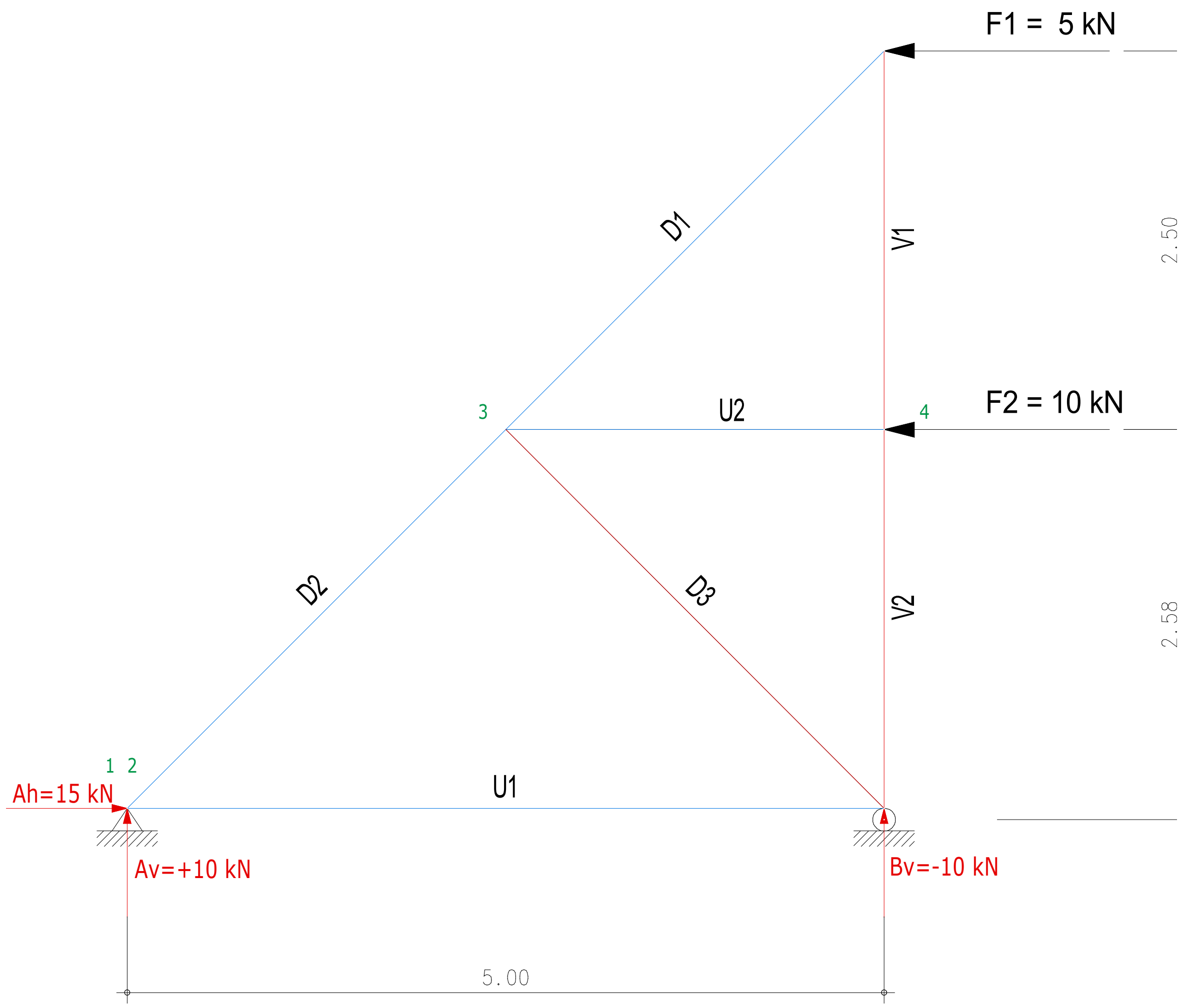
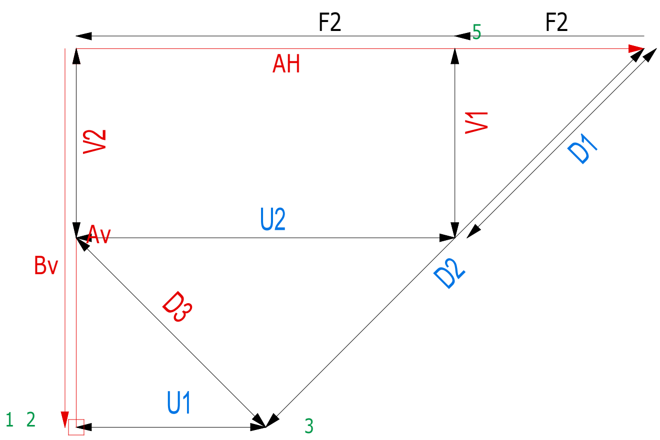
Aufgabe 1: (10 P)

