

DIN EN 60534-2-5

ICS 23.060.40; 25.040.40

**Stellventile für die Prozessregelung –
Teil 2-5: Durchflusskapazität –
Bemessungsgleichungen für Fluide durch Mehrstufenstellventile mit
Druckrückgewinn zwischen den Stufen (IEC 60534-2-5:2003);
Deutsche Fassung EN 60534-2-5:2003**

Industrial process control valves –

Part 2-5: Flow capacity –

Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery
(IEC 60534-2-5:2003);

German version EN 60534-2-5:2003

Vannes de régulation des processus industriels –

Partie 2-5: Capacité d'écoulement –

Equations de dimensionnement pour l'écoulement des fluides dans les vannes de
régulation multi-étagées avec récupération entre étages (CEI 60534-2-5:2003);

Version allemande EN 60534-2-5:2003

Gesamtumfang 28 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Nationales Vorwort

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 60534-2-5:2001-08

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 963 „Stellgeräte für strömende Stoffe“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC 65B „Devices“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2007 unverändert bleiben soll. 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 eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen 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.

Beginn der Gültigkeit

Die EN 60534-2-5 wurde am 2003-10-01 angenommen.

Deutsche Fassung

Stellventile für die Prozessregelung
Teil 2-5: Durchflusskapazität — Bemessungsgleichungen für Fluide durch
Mehrstufenregelventile mit Druckrückgewinn zwischen den Stufen
(IEC 60534-2-5:2003)

Industrial-process control valves —
Part 2-5: Flow capacity — Sizing equations for fluid
flow through multistage control valves with interstage
recovery
(IEC 60534-2-5:2003)

Vannes de régulation des processus industriels —
Partie 2-5: Capacité d'écoulement — Equations de
dimensionnement pour l'écoulement des fluides dans
les vannes de régulation multi-étagées avec
récupération entre étages
(CEI 60534-2-5:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-10-01 angenommen. Die 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart, 35 B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 65B/488/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 60534-2-5, ausgearbeitet von dem SC 65B „Devices“ des IEC/TC 65 „Industrial-process measurement and control“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-10-01 als EN 60534-2-5 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2004-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-10-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60534-2-5:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einführung.....	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen.....	4
3 Begriffe	5
4 Einbau.....	6
5 Formelzeichen	7
6 Bemessungsgleichungen für inkompressible Fluide	8
6.1 Turbulenter Durchfluss	8
7 Bemessungsgleichungen für kompressible Fluide	9
7.1 Turbulenter Durchfluss	9
8 Ermittlung der Korrekturfaktoren	11
8.1 Rohrleitungsgeometrie-Faktor F_P	11
8.2 Faktoren für den Druckrückgewinn bei Flüssigkeiten F_L oder F_{LP}	11
8.3 Faktor für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten F_F	11
8.4 Expansionsfaktor Y	11
8.5 Differenzdruckverhältnis x_T oder x_{TP}	12
8.6 Normierungsfaktor F_Y der spezifischen Wärmen	12
8.7 Realgasfaktor Z	13
8.8 Faktor für die Stufenbeeinflussung k	13
8.9 Wärmefaktor r	13
Anhang A (informativ) Physikalische Konstanten	16
Anhang B (informativ) Beispiele zur Auslegung von Stellventilen	17
B.1 Beispiel 1: Flüssigkeit – Strömung ohne Durchflussbegrenzung, ohne Anpassungsstücke.....	17
B.2 Beispiel 2: Flüssigkeit – Strömung mit Durchflussbegrenzung, ohne Anpassungsstücke.....	18
B.3 Beispiel 3: Kompressibles Medium – Strömung ohne Durchflussbegrenzung, ohne Anpassungsstücke.....	19
B.4 Beispiel 4: Mehrstufenberechnung, kompressibles Medium – Durchflussbegrenzung ohne Anpassungsstücke.....	20
B.5 Beispiel 5: Kompressibles Medium ohne Durchflussbegrenzung mit Anpassungsstücken	21
Literaturverzeichnis.....	25
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	26
 Bild 1 – Mehrstufen-Mehrkanal-Garnitur.....	 5
Bild 2 – Mehrstufen-Einkanal-Garnitur.....	6
Bild 3 – Referenzrohrleitungsabschnitt für die Berechnung	7
Bild 4 – Faktor F_F für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	15
 Tabelle 1 – Numerische Konstanten N	 14
Tabelle 2 – Typische Werte des Faktors für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten F_L und des Differenzdruckverhältnissfaktors x_T bei maximalem Nennhub	14
Tabelle 3 – Werte des Stufenbeeinflussungsfaktors k und des Wärmefaktors r	15

