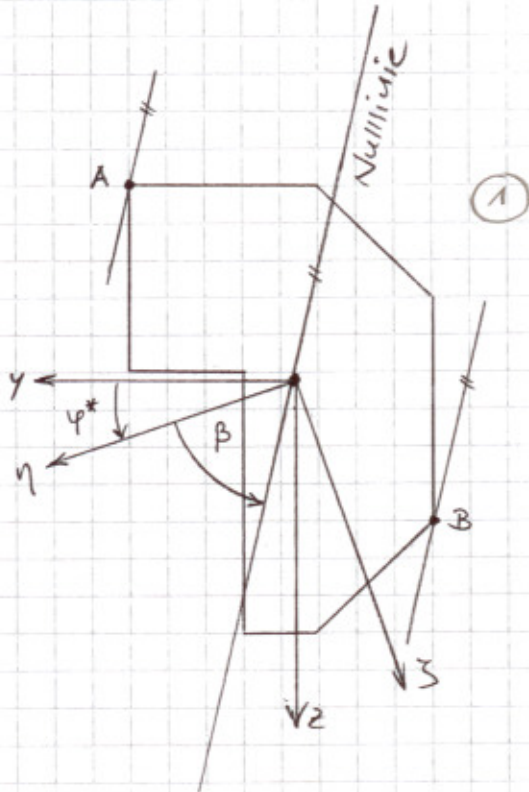


$$\text{zu 1/} \quad \alpha = 45^\circ - \varphi^* = 45^\circ - 18,78^\circ = 26,22^\circ \quad (1)$$

$$\tan \beta = \frac{715 \text{ cm}^4}{218 \text{ cm}^4} \cdot \tan 26,22^\circ$$

$$\tan \beta = 1,615$$

$$\beta = 58,24^\circ \quad (1)$$



$$\text{zu 2/} \quad \text{Punkt A: } y_A = 4,39 \text{ cm; } z_A = -5,20 \text{ cm}$$

$$\text{Punkt B: } y_B = -3,61 \text{ cm; } z_B = 3,80 \text{ cm}$$

$$\eta_A = -5,20 \text{ cm} \cdot \sin 18,78^\circ + 4,39 \text{ cm} \cdot \cos 18,78^\circ = 2,48 \text{ cm} \quad (1)$$

$$\zeta_A = -5,20 \text{ cm} \cdot \cos 18,78^\circ - 4,39 \text{ cm} \cdot \sin 18,78^\circ = -6,34 \text{ cm}$$

$$\eta_B = 3,80 \text{ cm} \cdot \sin 18,78^\circ - 3,61 \text{ cm} \cdot \cos 18,78^\circ = -2,19 \text{ cm}$$

$$\zeta_B = 3,80 \text{ cm} \cdot \cos 18,78^\circ + 3,61 \text{ cm} \cdot \sin 18,78^\circ = 4,76 \text{ cm} \quad (1)$$

$$M_{by} = M_b \cdot \cos \alpha = 5 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \cos 26,22^\circ = 4,48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

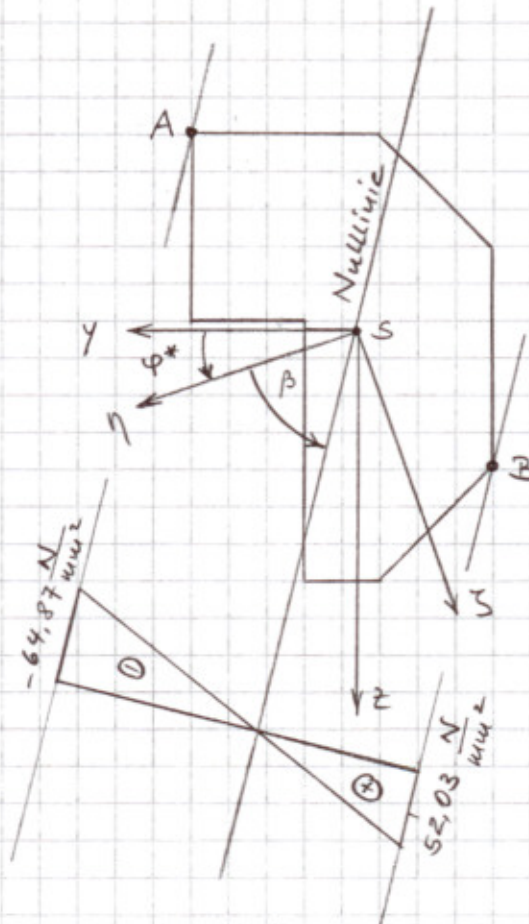
$$M_{bz} = M_b \cdot \sin \alpha = 5 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \sin 26,22^\circ = 2,21 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_b^A = \frac{448 \text{ kN} \cdot \text{cm}}{715 \text{ cm}^4} \cdot (-6,34 \text{ cm}) - \frac{221 \text{ kN} \cdot \text{cm}}{218 \text{ cm}^4} \cdot 2,48 \text{ cm}$$

$$\sigma_b^A = -6,487 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = -64,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_b^B = \frac{448 \text{ kN} \cdot \text{cm}}{715 \text{ cm}^4} \cdot (4,76 \text{ cm}) - \frac{221 \text{ kN} \cdot \text{cm}}{218 \text{ cm}^4} \cdot (-2,19 \text{ cm})$$

