

Beispiel:

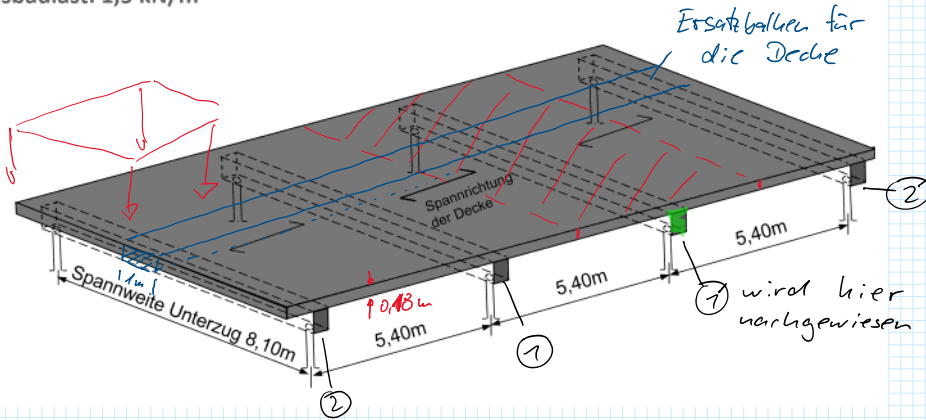
3-feldrige Unterzugsdecke

Deckenplatte 18cm dick, einachsig gespannt

Gesucht: Bemessung der Unterzüge $h/b=60/60$

Nutzlast: $q = 3,5 \text{ kN/m}^2$

Ausbaulast: $1,5 \text{ kN/m}^2$



Belastung: Flächenlast $[kN/m^2]$

Ständige Last:

Eigengewicht Decke: $g_1 = 25 \frac{kN}{m^3} \cdot 0,18m = 4,5 \frac{kN}{m^2}$

Ausbaulast

$g_2 = 1,5 \frac{kN}{m^2}$

2 ständige Last

$g = 6,0 \frac{kN}{m^2}$

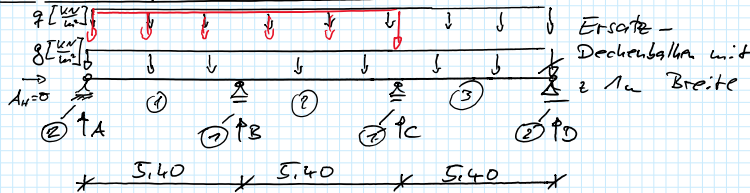
veränderliche Last: Nutzlast

$q = 3,5 \frac{kN}{m^2}$

Teilsicherheiten: $\gamma_G = 1,35$ für ständige Lasten

$\gamma_Q = 1,5$ für veränderliche Lasten

statisches System der Decke:



gesucht: größte Last für die Unterzüge

ungünstigste Laststellung der veränderlichen Last: in Feld (D)E

$\sim B = 1,2 \cdot l$

Belastung des Unterzuges:

Ständig: $g_{uz} = 1,10 \cdot 5,4m \cdot 6,0 \frac{kN}{m^2} = 35,6 \frac{kN}{m}$

Veränderlich: $q_{uz} = 1,20 \cdot 5,4m \cdot 3,5 \frac{kN}{m^2} = 22,7 \frac{kN}{m}$ (ohne Sicherheitsbeiwerte)

statisches System Unterzug:

$$\left. \begin{array}{l} q_{uz} = 22,7 \frac{kN}{m} \\ g_{uz} = 35,6 \frac{kN}{m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \max M_{ed} = \frac{l^2}{8} [g \cdot 1,35 + q \cdot 1,5] \\ \text{design} = \frac{(8,10m)^2}{8} [35,6 \frac{kN}{m} \cdot 1,35 + 22,7 \frac{kN}{m} \cdot 1,5] \\ = 673 \text{ kNm} \end{array}$$

1.4 Durchlaufträger¹⁾

1.4.1 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten über 2 bis 5 Felder²⁾

	Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
Momente		Tafelwert $\cdot q \cdot l^2$				Tafelwert $\cdot F \cdot l$
Kräfte		Tafelwert $\cdot q \cdot l$				Tafelwert $\cdot F$

Die Feldmomente M_1, M_2 usw. sind die Größtwerte der Feldmomente in den Feldern 1, 2 usw.

