

SI-Einheiten-Übersicht (Auswahl)

Größe	Formelzeichen	SI-Einheiten		Einheiten-Umrechnung	Basis-Einheiten
		Name	Zeichen		
Kraft	F	Newton	N		$1 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
Länge	s	Meter	m		$1 \cdot \text{m}$
Geschwindigkeit	v	Meter je Sek.	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$		$1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Beschleunigung	a	Meter je Quadrats.	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$		$1 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Arbeit	A, W				
Energie-Wärmemenge	E, W	Joule	J	$1 \text{ J} = \text{Ws} = 1 \text{ Nm}$	$1 \cdot \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}$
Leistung	P	Watt	W	$1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}$	$1 \cdot \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^3}$
Fläche	A	Quadratmeter	m ²		$1 \cdot \text{m}^2$
Volumen	V	Kubikmeter	m ³		$1 \cdot \text{m}^3$
Volumenstrom	Q	Kubikmeter je Sekunde	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{l}}{\text{min}} = \frac{1}{6 \cdot 10^4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	$1 \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
Masse	m	Kilogramm	kg		$1 \cdot \text{kg}$
dyn. Viskosität	η	Pascal-Sekunde	Pa · s	$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$
kin. Viskosität	ν	Quadratmeter je Sekunde	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$		$1 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$
Dichte	ρ	Kilogramm je Kubikmeter	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$		$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
spez. Wärme	c	Joule pro Kilogramm Kelvin	$\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$		$1 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$
Druck	p	Pascal Bar	Pa bar	$1 \text{ Pa} = 10^{-5} \text{ bar}$ $1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$ $10^5 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$
Festigkeit	σ, τ				
Spannung	E	Pascal	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	$1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$1 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$
E-Modul					
Zeit	t	Sekunde	s		$1 \cdot \text{s}$

Grundformeln für die Anwendung von Hydrozylindern

Zylinderkraft $F[\text{N}] = p[\text{bar}] \cdot A[\text{cm}^2] \cdot 10$
 $A =$ wirksame Kolbenfläche

Aus- bzw. Einfahrtsgeschwindigkeit

$$v[\frac{\text{m}}{\text{s}}] = \frac{Q[\text{l}/\text{min}]}{A[\text{cm}^2]} \cdot \frac{1}{6}$$

$Q =$ Volumenstrom

Erforderlicher Volumenstrom

$$Q[\text{l}/\text{min}] = A[\text{cm}^2] \cdot v[\frac{\text{m}}{\text{s}}] \cdot 6$$

Erforderliche Pumpenleistung

$$P[\text{kW}] = \frac{Q[\text{l}/\text{min}] \cdot p[\text{bar}]}{\eta} \cdot \frac{1}{600}$$

$\eta =$ Pumpenwirkungsgrad

Beschleunigung

$$a[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}] = \frac{(v_2 - v_1)^2 [\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}]}{2(s_2 - s_1) [\text{m}]}$$

gilt **nur** für $a = \text{const.}$!

$v_2 =$ Endgeschwindigkeit,

$v_1 =$ Anfangsgeschwindigkeit

Beschleunigungskraft

$$F[\text{N}] = m[\text{kg}] \cdot a[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}]$$

$m =$ beschleunigte Masse

Kinetische Energie

$$E[\text{J}] = \frac{m[\text{kg}] \cdot v^2 [\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}]}{2}$$

Endlagendämpfung:

Bei der Endlagendämpfung wird die kinetische Energie in Wärmeenergie übergeführt.