Einführung

Dieser Teil von IEC 60534 enthält dieselben Gleichungen wie IEC 60534-2-1 für die Berechnung des Durchflusses.

Die Unterschiede in der „Mehrstufen“-Norm sind:

- a) die Gleichung für die Berechnung des Expansionsfaktors Y (Gleichung 18);
- b) der nicht vorhandene Abschnitt für die Auslegung bei laminarem Durchfluss;
- c) die Einführung des Faktors für die Stufenbeeinflussung k (8.8) und des Wärmefaktors r (8.9);
- d) die zusätzlichen Tabellen für die Werte F_L und x_T von Mehrstufenventilen.

Die Versuchsdaten zur Bestätigung der Methode für Stufenzahlen von 1 bis 5 wurden aus Prüfungen nach IEC 60534-2-3 mit Luft als Prüfmedium bei einem Druck von 5×10^5 Pa bis $13,5 \times 10^5$ Pa und einer Temperatur von ungefähr 300 K durchgeführt. Einige Werte wurden in Prozessanlagen unter Betriebsbedingungen mit Dampf bei Drücken von 12×10^5 Pa bis 110×10^5 Pa und Temperaturen von 460 K bis 750 K ermittelt.

Diese Methode ist für eine beliebige Anzahl von Stufen anwendbar, aber sie wurde nur bis 5 Stufen nachgewiesen.

Wenn die spezifischen Ventilwerte (wie z. B. K_V oder C_V , F_L und x_T) nicht durch geeignete Prüfabläufe nach IEC 60534-2-3 ermittelt werden können, sollten die Werte des Herstellers benutzt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60534 enthält Gleichungen zur Ermittlung des Durchflusses von kompressiblen und inkompressiblen Fluiden in Mehrstufen-Stellventilen.

Die Gleichungen für inkompressiblen Durchfluss basieren auf hydrodynamischen Gleichungen für newton'sche inkompressible Stoffe. Sie sind nicht vorgesehen für die Anwendung bei nicht-newton'schen Stoffen, Stoffgemischen, Schäumen oder Stoffen mit flüssig-festen Anteilen.

Bei sehr kleinen Verhältnissen des Differenzdruckes zum absoluten Vordruck ($\Delta p/p_1$) verhalten sich kompressible Fluide ähnlich den inkompressiblen. Unter solchen Bedingungen können die Bemessungsgleichungen für kompressible Fluide auf die grundlegenden hydrodynamischen Gleichungen für newton'sche inkompressible Fluide zurückgeführt werden. Jedoch führen ansteigende Werte von ($\Delta p/p_1$) zu Kompressibilitäts-Effekten, die es erfordern, dass die Grundgleichungen durch geeignete Korrekturfaktoren modifiziert werden. Die Gleichungen für kompressible Fluide gelten für Gase oder Dämpfe, jedoch nicht für Mehrphasenfluide wie Gas-Flüssigkeit, Dampf-Flüssigkeit oder Gas-Feststoff-Mischungen.

