

## Lernaufgabe (selbstständiges Lernen)

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 4
Klasse: IB 4f	Fach: STIB
Lehrperson: <b>Reto Cantamessi</b>	Datum: 17. Januar 2015 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: <a href="mailto:reto@cantamessi.ch">reto@cantamessi.ch</a>	Lernleistung: 9 Punkte (1 Lernstunde = 2 Punkte)
Abgabetermin: <b>31. Januar 2015</b>	Arbeitsform: <input checked="" type="checkbox"/> Einzelarbeit <input type="checkbox"/> Gruppenarbeit
Abgabeform: schriftlich	Unterschrift Studierende: ..... (nur bei Nichterfüllung)
Aufgabe wird kontrolliert:	<input type="checkbox"/> quantitatives Feedback <input type="checkbox"/> qualitatives Feedback (sehr gut/gut/genügend/ungenügend) <input checked="" type="checkbox"/> Benotung zählt als Note zum Semesterzeugnis mit 50% Gewicht
Thema: <b>Anwendungsaufgaben aus der Praxis</b>	
Hinweise/Beilagen: Alle Berechnungen sind <b>sorgfältig</b> und <b>nachvollziehbar</b> darzustellen	
Lernziele: Die Lernaufgabe dient zur Repetition der im Unterricht erarbeiteten Theorien.	<input type="checkbox"/> K1 Wissen (So wie gelernt wiedergeben) <input type="checkbox"/> K2 Verständnis (Erklären warum..) <input checked="" type="checkbox"/> K3 Anwendung (Situatives Übertragen) <input type="checkbox"/> K4 Analyse (Prinzip/Struktur aufzeigen) <input type="checkbox"/> K5 Synthese (Ergänzen, verbessern, kreativ) <input type="checkbox"/> K6 Beurteilen (Ganzheitliche Bewertung)
<u>Aufgaben:</u>  Aufgabe 01: Ermitteln Sie alle Stabkräfte in den Schnitten S1 bis S4 rechnerisch.  Aufgabe 02: Einfacher Balken mit beidseitiger Auskrägung und Pendelstütze.  Aufgabe 03: Fachwerk-Kragträger  Aufgabe 04: Stahlträger IPE 180 (S235) als einfacher Balken	
Name:	Vorname:
Kontrolliert am:	Lernleistung: <input type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt (es gibt keine Zwischenstufe!)
Unterschrift Lehrperson:	<input type="checkbox"/> Nachbesserung bis

## Lösungen

### Aufgabe 01:

#### Auflagerreaktionen

$$\Sigma H = 0$$

$$A_H = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad -12 \cdot B_V + 4 \cdot 120 + 8 \cdot 120 + 16 \cdot 120 = 0$$

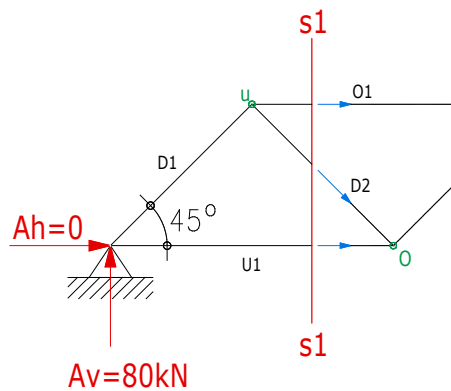
$$A_V = 280 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 + 12 \cdot A_V - 8 \cdot 120 - 4 \cdot 120 - 16 \cdot 120 = 0$$

$$A_V = 80 \text{ kN}$$

#### Kontrolle :

$$\Sigma V = 0 \quad 80 - 120 - 120 + 280 - 120 = 0 \quad \text{i.O.}$$



#### Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 1:

