

## Kolbenkräfte

p	Überdruck
A	Wirksame Kolbenfläche
F	Wirksame Kolbenkraft
d1	Kolbendurchmesser
d2	Kolbenstangendurchmesser
$\mu$	Wirkungsgrad des Zylinders

Wirksame Kolbenkraft:

$$F = p \times A \times \mu$$

**Beispiel:**

**Gegeben:**

Hydraulikzylinder mit  $d1 = 100 \text{ mm}$ ,  $d2 = 70 \text{ mm}$ ,  $\mu = 0,85$   
 $p = 60 \text{ bar}$  [1 bar = 10 N/cm<sup>2</sup>]

**Gesucht:**

Wirksame Kolbenfläche  $F = ?$

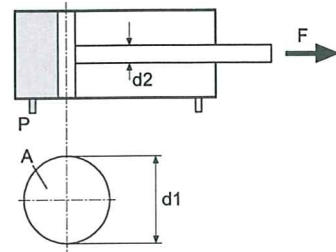
**Ausfahren:**

$$\begin{aligned} F &= p \times A \times \mu \\ &= 600 \text{ N/cm}^2 \times (\pi \times (10 \text{ cm})^2 / 4) \times 0,85 \\ &= \mathbf{40.055 \text{ N}} \end{aligned}$$

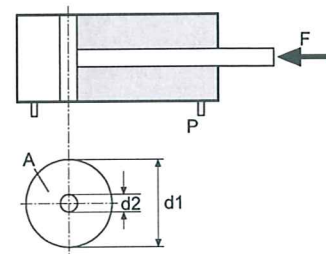
**Einfahren:**

$$\begin{aligned} F &= p \times A \times \mu \\ &= 600 \text{ N/cm}^2 \times (\pi \times ((10 \text{ cm})^2 - (7 \text{ cm})^2) / 4) \times 0,85 \\ &= \mathbf{20.428 \text{ N}} \end{aligned}$$

**Ausfahren:**



**Einfahren:**



## Kolbengeschwindigkeiten

Q	Volumenstrom
A	Wirksame Kolbenfläche
v	Kolbengeschwindigkeit

Kolbengeschwindigkeit:

$$v = \frac{Q}{A}$$

**Beispiel:**

**Gegeben:**

Hydraulikzylinder mit Kolbendurchmesser  $d1 = 50 \text{ mm}$   
 Kolbenstangendurchmesser  $d2 = 35 \text{ mm}$ ,  $Q = 12 \text{ l/min}$ .

**Gesucht:**

Kolbengeschwindigkeiten  $v = ?$

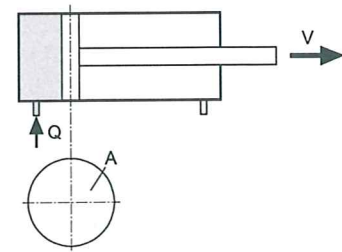
**Ausfahren:**

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{12.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{\left(\frac{\pi \times (5 \text{ cm})^2}{4}\right)} = 611 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = \mathbf{6,11 \frac{m}{min}}$$

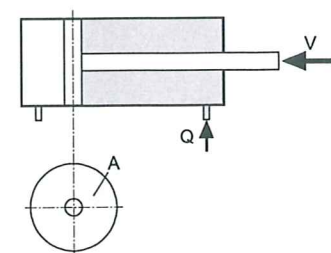
**Einfahren:**

$$\begin{aligned} v &= \frac{Q}{A} = \frac{12.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{\left(\frac{\pi \times (5 \text{ cm})^2}{4}\right) - \left(\frac{\pi \times (3,5 \text{ cm})^2}{4}\right)} \\ &= 1.198 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = \mathbf{11,98 \frac{m}{min}} \end{aligned}$$

