Aufgabe 1:

Holzstütze

Gegeben: Eine Spriesslast von N = 175 kN soll mit einer runden Holzstütze C24 abgefangen werden.
Die Knicklänge der Holzstütze ist l = 3.90m.
Die Stütze ist teilweise vor Witterung geschützt.

Gesucht: Berechnen Sie den Stützendurchmesser

$N_d = 175\ \text{kN}$
$l_K = 3.90\ \text{m}$
$\text{C24} \rightarrow \varnothing ?$
$\eta_w = 0.80$

für Tabellengebrauch folgt: $N_d = \dfrac{N_d}{\eta_w} = \dfrac{175\ \text{kN}}{0.8} = 218.75\ \text{kN}$

aus HBT Seite 54

$\varnothing$ gewählt: $\varnothing = 220\ \text{mm}$
$i = 55\ \text{mm}$
$A = 38.0 \cdot 10^3\ \text{mm}^2$

$\lambda = \dfrac{l_K}{i} = \dfrac{3'900\ \text{mm}}{55\ \text{mm}} = 70.91 \qquad \rightarrow \lambda_{rel} = \dfrac{\lambda}{18\pi} = \dfrac{70.91}{56.55\ \text{mm}} = 1.25$

aus HBT Seite 53

$\lambda_{rel} = 1.26 \qquad \rightarrow k_c \cdot f_{c,o,d} \cdot \eta_w \cdot A = 6.07 \dfrac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.80 \cdot 38.0 \cdot 10^3\ \text{mm}^2 = 184'528\ \text{N}$

Knicknachweis $184.53\ \text{kN} > N_d = 175\ \text{kN}$ i.O. Holzstütze $\varnothing$ 220 mm

Aufgabe 2:

Gegeben: Fachwerk gemäss Skizze im Mst. 1:50
Gesucht: statische Bestimmtheit, Auflagerreaktionen, alle Stabkräfte
Lösen Sie die Aufgabe analytisch und mit Hilfe von Cremona

statische Bestimmtheit:

$s=2\cdot K-3$
$9=2\cdot 6-3$ stabil

Aulagerreaktionen :

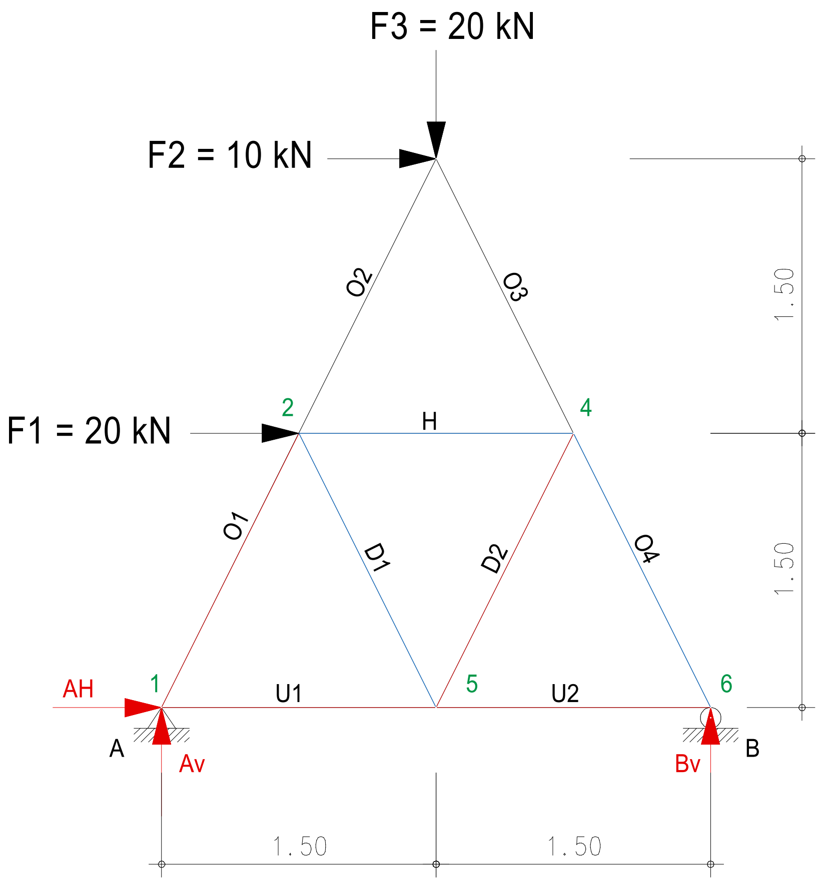
$\Sigma_{(H)}=0 \rightarrow A_H+20kN+10kN=0 \qquad \rightarrow A_H = -30kN \rightarrow$