$$\Sigma M_O = 0 \quad 2 \cdot O_1 + 4 \cdot 80 = 0$$

$$O_1 = -160 \text{ kN}$$

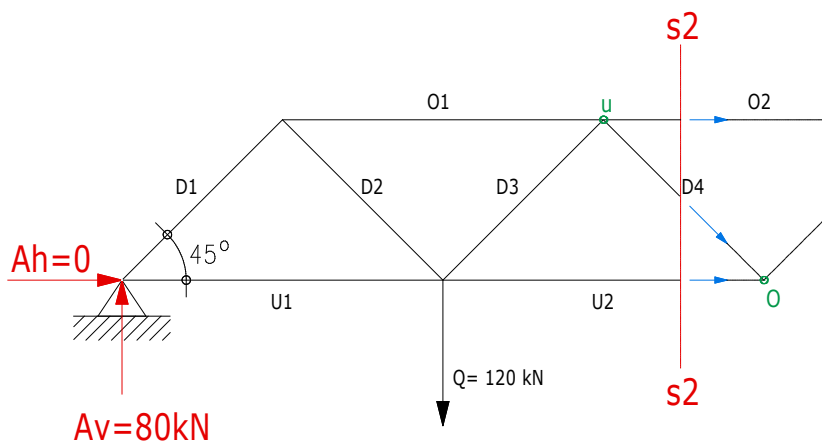
$$\Sigma M_U = 0 \quad -2 \cdot U_1 + 2 \cdot 80 = 0$$

$$U_1 = +80 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0 \quad -D_2 \cdot \sin(45^\circ) + 80 = 0$$

$$-\frac{D_2}{\sqrt{2}} + 80 = 0$$

$$D_2 = 113.1 \text{ kN}$$



#### Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 2:

$$\Sigma M_O = 0 \quad 2 \cdot O_2 + 8 \cdot 80 - 4 \cdot 120 = 0$$

$$O_2 = -80 \text{ kN}$$

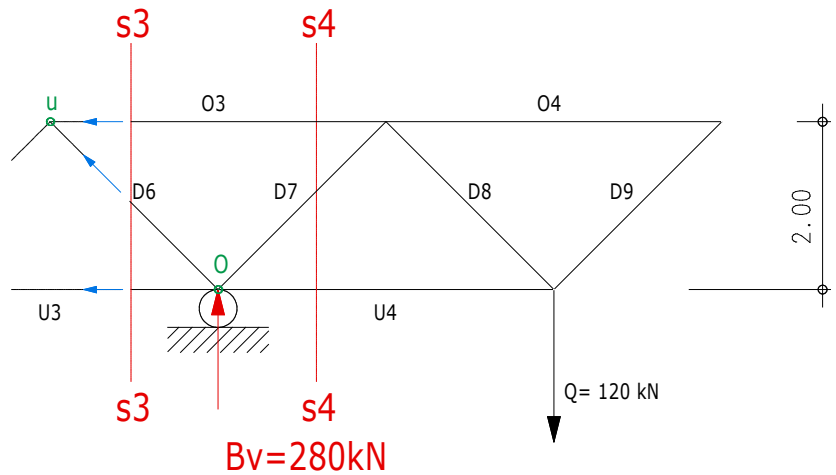
$$\Sigma M_U = 0 \quad -2 \cdot U_2 + 6 \cdot 80 - 2 \cdot 120 = 0$$

$$U_2 = +120 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0 \quad -D_4 \cdot \sin(45^\circ) - 120 + 80 = 0$$

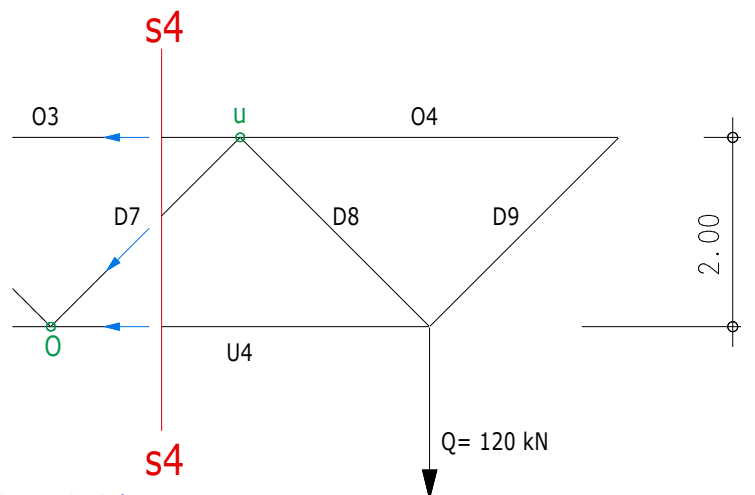
$$-\frac{D_4}{\sqrt{2}} - 120 + 80 = 0$$

