

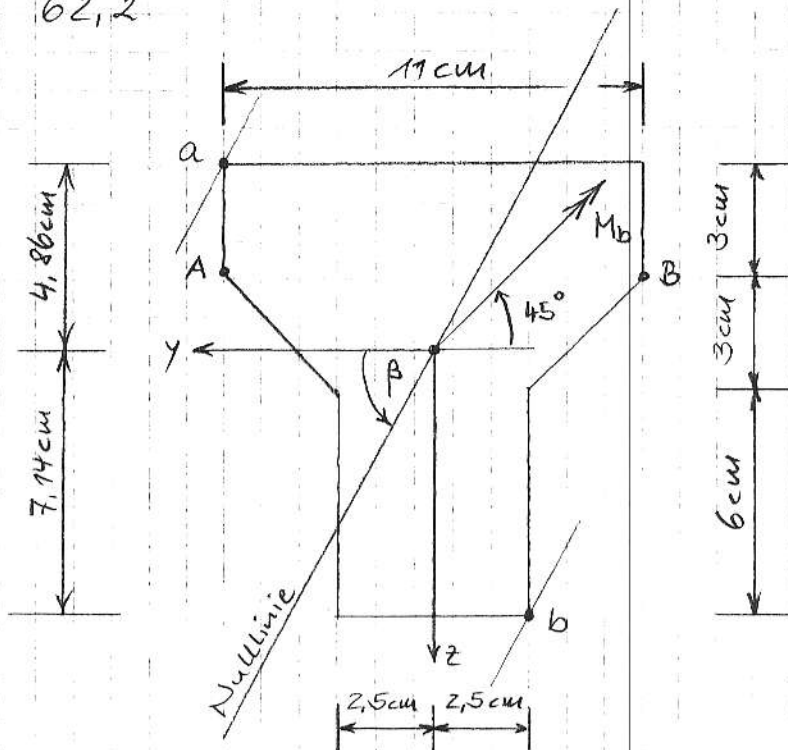
# Aufgabe 1

1/1

1)  $\alpha = 225^\circ$

$$\tan \beta = \frac{1026 \text{ cm}^4}{541 \text{ cm}^4} \cdot \tan 225^\circ = 1,896$$

$$\beta = 62,2^\circ$$



2)  $M_{by} = M_b \cdot \cos 225^\circ = -0,707 \cdot M_b$

$$M_{bz} = M_b \cdot \sin 225^\circ = -0,707 \cdot M_b$$

$$\sigma_b^a = \frac{-0,707 \cdot M_b}{1026 \text{ cm}^4} \cdot (-4,86 \text{ cm}) + \frac{0,707 \cdot M_b}{541 \text{ cm}^4} \cdot (5,5 \text{ cm})$$

$$\sigma_b^a = 0,0105 \frac{1}{\text{cm}^3} \cdot M_b$$

$$\sigma_b^b = \frac{-0,707 \cdot M_b}{1026 \text{ cm}^4} \cdot (7,14 \text{ cm}) + \frac{0,707 \cdot M_b}{541 \text{ cm}^4} \cdot (-2,5 \text{ cm})$$

