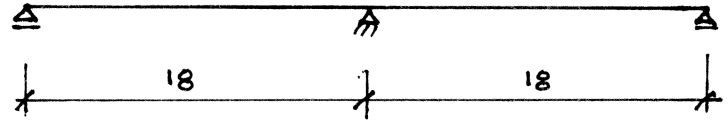
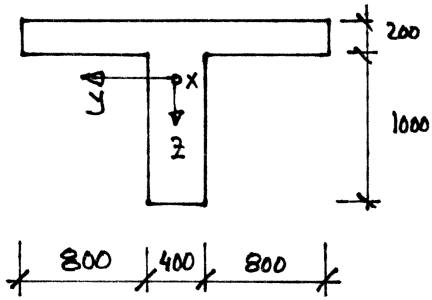


Stahlbeton I - Kolloquium 4



Der dargestellte T-Querschnitt wird für einen 36 m langen Durchlaufträger über zwei gleiche Felder verwendet. Ausser der Eigenlast ist eine unten am Steg aufgehängte Nutzlast  $q_d = 60 \text{ kN/m}$  aufzunehmen. Bestimme die Bewehrung unter Voraussetzung von  $c_{nom} = 30 \text{ mm}$  und  $f_{cd} = 16.5 \text{ N/mm}^2$  (Beton C 25/30).

Einwirkungen

$$g_d = 1.35 \cdot (0.2 \cdot 2 + 0.4 \cdot 1) \cdot 25 = 27 \text{ kN/m}$$

$$q_d = 60 \text{ kN/m}$$

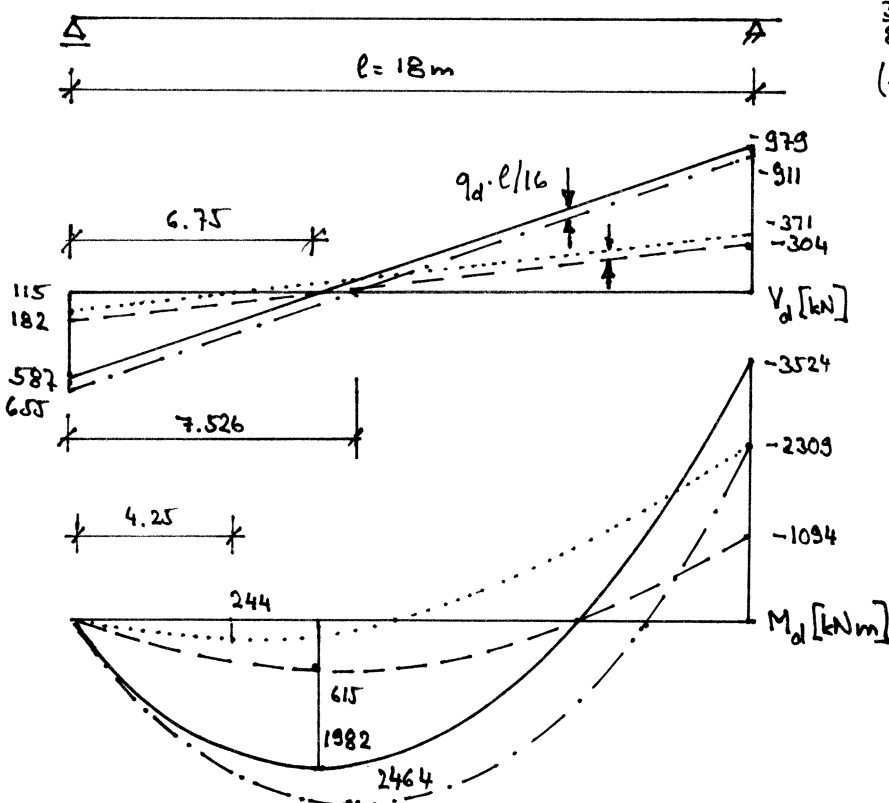
$$g_d + q_d = 87 \text{ kN/m}$$

$$\rightarrow g_d \cdot l = 486 \text{ kN}, \quad \frac{g_d \cdot l^2}{8} = 1034 \text{ kNm}$$