$$D_4 = -56.6 \text{ kN}$$



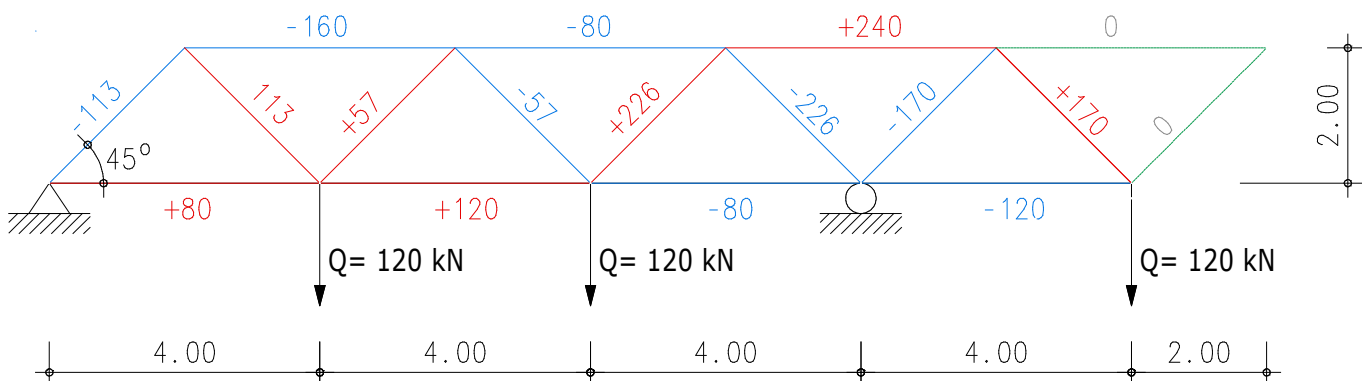
Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 3:

$$\begin{aligned} \sum M_o = 0 & \quad -2 \cdot O_3 + 4 \cdot 120 = 0 & \quad O_3 = +240 \text{ kN} \\ \sum M_u = 0 & \quad 2 \cdot U_4 - 2 \cdot 280 + 6 \cdot 120 = 0 & \quad U_4 = -80 \text{ kN} \\ \sum V = 0 & \quad -D_6 \cdot \sin(45^\circ) + 280 - 120 = 0 \\ & \quad -\frac{D_6}{\sqrt{2}} + 280 - 120 = 0 & \quad D_6 = -226.3 \text{ kN} \end{aligned}$$



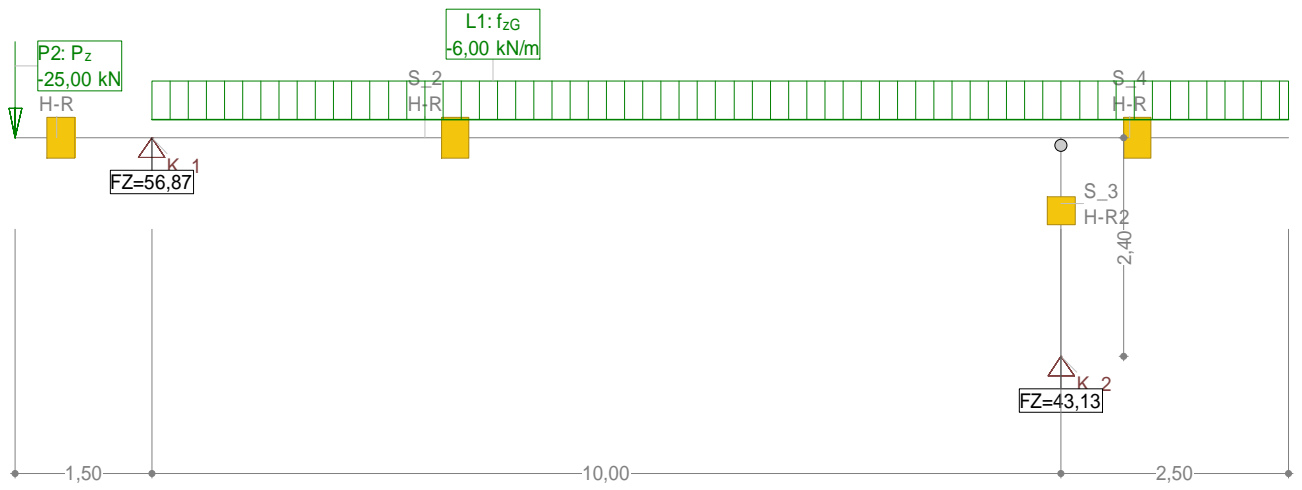
Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 4:

$$\begin{aligned} \sum M_o = 0 & \quad -2 \cdot O_3 + 4 \cdot 120 = 0 & \quad O_3 = +240 \text{ kN} \\ \sum M_u = 0 & \quad 2 \cdot U_4 + 2 \cdot 120 = 0 & \quad U_4 = -120 \text{ kN} \\ \sum V = 0 & \quad -D_7 \cdot \sin(45^\circ) + 80 = 0 \\ & \quad -\frac{D_7}{\sqrt{2}} - 120 = 0 & \quad D_7 = -169.7 \text{ kN} \end{aligned}$$



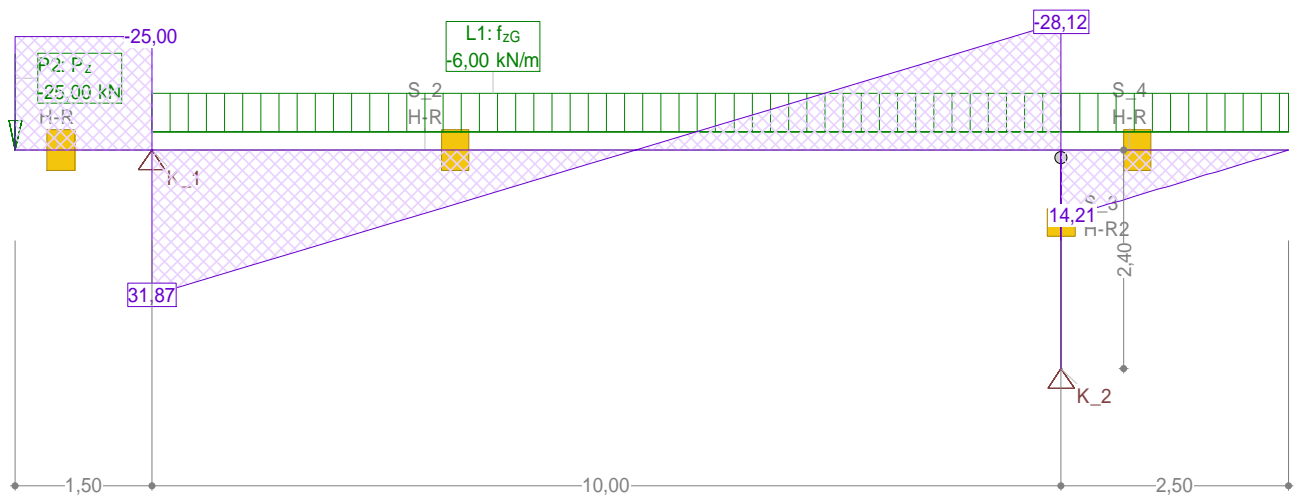
Belastung B1  
Reaktionen [kN]/[kNm] für: B1, Summe FZ: 100,00

