

Lernaufgabe (selbstständiges Lernen)

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 5
Klasse: IB 5f	Fach: STIB
Lehrperson: Reto Cantamessi	Datum: 23. Mai 2015 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: reto@cantamessi.ch	Lernleistung: 14 Punkte (1 Lernstunde = 2 Punkte)
Abgabetermin: 06. Juni 2015	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: Graphische und analytische Statik	
Hinweise/Beilagen: Alle Berechnungen sind sorgfältig und nachvollziehbar 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: Holzstütze C24, Knickwiderstand $N_{K,Rd}$ Aufgabe 02: Fachwerk, Stabkräfte analytisch und mit Hilfe von Cremona Aufgabe 03: Holzstütze GL 24h, Knickwiderstand $N_{K,Rd}$ Aufgabe 04: zusammengesetztes T-Profil Bemerkung: Die Aufgaben dienen als Vorbereitung für den Fächerabschluss	
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 1:

Holzstütze

Gegeben: Eine Spriesslast von $N = 175 \text{ kN}$ soll mit einer runden Holzstütze C24 abgefangen werden.

Die Knicklänge der Holzstütze ist $l = 3.90 \text{ m}$.

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:
$$N_d = \frac{N_d}{\eta_w} = \frac{175 \text{ kN}}{0.8} = 218.75 \text{ kN}$$

aus HBT Seite 54

$$\varnothing \text{ gewählt: } \varnothing = 220 \text{ mm}$$

$$i = 55 \text{ mm}$$

$$A = 38.0 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i} = \frac{3'900 \text{ mm}}{55 \text{ mm}} = 70.91 \quad \rightarrow \lambda_{\text{rel}} = \frac{\lambda}{18\pi} = \frac{70.91}{56.55 \text{ mm}} = 1.25$$

aus HBT Seite 53

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

$$\text{Knicknachweis } 184.53 \text{ kN} > N_d = 175 \text{ kN}$$

i.O. Holzstütze $\varnothing 220 \text{ mm}$

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:

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

$$9=2 \cdot 6-3 \quad \text{stabil}$$

Auflagerreaktionen :