Bei konstanter Verzögerung gilt:

$$\frac{m}{2} v^2 = A \cdot p \cdot s \quad (\text{Energiesatz})$$

$m =$ bewegte Masse in kg

$v =$ Geschwindigkeit in m/s

$A =$ wirksame Dämpfungsfläche in m²

$p =$ **mittlerer** Dämpfungsdruck in $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

$s =$ Dämpfungsweg in m

daraus ergibt sich der Dämpfungsdruck

$$p = \frac{m \cdot v^2}{2 \cdot A \cdot s}$$

Wirksame Flächen am Hydrozylinder

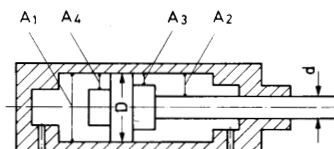
Kolben- \varnothing D [mm] Stangen- \varnothing d [mm]	50		63		80		100		120		140		160		180		200	
	30	35	32	45	40	55	55	70	70	85	85	100	90	110	110	125	125	140
A_1 (cm ²)	19,6		31,2		50,3		78,5		113,0		153,9		201,1		254,34		314,2	
A_2 (cm ²)	12,6	10,0	23,2	15,3	37,7	26,6	51,9	40,1	74,5	56,3	97,2	75,4	137,5	106,0	159,4	131,7	191,4	160,2

A_1 [cm²] = Kolbenfläche

A_2 [cm²] = Kolbenringfläche

A_3 [cm²] = wirksame Dämpfungsfläche stangenseitig

A_4 [cm²] = wirksame Dämpfungsfläche bodenseitig



Empfohlene mittlere Strömungsgeschwindigkeit der Druckflüssigkeit in den Anschlußquerschnitten

	Saugleitungen	Rücklaufleitungen	Druckleitungen bis 25 bar	25 ÷ 63 bar	63 ÷ 160 bar	160 ÷ 250 bar	> 250 bar
Strömungsgeschwindigkeit (Richtwerte)	$\leq 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\leq 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\leq 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$3 \div 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$4 \div 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$5 \div 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\leq 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Ermittlung der zulässigen Knickbelastung F_K zul

1. Knicklänge s_K aus Einspanntyp (① ⑥) und Einspannlänge s bestimmen.
2. Mit Hilfe von s_K , Stangendurchmesser d und Netztafel die zulässige Knickbelastung ermitteln (Sicherheitsfaktor im elastischen Bereich beträgt $s = 4$).

Beispiel (siehe Netztafel)

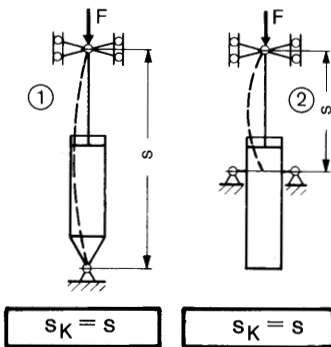
Einspanntyp ③
 $d = 28 \text{ mm}$ $s = 1200 \text{ mm}$ (aus Maßzeichnung des Zylinders entnommen)
 $s_K = 0,7 s$ (siehe Einspanntyp ③)
 $= 840 \text{ mm}$

Aus Netztafel ergibt sich $F_{K \text{ zul}} = 22000 \text{ N}$

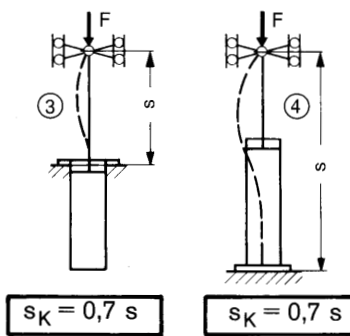
Ermittlung der Knicklänge s_K bei den verschiedenen Einspanntypen.

Erläuterung: Die Knicklänge s_K ist die Länge jenes gedachten, beiderseits gelenkig gelagerten Stabes, der bei gleichen Querschnittsabmessungen die gleiche ideale Knicklast wie der untersuchte Stab hat.