$$\sigma_b^B = 5,203 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 52,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



$$\text{zu 3) } M_{bzul} = \frac{100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{64,87 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot 5 \text{ kN} \cdot \text{m} = 7,71 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{zu 4) } \tan \beta = \frac{I_y}{I_x} \cdot \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{I_x}{I_y} \cdot \tan \beta$$

$$\beta = 90^\circ - \varphi^* = 90^\circ - 18.78^\circ = 71.22^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{218 \text{ cm}^4}{715 \text{ cm}^4} \cdot \tan 71.22^\circ$$

$$\alpha = 41.88^\circ$$

$$\text{zu 1)} \quad I_T = 2 \cdot \frac{1}{3} \cdot (5 \text{ mm})^3 \cdot 150 \text{ mm} + \frac{1}{3} \cdot (6 \text{ mm})^3 \cdot 90 \text{ mm}$$

$$I_T = 18980 \text{ mm}^4$$

$$\varphi = \frac{M_T}{G \cdot I_T} \cdot l = \frac{100000 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 2000 \text{ mm}}{8,1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 18980 \text{ mm}^4}$$

$$\varphi = 0,1301 \hat{=} 7,45^\circ$$

$$\text{zu 2) Obergurt: } \tau_{OG} = \frac{100000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{18980 \text{ mm}^4} \cdot 6 \text{ mm} = 31,61 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{Steg: } \tau_{St} = \frac{100000 \text{ N} \cdot \text{mm}}{18980 \text{ mm}^4} \cdot 5 \text{ mm} = 26,34 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\text{zu 3) } S_{y1} = 150 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \cdot 19,06 \text{ mm} = 14295 \text{ mm}^3$$

$$S_{y2} = S_{y1} = 14295 \text{ mm}^3$$

$$S_{y3} = 14295 \text{ mm}^3 + 45 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm} \cdot (-52,94 \text{ mm}) \approx 0$$

$$\tau_1 = \frac{50000 \text{ N} \cdot 14295 \text{ mm}^3}{487 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \cdot 5 \text{ mm}} = 29,35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

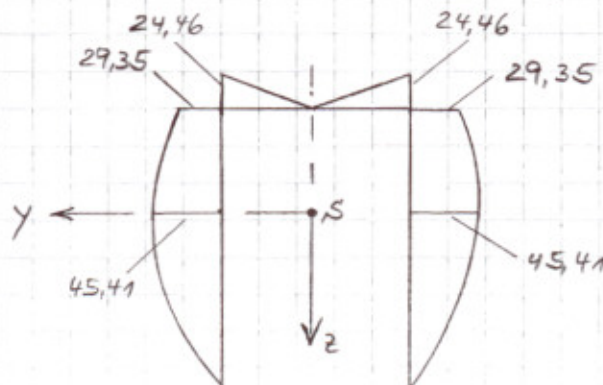
$$\tau_2 = 29,35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{5 \text{ mm}}{6 \text{ mm}} = 24,46 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_3 = 0$$

$$\text{zu 4) } S_{y\max} = 94,06 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \cdot \frac{94,06 \text{ mm}}{2} = 22118 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{\max} = 29,35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{22118 \text{ mm}^3}{14295 \text{ mm}^3} = 45,41 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (z=0)$$

zu 5)



τ in $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

a) Nach Euler

$$\frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{S_k^2} = \nu \cdot F$$

$$I = \frac{29}{12} \cdot a^4 = \frac{\nu \cdot F \cdot S_k^2}{E \cdot \pi^2}$$

$$a^4 = \frac{12 \cdot \nu \cdot F \cdot S_k^2}{29 \cdot E \cdot \pi^2}$$

$$a = \sqrt[4]{\frac{12 \cdot \nu \cdot F \cdot S_k^2}{29 \cdot E \cdot \pi^2}}$$

$$a = \sqrt[4]{\frac{12 \cdot 5 \cdot 120000 \text{ N} \cdot (0,7 \cdot 2500 \text{ mm})^2}{29 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \pi^2}}$$

$$a = 24,61 \text{ mm}$$

b) Überprüfen der Schlankheit

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{29 \cdot a^4}{12 \cdot 5 \cdot a^2}} = a \cdot \sqrt{\frac{29}{60}}$$

$$i = 17,11 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{S_k}{i} = \frac{0,7 \cdot 2500 \text{ mm}}{17,11 \text{ mm}} = 102,28 < 105 = \lambda_{\text{grenz}}$$

c) nach Tetmajer

$$\sigma_k = \frac{F_k}{A} = \frac{\nu \cdot F}{A} = 310 - 1,14 \cdot \lambda$$

$$\frac{5 \cdot 120000 \text{ N}}{5 \cdot a^2} = 310 - 1,14 \cdot \frac{0,7 \cdot 2500 \text{ mm}}{a \cdot \sqrt{\frac{29}{60}}}$$

$$120000 \text{ N} = 310 \cdot a^2 - 2869,6 a$$

$$a^2 - 9,257 \cdot a - 387,1 = 0$$

$$a_{1/2} = 4,628 \text{ mm} \pm \sqrt{(4,628 \text{ mm})^2 + 387,1 \text{ mm}^2}$$

$$a_1 = 4,628 \text{ mm} + 20,212 \text{ mm} = 24,84 \text{ mm}$$

a_2 (negativ)