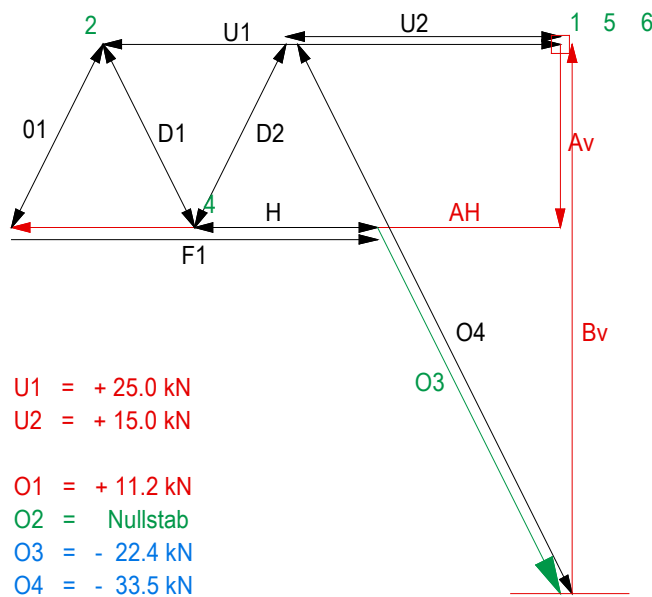
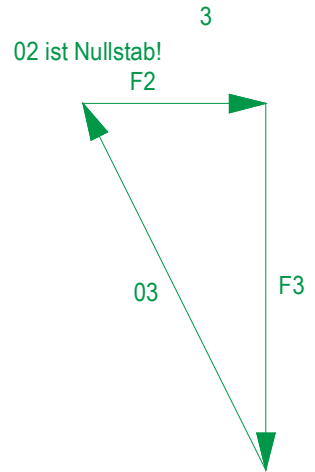
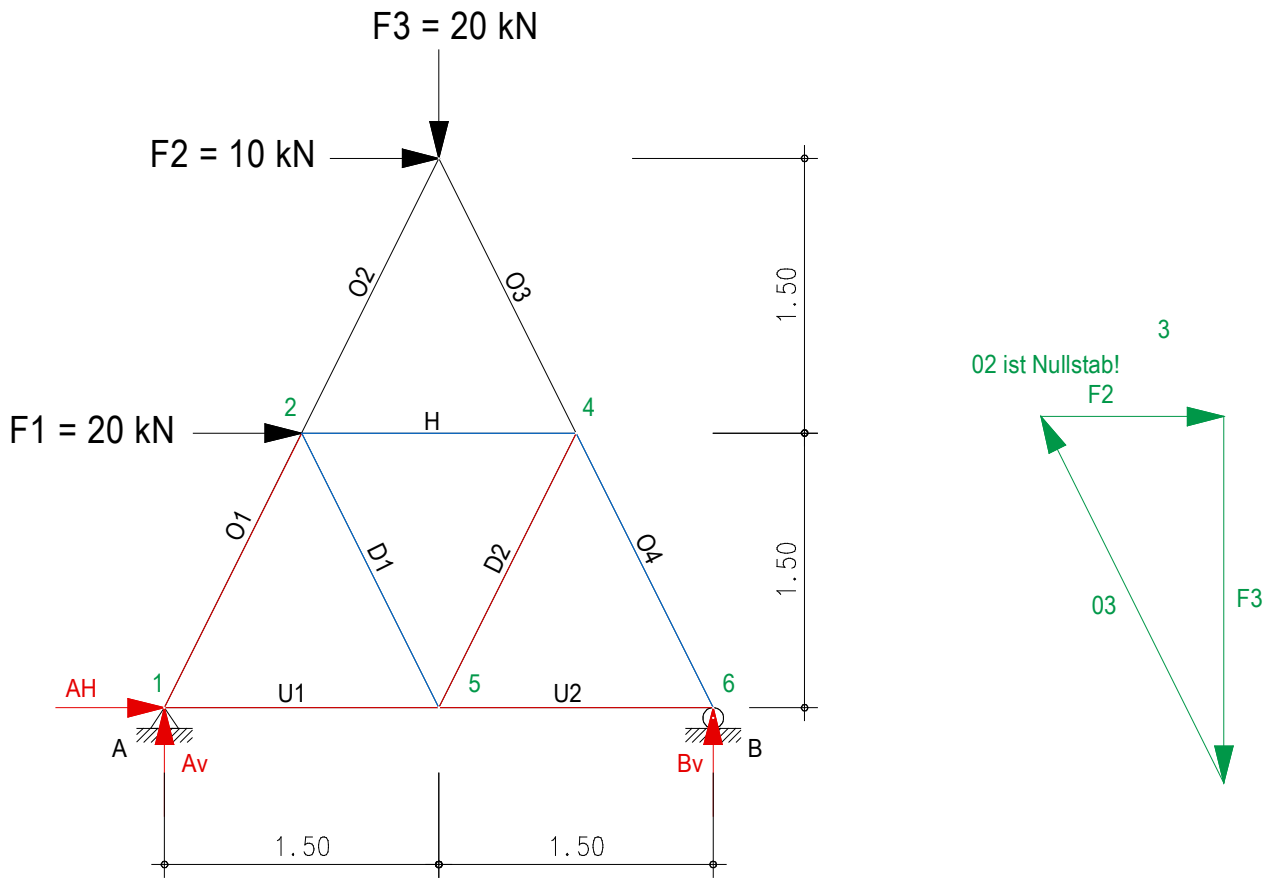
$$\Sigma_{(H)} = 0 \rightarrow A_H + 20\text{kN} + 10\text{kN} = 0 \quad \rightarrow A_H = -30\text{kN} \rightarrow$$