Mstb. 1 :83,1



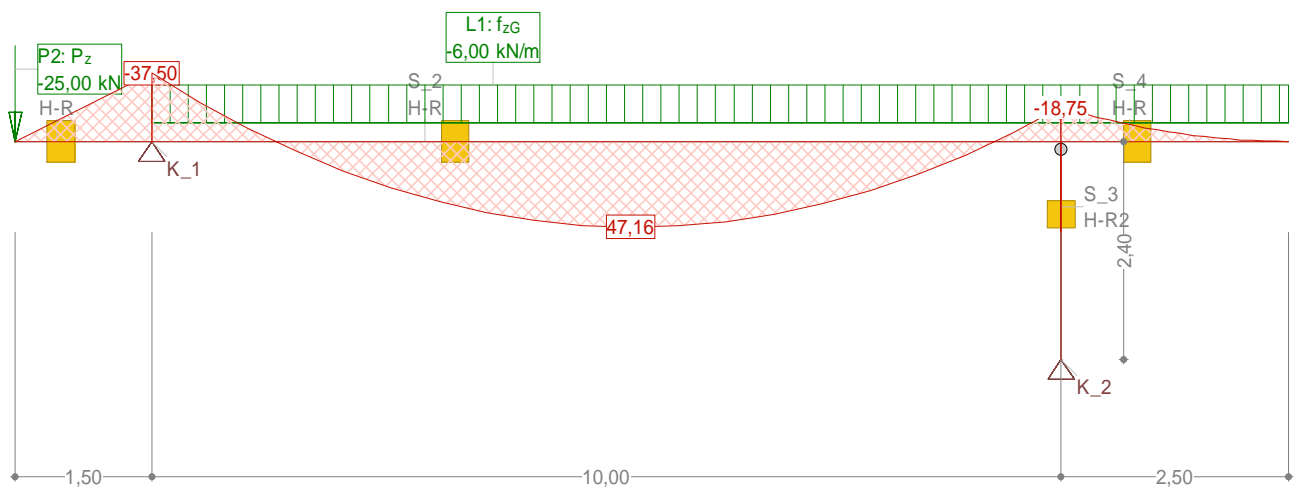
Belastung B1  
Schnittkraft V<sub>z</sub> [kN] für: B1

Mstb. 1 :83,1



Belastung B1  
Schnittkraft M<sub>y</sub> [kNm] für: B1

Mstb. 1 :83,1



Nr.:

## Aufgabe 02:

Bemessungswerte der Auswirkungen

Normalkraft :  $N_d = 43.13\text{kN}$  (aus Statik-5;CUBUS)

### Tragfähigkeitsnachweis

1. Annahme des Querschnittes aus HBT. S.55  $180/180\text{ cm}$   
 $A = 14.4 \cdot 10^3\text{ mm}^2$   
 $i_z = 23.10\text{ mm}$

$$\lambda_k = \frac{l_k}{i_z} = \frac{2'400\text{ mm}}{23.10\text{ mm}} = 103.90 \quad \rightarrow \quad \lambda_{\text{rel}} = \frac{\lambda_k}{18\pi} = \frac{103.90}{56.55} = 1.84$$