**Ausfahren:**



**Einfahren:**



### Kolben- und Ringflächen / Hub- und Zugkräfte

Kolben Ø	Stangen Ø	Kolbenfläche	Ringfläche	Verhältnis Kolben zu Stange	Theoretische Druckkraft bei 210 bar	Theoretische Zugkraft bei 210 bar
		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	1 zu	[kN]	[kN]
25	16*	4,909	2,898	1,694	10,31	6,09
30	18*	7,069	4,524	1,563	14,84	9,50
40	25*	12,566	7,658	1,641	26,39	16,08
	30		5,498	2,286		11,55
50	25	19,635	14,726	1,333	41,23	30,93
	30*		12,566	1,563		26,39
	35		10,014	1,961		21,03
60	35	28,274	18,653	1,516	59,38	39,17
	40		15,708	1,800		32,99
63	30	31,172	24,104	1,293	65,46	50,62
	35		21,551	1,445		45,26
	40*		18,606	1,675		39,07
	45		15,268	2,042		32,06
70	40	38,485	25,918	1,485	80,82	54,43
	50*		18,850	2,042		39,58
	60		10,210	3,769		21,44
80	40	50,265	37,699	1,333	105,56	79,17
	45		34,361	1,463		72,16
	50*		30,631	1,641		64,32
	60		21,991	2,286		46,18
90	50	63,617	43,982	1,446	133,60	92,36
	60		35,343	1,800		74,22
100	50	78,540	58,905	1,333	164,93	123,70
	60*		50,265	1,563		105,56
	70		40,055	1,961		84,12
	80		28,740	2,778		59,38
120	70	113,097	74,613	1,516	237,50	156,69
	80*		62,832	1,800		131,95
	100		34,558	3,273		72,57
130	70	132,732	94,248	1,408	278,74	197,92
	80*		82,467	1,610		173,18
	90		69,115	1,920		145,14

\* Vorzugstypen (kurzfristige Lieferzeit realisierbar)

### Wirkungsgrade

Die in der Tabelle angegebenen Kräfte sind ohne Berücksichtigung des Wirkungsgrades. Jeder Hydraulikzylinder hat Kraftverluste durch Reibungswiderstände der Dichtungs- und

Führungselemente. Da sich diese Verluste bei unterschiedlichen Drücken unterschiedlich auswirken, rechnet man mit folgenden Durchschnittswerten als Wirkungsgrade:

Druck [bar]	20	120	160	250
Wirkungsgrad $\mu$	0,85	0,90	0,92	0,97

## Leistung von Pumpen

P1 zugeführte Leistung  
 P2 abgegebene Leistung  
 Q Volumenstrom  
 p Überdruck  
 μ Wirkungsgrad der Pumpe

Zahlenwertgleichung:

$$P2 = \frac{Q \times p}{600}$$

P in KW  
 Q in l/min  
 p in bar

Abgegebene Leistung:

$$P2 = Q \times p$$

Zugeführte Leistung:

$$P1 = \frac{P2}{\mu}$$

**Beispiel:**

**Gegeben:**

Pumpe mit Q = 40 l/min, p = 125 bar, μ = 0,84

**Gesucht:**

Leistung P1 = ? und P2 = ?

$$P2 = \frac{Q \times p}{600} = \frac{40 \times 125}{600} \text{ KW} = 8,333 \text{ KW}$$

$$P1 = \frac{P2}{\mu} = \frac{8,333}{0,84} \text{ KW} = 9,920 \text{ KW}$$

## Durchflußgeschwindigkeiten

Q1, Q2, Q3, A1, A2, A3 v1, v2, v3, Volumenströme Querschnittsflächen Durchflußgeschwindigkeiten

**Kontinuitätsgleichung:**

In einer Rohrleitung mit wechselnden Querschnittsflächen fließt in der Zeit t durch jeden Querschnitt der gleiche Volumenstrom Q.

Volumenstrom:

$$Q = A \times v$$

$$Q1 = Q2$$

$$\frac{v1}{v2} = \frac{A2}{A1}$$

**Beispiel:**

**Gegeben:**

Rohrleitung mit A1 = 19,6 cm<sup>2</sup>, A2 = 8,04 cm<sup>2</sup> und Q = 120 l/min

**Gesucht:**

Leistung v1 = ? und v2 = ?

$$v1 = \frac{Q}{A1} = \frac{120.000 \text{ cm}^3/\text{min}}{19,6 \text{ cm}^2} = 6.162 \frac{\text{cm}}{\text{min}} = 1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v2 = \frac{v1 \times A1}{A2} = \frac{1,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 19,6 \text{ cm}^2}{8,04 \text{ cm}^2} = 2,49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## Mittlere Strömungsgeschwindigkeiten

Empfohlene mittlere Strömungsgeschwindigkeiten der Druckflüssigkeit in den Anschlußquerschnitten:

	Saug- leitungen	Rücklauf- leitungen	Druckleitungen				
			bis 25 bar	von 25 bar bis 63 bar	von 63 bar bis 160 bar	von 160 bar bis 250 bar	über 250 bar
Strömungs- geschwindigkeit [Richtwerte]	kleiner 1,0 m/s	kleiner 3 m/s	kleiner 3 m/s	3 - 5 m/s	4 - 6 m/s	5 - 8 m/s	kleiner 10 m/s