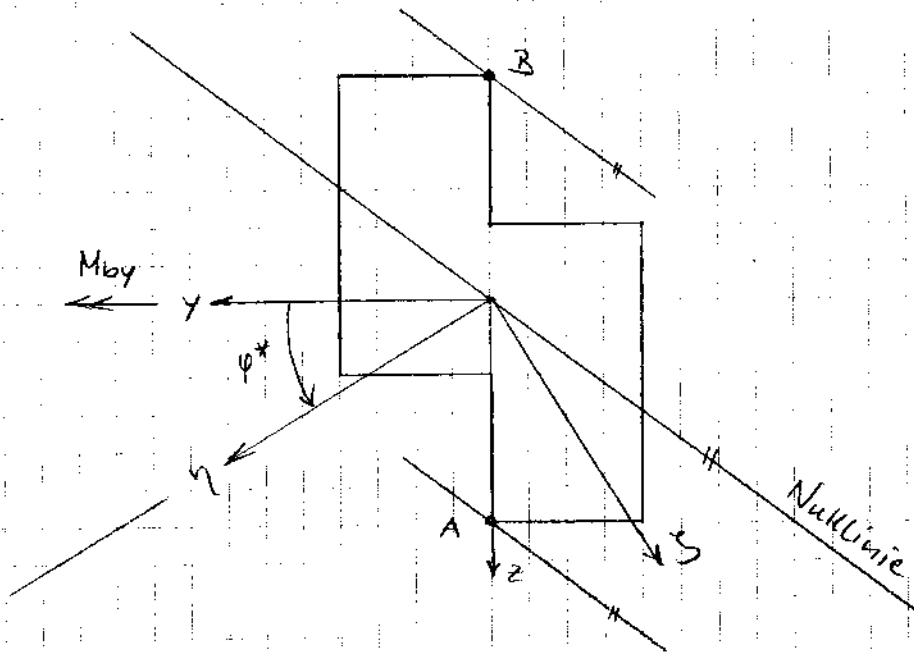


$$\text{zu 1)} \quad \alpha = -\varphi^* = -31,72^\circ$$

$$\tan \beta = \frac{2,951 \cdot Q^4}{0,715 \cdot Q^4} \cdot \tan(-31,72^\circ) = -2,5510$$

$$\beta = -68,60^\circ$$



$$\text{zu 2)} \quad M_{\eta\eta} = M_{\eta\eta} \cdot \cos \alpha = 3,75 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \cos(-31,72^\circ) = 3,190 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\xi\xi} = M_{\eta\eta} \cdot \sin \alpha = 3,75 \text{ kN} \cdot \text{m} \cdot \sin(-31,72^\circ) = -1,972 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_A = z_A \cdot \sin \varphi = 1,5 \cdot Q \cdot \sin 31,72^\circ = 0,789 \cdot Q$$

$$\xi_A = z_A \cdot \cos \varphi = 1,5 \cdot Q \cdot \cos 31,72^\circ = 1,276 \cdot Q$$

$$\eta_B = -0,789 \cdot Q \quad ; \quad \xi_B = -1,276 \cdot Q$$

Biegespannungen

$$\sigma_B^B = -\sigma_B^A$$

$$\sigma_B^A = \frac{3,190 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{2,951 \cdot Q^4} \cdot 1,276 \cdot Q - \frac{(-1,972) \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}}{0,715 \cdot Q^4} \cdot 0,789 \cdot Q$$

$$\sigma_b^A = \frac{3555438 \text{ N}\cdot\text{mm}}{a^3} = 90 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

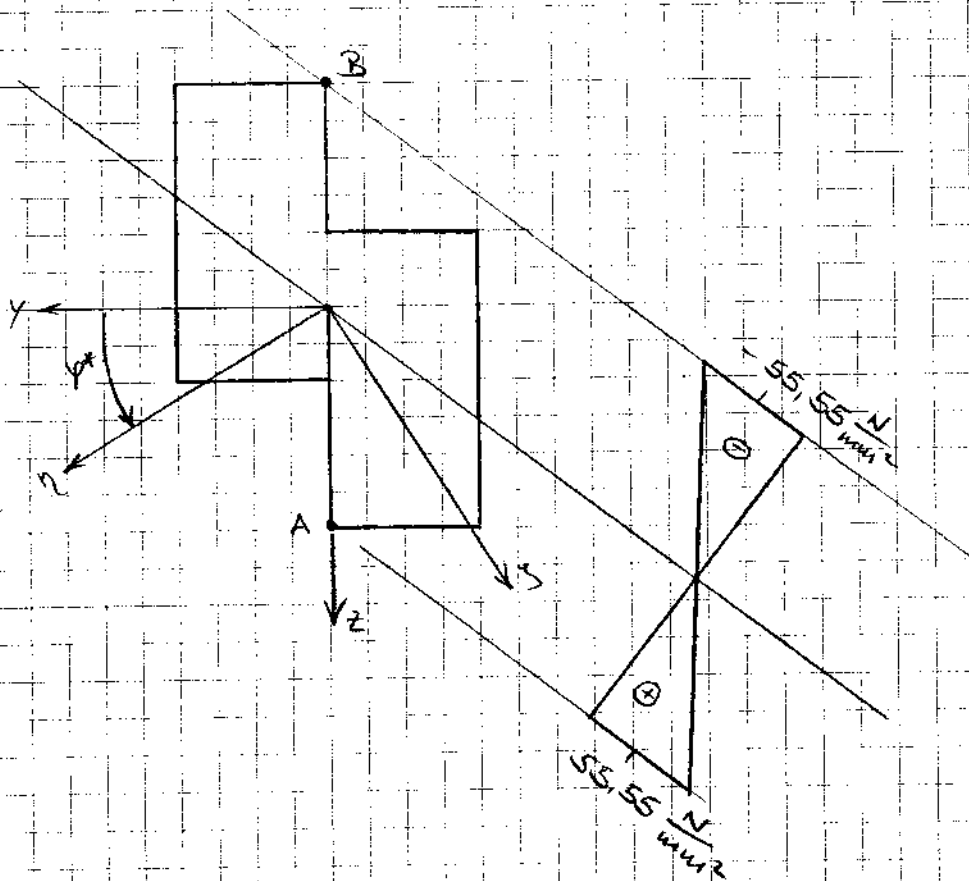
$$a = \sqrt[3]{\frac{3555438 \text{ N}\cdot\text{mm}}{90 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

