

Zylinderauslegung

Musterdokument mit vollständigen Beispielwerten. Es zeigt den Nachweis, den der gekaufte Export für IHRE Eingaben erzeugt - es ist selbst kein Nachweis für ein Bauteil.

Projekt: Musterprojekt

Bauteil/Position: kein reales Bauteil

Bearbeiter: Muster, ohne Freigabe

Pneumatik (ISO 15552) - D 63/d 20 mm, p = 6 bar - Gesamturteil in Ordnung

Gesamtbewertung: in Ordnung - Knicknachweis und Lastreserve erfüllen die Anforderungen.

Eingaben

Medium	Pneumatik (ISO 15552)
Kolbendurchmesser D	63 mm
Stangendurchmesser d	20 mm
Betriebsdruck p (Überdruck)	6 bar
Wirkungsgrad η	0,9
Befestigungsart (Euler-Fall)	Fall 2 ($\beta = 1$)
Werkstoff der Kolbenstange	E335 ($R_e = 335 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_g = 89$)
Freie Länge l	500 mm
Erforderliche Knicksicherheit S_{erf}	3,5
Hub s	100 mm
Taktzahl	10 Doppelhübe/min
Schadraum-Faktor	1,05

Flächen und Kräfte

Kolbenfläche A_K	3.117 mm ²
Ringfläche A_R	2.803 mm ²
Flächenverhältnis $\phi = A_K/A_R$	1,11
Druckkraft theoretisch $F_{D,\text{th}}$	1.870 N
Zugkraft theoretisch $F_{Z,\text{th}}$	1.682 N
Druckkraft effektiv $F_{D,\text{eff}}$	1.683 N
Zugkraft effektiv $F_{Z,\text{eff}}$	1.514 N

Nachweise

Kriterium	Wert	Grenze	Status
Knicksicherheit $S = F_K/F_{D,\text{th}}$	34,81	3,5	● in Ordnung
Drucknachweis Stange $S_d = R_e/\sigma_d$	56,27	1,5	● in Ordnung

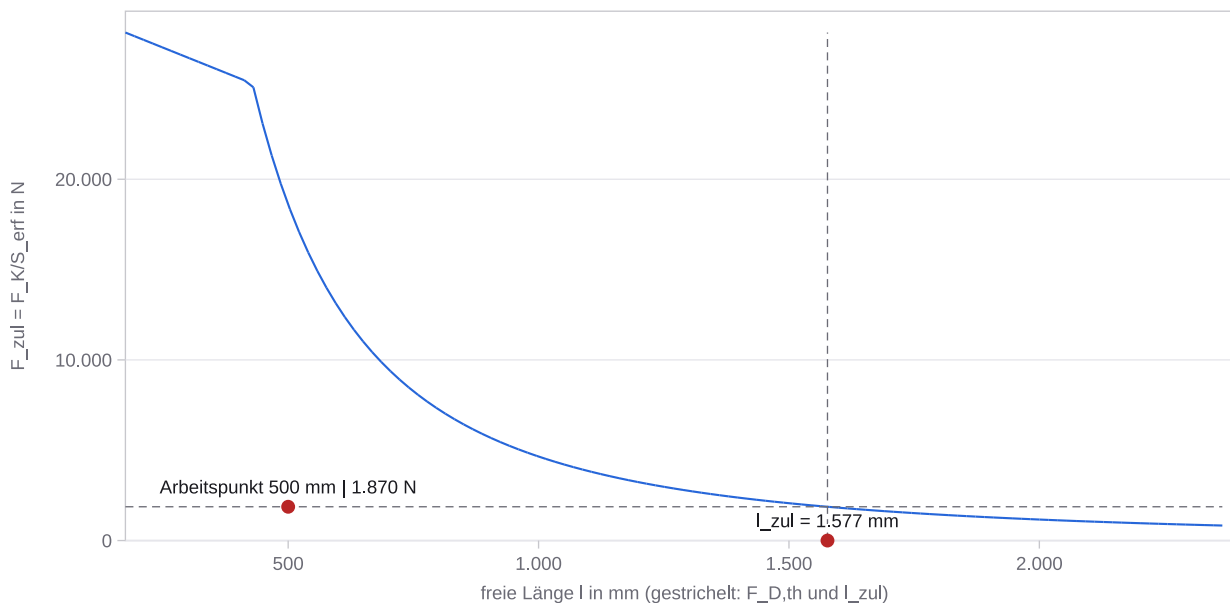
Knicknachweis der Kolbenstange (Euler/Tetmajer)

Knicklänge $L_k = \beta \cdot l$	500 mm
Stangenquerschnitt $A = \pi/4 \cdot d^2$	314 mm ²
Flächenträgheitsmoment $I = \pi \cdot d^4/64$	7.854 mm ⁴
Schlankheitsgrad λ	100
Grenzschlankheit λ_g des Werkstoffs	89
Angewandte Formel	Euler (elastisch)
Knickschubspannung σ_k	207,3 N/mm ²
Knickschubkraft $F_K = \sigma_k \cdot A$	65.113 N
Zulässige Kraft $F_{\text{zul}} = F_K/S_{\text{erf}}$	18.604 N
Druckspannung $\sigma_d = F_{D,\text{th}}/A$	6 N/mm ²
Zulässige freie Länge l_{zul} bei S_{erf}	1.577 mm

