

## Lernaufgabe

Bildungsgang: Bauplanung	Semester: 2
Klasse: IB 12f	Fach: STIB
Lehrperson: <b>Reto Cantamessi</b>	Datum: 17. Dezember 2016 (Aufgabe abgegeben)
Kontakt Lehrperson: <a href="mailto:reto@cantamessi.ch">reto@cantamessi.ch</a>	Lernleistung: 3 Lernstunden: 5
Abgabetermin: <b>14. Januar 2017</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>Grundbegriffe der Statik</b>	
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 11: Vorfabrizierte Stahlbeton- Unterzugsdecke	
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

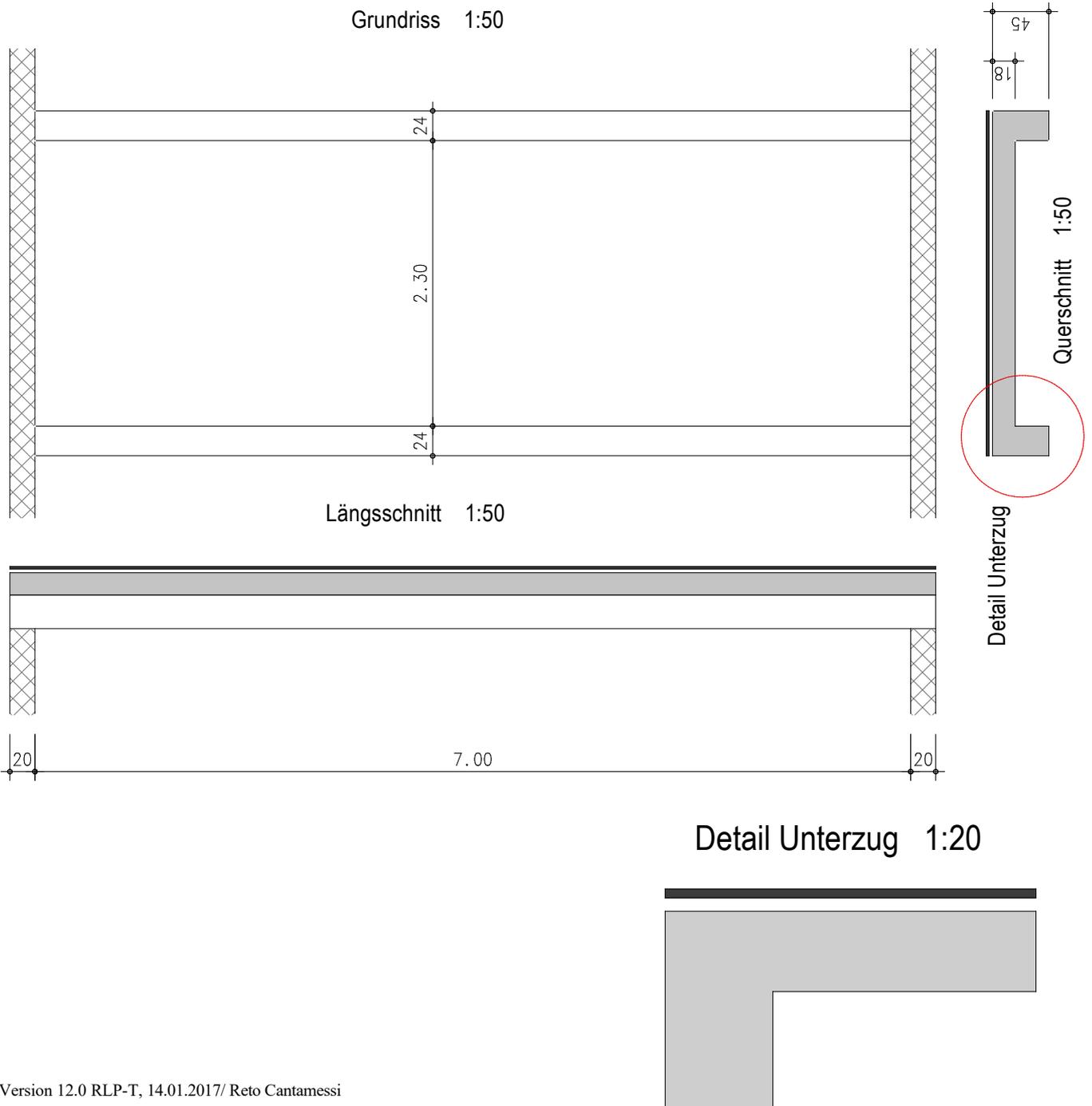
### Aufgabe 11:

Vorfabrizierte Beton- Unterzugsdecke für ein Parkhaus. Neben der Eigenlast ist ein 50 mm starker Gussasphalt und zusätzlich eine Nutzlast von  $4.0 \text{ kN/m}^2$  vorgesehen.