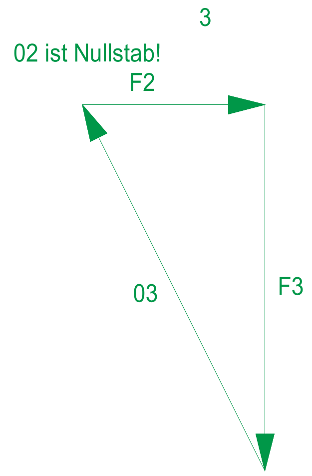
$\Sigma_{M,(A)}=0 \qquad \rightarrow -B_V\cdot 3.00m+20kN\cdot 1.50m+10kN\cdot 3.00m+20kN\cdot 1.50m=0$

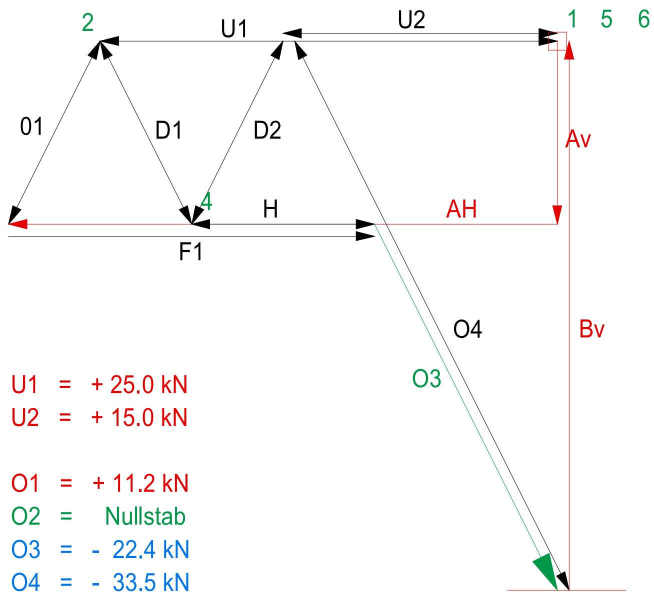
$$B_V=\frac{+20kN\cdot 1.50m+10kN\cdot 3.00m+20kN\cdot 1.50m}{3.00m} \qquad = +30kN \uparrow$$

$\Sigma_{M,(B)}=0 \qquad \rightarrow +A_V\cdot 3.00m+20kN\cdot 1.50m+10kN\cdot 3.00m-20kN\cdot 1.50m=0$

$$A_V=\frac{-20kN\cdot 1.50m-10kN\cdot 3.00m+20kN\cdot 1.50m}{3.00m} \qquad = -10kN \uparrow$$