$$\rightarrow q_d \cdot l = 1080 \text{ kN}, \quad \frac{q_d \cdot l^2}{8} = 2430 \text{ kNm}$$

$$q_d \cdot l / 16 = 67.5 \text{ kN}$$

Schnittgrössen



$$\frac{3}{8} \cdot 486 = 182, \quad \frac{3}{8} \cdot 1080 = 405$$

$$(587 + 67.5) / 87 = 7.526$$

$$87 \cdot 7.526^2 / 2 = 2464$$

---  $g_d$

—  $g_d + q_{de} + q_{dr}$

- · -  $g_d + q_{de}$

····  $g_d + q_{dr}$

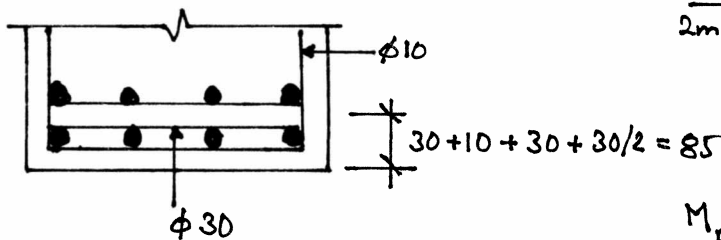
Biegetragsicherheit

Grundsätzlich dürfte jedem Lastfall ein eigener Zwangszustand überlagert werden, um die Bewehrung zu optimieren. Hier werden – auf der sicheren Seite liegend – die elastisch ermittelten Grenzwertlinien der Bewehrung zu Grunde gelegt.

- Feldquerschnitt: Annahme Bügel  $\phi 10$ ,  $8 \phi 30 \hat{=} 5655 \text{ mm}^2$

$$5655 \text{ mm}^2 \cdot 435 \text{ N/mm}^2 = 2460 \text{ kN}$$

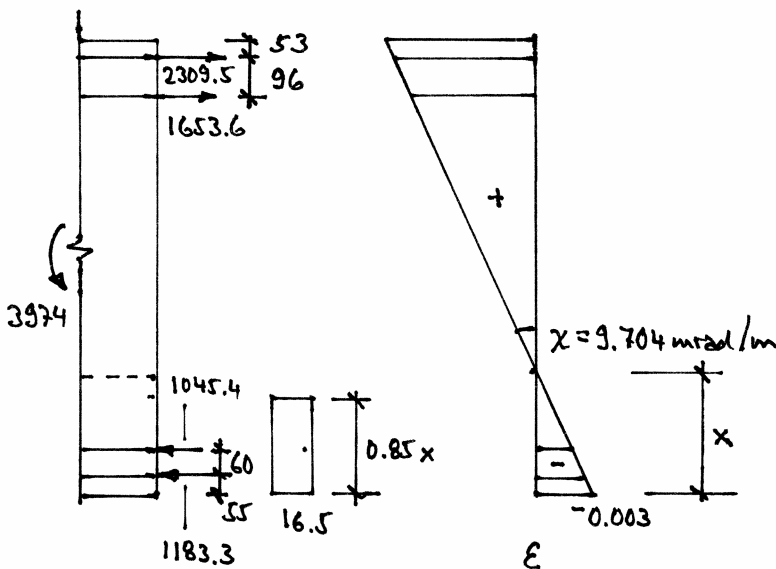
$$\frac{2460 \text{ kN}}{2 \text{ m} \cdot 16.5 \text{ N/mm}^2} = 74.5 \text{ mm}$$



$$M_{Rd} = 2460 \cdot \left(1.2 - \frac{0.0745}{2} - 0.085\right) = 2460 \cdot 1.078$$