Diese Norm ist nur auf Konfigurationen von Mehrstufen-Mehrkanal-Stellventilen und Mehrstufen-Einkanalar-Stellventilen anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die nachfolgend zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokumentes (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60534-1:1987, *Industrial-process control valves – Part 1: Control valve terminology and general considerations*

IEC 60534-2-1:1998, *Industrial-process control valves – Part 2-1: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow under installed conditions*

IEC 60534-2-3:1997, *Industrial-process control valves – Part 2: Flow capacity – Section 3: Test procedures*

3 Begriffe

Für diese Norm gelten die Begriffe aus IEC 60534-1 sowie die folgenden.

3.1

Mehrstufenregelventile

Ein Hubventil, bei dem die Garnitur mehrere Stufen hat, die durch einen Zwischenraum getrennt sind (siehe Bilder 1 und 2). Der geometrische Umriss des Durchlasses muss in allen Stufen ähnlich sein. Das Verhältnis des Durchflusskoeffizienten C der zweiten Stufe zum Durchflusskoeffizienten C der ersten Stufe darf nicht 1,80 überschreiten. Das Verhältnis der Durchflusskoeffizienten anderer Stufen zu ihren vorangegangenen Stufen darf nicht 1,55 überschreiten und muss mit einer Toleranz von $\pm 9\%$ einheitlich sein. Normalerweise sind die Durchflusskoeffizienten der Stufen ungefähr gleich, wobei ein geringfügig kleinerer Durchflusskoeffizient C einer bestimmten Stufe nur zugeordnet wird, wenn ein höherer Druckabfall erforderlich ist.

3.2

Zwischenraum

Abstand zwischen benachbarten Stufen

3.3

Mehrstufen-Mehrkanal-Regelventile

Ein Hubventil, bei dem die Garnitur über Durchflussöffnungen verfügt, die mehrere durch einen Zwischenraum abgetrennte Stufen haben (siehe Bild 1). Der Zwischenraum sollte mit den über die folgende Gleichung ermittelten Werten bei einer Toleranz von $+15\%$ bis -10% übereinstimmen (siehe Bilder 1 und 2).

Der Zwischenraum ist gleich der ganzen Fläche der benachbarten vorgeschalteten Stufe beim Bemessungshub multipliziert mit $\frac{1}{I} \times \frac{1,589}{\sqrt{D_s}}$,

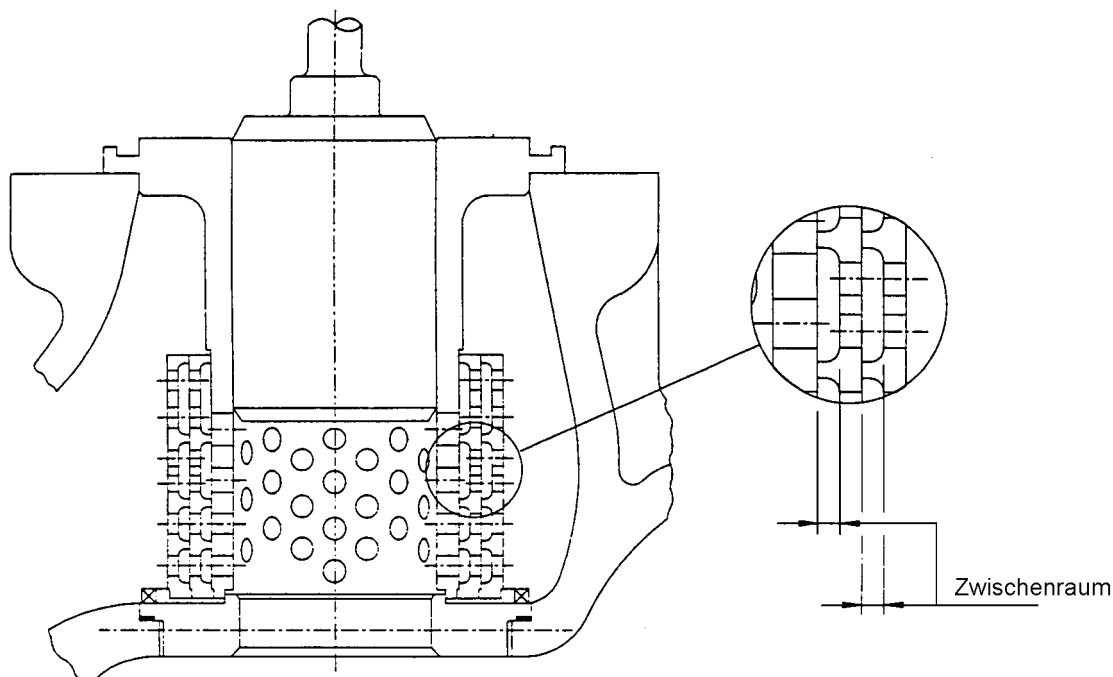
wobei die ganze Bohrungsfläche in mm^2 gemessen wird;

