

L Ö S U N G - Aufgabe 1:

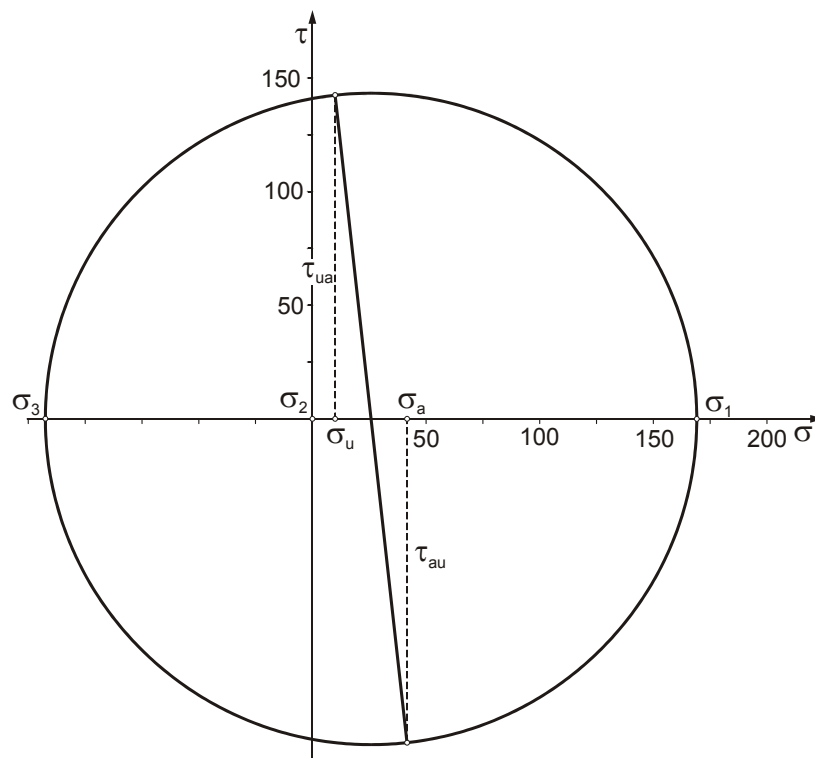
a)

$$\sigma_a = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 40000 \text{ N}}{\pi \cdot 35^2 \text{ mm}^2} = 41,58 \text{ MPa}$$

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_t} = \frac{1200000 \text{ Nmm}}{8418,5 \text{ mm}^3} = 142,5 \text{ MPa}$$

$$W_t = \frac{\pi}{16} d^3 = \frac{\pi}{16} \cdot 35^3 \text{ mm}^3 = 8418,5 \text{ mm}^3$$

b)



$$\left. \begin{array}{l} \sigma_1 = 170 \text{ MPa} \\ \sigma_2 = 0 \\ \sigma_3 = -118 \text{ MPa} \end{array} \right\} \text{abgelesen : 3x}$$

c)

$$\sigma_v = \sigma_1 - \sigma_3 \text{ (SH) bei zäher Welle}$$

$$= 170 \text{ MPa} + 118 \text{ MPa} = 288 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{zul} = \min. \left\{ \begin{array}{l} \frac{R_e}{S_f} = \frac{500}{1,5} = 333 \\ \frac{R_m}{S_b} = \frac{720}{2} = 360 \end{array} \right\} = 333 \text{ MPa}$$

$\sigma_{zul} > \sigma_v$, d.h. Sicherheit ausreichend

$\sigma_v = \sigma_1(\text{NH})$ bei versprödeter Welle = 170 MPa

$$\sigma_{zul} = \frac{R_m}{S_B} = \frac{720}{4} = 180 \text{ MPa}$$

$\sigma_{zul} > \sigma_v$, d.h. Sicherheit ausreichend

d)

Bestimmung von α_k :

$$\frac{\rho}{d} = \frac{5}{35} \approx 0,14$$

$$\Rightarrow \alpha_k \approx 1,48$$

$$\frac{D}{d} = \frac{40}{35} \approx 1,14$$

Bestimmung von β_k :

$$\beta_k = \frac{\alpha_k}{1 + \frac{55}{R_e} \cdot \sqrt{\frac{c}{\rho}}} = \frac{1,48}{1 + \frac{55}{500} \cdot \sqrt{\frac{2}{5}}} = 1,4$$

$$\sigma_{bw} / S_D = \sigma_{nb} \cdot \beta_k$$

$$\sigma_{bw} = 355 \text{ MPa} \quad S_D = 2$$

$$\sigma_{nb} = \frac{\sigma_{bw}}{S_D \cdot \beta_k} = \frac{355}{2 \cdot 1,4} \text{ MPa} = 126,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{nb} = \frac{M_b}{W_b} \Rightarrow M_b = \sigma_{nb} \cdot W_b = 126,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 4209,2 \text{ mm}^3 = 533,7 \text{ Nm}$$

$$W_b = \frac{\pi}{32} d^3 = \frac{\pi}{32} \cdot 35^3 \text{ mm}^3 = 4209,2 \text{ mm}^3$$

