

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

VERBAND DER
ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK
INFORMATIONSTECHNIK

Strömungstechnische Kenngrößen von Stellgeräten
und deren Bestimmung

Fluidic characteristic quantities of control valves
and their determination

VDI/VDE 2173

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweise	2
3 Begriffe	3
4 Formelzeichen	5
5 Prüfverfahren für die Sitzleckage	7
5.1 Prüfmedium und Prüfverfahren	7
5.2 Messgeräte	7
5.3 Einstellung des Stellantriebs	8
5.4 Prüfablauf	8
6 Ermittlung der strömungstechnischen Ventilkennwerte	11
6.1 Messeinrichtung zur Ermittlung der strömungstechnischen Ventilkennwerte	11
6.2 Messungen	13
6.3 Messverfahren und Auswertung	13
7 Berechnung des Durchflusskoeffizienten K_v	17
7.1 Inkompressible Fluide	17
7.2 Kompressible Fluide	17
7.3 Faktor für die Rohrleitungsgeometrie F_p	18
8 Kennlinienform	18
8.1 Definition der Kennlinie	18
8.2 Grundformen von Kennlinien	18
8.3 Herstellerdefinierte Kennlinien	19
9 Kennlinienneigung	21
9.1 Kennlinienneigung der Grundformen	21
9.2 Kennlinienneigung der erreichten Kennlinie	21
9.3 Toleranzen für die Kennlinienneigungen	21
10 Angabe der Kenngrößen auf dem Ventil	21
11 Beispiele für Kennlinienbilder	22
Schrifttum	24

Contents	Page
Preliminary note	2
Introduction	2
1 Scope	2
2 Normative references	2
3 Terms and definitions	3
4 Symbols	5
5 Test procedure for seat leakage	7
5.1 Test medium and test procedures	7
5.2 Measuring instruments	7
5.3 Actuator adjustment	8
5.4 Test procedure	8
6 Determination of the valve fluidic characteristic quantities	11
6.1 Measuring device for determining the valve fluidic characteristic quantities	11
6.2 Measurements	13
6.3 Measurement procedures and data evaluation	13
7 Calculation of the flow coefficient K_v	17
7.1 Incompressible fluids	17
7.2 Compressible fluids	17
7.3 Factor for the pipeline geometry F_p	18
8 Forms of characteristic curves	18
8.1 Definition of the characteristic curve	18
8.2 Basic forms of characteristic curves	18
8.3 Manufacturer-defined characteristic curves	19
9 Slope of characteristic curve	21
9.1 Characteristic curve slope of the basic forms	21
9.2 Slope of the characteristic curve reached	21
9.3 Tolerances for the slopes of the characteristic curves	21
10 Indication of the characteristics on the valve	21
11 Examples for characteristic diagrams	22
Bibliography	24

VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)

Fachbereich Mechatronik, Robotik und Aktorik

VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik

VDI-Handbuch Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Band 2: Planung/Projektierung

This is a preview. Click here to purchase the full publication.

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2173.

Einleitung

Der richtige Einsatz von Stellgeräten wird erleichtert, wenn ihre Eigenschaften durch Messung ermittelt werden. Aus diesen Messungen lassen sich geeignete Kenngrößen ableiten, die das Durchflussverhalten des Stellventils in Abhängigkeit vom Hub beschreiben.

Diese Richtlinie fasst die wesentlichen Festlegungen aus der bestehenden Normung zusammenzufassen und stellt sie für die Anwendung in der Praxis zur Verfügung. Sie wurde erarbeitet vom Fachausschuss „Stellgeräte für strömende Stoffe“ der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für alle Bauarten von Stellgeräten für die Prozessindustrie.

2 Normative Verweise

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

ANSI/FCI 70-2:2021 Control Valve Seat Leakage Testing

DIN EN 12266-1:2012-06 Industriearmaturen; Prüfung von Armaturen; Teil 1: Druckprüfungen, Prüfverfahren und Annahmekriterien; Verbindliche Anforderungen; Deutsche Fassung EN 12266-1:2012

DIN EN 60534-2-3:2017-01 Stellventile für die Prozessregelung; Teil 2-3: Durchflusskapazität; Prüfverfahren (IEC 60534-2-3:2015); Deutsche Fassung EN 60534-2-3:2016

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/2173.

Introduction

The correct use of control valves is facilitated when their characteristics are determined by measurements. Suitable characteristic values can be derived from these measurements to describe the flow performance of the control valve as a function of the travel.

This standard summarizes the essential requirements of the existing standards and makes them available for practical application. It was developed by the Technical Committee “Industrial Process Control Valves” of the VDI/VDE Society Measurement and Automatic Control.