Lösungen



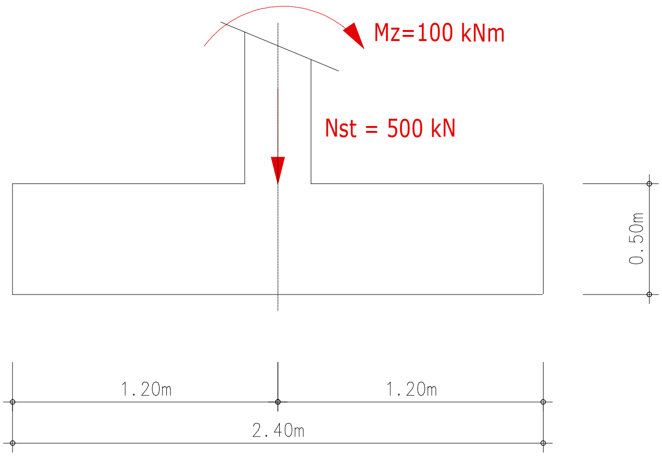
Kräftemassstab 1cm = 2 kN



U1 = - 5.0 kN
U2 = - 10.0 kN

D1 = - 7.1 kN
D2 = - 14.2 kN
D3 = + 7.1 kN

V1 = + 5.0 kN
V2 = + 5.0 kN



Aufgabe 2: (10 P)

Fundamenteigengewicht

$$F_{Fund.} = V_{Fund.} \cdot \gamma_{Beton} = 2.40\ \text{m} \cdot 1.50\ \text{m} \cdot 0.50\ \text{m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} =$$

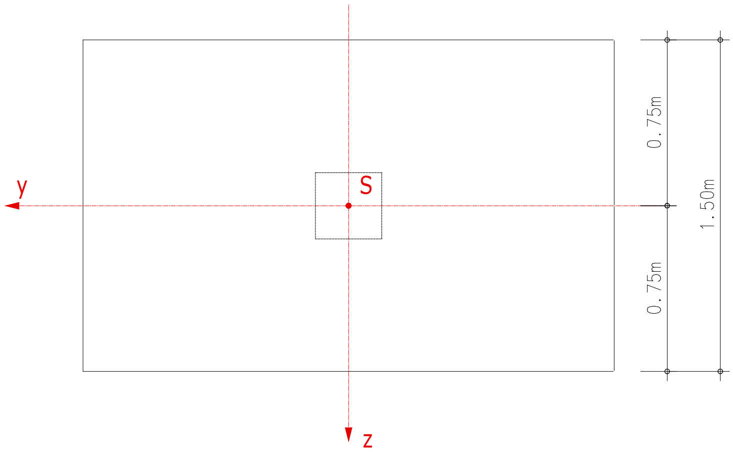
$$F_{Fund.} = 45.00\ \text{kN}$$

resultierende vertikal Kraft

$$N_{St} = 500.00\ \text{kN}$$

$$N_{Total} = 545.00\ \text{kN}$$

stabilisierendes Moment um Drehpunkt D



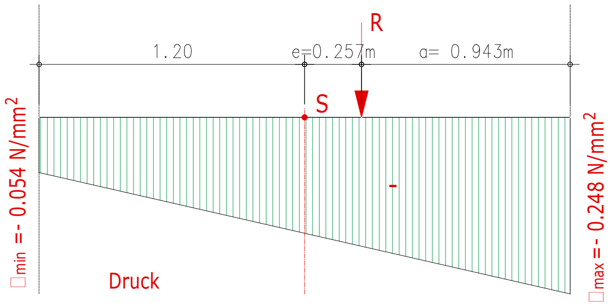
$$M_{st} = +545.00\ \text{kN} \cdot 1.20\ \text{m} = +654.00\ \text{kNm}$$

kippendes Moment um Drehpunkt D

$$M_K = +80.00\ \text{kN} \cdot 0.50\ \text{m} + 100\ \text{kNm} = +140.00\ \text{kNm}$$

Kippsicherheit $s_K = \frac{M_{st}}{M_K} = \frac{+654.00\ \text{kNm}}{+140.00\ \text{kNm}} =$

4.67 > 1.5 i.O.



