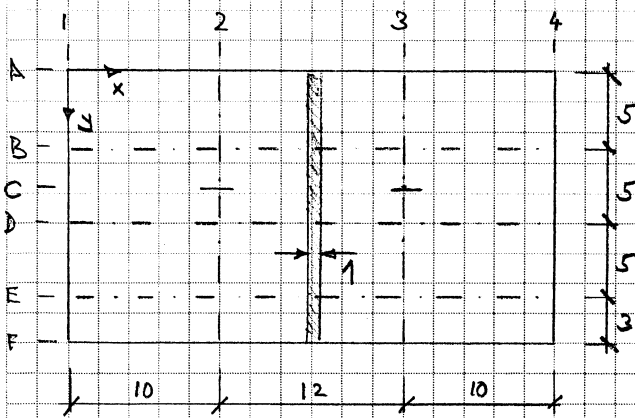


Aufgabe



Abmessungen in m.
Deckengefälle von 2% für Entwässerung vereinfachend vernachlässigt.

Betrachten Sie einen mittleren 1m breiten Streifen der Deckenplatte der Einstellhalle. Bemessen Sie die Bewehrung auf Tragsicherheit gemäss Norm SIA 262.

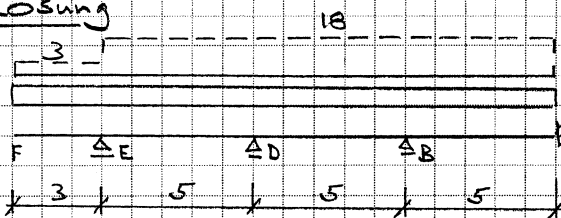
Wählen Sie Beton C 25/30, Betonstahl B500B und eine Bewehrungsüberdeckung $c_{nom} = 35$ mm.

Ausser ihrer Eigenlast (Rauhlast 25 kN/m^2) hat die 0.24 m dicke Platte eine Auflast (Abdichtung/Belag) von 2 kN/m^2 sowie zwischen den Achsen A und E eine Nutzlast von 12 kN/m^2 zu tragen. Zwischen den Achsen E und F ist eine Schneelast von 2 kN/m^2 zu berücksichtigen. Alle Lastangaben entsprechen charakteristischen Werten.

Vereinfachend darf ein Durchlaufträger ABDE mit Kragarm EF angenommen werden. Die Anordnung der Momentenlinie über den 0.4 m breiten Unterszügen B, D und E ist zu berücksichtigen. Die Einspannung in die 0.36 m dicke Rückwand A darf als starr behandelt werden.

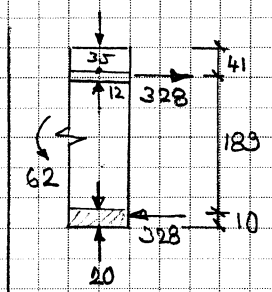
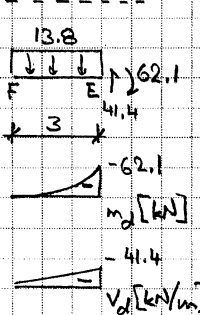
Die Unterszüge B, D, E sowie 2, 3 werden ebenso wie die obersten 0.96 m der Wände A, 1 und 4 zusammen mit der Deckenplatte betoniert, d.h. bei den Stützen C2, C3, E2, E3 sowie in den Wänden A, 1 und 4 wird eine Arbeitsfuge in der Höhe von 5m über OK haltenboden angeordnet.

Lösung



$q_d = 12 \cdot 1.5 = 18$ bzw. $2 \cdot 1.5 = 3 \text{ kN/m}^2$ (ungünstigste Stellung)
 $q_d = (0.24 \cdot 25 + 2) \cdot 1.35 = 10.8 \text{ kN/m}^2$

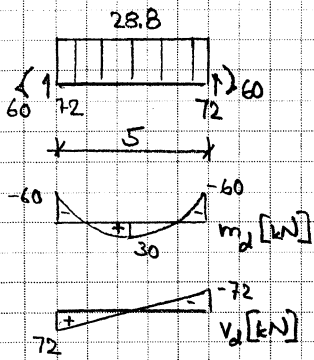
Kragarm EF



Annahme $\phi 12 @ 150$ in oberster (4.) Lage
 $a_s = \frac{12^2 \cdot \pi}{4 \cdot 0.15} = 754 \text{ mm}^2/\text{m}$, $a_s \cdot f_{sd} = 754 \cdot 435 = 328 \text{ kN/m}$
 $f_{ed} = 16.5 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \frac{a_s \cdot f_{sd}}{f_{ed}} = 20 \text{ mm} \rightarrow \text{Hebelarm} = 189 \text{ mm}$
 $m'_{Rd} = 328 \cdot 0.189 = 62 \text{ kNm/m} \approx -m_{d, \min}$, o.k.