$$= \underline{2651 \text{ kNm} > 2464 \text{ kNm, o.k.}}$$

- Stützenquerschnitt: Annahme untere  $8 \phi 30$  als Druckbewehrung ganz oben  
oben  $10 \phi 26 + 10 \phi 22$



$$10 \cdot 13^2 \cdot \pi \cdot 435 = 2309.5 \text{ kN}$$

$$10 \cdot 11^2 \cdot \pi \cdot 435 = 1653.6 \text{ kN}$$

$$4 \cdot 15^2 \cdot \pi = 2827.4 \text{ mm}^2$$

$$4 \cdot 15^2 \cdot \pi (435 - 16.5) = 1183.3 \text{ kN}$$

$$2309.5 + 1653.6 - 1183.3 - 2827.4 \left[3 \cdot 205 \left(1 - \frac{115}{x}\right) - 16.5\right] - x \cdot 0.85 \cdot 400 \cdot 16.5 = 0$$

$$\rightarrow \underline{x = 309.2 \text{ mm}}$$

$$x \cdot 0.85 \cdot 400 \cdot 16.5 = 1734.4 \text{ kN}, \quad 2827.4 \cdot \left[3 \cdot 205 \left(1 - \frac{115}{x}\right) - 16.5\right] = 1045.4 \text{ kN}$$

$$\left(53 \cdot 2309.5 + 145 \cdot 1653.6\right) / \left(2309.5 + 1653.6\right) = 93.1 \text{ mm}$$

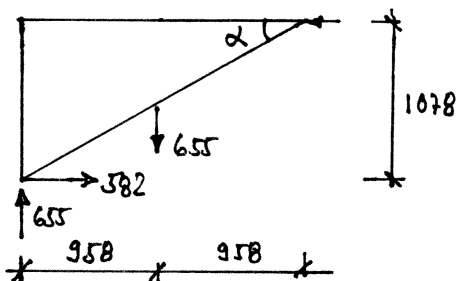
$$\left(55 \cdot 1183.3 + 115 \cdot 1045.4 + 0.425 \cdot 309.2 \cdot 1734.4\right) / \left(1183.3 + 1045.4 + 1734.4\right) = 104.3 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = \underbrace{(2309.5 + 1653.6)}_{3963.1 \text{ kN}} \cdot \underbrace{(1200 - 93.1 - 104.3)}_{z = 1.003 \text{ m}} = \underline{3974 \text{ kNm} > 3524 \text{ kNm, o.k.}}$$

Querkrafttragbarkeit

- Min. Bügelbewehrung:  $\rho = 0.2\% \rightarrow \rho \cdot b_w = 800 \text{ mm}^2/\text{m}$ , z.B.  $\phi 10 @ 200 \hat{=} 785 \text{ mm}^2/\text{m}$
- Wahl:  $\phi 10 @ 100$  bei Zwischenauflager, sonst  $\phi 10 @ 200$ :

Endauflager

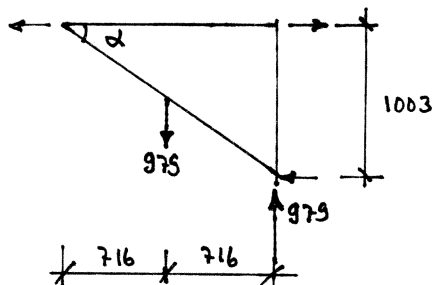


$$5^2 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 435 = 341.6 \text{ kN/m}$$