Betonqualität: C 25/30, Expositionsklasse XC 2, normale Anforderungen

Bewehrung: Stahl B500B,  $C_{\text{nom}} = 35 \text{ mm}$

- Gesucht:
- a) Bewehrung der Platte in Querrichtung inkl. aller Nachweise und Verteilbewehrung.
  - b) Bewehrung des Unterzuges inkl. aller Nachweise und vollständige Bewehrungsskizze im Querschnitt 1:20.



Eigengewicht	$g_k$	$= h \cdot \gamma_{\text{Beton}}$	$= 0.18 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3$	$= 4.50 \text{ kN/m}^2$
Gussasphalt			$= 0.05 \text{ m} \cdot 24 \text{ kN/m}^3$	$= 1.20 \text{ kN/m}^2$
		Total	$g_k$	$= 5.70 \text{ kN/m}^2$
Nutzlast	$q_k$			$= 4.0 \text{ kN/m}^2$

Bemessungswert :

$$p_d = g_k \cdot \gamma_G + q_k \cdot \gamma_Q = 5.70 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.35 + 4.0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1.50 = 13.70 \text{ kN/m}^2$$

statische Spannweite:

$$l = 2.30\text{m} + 0.24\text{m} = 2.54\text{m}$$

$$l = 1.05 \cdot 2.30\text{m} = 2.42\text{m}$$

(massgebend)

$$A_d = B_d = V_d = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{13.70 \text{ kN/m}^2 \cdot (2.42\text{m})}{2} = 16.58 \text{ kN/m}$$

$$\text{Biegemoment : } M_d = \frac{13.70 \text{ kN/m}^2 \cdot (2.42 \text{ m})^2}{8} = 10.03 \text{ kNm}$$

Abschätzung der statischen Höhe d:

$$d = h - c_{\text{nom}} - \emptyset Bg - \frac{1}{2} \emptyset \text{Längs} = 180 \text{ mm} - 35 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 10 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$$

$$\text{erforderliche } A_{s,\text{erforderlich}} = \frac{M_d}{0.9 \cdot d \cdot f_{sd}} = \frac{10.03 \cdot 10^6 \text{ Nm}}{0.9 \cdot 140 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 183 \text{ mm}^2$$

Wahl einer möglichen Bewehrung:

$$\emptyset 8 / t = 200 \rightarrow A_{\text{vorh}} = 251 \text{ mm}^2$$

Berechnung des vorhandenen Bewehrungsgehaltes:

$$\rho_{\text{eff}} = \frac{A_{s,\text{vorh}}}{b \cdot d_{\text{eff}}} = \frac{251 \text{ mm}^2}{1'000 \text{ mm} \cdot 140 \text{ mm}} \cdot 100\% = 0.18\% \quad 0.15\% \leq 0.18\% \leq 1.6\% \text{ i.O.}$$

falls  $\rho_{\text{max}}$  überschritten wird, ist die statische Höhe d höher zu setzen und ergibt somit eine andere Plattenstärke

Berechnung der Lage der Nulllinie:

$$x_{\text{eff}} = \frac{A_{\text{vor}} \cdot f_{sd}}{0.85 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{251 \text{ mm}^2 \cdot 435 \text{ N/mm}^2}{0.85 \cdot 1'000 \text{ mm} \cdot 16.5 \text{ N/mm}^2} = 7.79 \text{ mm} \leq \frac{d_{\text{eff}}}{2} = \frac{141 \text{ mm}}{2} = 70.5 \text{ mm} \rightarrow \text{i.O.}$$

sonst Deckenstärke erhöhen

Schubnachweis :

$$\tau_{c,d} = \frac{V_d}{b \cdot d_{\text{eff}}} = \frac{16.58 \cdot 10^3 \text{ N}}{1'000 \text{ mm} \cdot 141 \text{ mm}} = 0.12 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_{c,d} = 1.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{i.O.} \quad \rightarrow \text{falls } \tau_{c,d} \text{ grösser als } 1.0 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ Schubbewehrung}$$

Nach Norm muss jedes 2<sup>te</sup> Eisen verankert, d.h. aufgebogen werden!

