

Lernaufgabe

| | |
|--|---|
| Bildungsgang: Bauplanung | Semester: 2 |
| Klasse: IB 12f | Fach: STIB |
| Lehrperson: Reto Cantamessi | Datum: 17. Dezember 2016 (Aufgabe abgegeben) |
| Kontakt Lehrperson: reto@cantamessi.ch | Lernleistung: 3 Lernstunden: 5 |
| Abgabetermin: 14. Januar 2017 | 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 07: Provisorischer Fussgängersteg | |
| 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 07

Für einen provisorischen Fussgängersteg gemäss Skizze sind folgende Aufgaben zu lösen:

- Die Bohlenabdeckung C24 mit allen Nachweisen
- Die Hauptträger als HEB-Profil
- Die Fundamentbeanspruchungen inklusive Bodenspannungen

Dabei sind folgende Spezifikationen zu berücksichtigen:

- Eigengewicht der Bohlen $g_{\text{Bohlen}} = 0.2 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast $q_k = 4.0 \text{ kN/m}^2$
- Eigengewicht des Trägers $g_k = 1.0 \text{ kN/m}$ (geschätzt)
- zulässige Durchbiegung $l/300$
(In Feldmitte ist zusätzlich eine Einzellast von $F_k = 10 \text{ kN}$ einzuführen)
- Der gesamte Erddruck beträgt $E_d = 20 \text{ kN}$

- Der max. mögliche Reibungswiderstand infolge Lagerreibung ist als horizontale Kraft H zu berücksichtigen
(Reibungskoeffizient $\mu = 0.05$)

Belastung der Bohlen pro Laufmeter

$$\begin{aligned} \text{Eigengewicht } g_{\text{Bohlen,d}} &= 1.35 \cdot 0.2 \text{ kN/m}^2 \cdot 1\text{m} &&= 0.27 \text{ kN/m} \\ \text{Nutzlast } q_d &= 1.5 \cdot 4.0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1\text{m} &&= 6.0 \text{ kN/m} \\ p_d &&&= 6.27 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Auflagerreaktionen:

$$A_d = B_d = V_d = \frac{6.27 \text{ kN/m} \cdot 2.10 \text{ m}}{2} = 6.58 \text{ kN}$$

$$\text{Biegemoment : } M_d = \frac{(p_d) \cdot l_o^2}{8} = \frac{(6.27 \text{ kN/m}) \cdot (2.10 \text{ m})^2}{8} = 3.46 \text{ kNm}$$

Tragfähigkeit der Bohlen

$$W_{y,\text{erforderlich}} = \frac{M_d}{f_{m,d} \cdot \eta_w} = \frac{3.46 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{14 \text{ N/mm}^2 \cdot 1.0} = 0.25 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\text{Querschnitt : } W_{y,\text{erforderlich}} = \frac{b \cdot h^2}{6} \Rightarrow h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{y,\text{erforderlich}}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0.25 \cdot 10^6 \text{ mm}^3}{1'000 \text{ mm}}} = 38.73 \text{ mm} \rightarrow \text{Bohlenstärke 4 cm}$$

Schubnachweis

$$V_d = A_d = B_d = 6.58 \text{ kN} \rightarrow f_{v,d} = \frac{1.5 \cdot V_d}{b \cdot h \cdot \eta_w} = \frac{1.5 \cdot 6.58 \cdot 10^3 \text{ N}}{1'000 \text{ mm} \cdot 40 \text{ mm} \cdot 1.0} = 0.25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 1.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ I.O.}$$

Gebrauchstauglichkeit:

$$w_{zul} = \frac{L}{350} = \frac{2'100 \text{ mm}}{350} = 6.00 \text{ mm}$$

a) Holzbalken :

$$I_{erforderlich} = \frac{M \cdot l^2}{9.6 \cdot E \cdot \eta_w \cdot w_{zul}} = \frac{2.32 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot (2'100 \text{ mm})^2}{9.6 \cdot (11'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 1.0 \cdot 6.0 \text{ mm}} = 16.11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massg.}$$

$$I_{massgebend} = \frac{b \cdot h^3}{12} \rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot I_{massgebend}}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 16.11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{1'000 \text{ mm}}} = 57.82 \text{ mm} \rightarrow \text{Neue Bohlenstärke 6 cm}$$

→ gewählter Balkenquerschnitt 220/360 cm

$$w_{vorh.} = w_{zul} \cdot \frac{I_{erforderlich}}{I_{vorhanden}} = 6.0 \text{ mm} \cdot \frac{16.11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{18.00 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 0.9 \text{ mm} < 6.0 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$

Lastzusammenstellung

Stahlträger geschätzt $g_{d,Träger} = 1.35 \cdot 1.0 \text{ kN/m} = 1.35 \text{ kN/m}$

Gesamtlast aus Bohlenabdeckung: Belastungsbreite $\frac{2.40 \text{ m}}{2} \cdot p_{d, \text{ aus Bohlen}} = 7.52 \text{ kN/m}$

$p_d = 8.87 \text{ kN/m}$

+ Einzellast in ungünstigster Laststellung $Q_d = 1.5 \cdot 10 \text{ kN} = 15.00 \text{ kN}$

