

Lernaufgabe

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 4
Klasse: IB 34f	Fach: STIB
Lehrperson: Reto Cantamessi	Datum: 19. November 2016 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: reto@cantamessi.ch	Lernleistung: 2 Lernstunden: 6
Abgabetermin: 03. Dezember 2016	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: Grundbegriffe der Statik	
Hinweise/Beilagen: Alle Berechnungen sind sorgfältig und nachvollziehbar darzustellen	
Lernziele: Die Lernaufgabe dient zur Festigung der im Unterricht erarbeitete Theorie.	<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: Einfache Brückenkonstruktion aus Stahl Aufgabe 02: Fachwerk: Bestimmung der massgebenden Stäbe auf analytische Weise Aufgabe 03: Eckstütze aus Holz GL 24h Aufgabe 04: Durchlaufträger aus Brettschichtholz GK 24h	
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

Aufgabe 01:

Lastzusammenstellung

Schnee : HBT.S18) $q_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot s_k$ wobei $s_k = \left[1 + \left(\frac{h_o}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \text{ kN/m}^2 \geq 0.9 \text{ kN/m}^2$

$$q_k = 0.8 \cdot 1.0 \cdot \left[1 + \left(\frac{600}{350} \right)^2 \right] \cdot 0.4 \text{ kN/m}^2 = 1.26 \text{ kN/m}^2$$

$$1.26 \text{ kN/m}^2 < 2.00 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{also Lastfall Nutzlast massgebend!}$$

Brückenkonstruktion :	Annahme	g_k	$= 0.30 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.75 \text{ m}$	$= 0.23 \text{ kN/m}$
Nutzlast :		p_k	$= 2.00 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.75 \text{ m}$	$= 1.50 \text{ kN/m}$
Stahlträger geschätzt		$g_{\text{Träger}}$		$= 0.50 \text{ kN/m}$
		q_k		$= 2.23 \text{ kN/m}$
+ Einzellast in ungünstigster Laststellung		Q_k	$= 2 \text{ kN}$	

Bemessungswerte der Auswirkungen

$$\text{Biegemoment : } M_d = \frac{(q_d) \cdot l^2}{8} + \frac{Q_d \cdot l}{4} = \frac{(1.4 \cdot 2.23 \text{ kN/m}) \cdot (10.85 \text{ m})^2}{8} + \frac{1.4 \cdot 2 \text{ kN} \cdot 10.85 \text{ m}}{4} = 53.54 \text{ kNm}$$

$$W_{\text{pl,y,erforderlich}} = \frac{M_d \cdot \gamma_{M,1}}{f_y} = \frac{53.54 \text{ Nmm} \cdot 10^6 \cdot 1.05}{235 \text{ N/mm}^2} = 239.20 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEA 180}$$

$$W_{\text{pl,y,vor.}} = 324.0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_v = 1'447 \text{ mm}^2$$

Schubspannungen

$$\tau_{\text{d,vorh}} = \frac{V_d \cdot \gamma_{M,1}}{A_v} = \frac{18.34 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{1'447 \text{ mm}^2} = 13.31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 135 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (erfüllt!)}$$

Gebrauchstauglichkeit

massgebendes Biegemoment als Statik-5 $M = 38.24 \text{ kNm}$

$$w_{\text{zul}} = \frac{L}{200} = \frac{10'850 \text{ mm}}{200} = 54.25 \text{ mm}$$

$$I_{\text{erforderlich}} = \frac{M \cdot l^2}{9.6 \cdot E \cdot w_{\text{zul}}} = \frac{38.24 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot (10.85 \cdot 10^3 \text{ mm})^2}{9.6 \cdot (210'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 54.25 \text{ mm}} = 41.16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend!}$$

aus C5 Seite 26 folgt eine HEA-220

$$W_{\text{pl,y}} = 568 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 54.1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

vorhandene Durchbiegung

$$w_{\text{vorh.}} = w_{\text{zul}} \cdot \frac{I_{\text{erforderlich}}}{I_{\text{vorhanden}}} = 54.25 \text{ mm} \cdot \frac{41.16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{54.10 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 41.27 \text{ mm} < 54.25 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$

Aufgabe 02:

