

DIN EN 60534-2-3

ICS 23.060.40

Ersatz für
DIN EN 60534-2-3:1998-12
Siehe Anwendungsbeginn

**Stellventile für die Prozessregelung –
Teil 2-3: Durchflusskapazität –
Prüfverfahren
(IEC 60534-2-3:2015);
Deutsche Fassung EN 60534-2-3:2016**

Industrial-process control valves –
Part 2-3: Flow capacity –
Test procedures
(IEC 60534-2-3:2015);
German version EN 60534-2-3:2016

Vannes de régulation des processus industriels –
Partie 2-3: Capacité d'écoulement –
Procédures d'essais
(IEC 60534-2-3:2015);
Version allemande EN 60534-2-3:2016

Gesamtumfang 47 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2016-01-20 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2017-01-01.

Für DIN EN 60534-2-3:1998-12 besteht eine Übergangsfrist bis 2019-01-20.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60534-2-3:2014-04.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 963 „Stellgeräte für strömende Stoffe“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65B „Measurement and control devices“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60534-2-3:1998-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Anforderungen an die Messeinrichtungen für Druck, Durchfluss und Temperatur wurden präziser definiert;
- b) ein neuer Anhang zu Berechnungsdaten wurde hinzugefügt;
- c) ein neuer Anhang zur Herleitung des Stellventiltyps-faktors F_d wurde hinzugefügt;
- d) ein neuer Anhang zum Thema „Laminare Strömung“ wurde hinzugefügt;
- e) ein neuer Anhang für ein umfangreiches Prüfverfahren für F_L wurde hinzugefügt;
- f) ein neuer Anhang zur Berechnung von F_p wurde hinzugefügt;
- g) die Bezüge, Verweisungen und Literaturhinweise wurden aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60534-2-3: 1985-06

DIN EN 60534-2-3: 1995-01, 1998-12

Stellventile für die Prozessregelung –
Teil 2-3: Durchflusskapazität –
Prüfverfahren
(IEC 60534-2-3:2015)

Industrial-process control valves –
Part 2-3: Flow capacity –
Test procedures
(IEC 60534-2-3:2015)

Vannes de régulation des processus industriels –
Partie 2-3: Capacité d'écoulement –
Procédures d'essais
(IEC 60534-2-3:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2016-01-20 angenommen. CENELEC-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 Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees 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.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

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

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60534-2-3:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 65B/1025/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60534-2-3, erarbeitet vom SC 65B „Measurement and control devices“ des IEC/TC 65 „Industrial-process measurement, control and automation“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60534-2-3:2016 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2016-10-20
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-01-20

Dieses Dokument ersetzt EN 60534-2-3:1998.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60534-2-3:2015 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelisteten Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60751:2008 ANMERKUNG Harmonisiert als EN 60751:2008 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen	6
5 Prüfanordnung	8
5.1 Prüfstück	8
5.2 Prüfstrecke	8
5.3 Drosselventile	9
5.4 Durchflussmessung	10
5.5 Druckmessstutzen	11
5.6 Druckmessung	11
5.7 Temperaturmessung	11
5.8 Ventilhub/Drehwinkel	11
5.9 Einbau des Prüfstücks	12
6 Genauigkeit der Prüfungen	12
7 Prüffluide	13
7.1 Inkompressible Fluide	13
7.2 Kompressible Fluide	13
8 Prüfverfahren für inkompressible Fluide	13
8.1 Prüfverfahren für den Durchflusskoeffizienten C	13
8.2 Prüfverfahren für den Faktor für den Druckrückgewinn F_L und für den kombinierten Faktor für den Druckrückgewinn und die Rohrleitungsgeometrie, F_{LP}	15
8.3 Prüfverfahren für den Faktor für die Rohrleitungsgeometrie F_p	16
8.4 Prüfverfahren für den Faktor F_F für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	16
8.5 Prüfverfahren für den Reynolds-Zahl-Faktor F_R für inkompressible Medien	16
8.6 Prüfverfahren für den Stellventilformfaktor F_d	17
9 Messdatenauswertung für inkompressible Fluide	17
9.1 Ohne Durchflussbegrenzung	17
9.2 Durchflussbegrenzung	17
9.3 Berechnung des Durchflusskoeffizienten C	18
9.4 Berechnung des Faktors für den Druckrückgewinn F_L und des kombinierten Faktors für den Druckrückgewinn und die Rohrleitungsgeometrie F_{LP}	18
9.5 Berechnung des Rohrleitungsgeometriefaktors F_p	19
9.6 Berechnung des Faktors F_F für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	19
9.7 Berechnung des Reynolds-Zahl-Faktors F_R	19

