



09 - Auswahl/Größenbestimmung von Zylindern und Ventilen

- Leitungsströmungswiderstand
- Größenbestimmung von Ventilen
- Größenbestimmung von Zylindern

STRÖMUNGSWIDERSTAND IN ROHRLEITUNGEN

Durchflussmenge Qn

Die Durchflussmenge wird berechnet als Volumen im Verhältnis zur Zeit unter Normalbedingungen (atmosphärischer Druck, 20° C Temperatur).

Die Maßeinheit ist Normalliter pro Minute (NI/min).

Der Normalliter entspricht dem Volumen, das eine bestimmte Menge (Masse) Gas bei atmosphärischem Druck einnehmen würde.

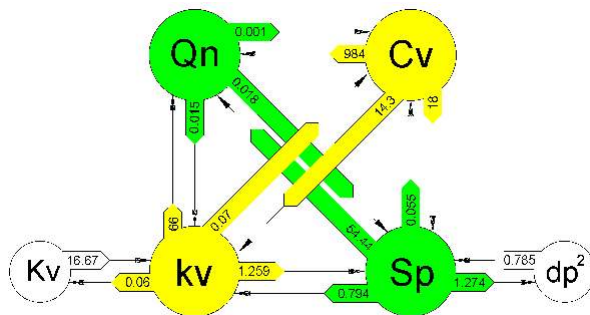
Die Durchflussmenge wird mit genormter Messausrüstung ermittelt und definiert, wie zuvor erläutert, Parameter wie zum Beispiel:

kv (l/min) gemessen mit Wasser $\Delta P = 1$ bar

Kv (m³/h) gemessen mit Wasser $\Delta P = 1$ bar

Cv (US-Gallonen/min) gemessen mit Wasser $\Delta P = 1$ psi (0,07 bar)

Die folgende Tabelle zeigt einige der Umrechnungskonstanten (siehe auch Seite 9).



Qn	Nenndurchfluss	NI/min
kv		l/min
Kv	Hydraulikkonstante	m ³ /h
Cv		US-Gallonen/min
Sp	Nominaler Innenquerschnitt	mm ²
dp²	Nenndurchmesser ²	mm ²

* Berechnung des Durchmessers dp (mm) Quadratwurzel von dp²

Strömungswiderstand in Rohrleitungen

Der Faktor C (l/s) steht für den Leitungsdurchfluss und ist das Verhältnis zwischen maximaler Durchflussmenge und absolutem Druck (ISO 6358). Der Durchfluss nimmt mit zunehmender Leitungslänge aufgrund der Luftreibung an der Leitungsinnenfläche progressiv ab. Deshalb ist der Durchfluss umso geringer, je länger die Leitung ist.

Die folgende Tabelle zeigt die Durchflusskenndaten verschiedener Leitungsgrößen (Innendurchmesser und Außendurchmesser) als Funktion der Länge.