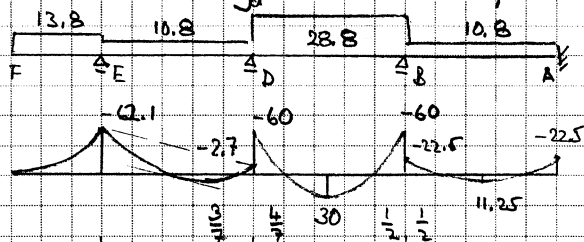
N.B. Effektiv ergibt sich wegen der Unterszugsbreite von 0.4 m eine Nettoanspannung von 2.8m. Das Moment am Rand des Unterszugs beträgt $13.8 \cdot \frac{(2.8)^2}{2} = 54.1 \text{ kNm/m}$.
 Die gewählte Bewehrung $\phi 12 @ 150$ ist ausreichend.

Innenfeld



Die für den Kragarm gewählte Bewehrung $\phi 12 @ 150$ ist auch für die Innenfelder ausreichend, $m_{d,min} = -60 \text{ kNm/m}$.

Die positiven Feldmomente werden maximal, wenn die anschließenden Felder nur mit q_d belastet werden, z.B.



$$-10.8 \cdot \frac{5^2}{8} + \frac{62.1}{2} = -2.7$$

Fasteinspannmomente [kN]

Momenten-Verteilzahlen

Momentenausgleich nach CROSS

Gemäss SA 261, Ziffer 2.1.2, sind Eigenlasten nicht nach Einflusszonen zuzuordnen.

Grundsätzlich sind die Grenzwertlinien der Momente m_x durch m bzw. m_{rd} abzuzeichnen.

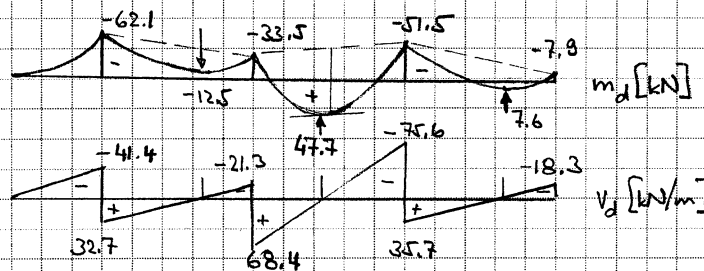
Hier vereinfachte Betrachtung einzelner massgebender Fälle.

$\phi 12 @ 300$ entspricht Mindestbewehrung:

$$\rho = \frac{377 \text{ mm}^2/\text{m}}{159 \text{ mm}} = 0.19\%$$

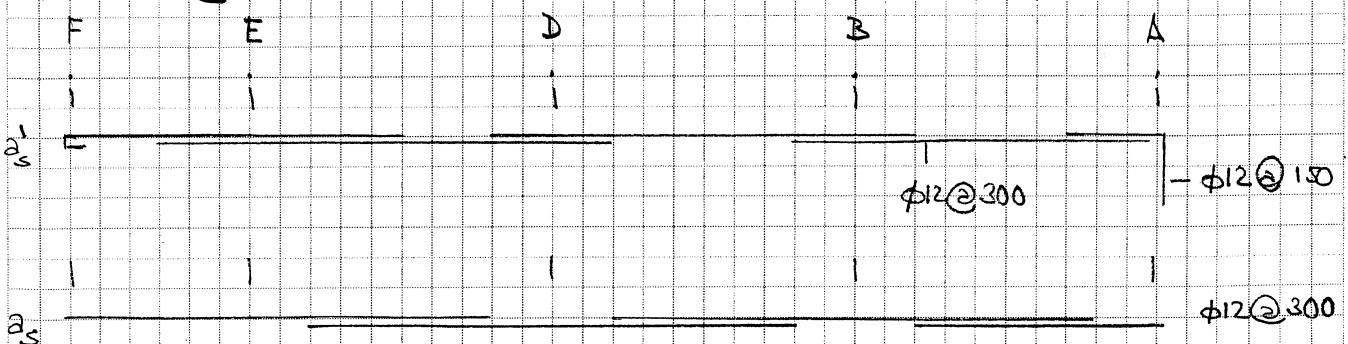
	-2.7	60	-60	22.5	-22.5
	-24.6	-32.7	-16.4		
	13.5	27.0	26.9	13.5	
	-5.8	-7.7	-3.8		
	1.0	1.9	1.9	1.0	
	-0.4	-0.6	-0.3		
			0.1	0.2	0.1
	62.1	-33.5	33.5	-51.5	51.5
					-7.9