1 Scope

This standard applies to all types of industrial-process control valves.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

ANSI/FCI 70-2:2021 Control Valve Seat Leakage Testing

DIN EN 12266-1:2012-06 Industrial valves; testing of valves; Part 1: Pressure tests, test methods and acceptance criteria; Mandatory requirements; German version EN 12266-1:2012

DIN EN 60534-2-3:2017-01 Industrial-process control valves; Part 2-3: Flow capacity; Test procedures (IEC 60534-2-3:2015); German version EN 60534-2-3:2016

DIN EN ISO 6708:1995-09 Rohrleitungsteile; Definition und Auswahl von DN (Nennweite) (ISO 6708:1995); Deutsche Fassung EN ISO 6708:1995

IEC 60534-4:2021-12 Stellventile für die Prozessregelung; Teil 4: Abnahme und Prüfungen

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

Differenzdruckverhältnis bei Flüssigkeiten (x_F)

Differenzdruckverhältnis nach:

$$x_F = \frac{\Delta p}{p_1 - p_v}$$

Durchflusskoeffizient (K_v)

in m³/h

spezifischer Volumendurchfluss eines Ventils bei einem festgelegten →Hub

Anmerkung 1: Es gelten folgende Bedingungen:

- Differenzdruck (Δp über das Ventil: 10⁵ Pa (1 bar)
- Medium: Wasser mit einer Temperatur zwischen 278 K und 315 K (5 °C bis 40 °C)

Anmerkung 2: Der weit verbreitete Ventildurchflusskoeffizient C_v entspricht nicht den SI-Einheiten. Er gibt den Durchfluss, der bei einer Temperatur von 40 °F bis 100 °F (4 °C bis 38 °C) je Minute bei einem Differenzdruck von 1 psi durch ein Ventil fließt, in US-Gallonen Wasser an. Es besteht folgende zahlenmäßige Beziehung zwischen K_v und C_v :

$$C_v = K_v / 0,865$$

Durchflusskoeffizient bei Hub 0 (K_{v0})

in m³/h

Schnittpunkt der Kennliniengrundform mit der Ordinatenachse

Anmerkung: siehe Abschnitt 8, Bild 3 und Bild 4

Durchflusskoeffizient bei Maximalhub (K_{vmax})

in m³/h

größter möglicher →Durchflusskoeffizient K_v , wird dem →Maximalhub H_{max} zugeordnet

Durchflusskoeffizient bei Nennhub (K_{v100})

in m³/h

gemessener →Durchflusskoeffizient K_v eines Stellgeräts bei →Nennhub H_{100}

Anmerkung: Es ist der tatsächlich ermittelte Wert und er darf nicht mehr als ±10 % vom angegebenen →Nenndurchflusskoeffizienten K_{vs} abweichen.

Hub (H)

in ° oder mm

Weg/Drehwinkel des Drosselkörpers, gemessen ab der →ZU-Stellung

DIN EN ISO 6708:1995-09 Pipework components; Definition and selection of DN (nominal size) (ISO 6708:1995); German version EN ISO 6708:1995

IEC 60534-4:2021-12 Industrial-process control valves; Part 4: Inspection and routine testing

3 Terms and definitions

For the purposes of this standard, the following terms and definitions apply:

differential pressure ratio for liquids (x_F)

differential pressure ratio according to:

$$x_F = \frac{\Delta p}{p_1 - p_v}$$

flow coefficient (K_v)

in m³/h

specific volumetric flow rate of a valve at a specified →travel

Note 1: The following conditions apply:

- differential pressure (Δp across the valve: 10⁵ Pa (1 bar)
- medium: water with a temperature between 278 K and 315 K (5 °C to 40 °C)

Note 2: The widely used flow coefficient C_v is not corresponding to the SI units. It indicates the flow rate, in US gallons of water, through a valve at a temperature of 40 °F to 100 °F (4 °C to 38 °C) per minute at a differential pressure of 1 psi. The following numerical relationship exists between K_v and C_v :

$$C_v = K_v / 0,865$$

flow coefficient at travel 0 (K_{v0})

in m³/h

intersection point of the basic characteristic curve with the ordinate axis

Note: see Section 8, Figure 3, and Figure 4

flow coefficient at maximum travel (K_{vmax})

in m³/h

largest possible →flow coefficient K_v , is assigned to the →maximum travel H_{max}

flow coefficient at rated travel (K_{v100})

in m³/h

measured →flow coefficient K_v of a control valve at →rated travel H_{100}

Note: This is the value actually determined and it shall not deviate more than ±10 % from the specified →rated flow coefficient K_{vs} .

travel (H)

in ° or mm

stroke/angle of rotation of the closure member, measured from the →CLOSED position

kleinster regelbarer Durchflusskoeffizient (K_{vr})
in m^3/h

kleinster für Regelzwecke sinnvoll anwendbarer
→Durchflusskoeffizient K_v

Anmerkung: Bei linearer oder gleichprozentiger Kennlinien-
grundform ist dies der kleinste Durchflusskoeffizient, der die
Bedingung der Neigungstoleranz der Kennlinie erfüllt (siehe
Abschnitt 11, Bild 5 und Bild 6).