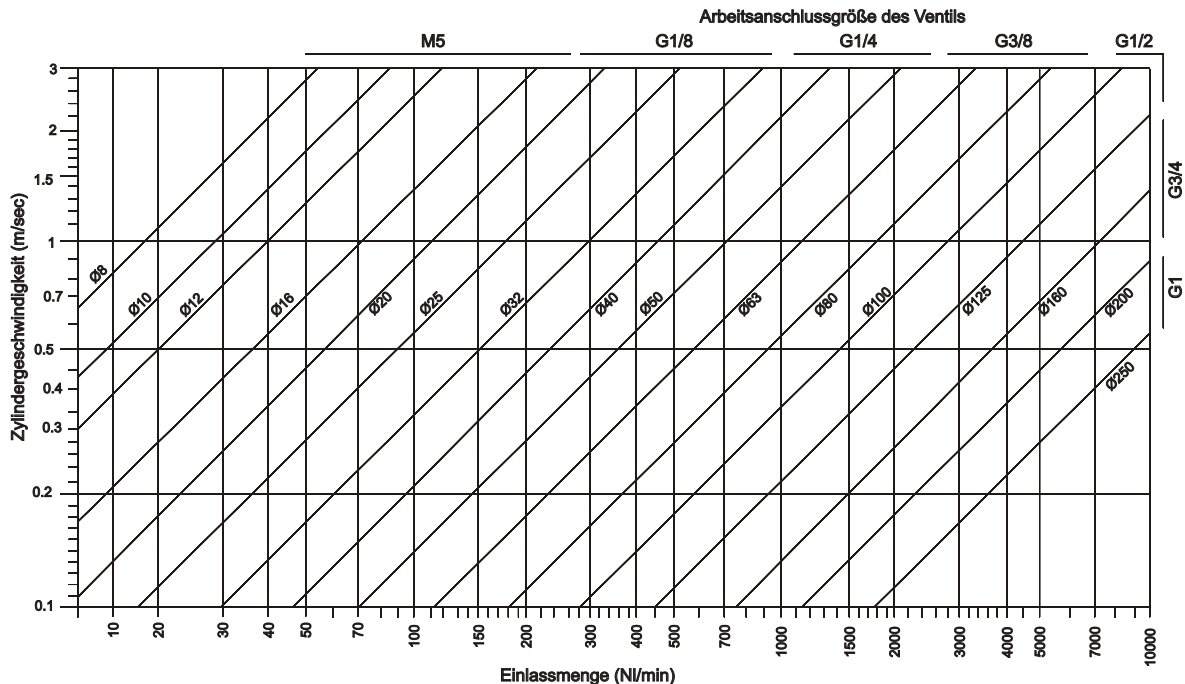
Werte in NI/min.

Größenbestimmung von Ventilen

Die Wahl der richtigen Ventilgröße ist ausschlaggebend, um sicherzustellen, dass der angesteuerte Zylinder erwartungsgemäß arbeitet. Daher ist es notwendig, die zu erreichende Zykluszeit zu kennen und die Konstante T zu berechnen, die als Multiplikator für den zuvor ermittelten Luftverbrauchswert dient. Das Ergebnis dieser Gleichung, das in NI/min ausgedrückt und mit dem Sicherheitsfaktor 1,2 multipliziert wird, entspricht der Mindestdurchflussmenge, die für den Betrieb des Zylinders mit dem erforderlichen Durchfluss benötigt wird.

$$T = \frac{60}{\text{Zykluszeit}} \quad Q_n = T \times \text{Verbrauch}$$

Außerdem muss sichergestellt werden, dass die für den Anschluss des Ventils an Druckluftversorgung und Zylinder verwendeten Leitungen den Durchfluss in keiner Weise beeinträchtigen. Der Innendurchmesser der Leitung muss mindestens dem 1,5-fachen Durchmesser des Nennanschlusses am Ventil entsprechen. Die Auswahl der Verschraubungen ist ebenfalls sehr wichtig; die Innenbohrung muss dem Innendurchmesser der Leitung entsprechen oder größer sein. Das folgende Diagramm zeigt die für den Betrieb verschiedener Zylinder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten erforderliche Durchflussmenge sowie die Anschlussgrößen der Ventile.



GRÖSSENBESTIMMUNG VON ZYLINDERN

Um die richtige Größe für einen Zylinder zu bestimmen, müssen folgende Parameter in Betracht gezogen werden:

Erzeugte Kraft : Wird als Funktion der Kolbenfläche und des auf ihr wirkenden Drucks berechnet.

$$F = \text{Fläche} \times \text{Druck (daN)} = (\text{cm}^2) \times (\text{bar})$$

Der Wert ist theoretisch und muss um ca. 10-15% verringert werden, um Reibungseffekten Rechnung zu tragen. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass die während des Einfahrhubes (Traktion) erzeugte Kraft kleiner ist, da die Fläche, auf die der Druck wirkt, durch das Vorhandensein der Kolbenstange reduziert wird.

Gewicht der Last: Die vom Zylinder erzeugte Kraft muss ausreichen, um die Last innerhalb der spezifizierten Zeit (Zykluszeit) in die gewünschte Richtung zu bewegen. Das Lastverhältnis (RdC) darf 70 % nicht überschreiten.

$$\frac{\text{Erforderliche Kraft (Lastgewicht)}}{\text{Verfügbare Kraft (erzeugt)}} \times 100 = \text{RdC}$$

LASTPOSITION

Vertikales Heben (Hochziehen): Die vom Zylinder erzeugte tatsächliche Kraft muss groß genug sein, um die Last auszugleichen und sie zu beschleunigen.