	Seite
9.8 Berechnung des Stellventilformfaktors F_d	20
10 Prüfverfahren für kompressible Fluide	20
10.1 Prüfverfahren für den Durchflusskoeffizienten C	20
10.2 Prüfverfahren für die kritischen Differenzdruckverhältnisse x_T und x_{TP}	21
10.3 Prüfverfahren für den Faktor für die Rohrleitungsgeometrie F_p	23
10.4 Prüfverfahren für den Reynolds-Zahl-Faktor F_R	23
10.5 Prüfverfahren für den Stellventilformfaktor F_d	24
10.6 Prüfverfahren für Kleinstfluss-Garnituren	24
11 Messdatenauswertung für kompressible Fluide	24
11.1 Durchflussgleichung	24
11.2 Berechnung des Durchflusskoeffizienten C	25
11.3 Berechnung des kritischen Differenzdruckverhältnisses x_T	25
11.4 Berechnung des kritischen Differenzdruckverhältnisses x_{TP}	25
11.5 Berechnung des Rohrleitungsgeometriefaktors F_p	26
11.6 Berechnung des Reynolds-Zahl-Faktors F_R für kompressible Fluide	26
11.7 Berechnung des Stellventilformfaktors F_d	26
11.8 Berechnung des Durchflusskoeffizienten C für eine Kleinstfluss-Garnitur	26
Anhang A (normativ) Typische Beispiele von Prüfstücken mit Angabe der zugehörigen Lage der Druckmessstutzen	28
Anhang B (informativ) Berechnungsdaten	29
Anhang C (informativ) Herleitung des Stellventilformfaktors F_d	32
Anhang D (informativ) Abhandlung und Quellenangabe über Laminare Strömung	36
Anhang E (informativ) Umfangreiches Prüfverfahren für F_L	37
E.1 Allgemeines	37
E.2 Prüfverfahren	37
E.3 Grafische Auswertung	37
Anhang F (informativ) Berechnung von F_p als Entscheidungshilfe, ob der Rohrlängsdurchmesser und die Ventillinnenweite den Prozessbedingungen entsprechen	40
Literaturhinweise	43
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	45
Bilder	
Bild 1 – Grundsätzlicher Aufbau eines Prüfsystems	8
Bild 2 – Anforderungen an die Rohrleitungen der Prüfstrecke	10
Bild 3 – Empfohlener Anschluss für die Druckmessung	12
Bild A.1 – Typische Beispiele von Prüfstücken mit Angabe der zugehörigen Lage der Druckmessstutzen	28
Bild B.1 – Dynamische Viskosität von Wasser	29

	Seite
Bild C.1 – Einsitzventil mit Parabolkegel (Durchflussrichtung öffnet)	35
Bild C.2 – Stellklappe durchschlagend	35
Bild E.1 – Typische Messwerte für den Durchfluss	38

Tabellen

Tabelle 1 – Ausrichtung des Prüfstücks	12
Tabelle 2 – Minimaler Eingangsdruck für die Prüfung in kPa (bar) in Abhängigkeit von F_L und Δp	14
Tabelle 3 – Numerische Konstanten N	27
Tabelle B.1 – Stoffeigenschaften von Wasser	29
Tabelle B.2 – Stoffeigenschaften von Luft	30
Tabelle B.3 – Rohrleitungen der Prüfstrecke	31
Tabelle C.1 – Numerische Konstanten N	34
Tabelle F.1 – Werte von F_P , falls der Innendurchmesser der Rohrleitung auf der Eintritts- und auf der Austrittsseite gleich ist	41
Tabelle F.2 – Werte von F_P , falls der Innendurchmesser der Rohrleitung auf der Austrittsseite größer als der Innendurchmesser des Ventilaustritts ist	42

1 Anwendungsbereich

Der hier vorliegende Teil 2-3 der internationalen Normenreihe IEC 60534 ist anwendbar für Stellventile für die Prozessregelung und beinhaltet die Prüfverfahren für die Durchflusskapazität zur Ermittlung der folgenden Kenngrößen, die in den Gleichungen verwendet werden, die in IEC 60534-2-1 angegeben sind:

- a) Durchflusskoeffizient C ;
- b) Faktor F_L für den Druckrückgewinn bei Flüssigkeiten ohne angebrachte Fittings;
- c) Kombiniertes Faktor F_{LP} für den Druckrückgewinn und die Rohrleitungsgeometrie bei Flüssigkeiten mit angebrachten Fittings;
- d) Rohrleitungsgeometriefaktor F_P ;
- e) Differenzdruckverhältnis-Faktoren x_T und x_{TP} ;
- f) Stellventilformfaktor F_d ;
- g) Reynolds-Zahl-Faktor F_R .

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).