kritisches Druckverhältnis (x_T)

Differenzdruckverhältnis eines gasdurchströmten
Stellgeräts, bei dem Durchflussbegrenzung eintritt

Maximalhub ($H_{\max}$)
in ° oder mm

→Hub, der bei mechanischem Anschlag im Ventil
erreicht wird

Anmerkung: Bei Stellklappen und Drehkegelventilen ist der
Maximalhub 90°, sofern kein mechanischer Anschlag vorliegt.
Bei Hähnen ist der Maximalhub in der Regel auch 90°; ein
abweichender Maximalhub ist vom Hersteller anzugeben.

Nenndurchflusskoeffizient (K_{vs})
in m^3/h

für die Kennzeichnung von Ventiltypen (Bauserien)
vom Hersteller angegebener Wert, der den vorgese-
henen →Durchflusskoeffizienten K_v beim →Nenn-
hub H_{100} des Ventils darstellt

Nennhub (H_{100})
in ° oder mm

vom Hersteller festgelegter Weg des Drosselkör-
pers, gemessen ab der →ZU-Stellung bis zu der
vom Hersteller angegebenen AUF-Stellung

Anmerkung: Der Nennhub muss nicht der mechanische An-
schlag sein. Bei einigen Bauarten von Regelventilen, z.B.
Stellklappen und Drehkegelventilen, liegt der Nennhub zwi-
schen 60° und 70°. Bei einigen Sonderausführungen von Häh-
nen kann der Nennhub bis zu 180° betragen.

Sitzleckage

Durchfluss eines Mediums (kompressibel oder in-
kompressibel), der durch ein Ventil in der ZU-
Stellung unter festgelegten Prüfbedingungen fließt

Anmerkung 1: Das in Abschnitt 5.1 spezifizierte Prüfverfah-
ren für die Sitzleckage und die Leckagewerte entsprechen den
Vorgaben von IEC 60534-4 und ANSI/FCI 70-2.

Anmerkung 2: Bei Ventilen, die ihre endgültige Dichtheit erst
durch einen →Überhub erreichen, ist dieser anzufahren.

Anmerkung 3: Optional können für reine Absperrventile auch
Sitzleckagen nach DIN EN 12266-1 vereinbart werden.

Stellverhältnis (S)

Quotient aus →Nenndurchflusskoeffizient K_{vs} und
dem →kleinsten regelbaren Durchflusskoeffizien-
ten K_{vr} :

lowest controllable flow coefficient (K_{vr})
in m^3/h

smallest →flow coefficient K_v that can be reasona-
bly applied for control purposes

Note: In the case of a linear or equal percentage basic char-
acteristic curve, this is the smallest flow coefficient which satis-
fies the condition of slope tolerance of the characteristic (see
Section 11, Figure 5, and Figure 6).

critical pressure ratio (x_T)

differential pressure ratio of a control valve under
compressible flow conditions, at which flow limita-
tion occurs

maximum travel ($H_{\max}$)
in ° or mm

→travel achieved when the valves reach a mechan-
ical end-position

Note: For butterfly valves and eccentric rotary plug valves,
the maximum travel is 90°, provided there is no mechanical
end-position. For ball and plug valves, the maximum travel is
usually also 90°; a deviating maximum travel shall be specified
by the manufacturer.

rated flow coefficient (K_{vs})
in m^3/h

value specified by the manufacturer for the mark-
ing of valve types (construction series), which rep-
resents the intended →flow coefficient K_v at the
→rated travel H_{100} of the valve

rated travel (H_{100})
in ° or mm

displacement of the closure member, measured
from the →CLOSED position to the OPEN posi-
tion specified by the manufacturer

Note: The rated travel does not have to correspond to the
mechanical stop. In some types of control valves, e.g., butter-
fly valves and eccentric rotary plug valves, the rated travel is
between 60° and 70°. In some special ball and plug valve
versions, the rated travel can be up to 180°.

seat leakage

flow rate of a medium (compressible or incom-
pressible) passing through a valve in the CLOSED
position under specified test conditions.

Note 1: The test procedure for seat leakage and leakage values
specified in Section 5.1 is in accordance with IEC 60534-4 and
ANSI/FCI 70-2.

Note 2: For valves which achieve their final tightness only by
an →overtravel, this must be applied.

Note 3: Optionally, seat leakage according to DIN EN 12266-1
can be agreed for pure shut-off valves.

rangeability (S)

quotient of →rated flow coefficient K_{vs} and the
→lowest controllable flow coefficient K_{vr} :