

Dimensionierung von Hochdruckventilen mit dem Durchflusskoeffizient K_v

Der Durchflusskoeffizient (K_v) ist die Kenngrösse zur Bestimmung des geeigneten Ventils für die strömungstechnische Auslegung eines Fluidsystems. Unterdimensionierte Ventil-Nennweiten führen zu erhöhten Druckverlusten und möglicherweise auch zu Beschädigungen an den Dichtkanten auf Grund von Erosion.

Mit dem K_v -Wert wird die Durchflussmenge von Wasser in m^3/h angegeben, welche bei einem Druckabfall (Δp) von 1 bar durch das vollständig geöffnete Ventil fliesst.

Die effektive Durchflussmenge (Q) in m^3/h einer Flüssigkeit bei einem bestimmten Druckabfall (Δp) in bar und einer Dichte (δ) in kg/dm^3 beträgt:

Durchflussmenge m^3/h :	$Q = K_v \times \sqrt{\frac{\Delta p}{\delta}}$
---------------------------	---

Der K_v -Wert ist auch die Kenngrösse zur Berechnung des Druckabfalls (Δp) einer Flüssigkeit durch das Ventil.

Druckabfall in bar:	$\Delta p = \delta \times \left(\frac{Q^2}{K_v^2} \right)$
---------------------	---

Sind die Durchflussmenge (Q), der zulässige Druckabfall (Δp) und die Dichte (δ) der Flüssigkeit bekannt, kann der K_v -Wert berechnet werden. Dieser K_v -Wert bestimmt im entsprechenden SITEC-Katalogblatt die minimal benötigte Nennweite (DN) des geeigneten Ventils.

Durchflusskoeffizient in m^3/h :	$K_v = Q \times \sqrt{\frac{\delta}{\Delta p}}$
------------------------------------	---

Beispiel zur Auslegung eines Ventils:

Durchflussmenge (Q) = 0.5 m^3/h Druckabfall (Δp) = 2 bar Dichte (δ) = 1 kg/dm^3 (Wasser)

$K_v = 0.5 m^3/h \times \sqrt{\frac{1}{2}} = 0.35 m^3/h$	$\Rightarrow$ SITEC-Katalogblatt 710.01
--	---

Um diesen K_v -Wert sicherzustellen, wählen wir ein Ventil mit der Nennweite DN = 5 mm, dessen K_v -Wert 0.51 m^3/h beträgt.

Bis 1000 bar eignet sich die 3/8 HP-Reihe mit DN = 5 mm, bis 2000 bar die 9/16 HP-Reihe mit DN = 5 mm.

- ! Die im Katalog angegebenen K_v -Werte gelten für Ventile vom Typ 1 (Durchgangsventile).
- ! Für Ventile vom Typ 2 und Typ 6 erhöhen sich die K_v -Werte um 50% gegenüber dem Typ 1.

Es gilt zu beachten, dass Δp und δ als absolute Werte ohne Einheit in die Gleichung eingesetzt werden, da es sich um Faktoren zur Basis 1 bar respektive 1 kg/dm^3 handelt.

Der in den USA immer noch übliche C_v -Wert gibt an, wie viele US gal/min Wasser von 60°F bei einem Druckverlust von 1 PSI durch das Ventil fließen ($K_v = C_v \times 0.86$).

Dichte von einigen Flüssigkeiten in kg/dm^3:				
Azeton: 0.792	-	Alkohol: 0.792	-	Benzin: 0.751
			-	Petroleum: 0.815
				- Wasser: 1.0



Sizing of high-pressure valves with the coefficient of flow (K_v)

The coefficient of flow (K_v) is the valve-sizing factor that permits the selection of the appropriate valve to meet the flow requirements in the development of a given fluid system. Undersized valves may result in high-pressure drops across the valves and possibly in damaged valve seats due to erosion.

The coefficient of flow (K_v) for a valve defines the flow of water in m^3/h at room temperature, which flows through a fully open valve, with a pressure drop (Δp) of one bar.

The actual flow (Q) of a specific fluid in m^3/h , with a specific pressure drop (Δp) in bar across the valve and a fluid density (δ) in kg/dm^3 is:

Liquid flow in m^3/h :	$Q = K_v \times \sqrt{\frac{\Delta p}{\delta}}$
--	---

The K_v value is also the sizing factor to calculate the pressure drop (Δp) of a liquid flow across a valve:

Pressure drop in bar:	$\Delta p = \delta \times \left(\frac{Q^2}{K_v^2} \right)$
-----------------------	---

If the flow (Q), the maximum allowable pressure drop (Δp) and the density (δ) of a liquid fluid are known, the required minimum K_v value may be calculated:

Minimum coefficient of flow in m^3/h :	$K_v = Q \times \sqrt{\frac{\delta}{\Delta p}}$
--	---

Based on this K_v value, the minimum valve orifice may be defined according to the corresponding SITEC-catalogue bulletins 710.01–710.11.

Example for the sizing of a valve:

Liquid flow (Q) = $0.5 \text{ m}^3/\text{h}$ Pressure drop (Δp) = 2 bar Density (δ) = $1 \text{ kg}/\text{dm}^3$ (water)

$K_v = 0.5 \text{ m}^3/\text{h} \times \sqrt{\frac{1}{2}} = 0.35 \text{ m}^3/\text{h}$	$\Rightarrow$ SITEC catalogue bulletin 710.01
--	---

To reach this min. K_v value of $0.35 \text{ m}^3/\text{h}$ we choose the next larger one available.

A valve with orifice DN = 5 mm, which features a K_v -value of $0.51 \text{ m}^3/\text{h}$.

Therefore, up to 1,000 bar the 3/8 HP-line with DN5; up to 2,000 bar the 9/16 HP-line with DN5.

- ! The published coefficients of flow K_v are valid for straight-through valves type 1.
- ! For angle-valves (Type 2 + 6) the K_v value may be increased by 50% against type 1.

It should be noted, that Δp and δ are entered in these formulas as absolute values without unit, as they are factors to the base 1 bar and $1 \text{ kg}/\text{dm}^3$ respectively.

The C_v values, which are still being used in the USA, define the volume of water in U.S. gallons per minute flowing through the open valve with a pressure drop of 1 psi across the valve ($K_v = C_v \times 0.86$).

Density of some liquids in kg/dm³:				
Acetone: 0.792	-	Alcohol: 0.792	-	Gasoline: 0.751
				Kerosene: 0.815
				Water: 1.0