I der Hub in mm ist;

D_s der äußere Durchmesser der benachbarten vorgeschalteten Stufe in mm ist;

der Grenzwert für den Mindest-Hub 4 mm beträgt;

der Grenzwert für den Maximal-Hub 44 mm beträgt.



ANMERKUNG Dies ist eines von vielen Beispielen für eine Mehrstufengarnitur.

Bild 1 – Mehrstufen-Mehrkanal-Garnitur

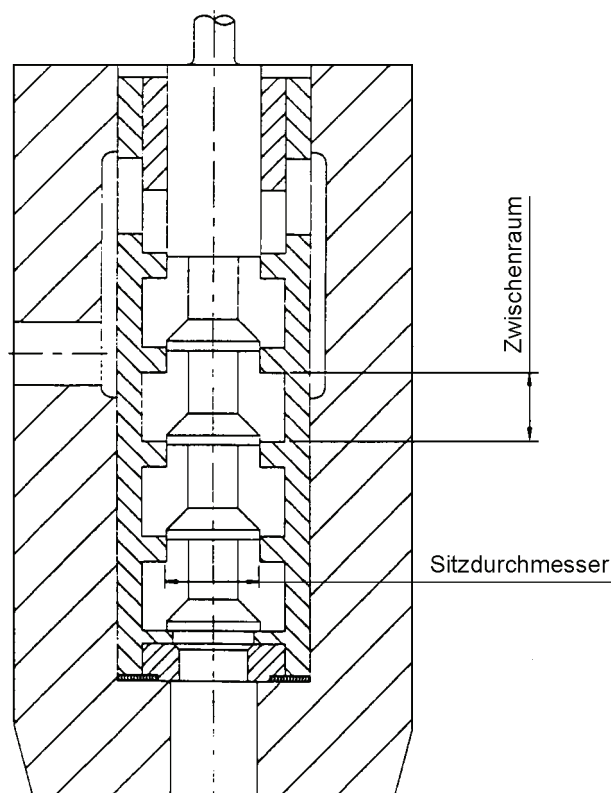
3.4

Mehrstufen-Einkanal-Regelventile

Ein Hubventil, bei dem die Garnitur über eine einzige Durchflussöffnung verfügt, die mehrere durch einen Zwischenraum abgetrennte Stufen hat (siehe Bild 2). Der Zwischenraum sollte zwischen den folgenden Minimal- und Maximal-Grenzwerten liegen:

Der minimale Zwischenraum ist gleich dem 0,6fachen des Sitzdurchmessers der vorangegangenen Stufe;

der maximale Zwischenraum ist gleich dem 1,1fachen des Sitzdurchmessers der vorangegangenen Stufe.