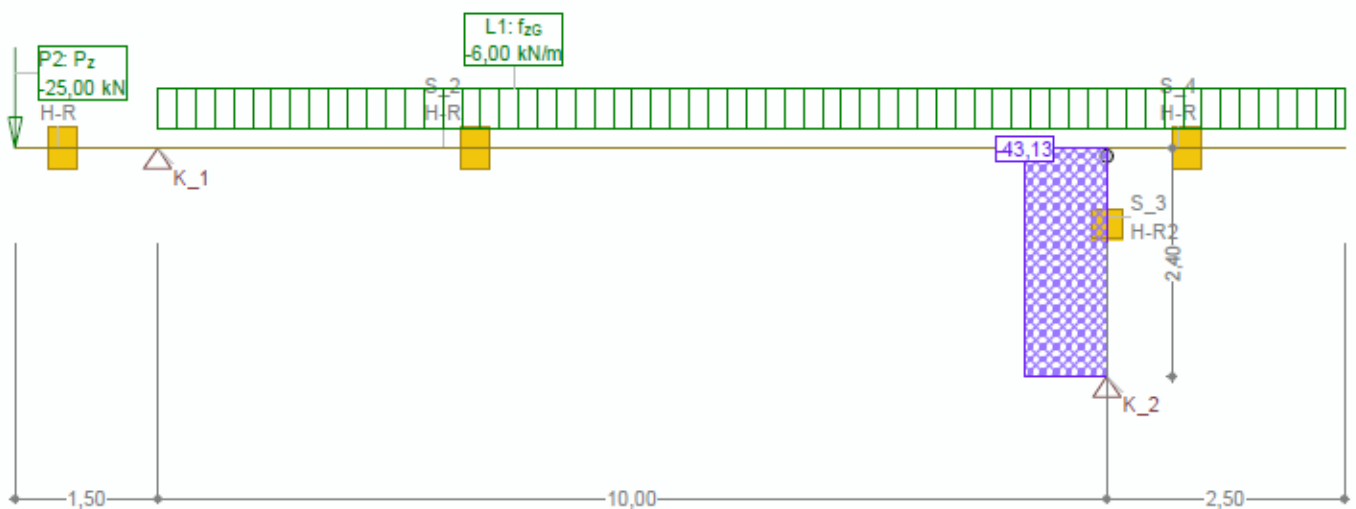
aus HBT S.53 folgt eine Knickfestigkeit  $k_c \cdot f_{c,0,d} = 3.16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$\text{Knicknachweis : } N_{k,Rd} = k_c \cdot f_{c,0,d} \cdot \eta_w \cdot A = \left( 3.16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 1.0 \cdot 14.4 \cdot 10^3\text{ mm}^2 \right) \cdot 10^{-3} = 45.50\text{ kN}$$

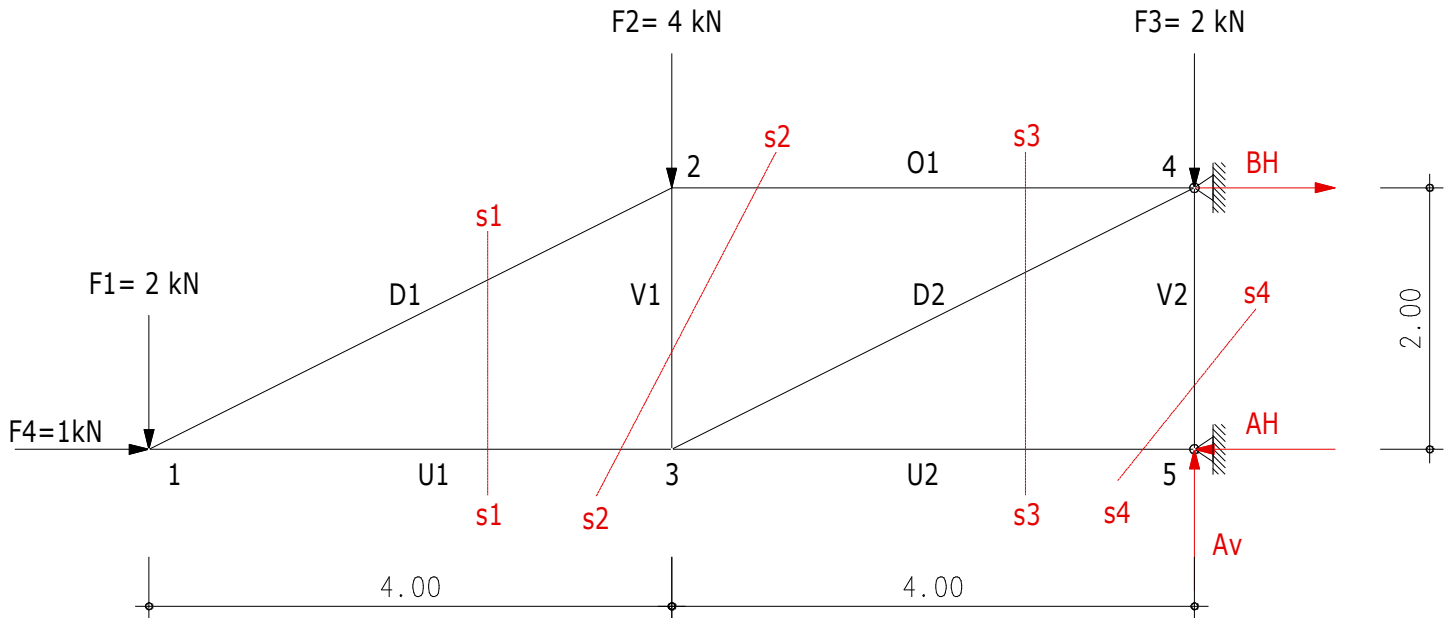
$$N_{k,Rd} = 45.50\text{ kN} > N_d = 43.13\text{ kN} \quad \text{i.O.}$$

