6 Auslegungsschritte 30
6.1 Allgemeine Beschreibung der Auslegungsschritte 30
6.2 Schritt 1 — Identifizierung des Auslegungsfalls 31
6.3 Schritt 2 — Strömungsregime am Eintritt in das Abblaseleitungssystem 32
6.3.1 Allgemeines 32
6.3.2 Phänomen des Aufwallens 32
6.3.3 Einfluss der Viskosität und der Schaumbildungsneigung der Flüssigkeit auf das Strömungsregime 32
6.3.4 Vorhersage des Strömungsregimes (Gas/Dampf oder Zweiphasenströmung) 34
6.4 Schritt 3 — Berechnung des mindestens abzuführenden Massenstroms 38
6.4.1 Allgemeines 38

6.4.2 Druckanstieg infolge von unzulässigem Zustrom ... 38
6.4.3 Druckanstieg infolge von externer Erwärmung ... 40
6.4.4 Druckanstieg infolge von thermischen Durchgehreaktionen ... 45
6.5 Schritt 4— Berechnung der abführbaren Massenstromdichte und der Druckänderung im Abblaseleitungssystem ... 49
6.5.1 Allgemeines ... 49
6.5.2 Ausflussziffer für Zweiphasenströmung, $K_{dr,2ph}$ ... 53
6.5.3 Dimensionsloser Massenstrom, C ... 54
6.5.4 Kompressibilitätsfaktor, ω (numerisches Verfahren) ... 55
6.5.5 Berechnung der Stagnationsbedingung stromabwärts ... 57
6.5.6 Schlupfkorrektur für nicht-verdampfende Zweiphasenströmung ... 57
6.5.7 Schlupfkorrektur für Zweiphasenströmung in geraden Rohren ... 57
6.6 Schritt 5— Sicherstellung der ordnungsgemäßen Funktion von Abblaseleitungssystemen unter Betriebsbedingungen ... 58
6.7 Berechnung der abführbaren Massenstromdichte und der Druckänderung im Abblaseleitungssystem ... 58
6.8 Zusammenfassung des Berechnungsverfahrens ... 60

Anhang A (informativ) Identifizierung von Auslegungsszenarien ... 67

Anhang B (informativ) Beispiel für die Berechnung des abzuführenden Massenstroms ... 69
B.1 Allgemeines ... 69
B.2 Schritt 1 — Identifizierung des Auslegungsfalls ... 69
B.2.1 Allgemeines ... 69
B.2.2 Eingabedaten ... 69
B.2.3 Auslegung einer Sicherheitseinrichtung — Anwendungsbereich des Verfahrens ... 71
B.3 Schritt 2 — Strömungsregime am Eintritt in das Abblaseleitungssystem ... 71
B.4 Schritt 3 — Berechnung des abzuführenden Massenstroms ... 72

Anhang C (informativ) Beispiel für die Berechnung der abführbaren Massenstromdichte und der Druckänderung im Abblaseleitungssystem ... 73
C.1 Allgemeines ... 73
C.2 Eingabedaten ... 74
C.3 Schritt 4 — Berechnung der abführbaren Massenstromdichte und der Druckänderung im Abblaseleitungssystem ... 75
C.3.1 Erste Abschätzung des abführbaren Massenstroms ... 75
C.3.2 Berechnung des Druckverlustes zwischen Position 0 und 1 ... 77
C.3.3 Berechnung der Stagnationsbedingungen stromabwärts ... 78
C.3.4 Berechnung des Druckverlustes zwischen Position 1 und 2 ... 80
C.4 Berechnung des Druckverlustes in der Sicherheitseinrichtung ... 82
C.4.1 Sicherheitsventile ... 82
C.4.2 Berstscheibe ... 83
C.5 Berechnung des Druckverlustes in der Abblaseleitung ... 84
C.5.1 Allgemeines ... 84
C.5.2 Auswahl des Durchmessers der Abströmleitung ... 84
C.5.3 Berechnung des Druckverlusts am Austritt der Sicherheitseinrichtung ... 84
C.6 Vereinfachte Berechnung des Durchflusses durch eine Berstscheibe und Abblaseleitung ... 86
C.6.1 Allgemeines ... 86
C.6.2 Eingabedaten ... 86
C.6.3 Berechnung der Durchflussrate ... 88

Anhang D (informativ) Umgebungsfaktor ... 92

Literaturhinweise ... 93

Bilder

Bild 1 — Zusammenhang zwischen den definierten Drücken ... 26

Bild 2 — Sicherheitseinrichtung in einem druckführenden System 27

Bild 3 — Verfahren zur Auslegung von Sicherheitseinrichtungen 31

Bild 4 — Strömungsregime am Eintritt der Sicherheitseinrichtung (Einphasen- oder Zweiphasenströmung) [23] — Grenzfüllgrad, ϕ_{limit}, als Funktion der dimensionslosen Blasenaufstiegsgeschwindigkeit 33

Bild C.1 — Schematische Darstellung des Auslegungsfalls mit Zuströmleitung, Sicherheitseinrichtung und Abströmleitung an der Oberseite eines druckführenden Systems 74

Tabellen

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und Richtlinie 2014/68/EU, Anhang I 9

Tabelle ZA.2 — Anwendbare Normen, die die in diesem Anhang ZA beschriebene Konformitätsvermutung begründen 9

Tabelle 1 — Mögliche Fluidzustände am Eintritt des Sicherheitsventils oder der Berstscheibe, die eine Zweiphasenströmung ergeben können 14

Tabelle 2 — Wärmeübergangskoeffizienten für die Fälle Vakuumverlust (k_v) und Beflammung (k_f) 44

Tabelle 3 — Gleichungen zur Berechnung von $Q_{m,out}$, des auszublasenden Massenstroms und Q 60

Tabelle 4 — Gleichungen zur Berechnung der Massenstromdichte durch die Sicherheitseinrichtung 64

Tabelle A.1 — Mögliche Ursachen für Überdruck in einem zu schützenden System 67

Tabelle C.1 — Typische Werte für den Kompressibilitätsfaktoren ω 89

Tabelle D.1 — Umgebungsfaktor für Brandeinwirkungsbedingungen 92