IEC 60534-1, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-2-1:2011, *Industrial-process control valves – Part 2-1: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow under installed conditions*

IEC 60534-8-2, *Industrial-process control valves – Part 8-2: Noise considerations – Laboratory measurement of noise generated by hydrodynamic flow through control valves*

IEC 61298-1, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 1: General considerations*

IEC 61298-2, *Process measurement and control devices – General methods and procedures for evaluating performance – Part 2: Tests under reference conditions*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60534-1, IEC 60534-2-1, IEC 61298-1 und IEC 61298-2.

4 Formelzeichen

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
C	Durchflusskoeffizient (K_v , C_v)	verschiedene (siehe IEC 60534-1)
C_R	Durchflusskoeffizient bei Nenn-Stellventilhub	verschiedene (siehe IEC 60534-1)
d	Nennweite des Stellventils (DN)	mm
F_d	Stellventilformfaktor	1
F_F	Faktor für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	1
F_L	Faktor für den Druckrückgewinn eines Stellventils ohne angebrachte Fittings	1
F_{LP}	kombinierter Faktor für den Druckrückgewinn und die Rohrleitungsgeometrie eines Stellventils mit angebrachten Fittings	1

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
F_p	Rohrleitungsgeometriefaktor	1
F_R	Reynolds-Zahl-Faktor	1
F_γ	Normierungsfaktor für γ	1
M	molare Masse des strömenden Fluids	kg/kmol
N	numerische Konstanten (siehe Tabelle 3)	verschiedene (siehe Anmerkung 1)
p_c	thermodynamischer kritischer Druck	kPa oder bar (siehe Anmerkung 2)
p_v	Dampfdruck der Flüssigkeit bei Eintrittstemperatur	kPa oder bar
p_1	absoluter statischer Eingangsdruck, gemessen an der Druckmessstelle vor dem Stellventil	kPa oder bar
p_2	absoluter statischer Ausgangsdruck, gemessen an der Druckmessstelle nach dem Stellventil	kPa oder bar
Δp	Differenzdruck ($p_1 - p_2$) zwischen der Druckmessstelle vor dem Stellventil und der Druckmessstelle nach dem Stellventil	kPa oder bar
$\Delta p_{\max}$	maximaler Differenzdruck	kPa oder bar
$\Delta p_{\max(L)}$	maximaler effektiver Differenzdruck Δp für ein Stellventil ohne angebrachte Fittings	kPa oder bar
$\Delta p_{\max(LP)}$	maximaler effektiver Differenzdruck Δp für ein Stellventil mit angebrachten Fittings	kPa oder bar
Q	Volumendurchfluss	m ³ /h (siehe Anmerkung 3)
$Q_{\max}$	maximaler Volumendurchfluss bei Durchflussbegrenzung	m ³ /h
$Q_{\max(L)}$	maximaler Volumendurchfluss für inkompressible Fluide bei Durchflussbegrenzung für ein Stellventil ohne angebrachte Fittings	m ³ /h
$Q_{\max(LP)}$	maximaler Volumendurchfluss für inkompressible Fluide bei Durchflussbegrenzung für ein Stellventil mit angebrachten Fittings	m ³ /h
$Q_{\max(T)}$	maximaler Volumendurchfluss für kompressible Fluide bei Durchflussbegrenzung für ein Stellventil ohne angebrachte Fittings	m ³ /h
$Q_{\max(TP)}$	maximaler Volumendurchfluss für kompressible Fluide bei Durchflussbegrenzung für ein Stellventil mit angebrachten Fittings	m ³ /h
Re_v	Stellventil-Reynolds-Zahl	1
T_1	absolute Eintrittstemperatur	K
t_s	Referenztemperatur für Normalbedingungen	°C
X	Verhältnis von Differenzdruck zum absoluten Eintrittsdruck ($\Delta p/p_1$)	1
x_T	kritisches Differenzdruckverhältnis für ein Stellventil ohne angebrachte Fittings bei Durchflussbegrenzung	1
x_{TP}	kritisches Differenzdruckverhältnis für ein Stellventil mit angebrachten Fittings bei Durchflussbegrenzung	1
Y	Expansionsfaktor	1
Z	Kompressibilitätsfaktor ($Z = 1$ für ideale Gase)	1
γ	Verhältnis der spezifischen Wärmen	1
ν	kinematische Viskosität	m ² /s (siehe Anmerkung 4)
ξ	Druckverlustbeiwert eines Reduzierstücks, einer Rohrerweiterung oder eines anderen Fittings, der an das Stellventil angebracht ist	1
ρ_1/ρ_0	relative Dichte ($\rho_1/\rho_0 = 1$ für Wasser bei 15,5 °C)	1

ANMERKUNG 1 Um die Einheiten der numerischen Konstanten festzulegen, kann eine Einheitenbetrachtung der betreffenden Gleichungen unter Verwendung der in Tabelle 3 angegebenen Einheiten durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2 1 bar = 10² kPa = 10⁵ Pa.