$$\sigma_b^b = -0,0082 \cdot M_b$$

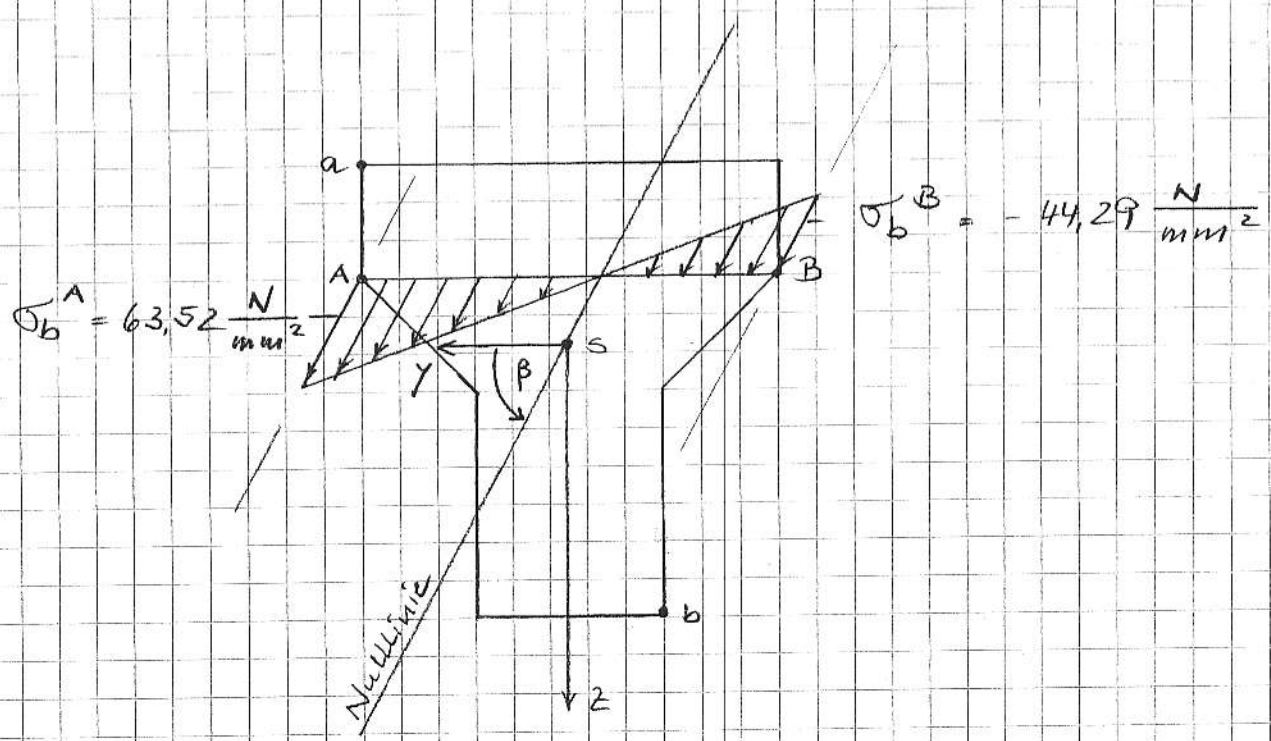
$$M_{bzul} = \frac{8 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2}}{0,0105 \frac{1}{\text{cm}^3}} = 761,9 \text{ KN} \cdot \text{cm} = 7,619 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$\sigma_b^A = \frac{-0,707 \cdot 7,5 \cdot 100 \text{ KN} \cdot \text{cm} \cdot (-1,86 \text{ cm})}{1026 \text{ cm}^4} + \frac{0,707 \cdot 7,5 \cdot 100 \text{ KN} \cdot \text{cm} \cdot 5,5 \text{ cm}}{541 \text{ cm}^4}$$

$$\sigma_b^A = 6,352 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} = 63,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_b^B = \frac{-0,707 \cdot 7,5 \cdot 100 \text{ KN} \cdot \text{cm} \cdot (-1,86 \text{ cm})}{1026 \text{ cm}^4} + \frac{0,707 \cdot 7,5 \cdot 100 \text{ KN} \cdot \text{cm} \cdot (-5,5 \text{ cm})}{541 \text{ cm}^4}$$

$$\sigma_b^B = -4,429 \frac{\text{KN}}{\text{cm}^2} = -44,29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Aufgabe 2:  
zu 1)

2/1

a) Bereich I

$$\tau_{\max} = \frac{M_T}{2 \cdot A_{\text{M}} \cdot t_{\text{min}}}$$

$$A_{\text{M}} = 4,6 \text{ cm} \cdot 9,6 \text{ cm} + 4,6 \text{ cm} \cdot 5 \text{ cm} = 67,16 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{M}} = 6716 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{\max} = \frac{100 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{2 \cdot 6716 \text{ mm}^2 \cdot 4 \text{ mm}} = 1,86 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

b) Bereich II

$$I_T = \frac{1}{3} \cdot (0,4 \text{ cm})^3 \cdot (9,6 \text{ cm} + 2 \cdot 4,6 \text{ cm} + 2 \cdot 2,7 \text{ cm})$$

$$I_T = 0,5163 \text{ cm}^4 = 0,5163 \cdot 10^4 = 5163 \text{ mm}^4$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_T}{I_T} \cdot t_{\max} = \frac{100 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{5163 \text{ mm}^4} \cdot 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{\max} = 77,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

zu 2)  $T = \tau \cdot t = 1,86 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 4 \text{ mm} = 7,44 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$

zu 3)  $\varphi = \frac{M_T}{G} \cdot \left( \frac{l_1}{I_{T1}} + \frac{l_2}{I_{T2}} \right)$

$$I_{T1} = \frac{4 \cdot A_{\text{M}}^2}{\oint \frac{ds}{t}}$$

$$\oint \frac{ds}{t} = \frac{1}{4 \text{ mm}} \cdot (96 \text{ mm} + 2 \cdot 46 \text{ mm} + 2 \cdot 25 \text{ mm} + 2 \cdot 50 \text{ mm} + 46 \text{ mm})$$

$$\oint \frac{ds}{t} = 96$$

$$I_{T1} = \frac{4 \cdot (6716 \text{ mm}^2)^2}{96} = 1879361 \text{ mm}^4$$

$$\varphi = \frac{100 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}}{8,1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot \left( \frac{2000 \text{ mm}}{1879361 \text{ mm}^4} + \frac{1000 \text{ mm}}{5163 \text{ mm}^4} \right)$$