$$655 / 341.6 = 1.916 \text{ m}$$

$$\frac{z}{2} \cdot \cot \alpha = \underline{958 \text{ mm}}$$

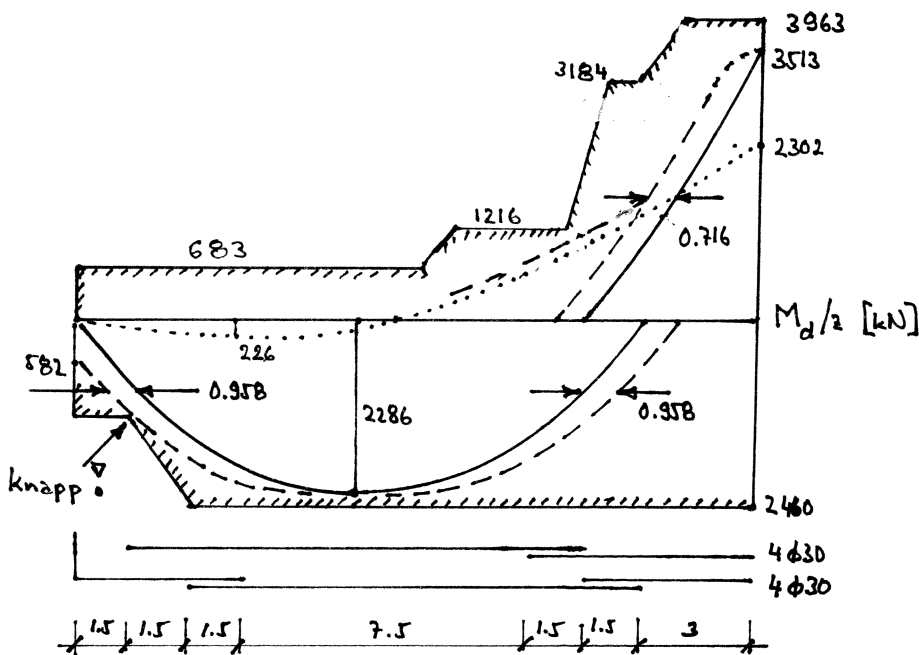
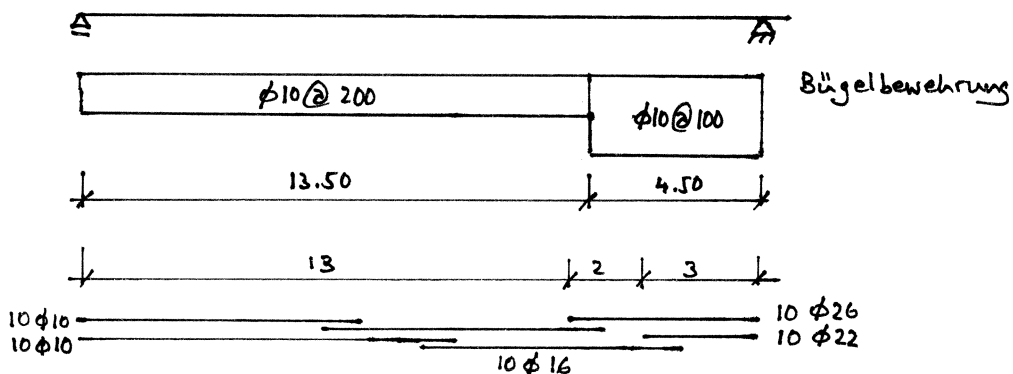
Zwischenauflager



$$5^2 \cdot \pi \cdot 20 \cdot 435 = 683.3 \text{ kN/m}$$

$$979 / 683.3 = 1.432 \text{ m}$$

$$\frac{z}{2} \cdot \cot \alpha = \underline{716 \text{ mm}}$$



$$\frac{3524}{1.003} = 3513$$

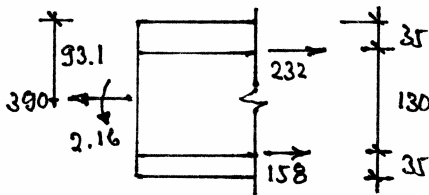
$$\frac{2309}{1.003} = 2302$$

$$\frac{244}{1.078} = 226$$

$$\frac{2464}{1.078} = 2286$$

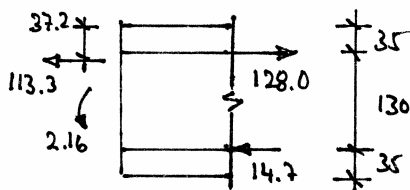
Schubanschluss und Querbiegung der Platte