Auflagerreaktionen

$$\Sigma H = 0$$

$$A_H = 0$$

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

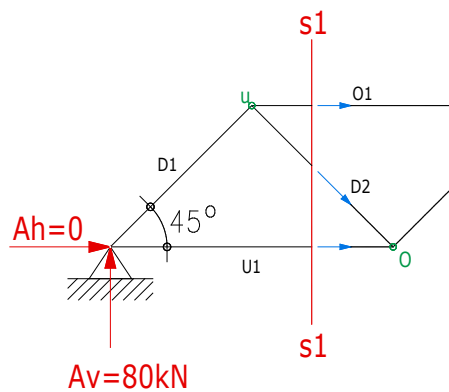
$$A_V = 280 \text{ kN}$$

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

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

Kontrolle:

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



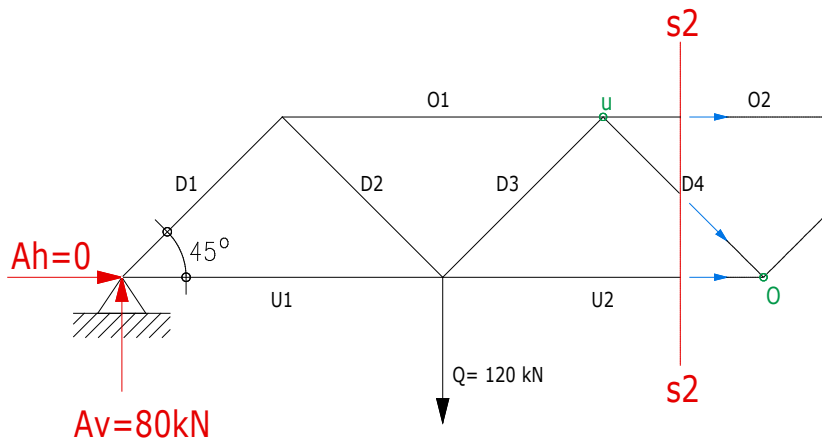
Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 1:

$$\begin{aligned} \Sigma M_O = 0 & \quad 2 \cdot O_1 + 4 \cdot 80 = 0 \\ \Sigma M_U = 0 & \quad -2 \cdot U_1 + 2 \cdot 80 = 0 \\ \Sigma V = 0 & \quad -D_2 \cdot \sin(45^\circ) + 80 = 0 \\ & \quad -\frac{D_2}{\sqrt{2}} + 80 = 0 \end{aligned}$$