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

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

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

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



- 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

Aufgabe 3:

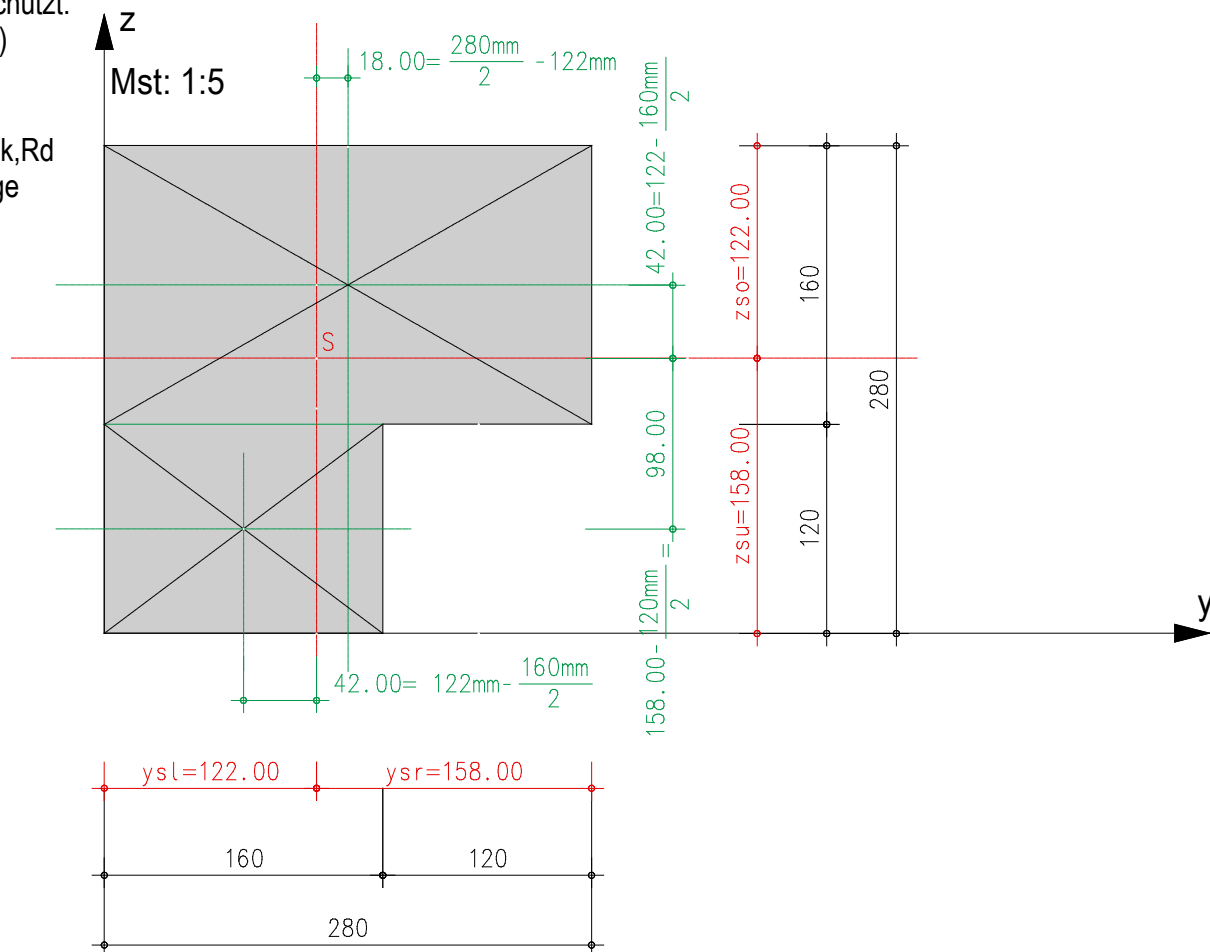
Gegeben: Holzstütze GL 24h

Vor Witterung geschützt.