ANMERKUNG 3 Bei kompressiblen Fluiden bezieht sich der Volumendurchfluss, der durch das Symbol Q dargestellt wird, auf Normalbedingungen, d. h. einen absoluten Druck von 101,325 kPa (1,013 25 bar) und eine Temperatur von entweder 0 °C oder 15 °C (siehe Tabelle 3).

ANMERKUNG 4 1 cSt (Centistoke) = 10⁻⁶ m²/s.

5 Prüfanordnung

5.1 Prüfstück

Das Prüfstück ist ein Stellventil oder eine Kombination von Stellventil, Reduzierstücken oder Erweiterungen oder anderen an das Gehäuse des Ventils angebrachten Komponenten, für welches Messdaten benötigt werden. Siehe Anhang A für zusätzliche Beispiele von typischen Prüfstücken, die repräsentativ für Anlageninstallationen sind.

Zusätzliche Überlegungen sind bei der Prüfung von Ventilen mit hoher spezifischer Durchflusskapazität, z. B. bei Kugelhähnen und Stellklappen, angebracht. Diese Ventile können Freistrahle in die abströmseitige Rohrleitung erzeugen, welche die Position des Bereichs der Druckrückgewinnung beeinflussen. Hinsichtlich der zu erwartenden Genauigkeit der Messung siehe Abschnitt 6.

Ventile mit Kleinst-Durchflusskoeffizienten (Ventile mit $C \ll N_{18}$) werden in 8.1.2 behandelt.

Physikalische oder rechnergestützte Modellierung von Stellventilen als Basis für die Ermittlung des Durchflusskoeffizienten ist zulässig, liegt jedoch nicht im Anwendungsbereich dieser Norm. Beim Modellieren obliegt es dem Praktiker, passende Modellierungstechniken anzuwenden, das Modell und die Skalierung zu den realen Druckflussdaten zu validieren und die Art des Modells zu dokumentieren.

5.2 Prüfstrecke

Der grundsätzliche Aufbau eines Prüfsystems ist in Bild 1 dargestellt.

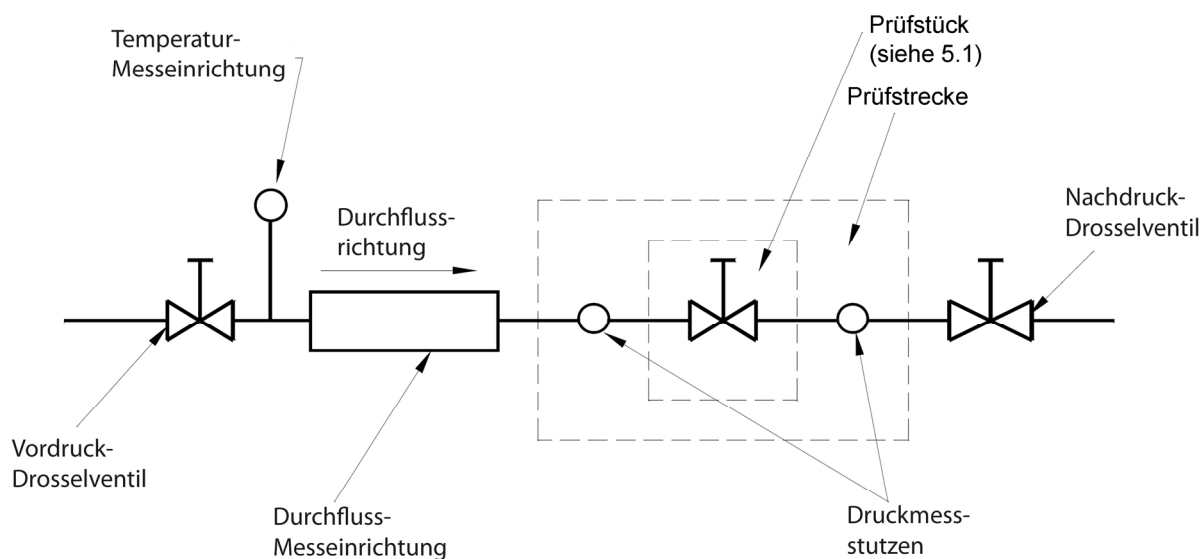


Bild 1 – Grundsätzlicher Aufbau eines Prüfsystems

Die Rohrleitung vor und hinter dem Prüfstück sollte die gleiche Nennweite wie die Anschlüsse des Prüfstücks haben und den in Bild 2 gegebenen Anforderungen an die gerade Länge entsprechen. Die Eingangs- und Ausgangsrohrleitung müssen für den jeweiligen maximalen Druck, der durch das Prüfsystem aufgebracht werden kann, geeignet sein (Tabelle B.3 enthält die Daten handelsüblicher Rohrleitungen).

