

Biegeknicken einer Stahlstütze (Knicknachweis nach Eurocode 3)

Eingabeparameter der Stütze

Rohrdurchmesser	$d_A := 160 \text{ mm}$
Wandstärke Rohr	$s_R := 4 \text{ mm}$
E-Modul Stahl	$E_{St} := 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Berechnungen

Innendurchmesser Rohr	$d_I := d_A - 2 \cdot s_R = 152 \text{ mm}$
Rohrfläche	$A_R := \frac{\pi}{4} \cdot (d_A^2 - d_I^2) = (1.96 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$
Flächenträgheitsmoment (Rohr)	$I_Z := \frac{\pi}{64} \cdot (d_A^4 - d_I^4) = (5.967 \cdot 10^{-6}) \text{ m}^4$
Knickkraft	$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E_{St} \cdot I_Z}{l_k^2}$
Knicklänge	$l_k = \beta \cdot l_R$
Euler-Fall 4	$\beta := \frac{1}{2} \quad l_k = \frac{l_R}{2}$
	$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E_{St} \cdot I_Z}{\left(\frac{l_R}{2}\right)^2} = \frac{4 \cdot E_{St} \cdot I_Z \cdot \pi^2}{l_R^2}$
Knickkraft	$F_k(l_R) := \frac{4 \cdot E_{St} \cdot I_Z \cdot \pi^2}{l_R^2}$
Rohrlänge	$l_R(F_k) := \frac{\sqrt{4 \cdot E_{St} \cdot F_k \cdot I_Z \cdot \pi^2}}{F_k}$
Flächenträgheitsradius	$i_Z := \sqrt{\frac{I_Z}{A_R}} = 55.172 \text{ mm}$
Schlankheitsgrad	$\lambda(l_R) := \frac{\beta \cdot l_R}{i_Z}$

Knickspannungen

$$\sigma_k(l_R) := \frac{\pi^2 \cdot E_{St}}{\lambda(l_R)^2}$$

Beispielrechnungen

kritische Knickkraft

$$F_k(3 \text{ m}) = 5496.872 \text{ kN}$$

Knickspannung

$$\sigma_k(3 \text{ m}) = 2804.02 \text{ MPa}$$

zulässige Spannungen
(Streckgrenze)

$$S_{235} := 235 \text{ MPa}$$

Schlankheitsgrad

$$\lambda(3 \text{ m}) = 27.187$$

Grenzschlankheitsgrad

$$\lambda_g := \pi \cdot \sqrt{\frac{E_{St}}{S_{235}}} = 93.913$$

Berechnung zulässig

$$\lambda = 27.187 < 93.913$$

reduzierte Schlankheit

$$\lambda_r := \frac{\lambda(3 \text{ m})}{\lambda_g} = 0.289$$

Abminderungsfaktor nach EC3

$$\alpha := 0.45 \quad (\text{Rohr})$$

$$\phi := 0.5 \left(1 + \alpha \cdot (\lambda_r - 0.2) + \lambda_r^2 \right) = 0.562$$

Abminderungsfaktor

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_r^2}} = 0.958$$

Sicherheitsfaktor

$$S_i := 1.5$$

Knicktragfähigkeit

$$N_b := \frac{\chi \cdot A_R \cdot S_{235}}{S_i} = 294.238 \text{ kN}$$