U1 = + 25.0 kN
U2 = + 15.0 kN

O1 = + 11.2 kN
O2 = Nullstab
O3 = - 22.4 kN
O4 = - 33.5 kN

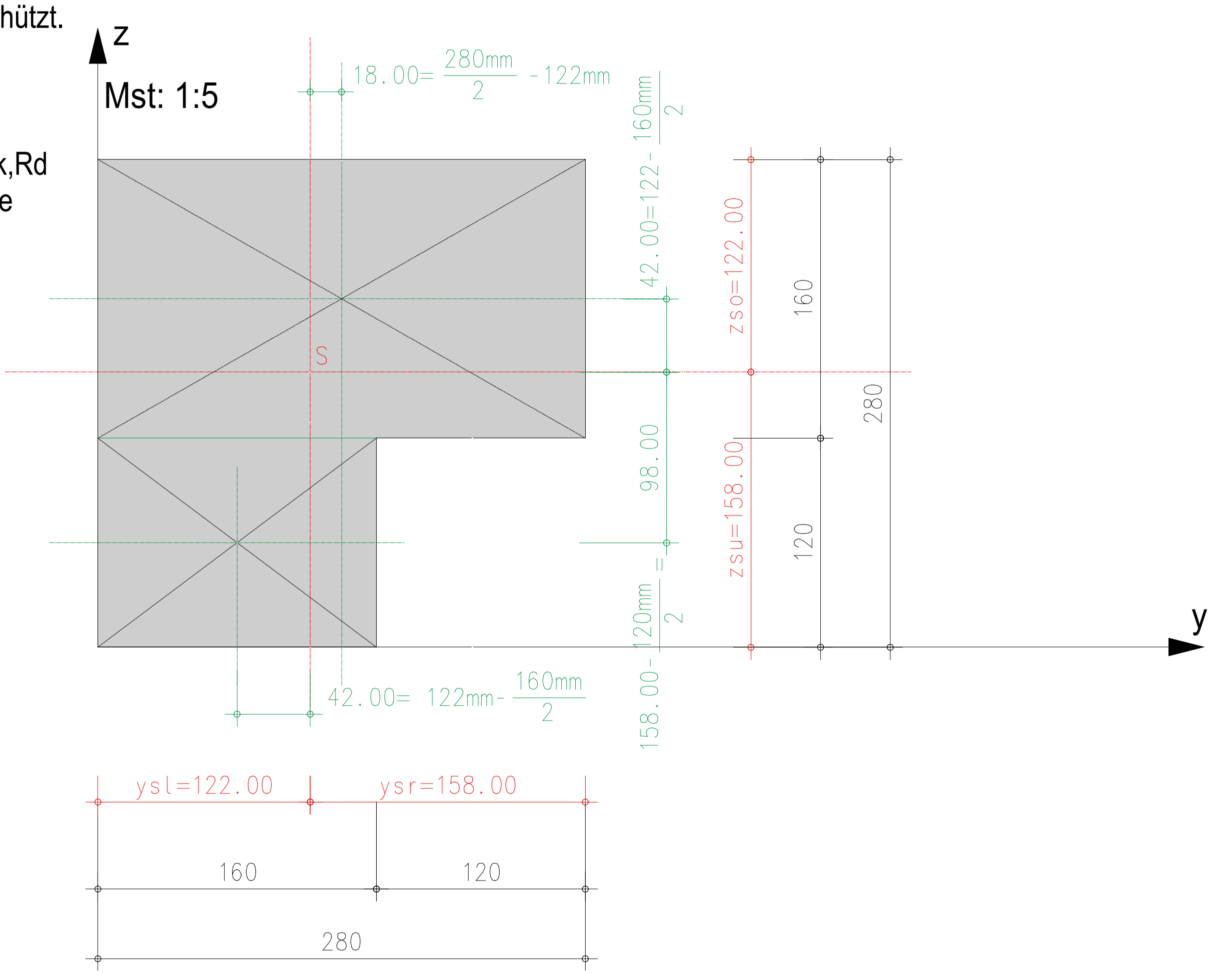
D1 = - 11.2 kN
D2 = + 11.2 kN

H = - 10.0 kN

bau_schule
Schweizerische Bauschule Aarau

Aufgabe 3:
Gegeben: Holzstütze GL 24h
Vor Witterung geschützt.
(Alle Masse in mm)
Gesucht:

Knickwiderstand Nk,Rd
bei einer Knicklänge
von 4.50m



$$z_{s,u} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = \frac{160mm \cdot 280mm \cdot 200mm + 120mm \cdot 160mm \cdot 60mm}{160mm \cdot 280mm + 120mm \cdot 160mm} = 158 \text{ mm}$$

$$y_{s,u} = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = \frac{160mm \cdot 280mm \cdot 140mm + 120mm \cdot 160mm \cdot 80mm}{160mm \cdot 280mm + 120mm \cdot 160mm} = 122 \text{ mm}$$

$$I_z = I_{z,1} + A_1 \cdot e_{1,y}{}^2 + I_{z,2} + A_2 \cdot e_{2,y}{}^2 = \left(\frac{160 \cdot 280^3}{12}\right) + 160 \cdot 280 \cdot (18.0)^2 + \left(\frac{120 \cdot 160^3}{12}\right) + 160 \cdot 120 \cdot (42.0)^2 = 382 \cdot 10^6 mm^4$$

$$I_y = I_{y,1} + A_1 \cdot e_{1,z}{}^2 + I_{y,2} + A_2 \cdot e_{2,z}{}^2 = \left(\frac{280 \cdot 160^3}{12}\right) + 280 \cdot 160 \cdot (42.0)^2 + \left(\frac{160 \cdot 120^3}{12}\right) + 120 \cdot 160 \cdot (98.0)^2 = 382 \cdot 10^6 mm^4$$

$$\text{Trägheitsradius } i = \sqrt{\frac{I_{y,z}}{A}} = \sqrt{\frac{382 \cdot 10^6 mm^4}{160mm \cdot 280mm + 120mm \cdot 160mm}} = 77.25 \text{ mm}$$

$$\text{Schlankheit } \lambda = \frac{l_k}{i} = \frac{4'500 \text{ mm}}{77.25 \text{ mm}} = 58.24 \qquad \rightarrow \lambda_{rel} = \frac{\lambda}{20\pi} = \frac{58.24}{62.83} = 0.93$$

Aus HBT Seite 58 folgt für die Knickfestigkeit $k_c \cdot f_{c,o,d} = 11.8 \text{ N/mm}^2$

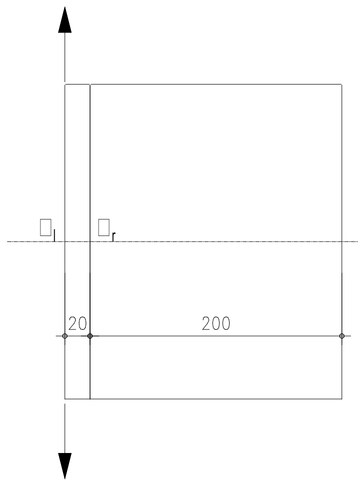
Knickwiderstand $N_{K,Rd} = k_c \cdot f_{c,o,d} \cdot \eta_w \cdot A = 11.8 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.0 \cdot 64'000 \text{ mm}^2 = 755'200 \text{ N}$ $\quad \hat{=} N_{K,Rd} = 755.20 \text{ kN}$