Der Innendurchmesser der Rohrleitung darf bei allen Nennweiten nicht mehr als $\pm 2\%$ vom Innendurchmesser der Anschlüsse am Eingang und Ausgang des Prüfstückes abweichen. Mit steigendem Verhältnis Cld^2 (des Prüfstücks) wird die Abweichung des Durchmessers problematischer. Dann werden potentielle Druckabfälle an den Anschlüssen am Eingang und Ausgang im Verhältnis zum Druckabfall am Stellventil signifikant. Darüber hinaus kann eine wesentliche Störstelle am Ventilausgang die Druckmessung auf der Abströmseite (p_2) beeinflussen. Ein Indiz für den Einfluss von nicht übereinstimmenden Durchmessern ist der Rohrleitungsgeometriefaktor (F_p) auf Basis der Innendurchmesser. Dieser Wert ist annähernd 1 bei einer Standardprüfung, d. h. bei gleichen Innendurchmessern von Rohrleitung und Prüfstück. Aus diesem Grund muss zur Sicherstellung einer ausreichenden Messgenauigkeit entweder durch Berechnung oder Messung nachgewiesen werden, dass $0,99 \leq F_p \leq 1,01$ ist. Falls $F_p < 0,99$ oder $F_p > 1,01$ ist, muss dieses in den Messdaten festgehalten werden (siehe 8.1.5 oder 10.1.5). Siehe Anhang F für eine Beispielrechnung.

Die Innenflächen der Prüfstrecke müssen frei von Rost, Zunder und anderen Störstellen sein, die übermäßige Störungen des Durchflusses verursachen können.

5.3 Drosselventile

Die Drosselventile auf der Eingangs- und der Ausgangsseite dienen zur Regelung des Differenzdrucks zwischen den Druckmessstellen der Prüfstrecke und zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Eingangs- und Ausgangsdrucks. Hinsichtlich der Bauart der Drosselventile bestehen keine Einschränkungen. Jedoch sollte das Drosselventil auf der Ausgangsseite eine ausreichende Kapazität haben, um sicherzustellen, dass sowohl bei kompressiblen als auch bei inkompressiblen Fluiden Durchflussbegrenzung erreicht wird. Hierzu darf das Drosselventil im Ausgang größer sein als die Nennweite des Prüfstücks. Bei Prüfungen mit Flüssigkeiten muss Ausdampfung im Stellventil auf der Eingangsseite vermieden werden.