Belastung B1  
 Schnittkraft N [kN] für: B1

Mstb. 1 :83,1



## Aufgabe 03:



### Statische Bestimmtheit

$$s = 2 \cdot k - 3$$

$$7 = 2 \cdot 5 - 3 \quad \rightarrow 7 = 7 \text{ statisch bestimmt}$$

### Auflagerreaktionen

$$\sum v = 0 \quad A_v - F_1 - F_2 - F_3 = 0 \quad A_v = F_1 + F_2 + F_3 = 2\text{kN} + 4\text{kN} + 2\text{kN} = 8.0\text{kN}$$

$$\sum M_{(\text{Knoten } 4)} = 0 \quad A_H \cdot 2.0\text{m} - F_1 \cdot 8.0\text{m} - F_2 \cdot 4.0\text{m} - F_4 \cdot 2.0\text{m} = 0$$

$$A_H = \frac{+2.0\text{kN} \cdot 8.0\text{m} + 4.0\text{kN} \cdot 4.0\text{m} + 1.0\text{kN} \cdot 2.0\text{m}}{2.0\text{m}} = +17\text{kN}$$

$$\sum H = 0 \quad A_H - F_4 + B_H = 0$$

$$B_H = -A_H + F_4 = 17\text{kN} - 1\text{kN} = +16\text{kN}$$

Berechnung nach Ritter

## Schnitt 1-1

Knoten 2

$$-U_1 \cdot 2.0 - F_1 \cdot 4 - F_4 \cdot 2 = 0 \quad U_1 = \frac{-F_1 \cdot 4 - F_4 \cdot 2}{2.0} = \frac{-2\text{kN} \cdot 4 - 1\text{kN} \cdot 2}{2.0} = -5.0\text{kN (Druck)}$$

$$\alpha = 26.57^\circ$$

$$\Sigma v = 0, -F_2 + D_1 \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad D_1 = \frac{F_2}{\sin(\alpha)} = \frac{2\text{kN}}{\sin(26.57^\circ)} = +4.47\text{kN (Zug)}$$

## Schnitt 2-2

Knoten 4

$$+U_1 \cdot 2.0 - V_1 \cdot 4 - F_1 \cdot 8 - F_2 \cdot 4 - F_4 \cdot 2 = 0 \quad V_1 = \frac{+U_1 \cdot 2 - F_1 \cdot 8 - F_2 \cdot 4 - F_4 \cdot 2}{4.0} = \frac{+5\text{kN} \cdot 2 - 2\text{kN} \cdot 8 - 4\text{kN} \cdot 4 - 1\text{kN} \cdot 2}{4.0} = -6.0\text{kN (Druck)}$$

Knoten 3

$$+O_1 \cdot 2.0 - F_1 \cdot 4 = 0 \quad O_1 = \frac{+F_1 \cdot 4}{2.0} = \frac{+2\text{kN} \cdot 4}{2.0} = +4.0\text{kN (Zug)}$$

Berechnung nach Ritter

## Schnitt 3-3

Knoten 4 (Auflager B)

$$-U_2 \cdot 2.0 - F_1 \cdot 8 - F_4 \cdot 2 - F_2 \cdot 4 = 0 \quad U_2 = \frac{-F_1 \cdot 8 - F_4 \cdot 2 - F_2 \cdot 4}{2.0} = \frac{-2\text{kN} \cdot 8 - 1\text{kN} \cdot 2 - 4\text{kN} \cdot 4}{2.0} = -17.0\text{kN (Druck)}$$

$$\alpha = 26.57^\circ$$

$$\Sigma v = 0, -F_1 - F_2 + D_2 \cdot \sin(\alpha) = 0 \quad D_2 = \frac{F_1 + F_2}{\sin(\alpha)} = \frac{2\text{kN} + 4\text{kN}}{\sin(26.57^\circ)} = +13.41\text{kN (Zug)}$$