- Maximaler Schubfluss neben Zwischenauflager =  $\frac{979 \text{ kN}}{1.003 \text{ m}} = 976 \text{ kN/m}$   
 davon pro Flanschseite  $\frac{0.8}{2} \cdot 976 = \underline{390 \text{ kN/m}}$
- Querbiegemoment aus Platteneigenlast =  $0.4 \cdot 0.2 \cdot 0.8 \cdot 25 \cdot 1.35 = \underline{2.16 \text{ kNm/m}}$
- Wähle  $\alpha_f = 45^\circ \rightarrow$  Querkraft  $390 \cdot \tan 45^\circ = \underline{390 \text{ kN/m}}$  auf Höhe des Schwerpunkts der  $10 \phi 26 + 10 \phi 22 = 93.1 \text{ mm}$  unterhalb OK Träger:



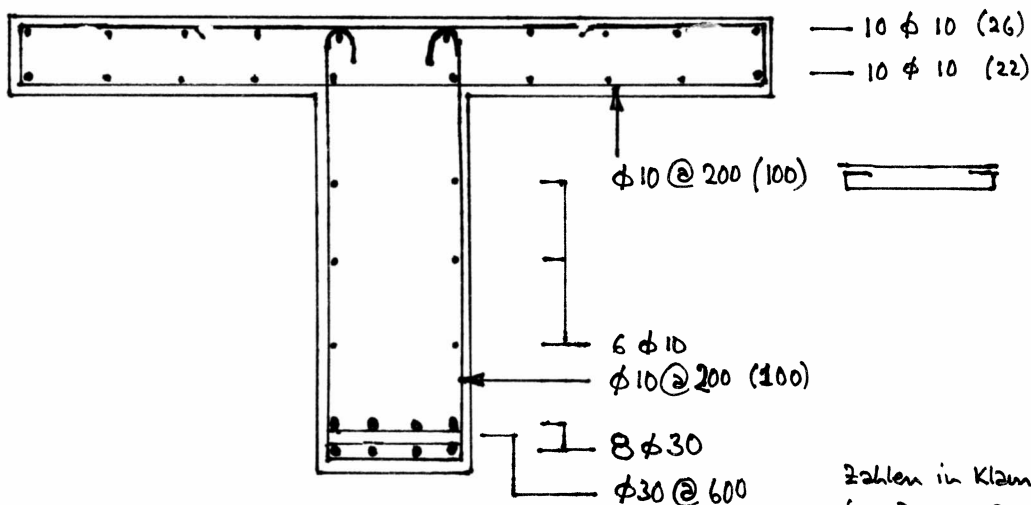
Die Zugkraft von 232 kN/m kann von 10  $\phi 10$  aufgenommen werden:  $10 \cdot 5^2 \cdot \pi \cdot 435 = \underline{342 \text{ kN/m}}$ , o.k.

- Maximaler Schubfluss neben Endauflager =  $\frac{655}{1.078} = 608 \text{ kN/m}$   
 davon pro Flanschseite  $0.4 \cdot 608 = \underline{243 \text{ kN/m}}$
- Wähle  $\alpha_f = 25^\circ \rightarrow$  Querkraft  $243 \cdot \tan 25^\circ = \underline{113.3 \text{ kN/m}}$  auf Höhe des Schwerpunkts der Biegedruckzone =  $37.2 \text{ mm}$  unterhalb OK Träger:



Vereinfachte Rechnung nur mit Bewehrungskraften  
 Zugkraft von 128 kN/m kann von 5  $\phi 10$  aufgenommen werden:  $\underline{171 \text{ kN/m}} > 128 \text{ kN/m}$ , o.k.

Bewehrungsskizze



Zahlen in Klammern gelten für Bereich Zwischenauflager.

N.B. Längsstäbe  $\phi 10$  an Trägerende mit Steckbügel gestossen.