$$a = 34,05 \text{ mm}$$

gewählt: $a = 35 \text{ mm}$

$$\text{zu 3) } \sigma_b^A = \frac{3555438 \text{ N}\cdot\text{mm}}{(40 \text{ mm})^3} = 55,55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_b^B = -55,55 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



1/

Rechteck

$$I_{T1} = \alpha \cdot h \cdot b^3$$

$$\frac{h}{b} = \frac{14 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} = 1,75$$

$$\alpha = \frac{0,196 + 0,229}{2} = 0,2125$$

$$I_{T1} = 0,2125 \cdot 14 \text{ cm} \cdot (8 \text{ cm})^3 = 1523,2 \text{ cm}^4 = 1523,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad (2)$$

Z-Profil

$$I_{T2} = \frac{1}{3} \cdot (6 \text{ mm})^3 \cdot (2 \cdot 60 \text{ mm} + 108 \text{ mm})$$

$$I_{T2} = 16416 \text{ mm}^4 \quad (1)$$

Verdrehtungen

$$\varphi_B = \frac{M_{T1}}{G \cdot I_{T1}} \cdot l_1 = \frac{2000 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 2000 \text{ mm}}{8,4 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1523,2 \cdot 10^4 \text{ mm}^4}$$

$$\varphi_B = 3,242 \cdot 10^{-3} = 3,242 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 0,1858^\circ \quad (1)$$

$$\varphi_C = \varphi_B + \frac{M_{T2}}{G \cdot I_{T2}} \cdot l_2$$

$$\varphi_C = 3,242 \cdot 10^{-3} + \frac{200 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{8,1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 16416 \text{ mm}^4}$$

$$\varphi_C = 0,1536 = 0,1536 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 8,80^\circ \quad (1)$$

1/

Rechteck

$$W_T = \beta \cdot h \cdot b^2$$

$$\frac{h}{b} = 1,75 \Rightarrow \beta = \frac{0,231 + 0,246}{2} = 0,2385 \quad (2)$$

$$W_T = 0,2385 \cdot 14 \text{ cm} \cdot (8 \text{ cm})^2 = 213,7 \text{ cm}^3 = 213,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\tau = \frac{2000 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{213,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 9,36 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (1)$$

z - Profil

$$\tau = \frac{M_{Tz}}{I_{Tz}} \cdot t = \frac{200 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{16416 \text{ mm}^4} \cdot 6 \text{ mm} = 73,10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (1)$$

$$3) \varphi_c = 3,242 \cdot 10^{-3} + \frac{200 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm} \cdot 1000 \text{ mm}}{8,1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot I_{Tz}} = 5^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ}$$

$$\frac{2469,14 \text{ mm}^4}{I_{Tz}} = 0,08402$$

$$I_{Tz} = \frac{2469,14 \text{ mm}^4}{0,08402} = 29387,53 \text{ mm}^4$$

$$\frac{1}{3} \cdot t^3 \cdot 228 \text{ mm} = 29387,53 \text{ mm}^4$$

$$t = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 29387,53 \text{ mm}^4}{228 \text{ mm}}}$$

$$t = 7,29 \text{ mm} \quad (3)$$

$$1/ \quad I = \frac{\pi \cdot (80 \text{ mm})^4}{64} = 2010619 \text{ mm}^4$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{4 \cdot 100000 \text{ N}}{2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2010619 \text{ mm}^4}} \cdot 2000 \text{ mm}$$

$$\alpha = 1,9466$$

Knickbedingung:

$$1,9466^3 + \delta \cdot (\tan 1,9466 - 1,9466) = 0$$

$$\delta = \frac{-1,9466^3}{\tan 1,9466 - 1,9466} = 1,646$$

$$\frac{C_W \cdot l^3}{E \cdot I} = 1,646$$

$$C_W = \frac{1,646 \cdot E \cdot I}{l^3} = \frac{1,646 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2010619 \text{ mm}^4}{(2000 \text{ mm})^3}$$

$$C_W = 86,873 \frac{\text{N}}{\text{mm}} = 86873 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

$$2/ \quad F_K = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{S_K^2}$$

$$S_K = \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{F_K}} = \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2010619 \text{ mm}^4 \cdot \pi^2}{4 \cdot 100000 \text{ N}}}$$

$$S_K = 3228 \text{ mm}$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^4 \cdot 4}{64 \cdot \pi \cdot d^2}} = \sqrt{\frac{d^2}{16}} = \frac{d}{4} = 20 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{3228 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 161,4 > 105$$

elastische Rechnung o.k.