Beispiel:

Zu hebende Last 120 kg

Arbeitsdruck 6 bar

Lastverhältnis 70 %

Mit Hilfe der Lastverhältnisleichung kann die zum Heben der Last benötigte Kraft berechnet werden:

$$\text{Verfügbare Kraft} = \frac{\text{Last}}{\text{Rdc}} \times 100 \quad \text{Ergebnis: 171,4 daN}$$

Ein Zylinder mit 63er Bohrung, der eine theoretische Kraft von 187 daN erzeugt, ist für die Anwendung geeignet.

Ein ähnliches Lastverhältnis ermöglicht in Kombination mit unidirektionalen Durchflussreglern eine gute Geschwindigkeitsregelung.

Wenn die Geschwindigkeit weniger als 20 mm/s beträgt, ist die Steuerung der Bewegung schwierig.

Bei Anwendungen mit geringer Geschwindigkeit muss das Lastverhältnis auf 50 % reduziert werden. Unter diesen Bedingungen, oder wenn eine konstante Bewegung erforderlich ist, wird die Verwendung einer hydraulischen Geschwindigkeitsregelung empfohlen.

Bei Anwendungen mit sich abwärts bewegender Last, bei denen folglich die vom Aktuator erzeugte Kraft zunimmt, ist in der Regel der Einsatz eines Durchflussregler notwendig.

Horizontale oder schräge Bewegung: Wenn die Last unterstützt wird und die Arbeitsposition horizontal ist, muss die erforderliche Kraft mit der Reibungskonstanten multipliziert werden.

Die Reibungskonstante μ ist je nach Material unterschiedlich.

Zum Beispiel für $\mu = 0,4$

Zu bewegende Last 120 kg

Druck 6 bar

Lastverhältnis 70 %

Durch Auflösung der Lastverhältnisleichung kann die verfügbare Kraft berechnet werden:

$$\text{Verfügbare Kraft} = \frac{\text{Last}}{\text{Rdc}} \times 100 \times \mu \quad \text{welche unter den o. g. Bedingungen 68,57 daN beträgt}$$

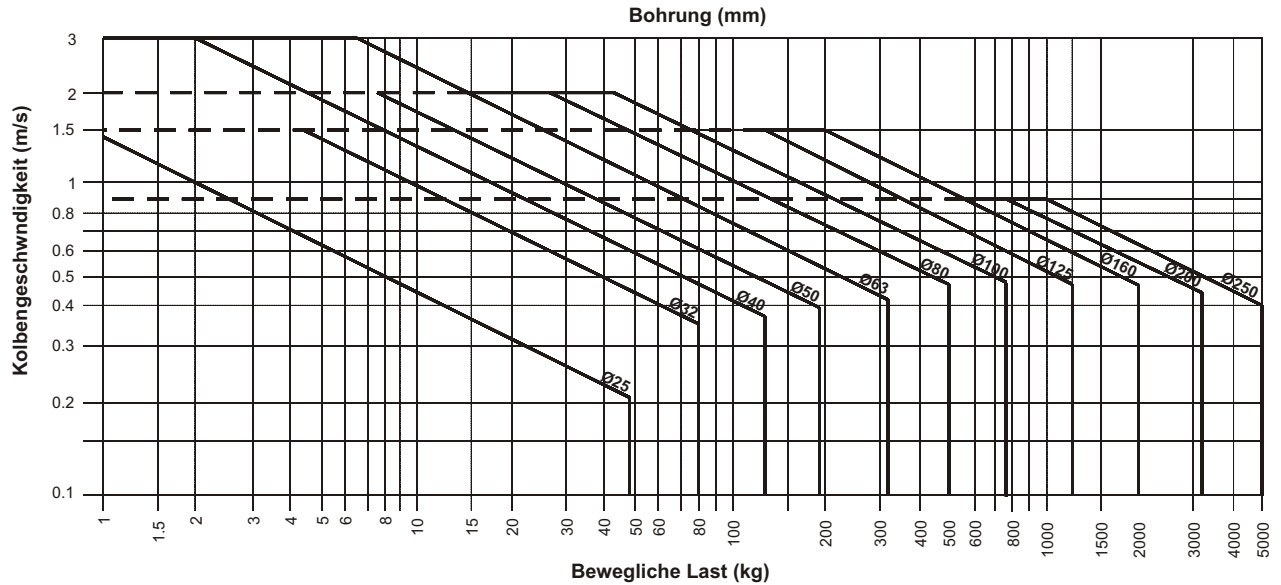
Ein Zylinder mit 40er Bohrung, der eine theoretische Kraft von 75,4 daN erzeugt, ist für die Anwendung geeignet.