## Schnitt 4-4

$$\Sigma v = 0, -F_1 - F_2 - F_3 - V_2 = 0 \quad V_2 = -F_1 - F_2 - F_3 = -2\text{kN} - 4\text{kN} - 2\text{kN} = -8.0\text{kN (Druck)}$$

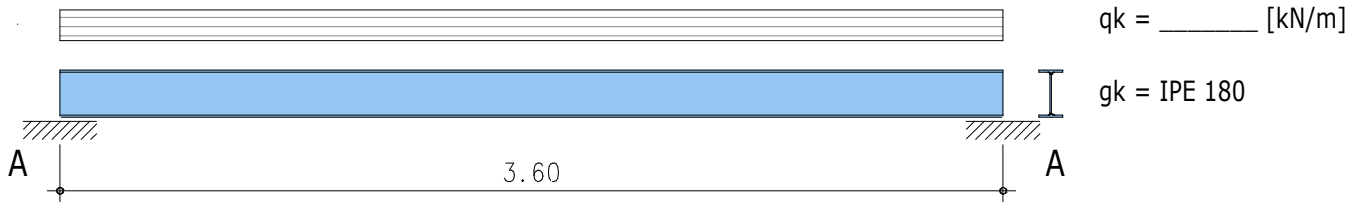
## Aufgabe 04

Bei einem Umbau liegt ein Stahlträger IPE 180 (S235) auf 2 Auflagern mit einem Abstand von  $l = 3.60\text{m}$ .

Der Bauherr will wissen, was der Stahlträger trägt!

Bestimmen Sie die charakteristische Nutzlast  $q_k$  in  $\text{kN/m}$  unter folgenden Spezifikationen:

- Ohne Berücksichtigung des Eigengewichtes
- mit Berücksichtigung des Eigengewichtes



IPE 180 (S235)

Querschnittswerte aus C5, Seite 26

$$W_{pl,y} = 166 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$m = 18.8 \text{ kg/m} \quad (0.188 \text{ kN/m})$$

$$\text{Bemessungswert des Biege widerstandes } M_{Rd} = M_d = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M1}} = \left( \frac{235 \text{ N/mm}^2 \cdot 166 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}{1.05} \right) \cdot 10^{-6}$$

$$M_d = 37.15 \text{ kNm}$$

Ohne Eigengewicht

$$M_d = \frac{1.5 \cdot q_k \cdot l^2}{8} \rightarrow q_k = \frac{8 \cdot M_d}{1.5 \cdot l^2} = \frac{8 \cdot 37.15 \text{ kNm}}{1.5 \cdot (3.60\text{m})^2} = 15.29 \text{ kN/m}$$

→ charakteristische Nutzlast  $q_k \approx 15.29 \text{ kN/m}$

Mit Eigengewicht

$$M_d = \frac{(1.35 \cdot g_k + 1.5 \cdot q_k) \cdot l^2}{8} \rightarrow 1.5 \cdot q_k = \frac{8 \cdot M_d}{l^2} - 1.35 \cdot g_k \quad q_k = \frac{8 \cdot M_d - 1.35 \cdot g_k \cdot l^2}{1.5 \cdot l^2}$$

$$\rightarrow \frac{8 \cdot M_d - 1.35 \cdot g_k \cdot l^2}{1.5 \cdot l^2} = \frac{8 \cdot 37.15 \text{ kNm} - 1.35 \cdot 0.188 \text{ kN/m} \cdot (3.60\text{m})^2}{1.5 \cdot (3.60\text{m})^2} = 15.12 \text{ kN/m}$$

→ charakteristische Nutzlast  $q_k \approx 15.12 \text{ kN/m}$