(Alle Masse in mm)

Gesucht:

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



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

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

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

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

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

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

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

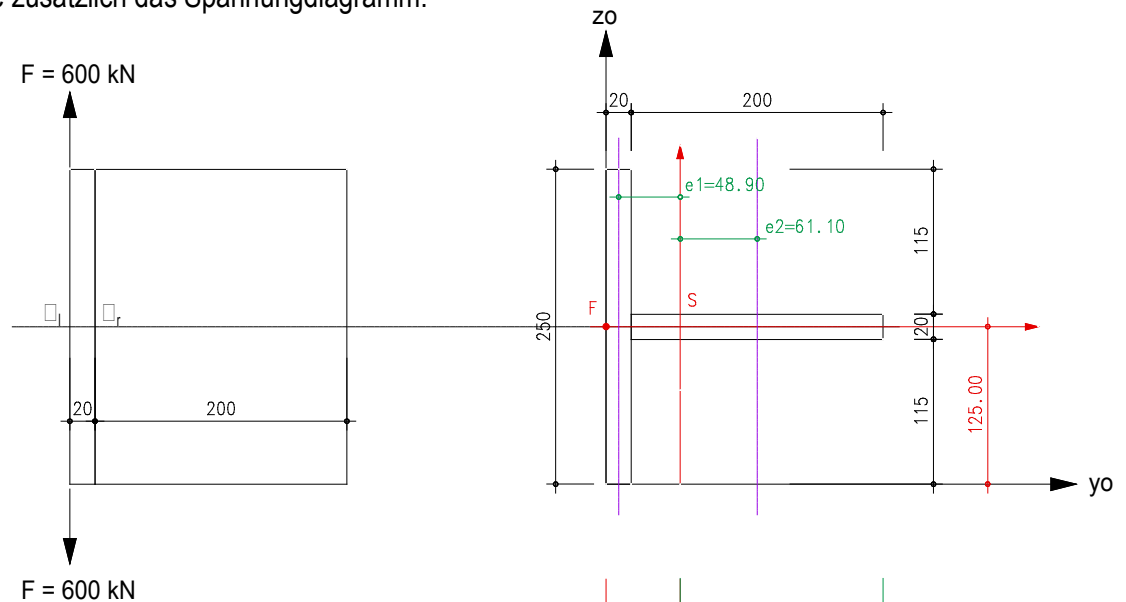
$$\text{Knickwiderstand } N_{k,Rd} = k_c \cdot f_{c,o,d} \cdot \eta_w \cdot A = 11.8 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.0 \cdot 64'000 \text{ mm}^2 = 755'200 \text{ N}$$

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

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 Spannungsdiagramm.



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

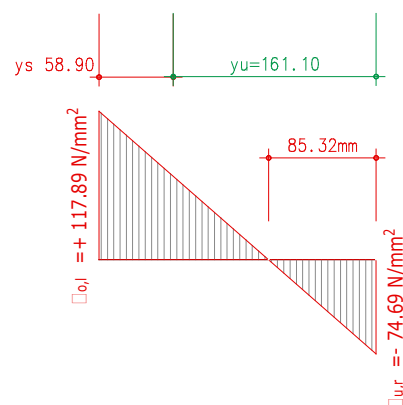
$$y_s = 58.9\text{mm}$$

$$y_{\text{links}} = h - y_s = 220\text{mm} - 58.9\text{mm} = 161.6\text{mm}$$

$$e_1 = y_s - y_1 = 58.9\text{mm} - 10\text{mm} = 48.9\text{mm}$$

$$e_2 = y_2 - y_s = 120\text{mm} - 58.9\text{mm} = 61.1\text{mm}$$

$$e = z_A = y_s = 58.9\text{mm}$$



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

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

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

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

$$M_z = F \cdot z_A = 600 \text{kN} \cdot 0.0589 \text{m} = 35.34 \text{kNm}$$

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

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