Luftverbrauch (doppeltwirkend)

Kompressionsverhältnis ε	6,92
Verschobenes Volumen je Doppelhub V_{DH}	0,592 L
Luftverbrauch je Doppelhub q_{DH}	4,099 NI
Luftverbrauch Q (inkl. Schadraum)	43 NI/min

Zulässige Druckkraft über der freien Länge



Berechnungsgrundlage

Kräfte: Aus dem Kolbendurchmesser folgt die Kolbenfläche $A_K = \pi/4 \cdot D^2$, beim Einfahren wirkt der Druck nur auf die Ringfläche $A_R = \pi/4 \cdot (D^2 - d^2)$. Die theoretische Kraft ist Druck mal Fläche ($1 \text{ bar} = 0,1 \text{ N/mm}^2$), die effektive Kraft berücksichtigt den Wirkungsgrad: $F_{eff} = F_{th} \cdot \eta$. Der benötigte Druck für eine Sollkraft folgt durch Umstellen: $p_{erf} = F_{soll}/(A_K \cdot \eta)$.

Knicknachweis: Die Kolbenstange wird konservativ als Stab mit Stangendurchmesser über die volle freie Länge betrachtet. Aus der Befestigungsart folgt die Knicklänge $L_k = \beta \cdot l$ und daraus mit $i = d/4$ der Schlankheitsgrad $\lambda = L_k/i$. Im elastischen Bereich gilt Euler mit $\sigma_k = \pi^2 \cdot E/\lambda^2$, im unelastischen die Tetmajer-Gerade $\sigma_k = a - b \cdot \lambda$ aus der Werkstofftafel. Gewechselt wird am SCHNITTPUNKT beider Kurven, nicht am Tafelwert λ_g : Bei der Geraden $335 - 0,62 \cdot \lambda$ liegt er bei 85,8, während die Quellen λ_g mit 85, 88 oder 89 angeben. Zwischen 85,8 und 89 läge die Gerade bis zu 6,9 % über der Euler-Hyperbel, und darüber gibt es keine Knickspannung: Im unelastischen Bereich gilt $\sigma_k = \pi^2 \cdot T_K/\lambda^2$ mit dem Knickmodul $T_K < E$ (Dubbel, 22. Aufl., gedruckte Seite C 40, Gl. (8)). In beiden Fällen wird σ_k an der Streckgrenze R_e gekappt - dort staucht die Stange, statt zu knicken. Die Knickkraft ist $F_K = \sigma_k \cdot A$ mit $A = \pi/4 \cdot d^2$, die Sicherheit $S = F_K/F$ wird gegen die theoretische Druckkraft ohne Wirkungsgrad geführt; gefordert ist S_{erf} (üblich 3,5 bis 5). Zweites Kriterium ist der Drucknachweis der Stange: $\sigma_d = F_{D,th}/A$ gegen R_e mit der Regelsicherheit 1,5. Er ist nötig, weil eine gedrungene Stange fließt, lange bevor Knicken maßgebend wird. Die zulässige freie Länge l_{zul} folgt nicht aus einer Umkehrformel, sondern durch Suche auf derselben Kurve: Eine geschlossene Lösung gäbe es nur im Euler-Ast. Erreicht schon die kürzeste Stange die geforderte Sicherheit nicht, gibt es kein l_{zul} - dann ist der Drucknachweis maßgebend. Modellgrenzen: gerader, mittig gedrückter Stab ohne Vorverformung, ohne Führungskräfte aus dem Zylinderrohr und ohne Biegung aus Eigengewicht bei liegenden Langhubzylindern.

Luftverbrauch (Pneumatik, doppeltwirkend): Je Doppelhub wird das Volumen $(A_K + A_R) \cdot s$ verschoben; auf Normzustand bezogen über das Absolutdruckverhältnis $\varepsilon = (p + 1,013)/1,013$ (isotherm, Boyle-Mariotte). Der Verbrauch pro Minute ist $q_{DH} \cdot n$ mit Schadraum-Zuschlag.

Zu diesem Muster

Alle Werte auf diesen Seiten stammen aus einer frei gewählten Beispielrechnung und gehören zu keinem realen Bauteil. Der gekaufte Export enthält dieselben Abschnitte mit Ihren Eingaben, Ihren Kopfdaten (Projekt, Bauteil, Bearbeiter) und als durchsuchbaren Text. Preise und Umfang: maschinenbaurechner.de/preise

Hinweis: Die Ergebnisse sind Auslegungs- und Orientierungshilfen. Sie ersetzen nicht die eigenverantwortliche Prüfung, Berechnung und Freigabe durch eine fachlich qualifizierte Person. Es gelten die Nutzungsbedingungen auf maschinenbaurechner.de.