Gleitsicherheit $s_G = \frac{\tan(\varphi) \cdot F_{Total}}{F_H} = \frac{\tan(31°) \cdot 545.00\ \text{kN}}{80.00\ \text{kN}} =$

4.09 > 1.5 i.O.

Exzentrizität

$$a = \frac{\Sigma M_d}{F_{Tot}} = \frac{-M_{st} + M_K}{F_{Tot}} = \frac{-654.00\ \text{kNm} + 140.000\ \text{kNm}}{545.00\ \text{kN}} = -0.943\ \text{m}$$

$e_{Total} = \frac{h}{2} - a = \frac{2.40\ \text{m}}{2} - (0.943\ \text{m})$ $=0.257$ m $\leftarrow$ Drehpunkt

Kernweite $k = \frac{h}{6} = \frac{2.40\ \text{m}}{6} = 0.400$ m $e < k \Rightarrow$ kleine Exzentrizität

somit kann mit folgender Formel gerechnet werden:

$$\sigma_{min,max} = -\frac{N_{St}}{A} \cdot \left(1 \mp \frac{6 \cdot e}{h}\right) =$$

$$\sigma_{min} = -\frac{545 \cdot 10^3 \text{N}}{2400\text{mm} \cdot 1500\text{mm}} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot 257\text{mm}}{2400\text{mm}}\right) = -0.054 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{max} = -\frac{545 \cdot 10^3 \text{N}}{2400\text{mm} \cdot 1500\text{mm}} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 257\text{mm}}{2400\text{mm}}\right) = -0.248 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Lösungen

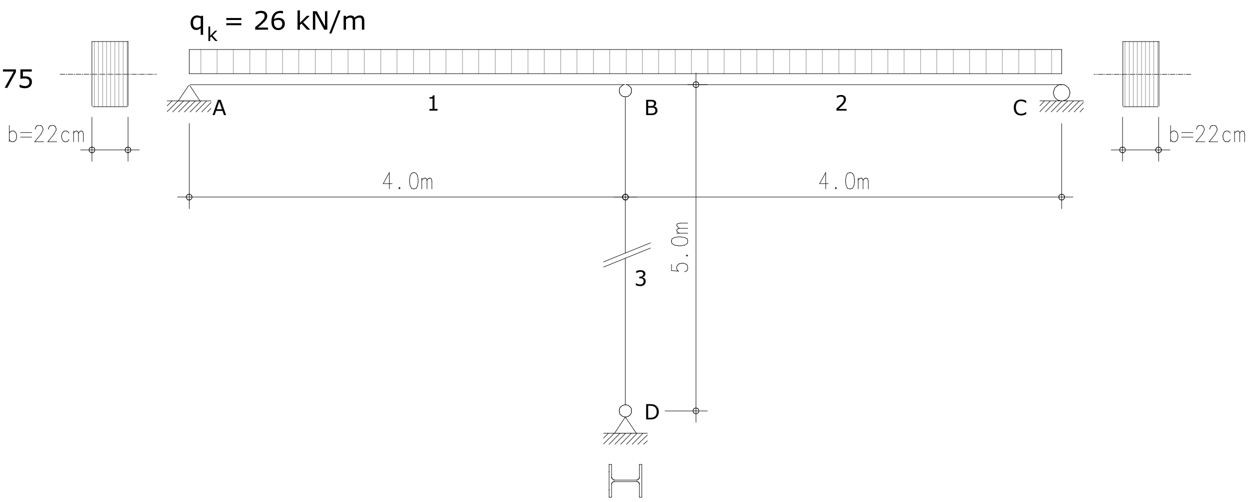
Aufgabe 3: (10 P)

Gegeben: Stab 1 und Stab 2: Holzbalken der Güte GL24 mit einer Balkenbreite von b=22cm.
Stab 3: HEB 200; S235

Gesucht: a) Ermitteln Sie die Auflagerkräfte in A und C
b) Zeichnen Sie die Momenten- und Querkraftlinie in einem geeigneten Massstab auf.
c) Wählen Sie auf Grund des Tragfähigkeitsnachweises bei gegebener Breite von b=22cm eine geeignete Höhe des Querschnittes.
(Führen Sie zusätzlich den Schubspannungsnachweis)
d) Wählen Sie die Höhe des Holzbalkens auf Grund des Gebrauchstauglichkeitsnachweises bei einer zulässigen Durchbiegung von L/300 bei einer gegebenen Balkenbreite von b=22cm.