Endgültige Momente [kN]

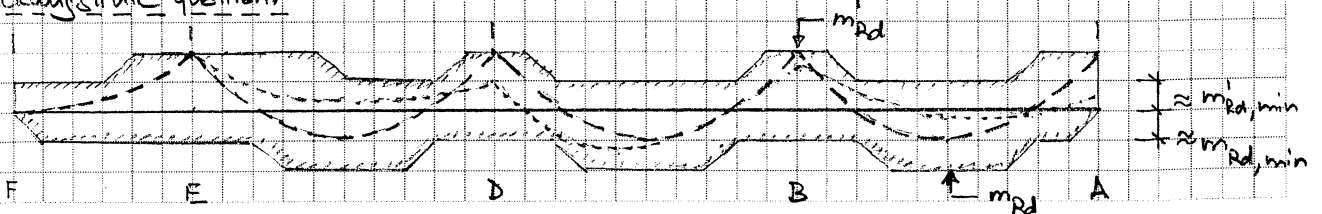


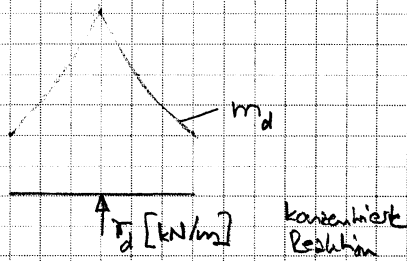
$$m_{d,max} = -33.5 + 68.4 \cdot \frac{68.4}{28.8} \cdot \frac{1}{2} = 47.7 \text{ kN}$$

Bewehrungsskizze 1:125



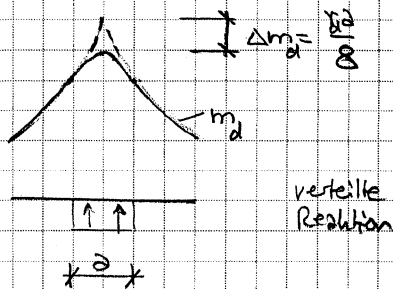
Deckungslinie qualitativ



Anrundung der Momentenlinie

z.B. $r_d = 144 \text{ kN/m}$
 $a = 0.4 \text{ m}$ } $\Delta m_d = 7.2 \text{ kN}$

Es empfiehlt sich, den Effekt der Momenten-
 anrundung beim Vorprojekt und Bauprojekt
 als stille Reserve zu behalten und erst beim
 Ausführungsprojekt in Rechnung zu stellen

Schlussbemerkungen

Die Momentenverläufe wurden hier nur qualitativ gezeichnet, Evtl. sind die Abstufungen etwas knapp.

Im Prinzip kann von den elastisch ermittelten Grenzwertlinien abgewichen werden, wenn man plastische Umlagerungen in Rechnung stellt. Damit könnte noch etwas Bewehrung eingespart werden. Wegen der ohnehin erforderlichen Mindestbewehrung, die nur ~~intensiv~~ schwächer als die rechnerisch erforderliche Bewehrung ist, hält sich der mögliche Gewinn jedoch in Grenzen.

Das Übungsbeispiel verdeutlicht sehr schön das Zusammenspiel konstruktiver und rechnerischer Betrachtungen. Die letzteren sollten so einfach wie möglich sein.