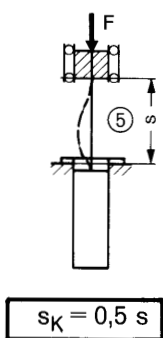
Euler-Fall 2



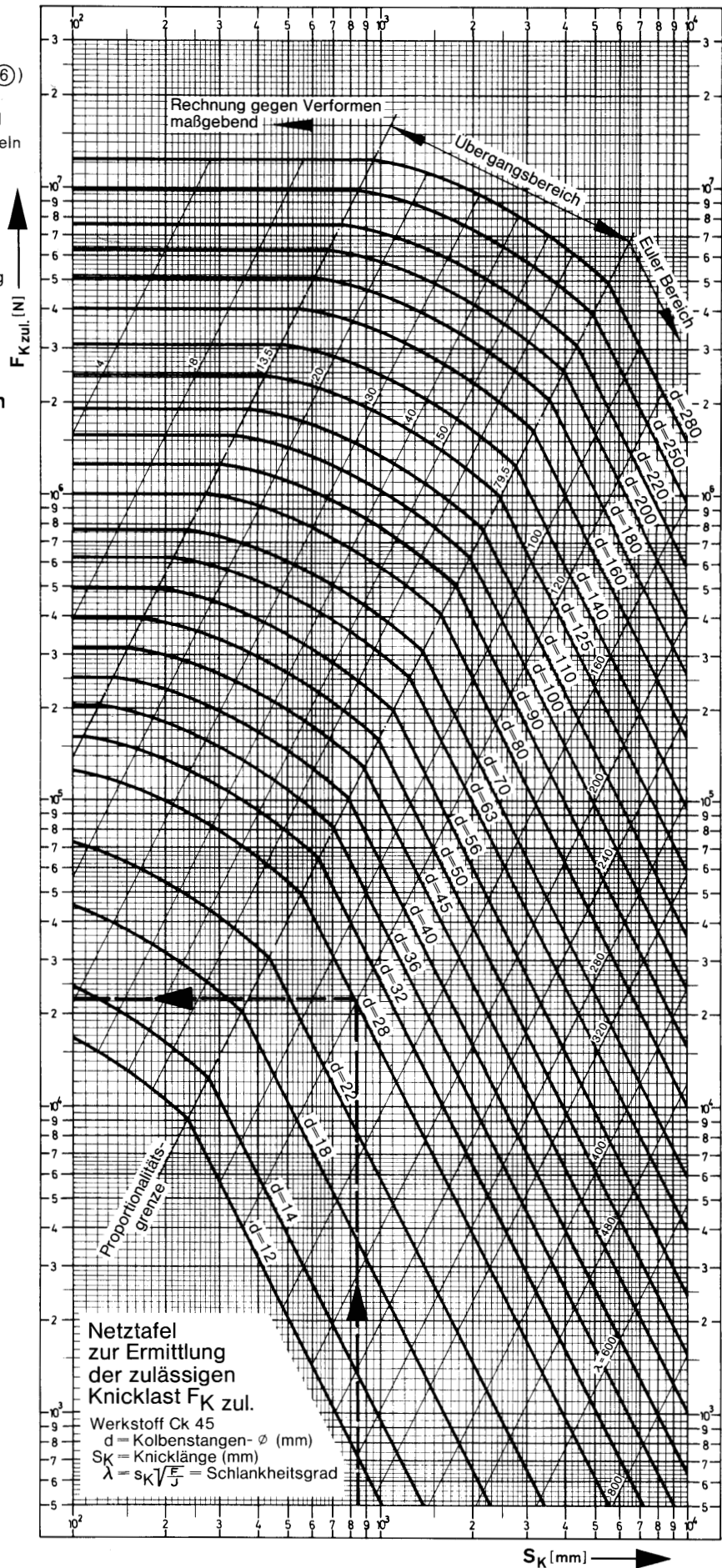
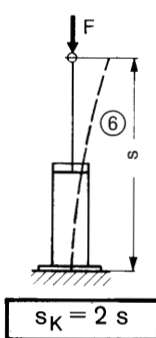
Euler-Fall 3



Euler-Fall 4



Euler-Fall 1



Netztafel zur Ermittlung der zulässigen Knicklast F_K zul.

Werkstoff Ck 45
 d = Kolbenstangen- \varnothing (mm)
 s_K = Knicklänge (mm)
 $\lambda = s_K \sqrt{E}$ = Schlankheitsgrad