Bemerkung: Rechnen Sie mit einem Sicherheitsfaktor von 1.4

System 1:75



Schnittkräfte aus Statik-5

Stützmoment $M^-_B = -72.80\,\text{kNm} \rightarrow$ massgebend

Feldmoment $M^+_{(V=0)} = +25.47\,\text{kNm}$

max. Querkraft $V_d = +91.00\,\text{kN} \rightarrow$ massgebend

Tragfähigkeitsnachweis

$$W_{erforderlich} = \frac{72.80 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{16 \text{ N/mm}^2} = 4'550 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{Querschnitt: } W_{y,erforderlich} = \frac{b \cdot h^2}{6} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{y,erforderlich}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 4'550 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}{220\text{mm}}} = 352.27\text{mm}$$

Querschnitt gewählt: 220/360

Schub:

$$\tau_d = 1.8 \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{91.00 \cdot 10^3 \text{ N}}{220\text{mm} \cdot 360\text{mm}} = 1.39 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq f_{v,d} = 1.50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \rightarrow \text{erfüllt!}$$

Querdruck:

Auflager A oder C: $$l_{A,B} = \frac{54.60 \cdot 10^3\text{N}}{220\text{mm} \cdot 1.9 \text{ N/mm}^2} = 130.62 \text{ mm} \approx 132\text{mm}$$

Auflager B : $$l_{B,B} = \frac{182 \cdot 10^3\text{N}}{220\text{mm} \cdot 2.5 \text{ N/mm}} = 330.91 \text{ mm} \approx 332\text{mm}$$

Gebrauchstauglichkeit:

$M_d = 52.00 \text{ kNm}$

$$w_{zul} = \frac{L}{350} = \frac{4'000\text{mm}}{300} = 13.33 \text{ mm}$$

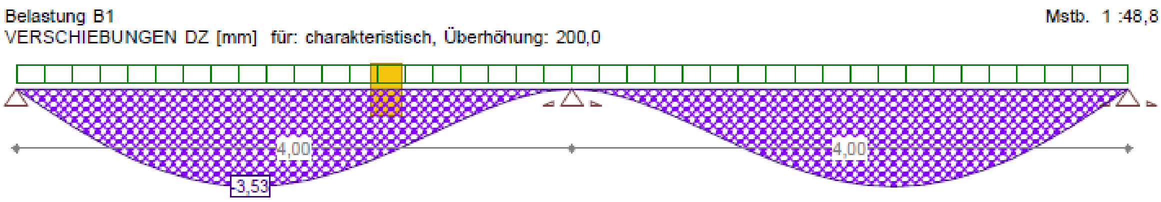
a) Holzbalken :

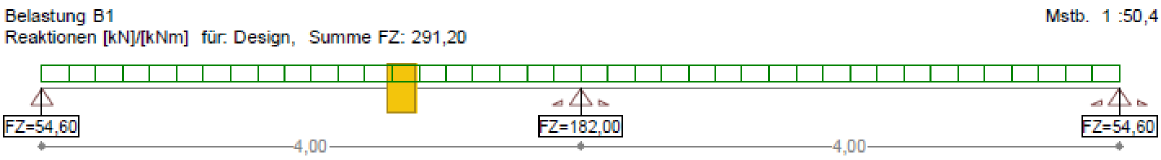
$$I_{erforderlich} = \frac{M \cdot l^2}{9.6 \cdot E \cdot \eta_w \cdot w_{zul}} = \frac{52.0 \cdot 10^6 \text{Nmm} \cdot (4'000\text{mm})^2}{9.6 \cdot (11'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 1.0 \cdot 13.33 \text{ mm}} = 591.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massg.}$$