Bemessungswerte der Auswirkungen

$$\text{Biegemoment : } M_d = \frac{(q_d) \cdot l^2}{8} + \frac{Q_d \cdot l}{4} = \frac{(8.87 \text{ kN/m}) \cdot (11.20 \text{ m})^2}{8} + \frac{15 \text{ kN} \cdot 11.20 \text{ m}}{4} = 181.08 \text{ kNm}$$

$$W_{pl,y,erforderlich} = \frac{M_d \cdot \gamma_{M,1}}{f_y} = \frac{181.08 \text{ Nmm} \cdot 10^6 \cdot 1.05}{235 \text{ N/mm}^2} = 809.09 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \rightarrow \text{HEB 240}$$

$$W_{pl,y,vor.} = 1'050.0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$A_v = 3'323 \text{ mm}^2$$

Schubspannungen

$$\tau_{d,vorh.} = \frac{V_d \cdot \gamma_{M1}}{A_v} = \frac{57.17 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 1.05}{3'323 \text{ mm}^2} = 18.07 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_y = 135 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ (erfüllt!)}$$

Gebrauchstauglichkeit

$$w_{zul} = \frac{L}{300} = \frac{11'200 \text{ mm}}{300} = 37.33 \text{ mm}$$

$$M_K = 122.71 \text{ kNm}$$

$$I_{erforderlich} = \frac{M \cdot l^2}{9.6 \cdot E \cdot w_{zul}} = \frac{122.71 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \cdot (11.20 \cdot 10^3 \text{ mm}^2)^2}{9.6 \cdot (210'000 \text{ N/mm}^2) \cdot 37.33 \text{ mm}} = 204.53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \rightarrow \text{massgebend!}$$

aus C5 Seite 36 folgt eine HEB-300

$$W_{pl,y} = 1'870 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 251.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

vorhandene Durchbiegung

$$w_{vorh.} = w_{zul} \cdot \frac{I_{erforderlich}}{I_{vorhanden}} = 37.33 \text{ mm} \cdot \frac{204.53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}{251.7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 30.33 \text{ mm} < 37.33 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$

Fundamenteigengewicht

$$F_{\text{Fund.}} = V_{\text{Fund.}} \cdot \gamma_{\text{Beton}} = 2.80 \text{ m} \cdot 2.00 \text{ m} \cdot 0.80 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 112.00 \text{ kN}$$

$$F \text{ von Brückenkonstruktion} = 57.17 \text{ kN mal } 2 = 114.34 \text{ kN}$$

$$F_{\text{Total}} = 226.34 \text{ kN}$$

$$\text{Horizontalkomponente } H: \quad H_{\text{max}} = \mu \cdot F = 0.05 \cdot 114.34 \text{ kN} = 5.72 \text{ kN}$$

Moment in Fundamentmitte (Achtung $M=0$, da keine Exzentrizität!)

$$M_{\text{mitte}} = 5.72 \text{ kN} \cdot 2.0 \text{ m} + 20 \text{ kN} \cdot 0.8 \text{ m} = +27.43 \text{ kNm}$$

Exzentrizität

$$e = \frac{M_{\text{mitte}}}{F_{\text{Total}}} = \frac{+27.43 \text{ kNm}}{226.34 \text{ kN}} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{Kernweite } k = \frac{h}{6} = \frac{0.8 \text{ m}}{6} = 0.13 \text{ m} \quad e < k \Rightarrow \text{kleine Exzentrizität}$$

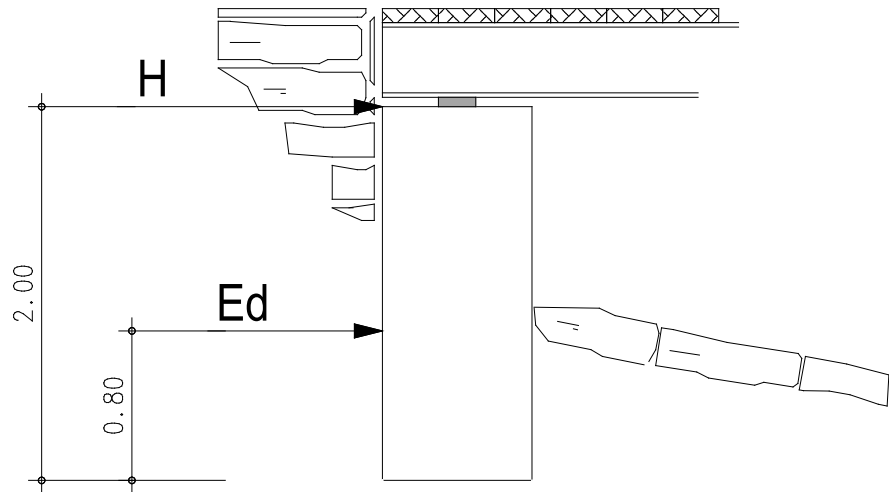
somit kann mit folgender Formel gerechnet werden:

$$\sigma_{\text{max,min}} = -\frac{F_{\text{Tot}}}{A} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{h}\right) = -\frac{226.34 \cdot 10^3 \text{ N}}{2'800 \text{ mm} \cdot 800 \text{ mm}} \cdot \left(1 \pm \frac{6 \cdot 122.63 \text{ mm}}{800 \text{ mm}}\right) =$$

$$\sigma_{\text{max,min}} = -0.10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (1 \pm 0.92)$$

$$\sigma_{\text{max}} = -0.10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (1 + 0.92) = -0.19 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{\text{min}} = -0.10 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (1 - 0.92) = -0.01 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



$$\text{Kippsicherheit } s_k = \frac{M_{\text{st}}}{M_k} = \frac{-0.40 \text{ m} \cdot 212.34 \text{ kN}}{5.02 \text{ kN} \cdot 2.0 \text{ m} + 20 \text{ kN} \cdot 0.8 \text{ m}} = \frac{84.94 \text{ kNm}}{26.04 \text{ kNm}} = 3.26 > 1.5$$