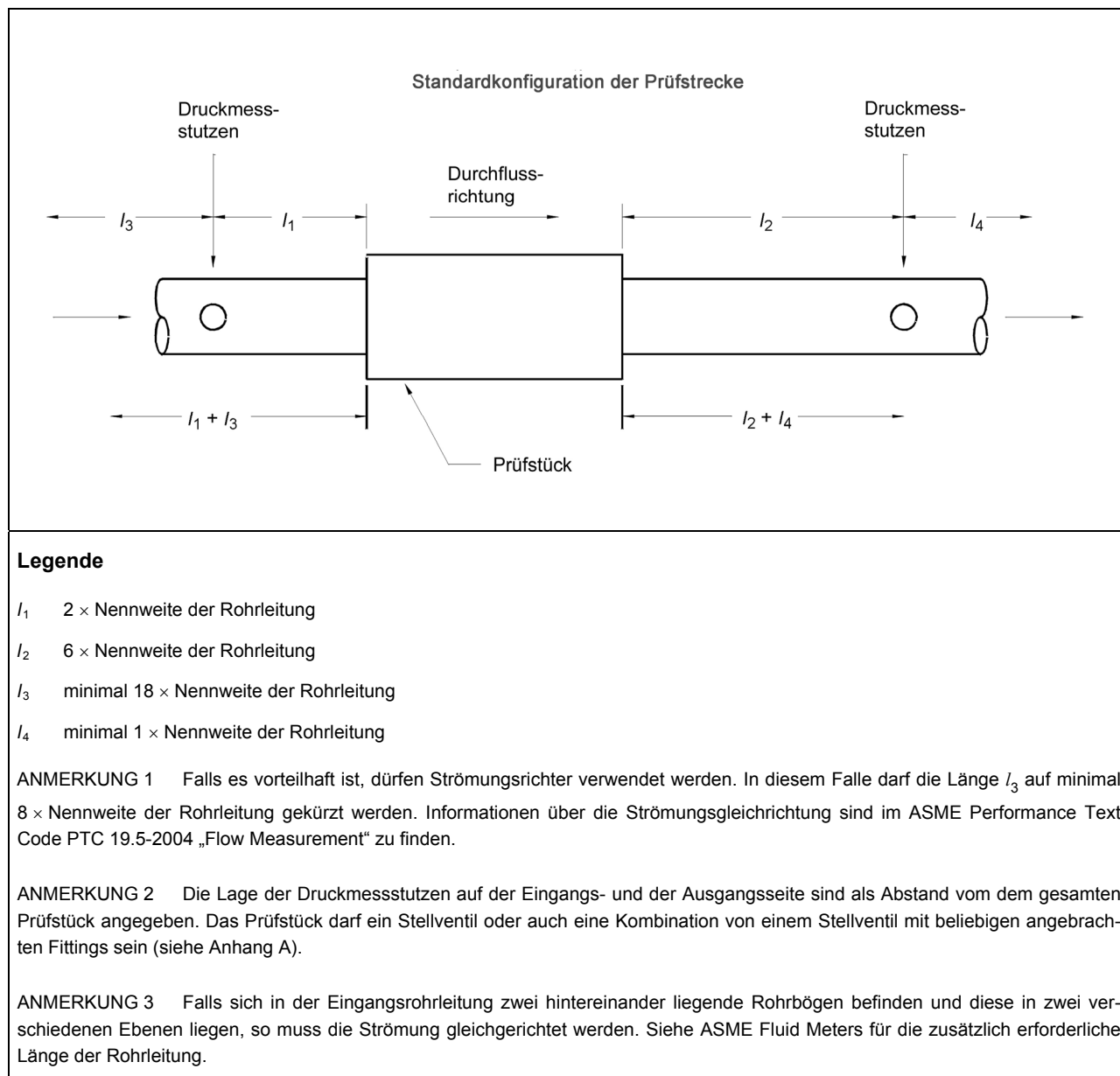


Bild 2 – Anforderungen an die Rohrleitungen der Prüfstrecke

5.4 Durchflussmessung

Das Durchflussmessgerät darf auf der Eingangsseite oder auf der Ausgangsseite der Prüfstrecke angebracht sein und darf von jedem Typ sein, der die Anforderungen an die Genauigkeit erfüllt. Die Genauigkeit des Messgerätes muss innerhalb von $\pm 2\%$ des angezeigten Messwertes liegen. Die Auflösung und Wiederholgenauigkeit des Messgerätes muss innerhalb von $\pm 0,5\%$ liegen. Das Durchflussmessgerät muss so häufig kalibriert werden, wie zur Erhaltung dieser Genauigkeit notwendig ist. Alle Vorschriften zum Einbau und Betrieb des verwendeten Messgerätes, insbesondere die Angaben zur Strömungsform (z. B. der geraden Rohrleitungsstrecke auf der Eingangs- und der Ausgangsseite des Messgerätes usw.) sind zu befolgen.

5.5 Druckmessstutzen

Die Druckmessstutzen sind an der Rohrleitung der Prüfstrecke entsprechend den Anforderungen von Bild 3 anzubringen. Die Druckmessstutzen müssen der in Bild 3 dargestellten Ausführung entsprechen. Die Ecken der Druckmessstutzen müssen sauber und scharfkantig sein (d. h. Korrosion und/oder Erosion darf nicht vorliegen) oder leicht gerundet, jedoch immer gratfrei, frei von Schweißraupen oder anderen Unebenheiten. Auf keinen Fall darf ein Anschlussstutzen in die Rohrleitung hineinragen.

Ausrichtung:

Inkompressible Fluide – Die Mittellinie der Druckmessstutzen sollte horizontal sein, damit die Möglichkeit des Eintritts von Luft bzw. der Verschmutzung der Druckmessstutzen reduziert wird.

Kompressible Fluide – Die Mittellinie der Druckmessstutzen sollte horizontal oder vertikal auf der Oberseite der Rohrleitung sein, damit die Möglichkeit der Verschmutzung bzw. des Eintretens von Kondensat reduziert wird.

Bei Stellklappen und anderen Ventilen mit drehender Bewegung des Drosselkörpers müssen die Druckmessstutzen parallel zur Ventilwelle ausgerichtet sein, um den Effekt der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeit des Fluids auf die Druckmessung zu reduzieren.

Zur Mittelung der Druckmessung können in jedem Bereich der Prüfstrecke mehrere Druckmessstutzen verwendet werden. Jeder dieser Druckmessstutzen muss der in Bild 3 dargestellten Ausführung entsprechen.

Beachte 5.9 für weitere Richtlinien zur Installation.

5.6 Druckmessung

Alle Druck- und Differenzdruckmessungen müssen mit Messgeräten erfolgen, die eine Messgenauigkeit von $\pm 2\%$ des angezeigten Messwertes sicherstellen. Die Druckmesseinrichtungen müssen so häufig kalibriert werden, wie es zur Erhaltung der geforderten Messgenauigkeit notwendig ist.