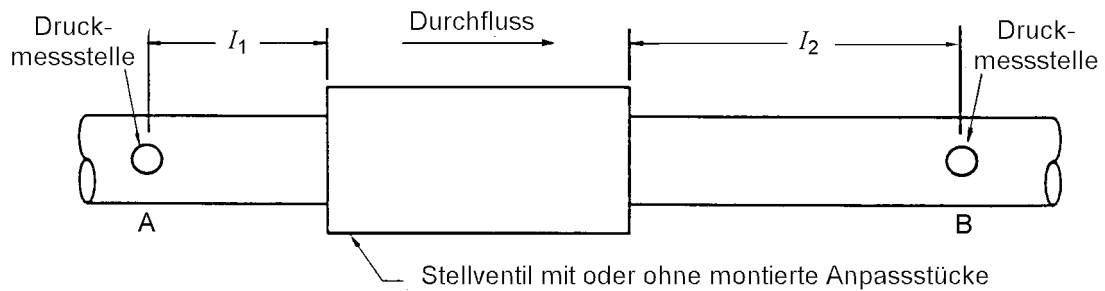
ANMERKUNG Dies ist eines von vielen Beispielen für eine Mehrstufengarnitur.

Bild 2 – Mehrstufen-Einkanal-Garnitur

4 Einbau

Bei Anwendungen mit Einstufen-Regelventilen kann der Einfluss von Reduzier- und Anpassungsstücken erheblich sein. Bei Mehrstufenventilen mit $C_v/d^2 \leq 0,01$ ($K_v/d^2 \leq 0,0086$) haben die Reduzier- und Anpassungsstücke faktisch keinen Einfluss.

Verwendet man die hier vorgeschlagenen Gleichungen bei der Bemessung von Stellventilen, so enthalten die berechneten Strömungskoeffizienten alle Druckverluste zwischen den Druckentnahmestellen A und B, wie es in Bild 3 dargestellt ist.



$$I_1 = 2 \times \text{Nennweite der Rohrleitung}$$

$$I_2 = 6 \times \text{Nennweite der Rohrleitung}$$

Bild 3 – Referenzrohrleitungsabschnitt für die Berechnung

5 Formelzeichen

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
C	Durchflusskoeffizient (K_V , C_V)	verschiedene (siehe IEC 60534-1) (siehe Anmerkung 3)
C_i	Angenommener Durchflusskoeffizient für Iterationsrechnung	verschiedene (siehe IEC 60534-1) (siehe Anmerkung 3)
d	Nennweite des Stellventils	mm
D	Innendurchmesser der Rohrleitung	mm
D_1	Innendurchmesser der Rohrleitung auf der Eingangsseite des Stellventils	mm
D_2	Innendurchmesser der Rohrleitung auf der Ausgangsseite des Stellventils	mm
D_o	Sitzdurchmesser des Stellventils	mm
F_F	Faktor für das kritische Druckverhältnis bei Flüssigkeiten	1
F_L	Faktor für den Druckrückgewinn eines Stellventils ohne Anpassungsstücke	1 (siehe Anmerkung 3)
F_{LP}	Kombinierter Faktor für den Druckrückgewinn und die Anschlussgeometrie eines Stellventils mit montierten Anpassungsstücken für Flüssigkeiten	1 (siehe Anmerkung 3)
F_P	Rohrleitungsgeometrie-Faktor	1
F_γ	Normierungsfaktor für die spezifische Wärme	1
k	Faktor für die Stufenbeeinflussung	1
M	Molare Masse des strömenden Fluids	kg/kmol
N	Numerische Konstanten (siehe Tabelle 1)	verschiedene (siehe Anmerkung 1)
n	Anzahl der Stufen	1
p_1	Absoluter Eingangsdruck, gemessen an Punkt A (siehe Bild 1)	kPa oder bar (siehe Anmerkung 2)
p_2	Absoluter Ausgangsdruck, gemessen an Punkt B (siehe Bild 1)	kPa oder bar
p_c	Absoluter thermodynamischer kritischer Druck	kPa oder bar
p_r	Reduzierter Druck (p_1/p_c)	1
p_v	Absoluter Dampfdruck der Flüssigkeit bei Eingangstemperatur	kPa oder bar
Δp	Differenzdruck zwischen den Eingangs- und Ausgangsdruckmessstellen $\Delta p = (p_1 - p_2)$	kPa oder bar
Q	Volumendurchfluss (siehe Anmerkung 4)	m ³ /h