Bei Anwendungen mit geneigtem Weg erhöht sich die erforderliche Kraft entsprechend dem Winkel.

Außerdem muss unter diesen Bedingungen die erforderliche Kraft mit der Reibungskonstanten multipliziert werden.

Endlagendämpfung

Die Endlagendämpfung hat die Aufgabe, die kinetische Energie zu absorbieren und einen Aufprall am Ende des Hubwegs zu verhindern, da andernfalls Schäden auftreten können. Wenn auf Grundlage der zuvor beschriebenen Parameter der passende Zylinder gewählt wurde, muss seine Fähigkeit zur Absorption der kinetischen Energie überprüft werden. Anhand der unten stehenden Tabelle kann für jeden Durchmesser und jede Geschwindigkeit/Last-Kombination die Eignung des Zylinders geprüft werden. Der in Betracht gezogene Druck ist 6 bar:



Axiallast

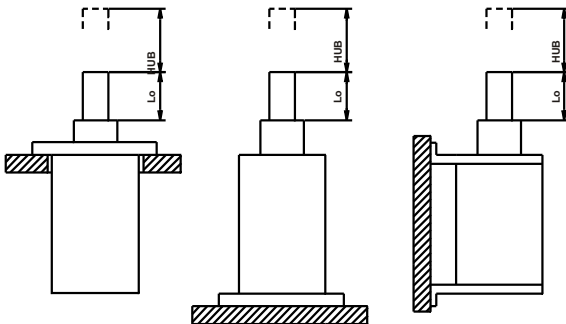
Darunter versteht man eine Last, die axial an der Kolbenstangenspitze angelegt wird. Unter Einwirkung der Axiallast kann die Kolbenstange nachgeben. Der Grad der Nachgiebigkeit hängt von den folgenden Faktoren ab.

- angelegte Last
- Durchmesser und Länge der Kolbenstange
- Befestigungen des Zylinders

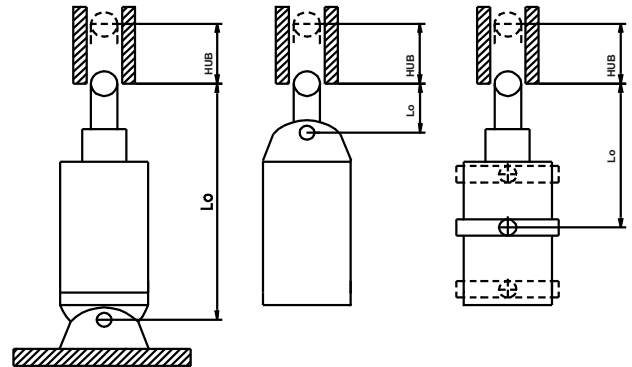
Der ungünstigste Fall liegt vor, wenn der Zylinder an beiden Enden befestigt ist. Unter allen anderen Umständen kann die zulässige Last um bis zu 50 % größer sein.

Die zu berücksichtigende Größe ist: $L_{tot} = L_o + \text{Hub}$

FALL A



FALL B



Die unten stehende Tabelle gilt für Zylinder der Serie ISO 15552 und bezieht sich auf den Ausfahrhub sowie einen Spesiedruck von 6 bar. Der zulässige Wert für jeden Durchmesser steht unter der jeweiligen Größenlinie.