$$\varphi = 0,2404 = 0,2404 \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 13,78^\circ$$

zu 4)

$$\varphi = \frac{M_T}{G} \cdot \left( \frac{l_1}{I_{T1}} + \frac{l_2}{I_{T2}} \right) = \varphi_{\text{zul}}$$

$$\varphi_{\text{zul}} \cdot \frac{G}{M_T} - \frac{l_1}{I_{T1}} = \frac{l_2}{I_{T2}}$$

$$I_{T2} = \frac{l_2}{\varphi_{\text{zul}} \cdot \frac{G}{M_T} - \frac{l_1}{I_{T1}}}$$

$$I_{T2} = \frac{1000 \text{ mm}}{4^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \cdot \frac{8,1 \cdot 10^4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{100 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \text{mm}} - \frac{2000 \text{ mm}}{1879361 \text{ mm}^4}} = 18023 \text{ mm}^4$$

$$I_{T2} = \frac{1}{3} \cdot t^3 \cdot (96 \text{ mm} + 2 \cdot 46 \text{ mm} + 2 \cdot 27 \text{ mm}) = \frac{242 \text{ mm}}{3} \cdot t^3$$

$$t^3 = \frac{18023 \text{ mm}^4 \cdot 3}{242 \text{ mm}} = 223,42 \text{ mm}^3$$

$$t = 6,07 \text{ mm}$$

## Aufgabe 3

3/1

$$1) \frac{l_2}{l_1} = \frac{1m}{2m} = \frac{1}{2}$$

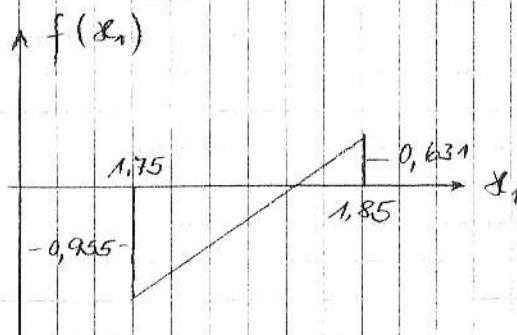
Knickbedingung

$$f(x_1) = x_1 \cdot \tan\left(\frac{1}{2} \cdot x_1\right) + x_1 \cdot \tan x_1 - \tan x_1 \cdot \tan\left(\frac{1}{2} \cdot x_1\right) = 0$$

$$f(1,75) = -0,955$$

$$f(1,85) = 0,631$$

1. Iteration

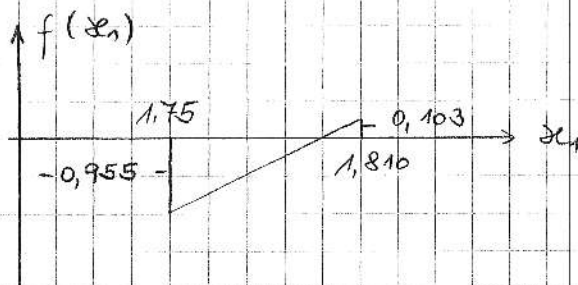


$$\frac{\Delta x_1}{0,955} = \frac{0,1}{0,955 + 0,631} \Rightarrow \Delta x_1 = 0,060$$

$$x_{1, \text{neu}} = 1,75 + 0,060 = 1,810$$

$$f(x_{1, \text{neu}}) = 0,103$$

2. Iteration



$$\frac{\Delta x_1}{0,955} = \frac{0,06}{0,955 + 0,103} \Rightarrow \Delta x_1 = 0,054$$

$$x_{1, \text{Neu}} = 1,75 + 0,054 = 1,804$$

$$f(x_{1, \text{Neu}}) = 0,015 \sim 0$$

$$x_1 = k_1 \cdot l_1 = \sqrt{\frac{F_K}{E \cdot I}} \cdot l_1 = 1,804$$

$$\frac{F_K}{E \cdot I} \cdot l_1^2 = 1,804^2$$

$$I = \frac{2 \cdot F}{E \cdot 1,804^2} \cdot l_1^2$$

$$I = \frac{4 \cdot 200\,000 \text{ N}}{2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1,804^2} \cdot (2000 \text{ mm})^2$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} = 4682283 \text{ mm}^4$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 4682283 \text{ mm}^4}{\pi}} = 98,82 \text{ mm}$$

gewählt:  $d = 100 \text{ mm}$

$$2) \quad \sigma_K = \frac{4 \cdot 200\,000 \text{ N}}{\pi \cdot \frac{(100 \text{ mm})^2}{4}} = 101,86 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 188 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = \sigma_{dIP}$$