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

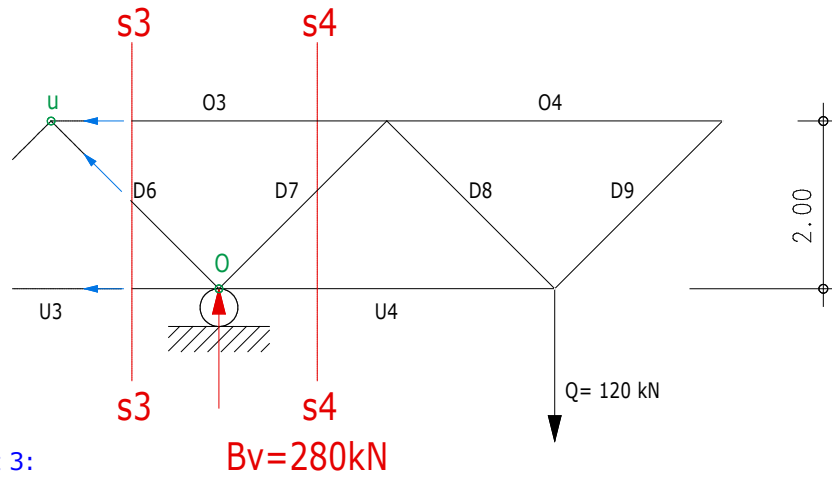
$$U_1 = +80 \text{ kN}$$

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



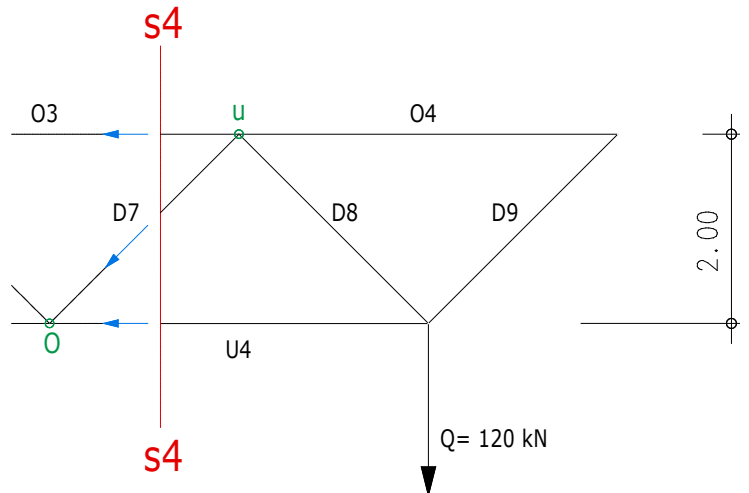
Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 2:

$$\begin{aligned} \Sigma M_O = 0 & \quad 2 \cdot O_2 + 8 \cdot 80 - 4 \cdot 120 = 0 & \quad O_2 = -80 \text{ kN} \\ \Sigma M_U = 0 & \quad -2 \cdot U_2 + 6 \cdot 80 - 2 \cdot 120 = 0 & \quad U_2 = +120 \text{ kN} \\ \Sigma V = 0 & \quad -D_4 \cdot \sin(45^\circ) - 120 + 80 = 0 \\ & \quad -\frac{D_4}{\sqrt{2}} - 120 + 80 = 0 & \quad D_4 = -56.6 \text{ kN} \end{aligned}$$



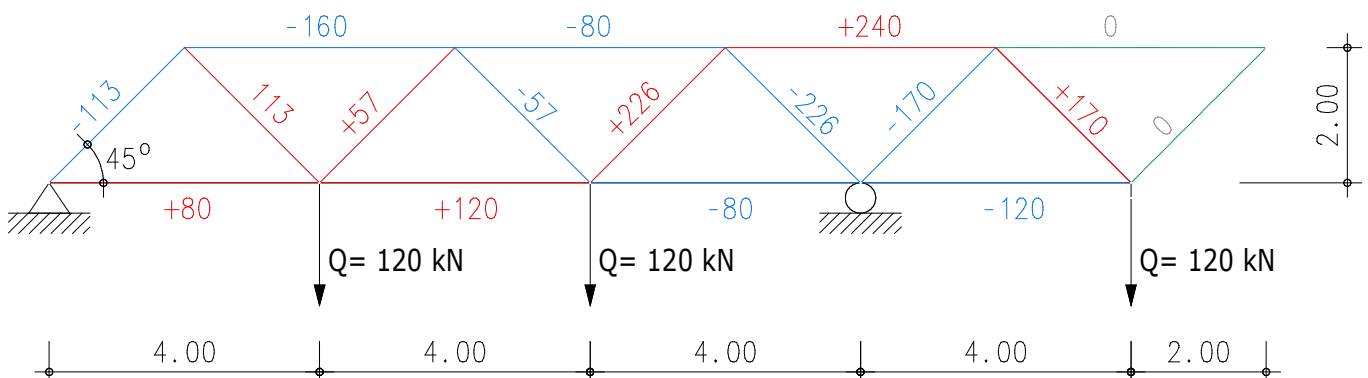
Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 3:

$$\begin{aligned} \sum M_o = 0 & \quad -2 \cdot O_3 + 4 \cdot 120 = 0 & \quad O_3 = +240 \text{ kN} \\ \sum M_u = 0 & \quad 2 \cdot U_3 - 2 \cdot 280 + 6 \cdot 120 = 0 & \quad U_3 = -80 \text{ kN} \\ \sum V = 0 & \quad -D_6 \cdot \sin(45^\circ) + 280 - 120 = 0 \\ & \quad -\frac{D_6}{\sqrt{2}} + 280 - 120 = 0 & \quad D_6 = -226.3 \text{ kN} \end{aligned}$$



Bestimmung der Stabkräfte im Schnitt 4:

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



Aufgabe 03:

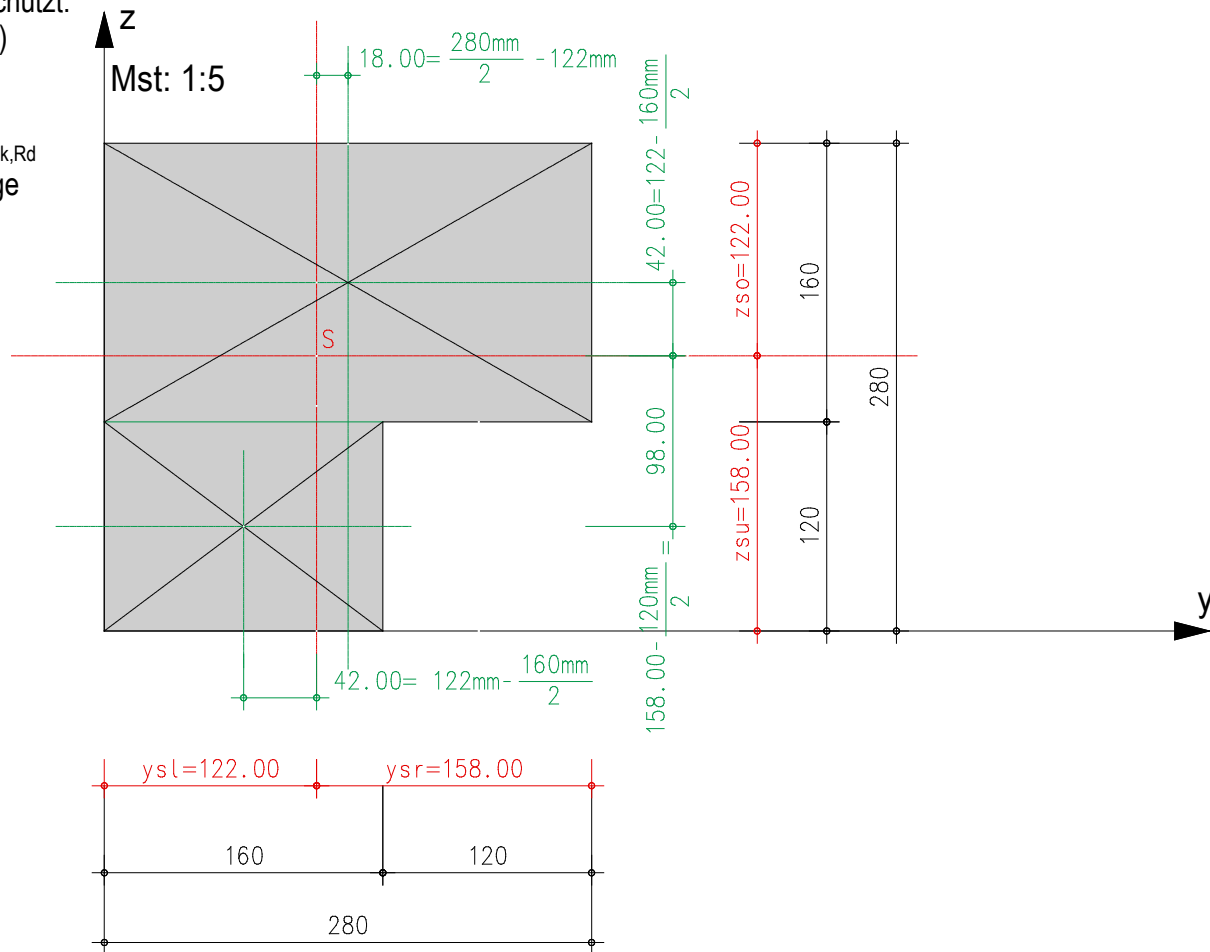
Gegeben: Holzstütze GL 24h

Vor Witterung geschützt.