Verteilbewehrung VE

Abschätzung der statischen Höhe d:

$$d_{\text{VE}} = h - c_{\text{nom}} - \emptyset_{\text{Längs}} - \frac{1}{2} \emptyset_{\text{Quer}} = 180 \text{ mm} - 35 \text{ mm} - 8 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ mm} = 133 \text{ mm}$$

Bestimmung von VE:

$$\frac{1}{5} \text{ der Hauptbewehrung} \quad \text{VE} = \frac{1}{5} \cdot 251 \text{ mm}^2 = 50.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\text{min}} = 0.15\% \cdot 133\text{mm} \cdot 1'000\text{mm} = 200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Wahl der VE: } \emptyset 8, t=200 \rightarrow A_{s,\text{vorhanden}} = 251 \text{ mm}^2 > A_{s,\text{min}} = 200 \text{ mm}^2$$

$$a_{\text{max}} = 1.2 \cdot h \quad \text{immer einhalten} \quad a_{\text{max}} = 1.2 \cdot 180 \text{ mm} = 216 \text{ mm}$$

Unterzug:

$$\text{Eigengewicht } g_k = A \cdot \gamma_{\text{Beton}} = 0.27 \text{ m} \cdot 0.24 \text{ m} \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 1.62 \text{ kN/m}$$

Bemessungswert:

$$p_d = g_d + A_d = 1.62 \text{ kN/m} \cdot 1.35 + 16.58 \text{ kN/m} = 18.77 \text{ kN/m}$$

statische Spannweite:

$$l = 7.00 \text{ m} + 0.20 \text{ m} = 7.20 \text{ m} \quad (\text{massgebend})$$

$$l = 1.05 \cdot 7.00 \text{ m} = 7.35 \text{ m}$$

$$A_d = B_d = V_d = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{18.77 \text{ kN/m} \cdot (7.20 \text{ m})}{2} = 67.57 \text{ kN}$$

$$\text{Biegemoment: } M_d = \frac{1.77 \text{ kN/m} \cdot (7.20 \text{ m})^2}{8} = 121.63 \text{ kNm}$$

Abschätzung der statischen Höhe d:

$$d = h - c_{\text{nom}} - \varnothing \text{Bg} - \frac{1}{2} \varnothing \text{Längs} = 450 \text{ mm} - 35 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ mm} = 395 \text{ mm}$$

$$\text{erforderliche } A_{s, \text{erforderlich}} = \frac{M_d}{0.9 \cdot d \cdot f_{sd}} = \frac{121.63 \cdot 10^6 \text{ Nmm}}{0.9 \cdot 395 \text{ mm} \cdot 435 \text{ N/mm}^2} = 787 \text{ mm}^2$$

Wahl einer möglichen Bewehrung:

$$3 \varnothing 20 \rightarrow A_{\text{vorh}} = 942 \text{ mm}^2$$

Kontrolle der Unterzugsbreite

$$2 \cdot C_{\text{nom}} + 2 \cdot \varnothing \text{BG} + 3 \cdot 20 + 2 \cdot 30 = 2 \cdot 35 + 2 \cdot 10 + 60 + 60 = 210 \text{ mm} \rightarrow b_w = 240 \text{ mm} \quad \text{i.O.}$$

Berechnung des vorhandenen Bewehrungsgehaltes:

$$\rho_{\text{eff}} = \frac{A_{s, \text{vorh}}}{b \cdot d_{\text{eff}}} = \frac{942 \text{ mm}^2}{240 \text{ mm} \cdot 395 \text{ mm}} \cdot 100\% = 0.99\% \quad 0.15\% \leq 0.99\% \leq 1.6\% \text{ i.O.}$$

Schub

$$\tau_{c,d} = \frac{67.57 \cdot 10^3 \text{ N}}{240 \text{ mm} \cdot 395 \text{ mm}} = 0.71 \text{ N/mm}^2 < 1.00 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{i.O.}$$

$$\begin{aligned} \text{Bügelabstand: } \frac{d}{2} &= \frac{395 \text{ mm}}{2} = 197.8 \text{ mm} \\ b_w &= 140 \text{ mm} \\ 25 \cdot \varnothing &= 25 \cdot 8 = 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

Bügelabstand s = 150 mm

$$A_{s, \text{min}} = 0.2\% \cdot 240 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm} = 72 \text{ mm}^2$$

2-schnittig 36 mm<sup>2</sup> → Bg  $\varnothing 8/150$  mm

$$(A_{s, w} = 2 \cdot 50.3 = 100.6 \text{ mm}^2)$$