Aufgabe 2:

a)

$$U = \pi \cdot D \Rightarrow dU = \pi \cdot dD$$

$$\varepsilon_u = \frac{dU}{U} = \frac{dD}{D} \Rightarrow dD = \varepsilon_u \cdot D = 0,00042 \text{ mm} \cdot 120 \text{ mm}$$

$$dD = \Delta D = 0,0504 \text{ mm}$$

b)

$$\sigma_r = 0 \quad (\text{lastfreie Oberfläche})$$

$$\sigma_u = \frac{E}{1-\mu^2} \cdot (\varepsilon_u + \mu \cdot \varepsilon_a) = \frac{210000}{1-0,3^2} \cdot (0,00042 + 0,3 \cdot 0,00054) \text{ MPa}$$

$$= 134,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{E}{1-\mu^2} \cdot (\varepsilon_a + \mu \cdot \varepsilon_u) = \frac{210000}{1-0,3^2} \cdot (0,00054 + 0,3 \cdot 0,00042) \text{ MPa}$$

$$= 153 \text{ MPa}$$

$$\sigma_v = \sigma_a - \sigma_r = 153 \text{ MPa} < R_e (250 \text{ MPa}) \Rightarrow \text{Kein Fließen}$$

c)

$$\sigma_u = \frac{p_i \cdot d}{2s} \Rightarrow p_i = \frac{2 \cdot s \cdot \sigma_u}{d} = \frac{2 \cdot 130 \text{ MPa} \cdot 4 \text{ mm}}{112 \text{ mm}} = 9,29 \text{ MPa} = 92,9 \text{ bar}$$

$$\sigma_a = \frac{p_i \cdot d}{4s} + \frac{F \cdot 4}{\pi \cdot (D^2 - d^2)} \Rightarrow F = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\sigma_a - \frac{p_i \cdot d}{4 \cdot s} \right) \cdot (D^2 - d^2)$$

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot \left(150 - \frac{9,29 \cdot 112}{4 \cdot 4} \right) \text{ MPa} \cdot (120^2 - 112^2) \text{ mm}^2 = 123,9 \text{ kN}$$

d)

$$\alpha = 0, \text{ da } \varepsilon_{a,B} \text{ nur an neutraler Faser auftritt}$$

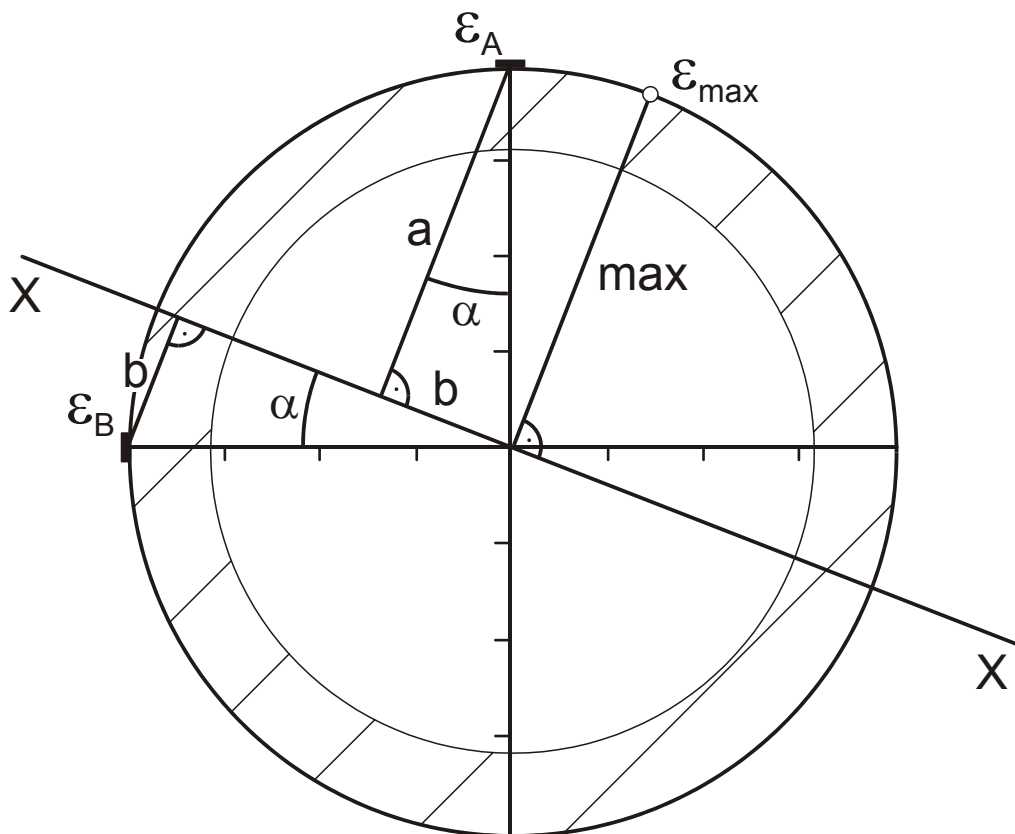
$$\sigma_b = \varepsilon_{a,A} \cdot E = 0,0002 \cdot 210000 \text{ MPa} = 42 \text{ MPa}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{120^4 - 112^4}{120} = 40912,8 \text{ mm}^3$$

$$M_b = \sigma_b \cdot W_b = 42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 40912,8 \text{ mm}^3 = 1718 \text{ Nm}$$

e)



Für Biegung gilt:

$$\varepsilon_A = a \cdot \text{const.}, \varepsilon_B = -b \cdot \text{const.} \text{ und } \varepsilon_{\max} = \text{max} \cdot \text{const.}$$

$$\text{da } \text{max}^2 = a^2 + b^2 \text{ folgt } \varepsilon_{\max}^2 = \varepsilon_A^2 + \varepsilon_B^2 = 0,0002^2 + 0,0001^2$$

$$\varepsilon_{\max} = 0,000224 \text{ und } \alpha = \arctan \frac{|\varepsilon_b|}{\varepsilon_a} = 26,57^\circ$$