Falls einzelne Druckmessungen (p_1 , p_2) anstelle einer Differenzdruckmessung (Δp) verwendet werden, so sind hierfür Messgeräte zu wählen, die hinreichend genau sind, dass der errechnete Differenzdruck ($p_1 - p_2$) mindestens der oben vorgegebenen Genauigkeit einer Differenzdruckmessung entspricht.

5.7 Temperaturmessung

Die Temperatur des Fluids muss mit einem Messgerät mit einer Unsicherheit von $\pm 1\text{ °C}$ ($\pm 2\text{ °F}$) des angezeigten Messwertes gemessen werden. Der Temperaturmesswertaufnehmer sollte so gewählt und anbracht werden, dass der Einfluss auf die Durchfluss- und Druckmessungen minimal ist. Falls Thermoelemente zur Temperaturmessung verwendet werden, müssen diese mindestens der Klasse B nach IEC 60751 entsprechen.

Die Eingangstemperatur des Fluids muss während der Zeit, in der die Messwerte an einem bestimmten Messpunkt aufgenommen werden, innerhalb eines Bereiches von $\pm 3\text{ °C}$ ($\pm 5\text{ °F}$) konstant bleiben. Die Prüfeinrichtung sollte sich für eine Zeitspanne, die länger als die Zeitkonstante der Messeinrichtung ist, stabilisieren können, so dass die korrekte Temperatur aufgezeichnet wird.

5.8 Ventilhub/Drehwinkel

Der Hub bzw. der Drehwinkel des Stellventils muss während jeder Durchflussmessung innerhalb von $\pm 0,5\%$ des Nennhubes fixiert werden.

Das Messgerät für den Hub bzw. den Drehwinkel muss eine Genauigkeit von $\pm 0,2\%$ des Nennhubes aufweisen.

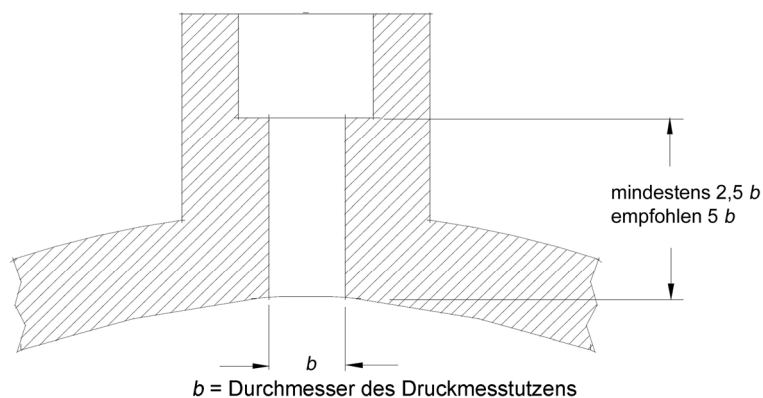
5.9 Einbau des Prüfstücks

Der Versatz zwischen der Mittellinie der Rohrleitung in der Prüfstrecke und der Mittellinie von Eingang und Ausgang des Prüfstücks muss innerhalb der Werte, die in Tabelle 1 und Bild 3 angegeben sind, liegen.

Tabelle 1 – Ausrichtung des Prüfstücks

Rohrleitungsnennweite	zulässiger Versatz
DN 15 bis DN 25	0,8 mm
DN 32 bis DN 150	1,6 mm
DN 200 und größer	$0,01 \times \text{Rohrleitungsnennweite}$

Der Innendurchmesser jeder Dichtung ist so zu bemessen und die Dichtung ist so einzubauen, dass die Dichtung nicht in die Rohrleitung hineinragt.



ANMERKUNG 1 Jede geeignete Methode zur Herstellung des Anschlusses ist akzeptabel, sofern die vorgenannten Bedingungen eingehalten werden.

ANMERKUNG 2 Referenz: ASME Performance Test Code PTC 19.5-1972, „Applications. Part II of Fluid Meters, Interim Supplement on Instruments and Apparatus.“

Rohrleitungsnennweite	nicht mehr als	nicht weniger als
< 50 mm	6 mm	3 mm
50 mm bis 75 mm	9 mm	3 mm
100 mm bis 200 mm	13 mm	3 mm
≥ 250 mm	19 mm	3 mm

Bild 3 – Empfohlener Anschluss für die Druckmessung

6 Genauigkeit der Prüfungen

Bei Ventilen mit $\frac{C}{N_{18}d^2} < 0,047$ und mit $x_T < 0,84$ bei der jeweiligen Ventilöffnung ist die Messgenauigkeit

für den Durchflusskoeffizienten C des Prüfstückes weniger als $\pm 5\%$. Bei Ventilen, die diese Kriterien nicht erfüllen, kann die Toleranz größer als 5% sein. Diese Aussagen zur Messgenauigkeit gelten, sofern voll ausgebildete turbulente Strömung vorliegt. Siehe Anhang D für weitere Informationen, falls dies nicht der Fall ist.

