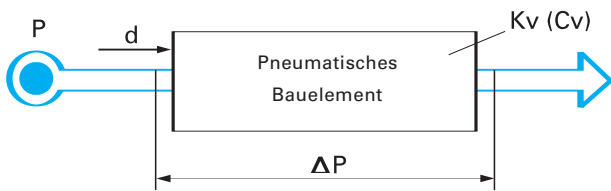


Technische Grundlagen

Durchfluss und Druckverlust in der Pneumatik

Der Durchfluss wird als das Durchflussvolumen bezeichnet, das in einer Zeiteinheit eine Querschnittsfläche durchströmt. Dabei wird der Luftstrom im Ansaugzustand - auf Normalbedingungen bezogen (+ 20°C , 65% relative Luftfeuchtigkeit, 1013 mbar) - in l/min, m3/min oder m3/h ausgedrückt (gemäß den Normen NFE 48100 und ISO R554, R558).

Bei geöffnetem Zustand entsteht an einem pneumatischen Bauelement ein Eingangsdruck (**P**) mit einem entsprechenden Durchfluss (**d**), der am Ausgang zu einem Druckabfall führt. Die Differenz zwischen Eingangsdruck (zuflusseitig) und Ausgangsdruck (abflusseitig) wird als Druckverlust bezeichnet und in **p** ausgedrückt.



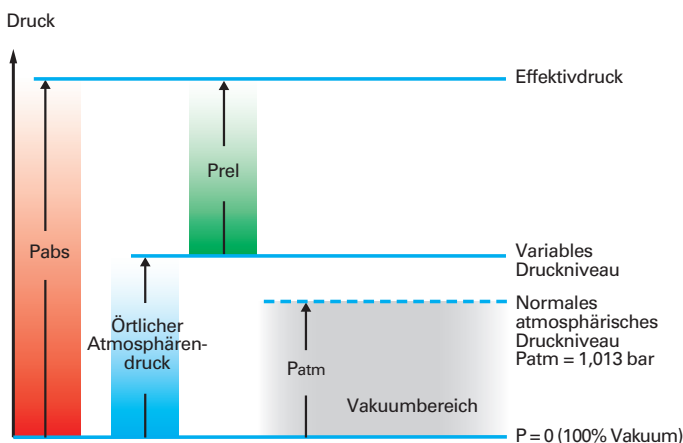
Um die Druckminderung in Abhängigkeit des Durchflusses und des Drucks ermitteln zu können, müssen wir uns zunächst vergegenwärtigen, daß das Medium kompressibel ist. Zahlreiche Parameter müssen berücksichtigt werden.

Der angegebene Durchfluss für verschiedene Produkte, die in diesem Katalog aufgeführt sind, ist der Normaldurchfluss bei 6 bar ausgedrückt in NI/min (Normalbedingungen).

Druck

Der normale atmosphärische Luftdruck beträgt 1,013 bar über Meeresspiegel (Höhe : 0 m). Dieser Druck dient in der Regel als Referenzdruck, ist jedoch höhenabhängig.

In der Praxis ist deshalb der Absolutdruck vorzuziehen.



- Pabs = Atmosphärendruck + Relativdruck
- Pabs : Absolutdruck
- Prel : Relativdruck
- Patm : Atmosphärendruck

In der industriellen Pneumatik wird der Druck in bar angegeben und wie folgt definiert :

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

Bei der Berechnung des Durchflusses und des Druckverlustes findet in der Praxis der Durchfluss-Koeffizient **Kv** Anwendung. Er bezieht sich auf den Wasserdurchfluss in Liter/Minute bei einem Druckabfall von 1 bar.

Dieser Durchfluss-Koeffizient **Kv** entspricht einem Strömungsleitwert-Koeffizienten : je höher der Wert, desto besser ist der Durchfluss des pneumatischen Bauelements.

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

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

Qv = Durchfluss in l/min (Normalbedingungen)

Kv = Durchfluss-Koeffizient

Δp = in bar

P (Eingang) : in bar (Absolutwert)

Der Cv-Wert (mit dem Kv-Wert vergleichbar) ist ein gängiges Maß in den USA. Er bezieht sich auf den entsprechenden Wasserdurchfluss in US-gal lons/min. bei einem Druckabfall von 1 psi. Das Verhältnis zwischen Kv und Cv ist :
Kv = 14,3 Cv bzw. Cv = 0,07 Kv

Vakuum und Vakuumklassen

Vakuum ist, physikalisch gesehen, ein abgeschlossenes Raumgebiet, in dem ein Druck herrscht, der wesentlich geringer ist als der Luftdruck. Oft bezeichnet man auch den Zustand dieses Raumgebietes als Vakuum. Maß für die Qualität eines Vakuums ist der noch in ihm vorhandene Druck.

Vakuum kann wie folgt ausgedrückt werden :

- Unterdruck in % = relativer Druck im Vergleich zum atmosphärischen Druck.
- Vakuum als Absolutwert im Vergleich zum absoluten 0-Punkt.

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

Vakuum wird in folgende Klassen eingeteilt :

| Vakuumklasse | Druck in Pascal |
|------------------|-----------------------------------|
| ● Grobvakuum | 10 ⁵ - 10 ⁴ |
| ● Zwischenvakuum | 10 ⁴ - 100 |
| ● Feinvakuum | 100 - 0.1 |
| ● Hochvakuum | 0.1 - 10 ⁻⁴ |
| ● Ultravakuum | unter 10 ⁻⁴ |

Der **zulässige maximale** Druck eines Elementes ist der Effektivdruck, dem dieses Element in einer Anlage ausgesetzt sein kann.

Der **Eingangs- bzw. Ausgangsdruck** ist der Druck am Eingang bzw. Ausgang eines pneumatischen Elements.

Die Druckdifferenz zwischen Eingangs- und Ausgangsdruck wird als **Differenzdruck (ΔP)** angegeben.