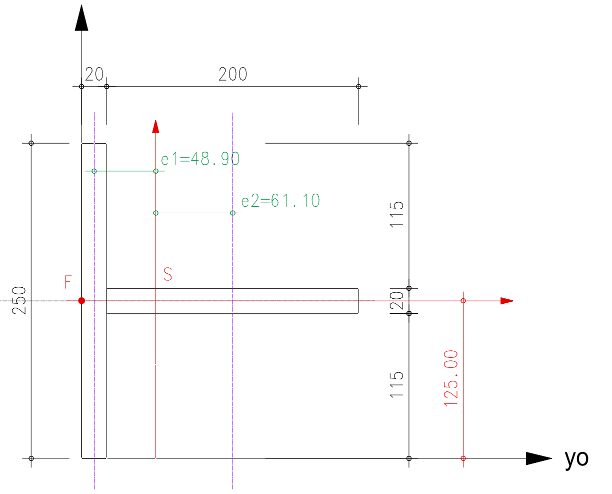
bau_schule
Schweizerische Bauschule Aarau

Aufgabe 4:

Gegeben: Ein aus 20 mm starken Blechen zusammengesetztes T-Profil wird mit einer Zugkraft am linken Rand beansprucht.

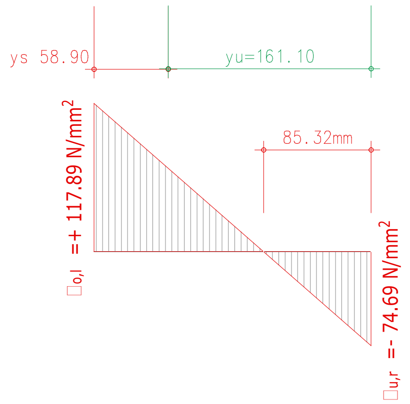
Gesucht: Zu bestimmen sind die auftretenden Spannungen am linken und rechten Rand. Zeichnen Sie zusätzlich das Spannungdiagramm.





$$y_s = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = \frac{5000mm^2 \cdot 10mm + 4000mm^2 \cdot 120mm}{5000mm^2 + 4000mm^2}$$

$$y_s = 58.9mm$$



$$y_{links} = h - ys = 220mm - 58.9mm = 161.6mm$$

$$e_1 = y_s - y_1 = 58.9mm - 10mm = 48.9mm$$

$$e_2 = y_2 - y_s = 120mm - 58.9mm = 61.1mm$$

$$e = z_A = y_s = 58.9mm$$

$$I_z = I_{z,1} + A_1 \cdot e_1^2 + I_{z,2} + A_2 \cdot e_2^2 = \left(\frac{250 \cdot 20^3}{12}\right) + 5'000 \cdot (48.9)^2 + \left(\frac{20 \cdot 200^3}{12}\right) + 4'000 \cdot (61.1)^2 = 40.38 \cdot 10^6 mm^4$$

$$I_y = I_{y,1} + I_{y,2} = \left(\frac{20 \cdot 250^3}{12}\right) + \left(\frac{200 \cdot 20^3}{12}\right) = 26.18 \cdot 10^6 mm^4 \rightarrow \text{schwache Achse}$$

$$Wel_{,y,u(r)} = \frac{I_z}{y_{u(r)}} = \frac{40.38 \cdot 10^6 mm^4}{161.6mm} = 0.25 \cdot 10^6 mm^3$$

$$Wel_{,y,o(l)} = \frac{I_z}{y_{u(r)}} = \frac{40.38 \cdot 10^6 mm^4}{58.9mm} = 0.69 \cdot 10^6 mm^3$$

$$M_z = F \cdot Z_A = 600\ kN \cdot 0.0589\ m = 35.34\ kNm$$

$$\sigma_{u(r)} = + \frac{N}{A_{Total}} - \frac{M_z}{Wel_{,y,u(r)}} = + \frac{600 \cdot 10^3}{(5'000 + 4'000)} - \frac{35.34 \cdot 10^6}{0.25 \cdot 10^6} = -74.69 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{o(l)} = + \frac{N}{A_{Total}} + \frac{M_z}{Wel_{,y,o(l)}} = + \frac{600 \cdot 10^3}{(5'000 + 4'000)} + \frac{35.34 \cdot 10^6}{0.69 \cdot 10^6} = +117.89 \frac{N}{mm^2} \quad < \sigma_{zul} = 160 \frac{N}{mm^2}$$