Beachte die in 5.1 dargestellten Einschränkungen.

7 Prüffluide

7.1 Inkompressible Fluide

Grundsätzlich ist bei diesem Prüfverfahren frisches Wasser ohne nennenswerten Gehalt an Feststoffen (d. h. $< 1\,000 \times 10^{-6}$ gelöste Salze und $< 1\,000 \times 10^{-6}$ Feststoffgehalt) als Basisflüssigkeit zu verwenden. Inhibitoren zur Vermeidung oder zur Verminderung von Korrosion und zur Vermeidung des Wachstums organischer Substanzen dürfen verwendet werden. Der Gesamteinfluss von Additiven und allen Verunreinigungen auf die Dichte und die Viskosität muss durch Berechnung mittels der in dieser Norm gegebenen Gleichungen bestimmt werden. Die Auswirkung auf den Durchflusskoeffizienten darf nicht mehr als 0,1 % betragen. Andere Prüffluide als frisches Wasser können für die Bestimmung von F_R und F_F erforderlich sein. Der Temperaturbereich bei frischem Wasser als Prüffluid sollte zwischen 5 °C und 40 °C liegen.

7.2 Kompressible Fluide

Bei diesem Prüfverfahren sind grundsätzlich Luft oder einige andere kompressible Fluide als Basisflüssigkeiten zu verwenden. Das Prüffluid muss unter den Prüfbedingungen das Verhalten eines Idealen Gases aufweisen und daher ein Verhältnis der spezifischen Wärmen im Bereich $1,2 \leq \gamma \leq 1,6$ haben (siehe Cunningham, Driskell in den Literaturhinweisen). Dämpfe, die möglicherweise in der Drosselstelle ihren Kondensationspunkt erreichen, sind als Prüffluid nicht zulässig. Es ist darauf zu achten, dass während der Prüfung keine innere Vereisung auftritt.

8 Prüfverfahren für inkompressible Fluide

8.1 Prüfverfahren für den Durchflusskoeffizienten C

8.1.1 Das Prüfstück ohne angebrachte Fittings ist entsprechend den Anforderungen an die Rohrleitung nach Bild 2 zu installieren.

8.1.2 Die Durchflussmessungen müssen bei drei deutlich unterschiedlichen Differenzdrücken (aber nicht unter 0,1 bar) innerhalb des turbulenten Bereichs, jedoch ohne Ausdampfung, erfolgen. Als Differenzdrücke werden vorgeschlagen:

- gerade unterhalb des Einsatzes der Kavitation oder des maximal erreichbaren Differenzdrucks der Prüfeinrichtung, je nachdem, welcher Wert der kleinere ist (siehe IEC 60534-8-2);
- ungefähr 50 % des Differenzdrucks wie unter a) beschrieben;
- ungefähr 10 % des Differenzdrucks wie unter a) beschrieben.

Die Drücke müssen zwischen den Druckmessstellen der Prüfstrecke bei vorgegebener Ventil-Öffnungstellung gemessen werden.

Bei sehr kleinen Durchflusskoeffizienten kann bei den oben empfohlenen Differenzdrücken nicht-turbulente Strömung auftreten. In diesem Fall muss der Differenzdruck erhöht werden, damit turbulente Strömungsverhältnisse sichergestellt sind. Druckflussmessungen sollten unter Bedingungen durchgeführt werden, bei denen die Ventil-Reynolds-Zahl Re_v (siehe Gleichung (13)) 100 000 oder größer ist. Falls es nicht möglich ist, eine Ventil-Reynolds-Zahl von 100 000 zu erreichen, sollte eine Messung des Durchflusskoeffizienten mit einem kompressiblen Prüfmedium in Erwägung gezogen werden (siehe auch Anhang D). Abweichungen von den Standard-Anforderungen und die Gründe dieser Abweichungen müssen aufgezeichnet werden.

Bei großen Stellventilen, bei denen die Durchflussleistung der Prüfanlage erreicht wird, dürfen geringere Differenzdrücke verwendet werden, sofern turbulente Strömungsverhältnisse sichergestellt sind. Abweichungen von den Standard-Anforderungen müssen aufgezeichnet werden. Abweichungen von den oben vorgegebenen Differenzdrücken müssen aufgezeichnet werden, und die Gründe dafür müssen angegeben werden.