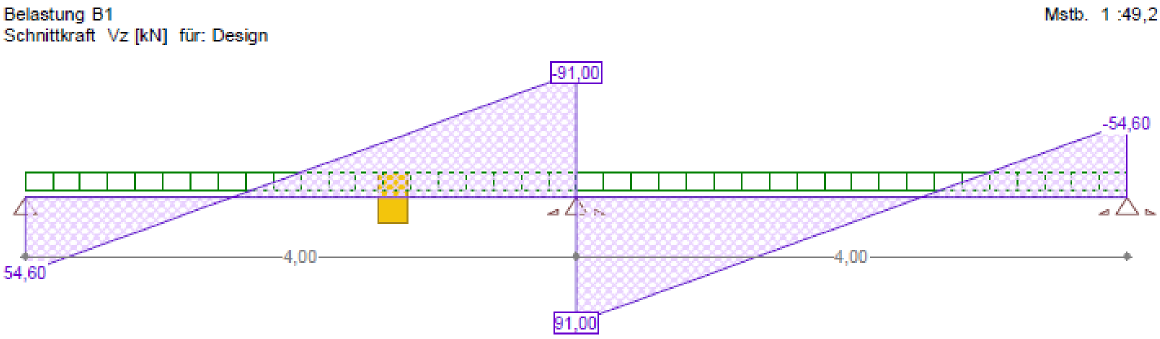
$$I_{massgebend} = \frac{b \cdot h^3}{12} \rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_{massgebend}}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 591.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{220 \text{ mm}}} = 318.27\text{mm}$$

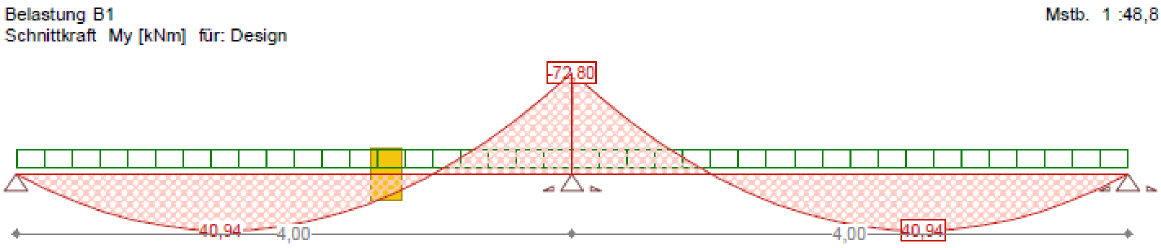
→ gewählter Balkenquerschnitt 220/360 cm

$$w_{vorh.} = w_{zul} \cdot \frac{I_{erforderlich}}{I_{vorhanden}} = 13.33 \text{ mm} \frac{591.06 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{855.36 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 9.21\text{mm} < 13.33 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O}$$









Aufgabe 4: (5 P)

Gegeben: Eine Rundholzstütze C24 vor Witterung geschützt
Die Knicklänge beträgt 3.40m und wird mit einer Kraft von N = 180kN zentrisch belastet.

Gesucht: Durchmesser der Stütze mit Tragfähigkeitsnachweis

Aus HBT Seite 54 folgt eine Stütze mit ∅ 200 mm

$A = 31.4 \cdot 10^3\ mm^2$

$i = 50\ mm$

$l_k = 3'400mm$

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i} = \frac{3'400\ mm}{50\ mm} = 68$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_k}{18 \cdot \pi} = \frac{68\ mm}{56.55\ mm} = 1.202$$

$\lambda_{rel} = 1.20 \qquad \rightarrow k_c \cdot f_{c,0,d} = 6.54\ N/mm^2$

$\lambda_{rel} = 1.22 \qquad \rightarrow k_c \cdot f_{c,0,d} = 6.38\ N/mm^2$

1 $\quad N_{K,Rd} = k_c \cdot f_{c,0,d} \cdot A = \left(6.54\ N/mm^2 \cdot 31.4 \cdot 10^3\ mm^2\right) \cdot 10^{-3} = 205.36\ kN$

2 $\quad N_{K,Rd} = k_c \cdot f_{c,0,d} \cdot A = \left(6.38\ N/mm^2 \cdot 31.4 \cdot 10^3\ mm^2\right) \cdot 10^{-3} = 200.33\ kN$

$N_{K,Rd} = 205.36\ kN$ resp. $200.33\ kN > N_d = 180\ kN$