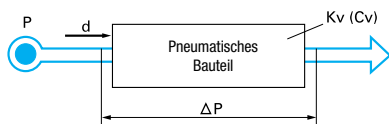


# Technische Grundlagen

## Durchfluss und Druckverlust in der Pneumatik

Durchfluss bezeichnet das Volumen, das sich in einer Zeiteinheit durch einen Querschnitt bewegt. Als Maßeinheiten dienen l/min, m<sup>3</sup>/min oder m<sup>3</sup>/h, bezogen auf atmosphärische Luft bei Normalbedingungen (**+20°C, 65% relative Luftfeuchtigkeit, 1013 bar**), gemäß den Normen NFE 48100 und ISO R554, R558.

In geöffnetem Zustand entsteht an einem pneumatischen Bauteil ein Eingangsdruck (**P**) mit einem entsprechenden Durchfluss (**d**), der am Ausgang zu einem Druckabfall führt. Die Differenz zwischen dem Eingangsdruck (Zufluss) und dem Ausgangsdruck (Abfluss) wird als **Druckabfall** bezeichnet und in **ΔP** ausgedrückt.



Der zulässige **Betriebsdruck** eines Bauteils ist der Druck, dem ein Bauteil in einer Anlage ausgesetzt werden kann.

Der **Eingangsdruck** ist der Druck am Eingang eines pneumatischen Bauteils.

Der **Ausgangsdruck** ist der Druck am Ausgang.

Der **Differenzdruck (ΔP)** ist die Druckdifferenz zwischen dem Ein- und Ausgangsdruck.

Um einfache und vergleichbare Werte zu erhalten, findet bei der Berechnung des Durchflusses und des Druckabfalls in der Praxis der Durchflusskoeffizient **Kv** Anwendung. Dieser experimentell ermittelte Koeffizient bestimmt die Durchflusskapazität eines Bauteils und entspricht in der Praxis dem Wasserdurchfluss in Liter/Minute bei einem Druckabfall Δp von 1 bar und freiem Durchgang.

Der Durchflusskoeffizient Kv entspricht einem Strömungsleitwert-Koeffizienten: Je höher der Wert, desto größer der Durchfluss des Bauteils.

Der Durchfluss-Koeffizient Kv und der Druckverlust werden durch folgende Formel ausgedrückt :

$$Q_v = 26,7 K_v \sqrt{\Delta p \times P \text{ (Zufluss)}}$$

**Q<sub>v</sub>** = Durchfluss in l/min (Normalbedingungen)

**K<sub>v</sub>** = Durchflusskoeffizient

**Δp** = Druckabfall in bar

**P (Zufluss)**: Absolutwert in bar

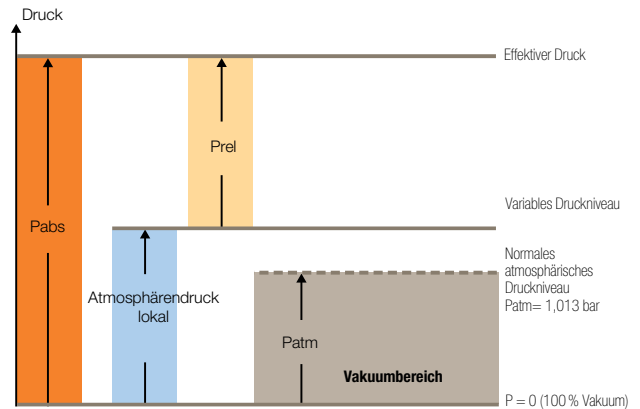
Der **Cv-Wert** ist ein mit dem Koeffizienten Kv vergleichbarer Wert und ein in den USA gängiges Maß. Ausgedrückt wird dieser Cv-Wert in US-gallons/min bei einem Druckabfall Δp von 1 psi. Verhältnis zwischen Kv und Cv:

$$K_v = 14,3 C_v \text{ bzw. } C_v = 0,07 K_v$$

Die Durchflussangaben in diesem Katalog entsprechen einem durchschnittlichen Durchfluss bei 6 bar unter Normalbedingungen, ausgedrückt in NI/min.

## Druck

Der normale atmosphärische Luftdruck auf Meereshöhe beträgt 1,013 bar (Höhe 0 m). Dieser Druck dient in der Regel als Referenzdruck, ist jedoch höhenabhängig. In der Praxis ist deshalb der absolute Druck vorzuziehen.



$$P_{abs} = P_{atm} + P_{rel}$$

**P<sub>abs</sub>** : Absoluter Druck

**P<sub>rel</sub>** : Relativer Druck

**P<sub>atm</sub>** : Atmosphärendruck

In der Industrie wird der Druck in bar angegeben. Er ergibt sich aus einer Kraft (in daN), die auf eine Fläche (in cm<sup>2</sup>) wirkt.

$$1 \text{ bar} = \frac{1 \text{ daN}}{1 \text{ cm}^2} = 10^5 \text{ pascal}$$

## Vakuum und Vakuumklassen

Vakuum ist, physikalisch gesehen, der Zustand eines Gases in einem Volumen bei einem Druck, der deutlich geringer ist als der Atmosphärendruck bei Normalbedingungen.

Oft bezeichnet man auch den Zustand dieses Volumens als Vakuum. Man unterscheidet in der Technik unterschiedliche Qualitäten des erzielten Vakuums nach der Menge der verbleibenden Materie

Vakuum kann wie folgt ausgedrückt werden:

**Unterdruck** in % = relativer Druck im Vergleich zum atmosphärischen Druck.

**Vakuum** als Absolutwert im Vergleich zum absoluten Nullpunkt.

Gewöhnlich wird Vakuum in mm Hg (**mm Quecksilbersäule**) angegeben.

Vakuum wird in folgende Klassen eingeteilt:

- Grobvakuum 1013 bis 10 mbar (absolut)
- Feinvakuum 10 bis 10<sup>-3</sup> mbar (absolut)
- Hochvakuum 10<sup>-3</sup> bis 10<sup>-6</sup> mbar (absolut)
- Molekularvakuum 10<sup>-6</sup> bis 10<sup>-9</sup> mbar (absolut)
- Ultrahochvakuum < 10<sup>-9</sup> mbar (absolut)