(Alle Masse in mm)

Gesucht:

Knickwiderstand $N_{k,Rd}$
bei einer Knicklänge
von 4.50m



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

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

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

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

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

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

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

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

$$\hat{=} N_{k,Rd} = 755.20 \text{ kN}$$

Aufgabe 04:

Hochbauträger

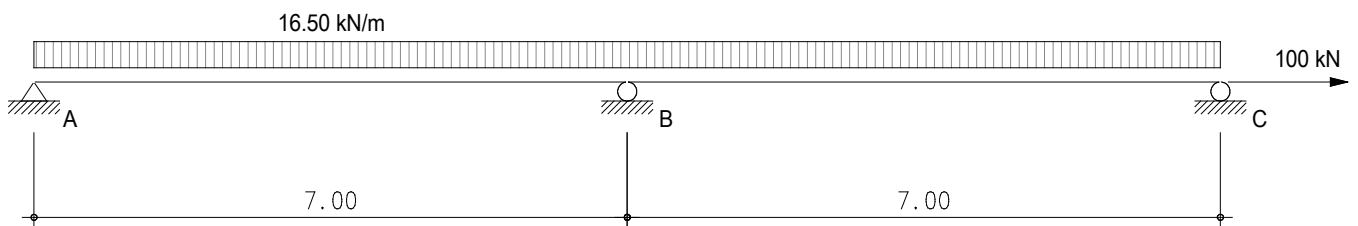
Gegeben: Durchlaufträger gemäss Skizze, Brettschichtholz GL24 180/600 mm.

Belastung: g+ Auflast + Nutzlast = 16.50 kN/m, zusätzlich eine zentrisch angreifende

Längskraft von 100 kN (Zug)

Bemerkungen: Alle Lasten sind bereits Bemessungslasten

Gesucht: Berechnen Sie alle Auflagerreaktionen, grösste Zug- und Druckspannung im Feld sowie beim Zwischenauflager
Darf der Hochbauträger so gebaut werden? Vergleichen Sie dazu die vorhandenen Spannungen mit den zulässigen Spannungen.



Auflager :

$$A_H = -100 \text{ kN} \leftarrow$$

$$A_V = C_V = 0.375 \cdot (g + \text{Auflast} + \text{Nutzlast}) \cdot l = 0.375 \cdot 16.50 \text{ kN/m} \cdot 7.00 \text{ m} = 43.31 \text{ kN}$$

$$B_V = 1.250 \cdot (g + \text{Auflast} + \text{Nutzlast}) \cdot l = 1.250 \cdot 16.50 \text{ kN/m} \cdot 7.00 \text{ m} = 144.38 \text{ kN}$$

Biegemoment :

$$M_1 = M_2 = 0.070 \cdot (g + \text{Auflast} + \text{Nutzlast}) \cdot l^2 = +0.070 \cdot 16.50 \text{ kN/m} \cdot (7.00 \text{ m})^2 = +56.60 \text{ kNm}$$

$$M_B = -0.125 \cdot (g + \text{Auflast} + \text{Nutzlast}) \cdot l^2 = -0.125 \cdot 16.50 \text{ kN/m} \cdot (7.00 \text{ m})^2 = -101.06 \text{ kNm}$$

Querschnittswerte:

$$A = b \cdot h = 180 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} = 108'000 \text{ mm}^2 \rightarrow W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{180 \cdot 600^2}{6} = 10.80 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

Biegung mit Axialkraft: Felder 1 und 2

$$\sigma_{1,2} = + \frac{N}{A} \pm \frac{M_1}{W_y} = + \frac{100 \cdot 10^3 \text{ N}}{108'000 \text{ mm}^2} \pm \frac{56.60 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{10.80 \cdot 10^6 \text{ mm}^3} = 0.926 \pm 5.241 = +6.167 \text{ N/mm}^2 / -4.315 \text{ N/mm}^2$$

Biegung mit Axialkraft: Stütze B

$$\sigma_{B1, B2} = + \frac{N}{A} \pm \frac{M_B}{W_y} = + \frac{100 \cdot 10^3 \text{ N}}{108'000 \text{ mm}^2} \pm \frac{101.06 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{10.80 \cdot 10^6 \text{ mm}^3} = 0.926 \pm 9.357 = +10.283 \text{ N/mm}^2 / -8.431 \text{ N/mm}^2$$

Vergleich der Biegespannungen:

$$\sigma_{\text{zulässig}} = +12 \text{ N/mm}^2 > +10.283 \text{ N/mm}^2 \text{ i.O.}$$