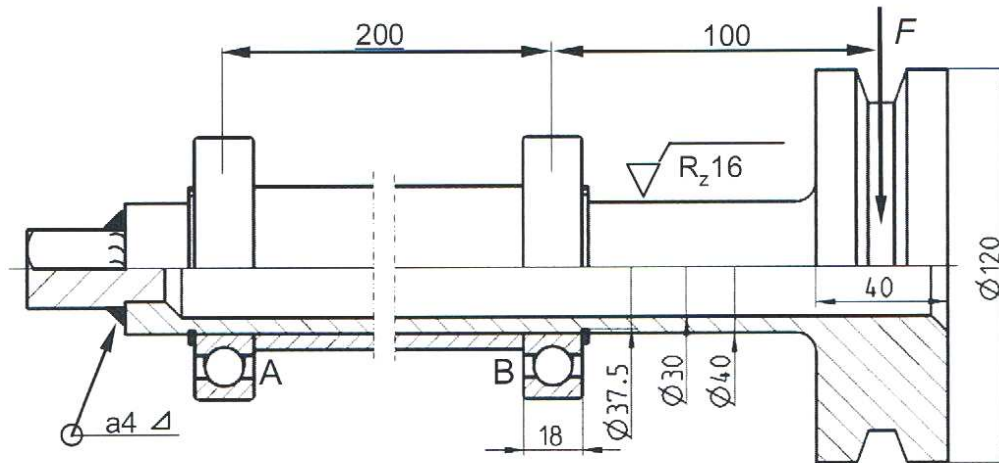


Hohlwelle

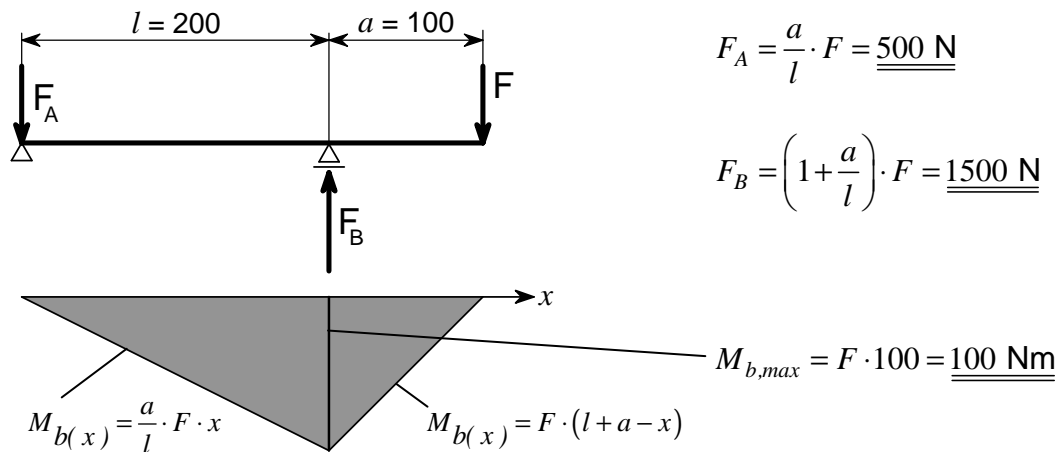
Die Abbildung zeigt eine fliegend gelagerte Hohlwelle mit einer Riemenscheibe aus Baustahl S355J (St 52-3). Sie überträgt ein statisches Torsionsmoment von $T = 125 \text{ Nm}$ bei einer Drehzahl von $n = 500 \text{ min}^{-1}$. Durch die Riemenvorspannung wirkt in der Mitte der Riemenscheibe die Vertikalkraft $F = 1000 \text{ N}$.



- Berechnen Sie die Lagerkräfte ohne Berücksichtigung des Eigengewichts.
- Wie groß ist das maximale Biegemoment? Skizzieren Sie den Biegemomentenverlauf zwischen dem Lager A und der Riemenscheibenmitte.
- Berechnen Sie näherungsweise die Sicherheit der Welle gegen Dauerbruch am Einstich für den Sicherungsring (DIN 471) am Lager B. Die Kerbwirkungszahl ist $\beta_k = 3$. Die Biegezugfestigkeit $\sigma_{b,w} = 255 \text{ N/mm}^2$.
- Zur Ausleitung des Torsionsmoments ist an der linken Wellenseite ein Vierkant mit der Schlüsselweite $s = 19 \text{ mm}$ zentrisch angeschweißt. Ist die Schweißnaht ausreichend dimensioniert, wenn die zulässige Spannung in der Schweißnaht $\tau_{w,zul} = 170 \text{ N/mm}^2$ nicht übersteigen darf?
- Infolge des Torsionsmoments verdreht sich die Welle. Ist der Verdrehwinkel einer Vollwelle oder einer Hohlwelle größer, wenn das polare Trägheitsmoment und die Längenabmessungen für beide Wellen gleich groß sind?

Musterlösung:

a) und b) Lagerkräfte und Biegemoment



c) Sicherheit Welle

Biegemoment am Einstich:

$$M_b = F \cdot (l + a - x) = 1000 \cdot (200 + 100 - 209) = 91 \text{ Nm}$$

Widerstandsmoment am Einstich:

$$W_b = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32 \cdot D} = \frac{\pi(37,5^4 - 30^4)}{32 \cdot 37,5} = 3057 \text{ mm}^3$$

Biegespannung am Einstich:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{91000}{3057} = 29,77 \text{ N/mm}^2$$

Torsionsspannung am Einstich:

$$\tau_t = \frac{T}{W_t} = \frac{T}{2 \cdot W_b} = \frac{125000}{2 \cdot 3057} = 20,44 \text{ N/mm}^2$$

Vergleichsspannung:

$$\sigma_V = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \alpha_0^2 \cdot \tau_t^2} = \sqrt{29,77^2 + 3 \cdot 0,7^2 \cdot 20,44^2} = 38,7 \text{ N/mm}^2$$

mit $\alpha \approx 0,7$ (wechselnde Biegung, ruhende Torsion)

Gestaltfestigkeit:

$$\sigma_G = \frac{\sigma_{bW} \cdot b_0 \cdot b_G}{\beta_k} = \frac{255 \cdot 0,9 \cdot 0,83}{3} = 63,5 \text{ N/mm}^2$$

$$b_0 = 0,9 \text{ (} R_m = 510 \text{ MPa)}$$

$$b_G = 0,83$$

Sicherheit:

$$S_D = \frac{\sigma_G}{\sigma_V} = \frac{63,5}{38,7} = \underline{\underline{1,64}}$$

d) Dimensionierung Schweißnaht

Beanspruchung auf Torsion!

Widerstandsmoment Schweißnaht:

$$W_t = 2 \cdot (h + a)(b + a)a = 2 \cdot (19 + 4) \cdot (19 + 4) \cdot 4 = 4232 \text{ mm}^3$$

Torsionsspannung in der Schweißnaht:

$$\tau_{w,t} = \frac{T}{W_t} = \frac{125000}{4232} = 29,5 \text{ N/mm}^2$$

Festigkeitsnachweis:

$$\tau_{w,t} = 29,5 \text{ N/mm}^2 < \tau_{w,zul} = 170 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{Dimensionierung ausreichend!}$$

d) Verdrehung

Die Verdrehung ist von den geometrischen Größen Länge und Trägheitsmoment abhängig.
Wenn $I_{\text{Hohl}} = I_{\text{Voll}}$ ist, dann ist die Verdrehung bei gleicher Länge auch gleich groß!