

Schraubenberechnung:

Festigkeitsklasse: 8.8

Schraube: M10

Angaben:

$$F := 230 \text{ N}$$

$$z := 4 \quad \text{Schraubenanzahl}$$

$$l_W := 60 \text{ mm} \quad \text{Hebellänge}$$

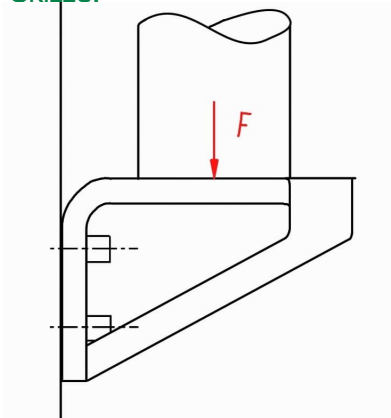
$$l_K := 60 \text{ mm} \quad \text{Klemmlänge}$$

$$n := 0.4 \quad \alpha_A := 1.80$$

$$E_S := 2.0 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{E-Modul Schraube}$$

$$E_B := 1.8 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{E-Modul Befestigung (Edelstahl-Platte)}$$

$$R_{p0.2} := 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad R_m := 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Skizze:Berechnung:

$$M_b := F \cdot l_W = 13.8 \text{ N} \cdot \text{m}$$

M10 -&gt; Schrauben

$$\nu := 0.6 \quad \text{angenommen Böge: I80}$$

$$\mu_1 := 0.1 \quad \text{Reibung: Stahl-Stahl}$$

$$A_{Serf} := \frac{\alpha_A \cdot F}{\nu \cdot R_{p0.2}} = 1.078 \text{ mm}^2$$

Erforderlicher Spannungsquerschnitt

M10:

$$d := 10 \text{ mm}$$

$$d_2 := 9.026 \text{ mm}$$

$$l_K := 60 \text{ mm}$$

$$W_{ps} := 124.6 \text{ mm}^3$$

$$d_w := 14.6 \text{ mm}$$

$$l := 70 \text{ mm}$$

$$b := 26 \text{ mm}$$

$$d_h := 10.5 \text{ mm}$$

$$A_p := 131.95 \text{ mm}^2$$

$$A_s := 58 \text{ mm}^2$$

$$A := 78.54 \text{ mm}^2$$

Klemmkraft:

$$z \cdot F_{Kerf} \cdot \mu \geq F$$

$$F_{Kerf} \geq \frac{F}{\mu \cdot z}$$

$$F_{Kerf} := \frac{F}{\mu_1 \cdot z} = 575 \text{ N}$$

$$F_{Kerf} = 575 \text{ N}$$

Ersatzfläche:

$$A_{ers} := \frac{\pi}{4} (d_w^2 - d_h^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_w \cdot l_K \cdot \left( \left( \sqrt[3]{\frac{l_K \cdot d_w}{(l_K + d_w)^2} + 1} \right)^2 - 1 \right)$$

$$A_{ers} = 552.594 \text{ mm}^2$$

Nachgiebigkeit -> Schraube:

$$l_1 := l - b = 44 \text{ mm}$$

$$l_2 := l_K - l_1 = 16 \text{ mm}$$

$$\delta_S := \frac{\frac{l_1}{A} + \frac{l_2 + 0.8 \cdot d}{A_s}}{E_S}$$

$$\delta_S = (4.87 \cdot 10^{-6}) \frac{\text{mm}}{\text{N}}$$

Nachgiebigkeit -> Flansch:

$$\delta_P := \frac{l_K}{A_{ers} \cdot E_B}$$

$$\delta_P = (6.032 \cdot 10^{-7}) \frac{mm}{N}$$

Kräfteverhältnis:

$$\phi := \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_S} = 0.11$$

$$\phi_n := n \cdot \phi = 0.044$$

Setzkraft:

$$\frac{l_K}{d} = 6 \quad (\text{nach 7.6.5.7 im Böge}) \quad f_Z := 0.006 \text{ mm}$$

$$F_Z := \frac{\phi}{\delta_P} \cdot f_Z$$

$$F_Z = 1.096 \text{ kN}$$

Montagevorspannkraft:

$$F_{VM} := \alpha_A \cdot (F_Z + F_{Kerf})$$

$$F_{VM} = 3.008 \text{ kN}$$

Axiale Betriebskraft:

$$h := 50 \text{ mm}$$

$$l_3 := 60 \text{ mm}$$

$$F \cdot l_H = 2 \cdot F_{A1} \cdot l_3$$

$$F_A := \frac{F \cdot l_W}{2 \cdot l_3}$$

$$F_A = 115 \text{ N}$$

Schraubenkraft:

$$F_S := F_{VM} + n \cdot \phi \cdot F_A$$

$$F_S = 3.013 \text{ kN}$$

Kräftevergleich:

$$F_{0.2} := A_s \cdot R_{p0.2} = 37.12 \text{ kN}$$

$$F_S < F_{0.2} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

Anziehdrehmoment:

$$\rho := 9 \text{ deg} \quad \mu_2 := 0.16$$

$$M_A := F_{VM} \cdot \left( \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho) + \mu_2 \cdot 0.7 \cdot d \right)$$

$$M_A = 5.621 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Montagevorspannung:

$$\sigma_{VM} := \frac{F_{VM}}{A_s}$$

$$\sigma_{VM} = 51.866 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Torsionsspannung:

$$\tau_t := \frac{F_{VM} \cdot d_2 \cdot \tan(\alpha + \rho)}{2 \cdot W_{ps}}$$

$$\tau_t = 18.073 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vergleichsspannung:

$$\sigma_V := \sqrt{\sigma_{VM}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

$$\sigma_V = 60.58 \frac{N}{mm^2}$$

$$R_{p0.2} \cdot 0.9 = 576 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_V < 0.9 \cdot R_{p0.2} \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

Ausschlagkraft:

$$F_{SA} := n \cdot \phi \cdot F_A$$

$$F_{SA} = 5.07 \, N$$

$$F_a := \frac{F_{SA}}{2}$$

$$F_a = 2.535 \, N$$

Ausschlagspannung:

$$\sigma_a := \frac{F_a}{A_s} = 0.044 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_A = 50 \frac{N}{mm^2} \quad \rightarrow \text{Böge (Festigkeitsklasse)}$$

$$\sigma_a < \sigma_A \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$

Flächenpressung:

$$p := \frac{F_S}{A_p} = 22.837 \frac{N}{mm^2}$$

$$p_G := 500 \frac{N}{mm^2} \quad \dots \text{Für E335}$$

$$p < p_G \quad \rightarrow \text{erfüllt}$$