Lastfall	Kraftgrößen	Belastung 1	Belastung 2	Belastung 3	Belastung 4	Belastung 5	Belastung 6
M_1		0,070	-0,048	-0,066	-0,082	-0,156	-0,222
M_2		-0,125	0,172	0,207	0,244	0,313	0,667
M_3		0,375	0,172	0,786	0,911	1,375	2,667
M_4		1,250	0,656	-0,328	-0,793	-0,456	-1,733
M_5		-0,625	-0,328	-0,793	-0,456	-0,688	-1,733
M_6		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_7		0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
M_8		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_9		0,080	0,054	0,064	0,071	0,175	0,244
M_{10}		0,025	0,021	0,024	0,025	0,100	0,067
M_{11}		-0,100	-0,063	-0,074	-0,085	-0,150	-0,267
M_{12}		0,400	0,188	0,226	0,265	0,350	0,733
M_{13}		1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
M_{14}		-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,367
M_{15}		0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
M_{16}		0,101	0,068	0,080	0,090	0,213	0,289
M_{17}		-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
M_{18}		-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
M_{19}		0,075	0,052	0,061	0,067	0,175	0,200
M_{20}		-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
M_{21}		-0,050	-0,032	-0,037	-0,043	-0,075	-0,133
M_{22}		-0,117	-0,073	-0,087	-0,099	-0,175	-0,311
M_{23}		-0,033	-0,021	-0,025	-0,029	-0,050	-0,089
M_{24}		1,200	0,626	0,749	0,871	1,300	2,533
M_{25}		-0,600	-0,323	-0,387	-0,449	-0,675	-1,311
M_{26}		0,583	0,303	0,362	0,421	0,625	1,222
M_{27}		0,017	0,011	0,013	0,015	0,025	0,044
M_{28}		-0,067	-0,042	-0,050	-0,057	-0,100	-0,178
M_{29}		0,017	0,011	0,013	0,015	0,025	0,044
M_{30}		-0,083	-0,053	-0,062	-0,071	-0,125	-0,222

7.2. Vorbemessung Stahlbetonträger

- 1) Einwirkendes Moment:**
 M_{sd} bestimmen = $M_g \cdot 1,35 + M_q \cdot 1,5 = 673 \text{ kNm}$
Eigenmoment, Verkehr, Wind, Schnee
 Sicherheitsbasierte Lastsätt: $M_g = 1,35 \quad M_q = 1,5$
 $M_{s,d} = 673 + 100 = 773 \text{ kNm}$
 Stress

2) Querschnitt als \square vorgeben:
 $b = 60 \text{ cm} \quad h = 60 \text{ cm}$
 $g_{\text{Träger}} = b \cdot h \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 0,6 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
 $M_{g,d} = \frac{9 \cdot 8,1^2}{8} \cdot 1,35 \approx 100 \text{ kNm}$
 Schätzwert s. Folie

3) Innerer Hebelarm: $z = 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot (h - \text{Betondeckung})$
 (Betondeckung wird vorgegeben)
 Annahme: $\frac{d_s - \text{Stab } \phi}{2} = 6 \text{ cm} \rightarrow d = 0,60 \text{ m} - 0,06 \text{ m} = 0,54 \text{ m} \rightarrow z = 0,8 \cdot 0,54 = 0,432 \text{ m}$

4) Bewehrung auf Zugseite vorgeben

8 mm	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	20 mm	25 mm	28 mm
0,50 cm ²	0,79 cm ²	1,13 cm ²	1,54 cm ²	2,01 cm ²	3,14 cm ²	4,91 cm ²	6,16 cm ²

mit Mindestabstand: $a > 20 \text{ mm}$ oder $a > \phi_{\text{Stab}}$
 überprüfen, wie viele Stäbe hineinpassen
 $n = \frac{(b - 2 \cdot \text{nom } c)}{2 \cdot \phi_{\text{Stab}}} \Rightarrow A_s = n \cdot A_{\phi_{\text{Stab}}}$
 gewählt

5) F_{sd} berechnen: $F_{sd} = A_s \cdot f_{yd} = A_s \cdot \frac{50 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 49 \cdot \frac{50}{1,15} = 2130 \text{ kN}$
 mit $\text{nom } c = \text{Betondeckung}$

6) $M_{ed} = F_{sd} \cdot z = 2130 \text{ kN} \cdot 0,432 \text{ m} = 916 \text{ kNm}$

7) $100\% \geq \frac{M_{ed}}{M_{sd}} \geq 80\% \checkmark$
 $\frac{M_{ed}}{M_{sd}} < 80\%$ unwirtschaftlich
 $\frac{M_{ed}}{M_{sd}} > 100\%$ unsicher

8) Vorgabe Betonfestigkeit f_{ck} gewählt: C30/37 $\rightarrow f_{ck} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 3,0 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

9) Betondruckzone berechnen aufnehmbare Druckkraft
 $f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{1,15} = 0,85 \cdot \frac{3,0}{1,15} = 2,2 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
 $F_{cd} = 0,95 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_b$ mit $F_{cd} = F_{sd}$
 $\Rightarrow h_b = \frac{F_{sd}}{0,95 \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{2130 \text{ kN}}{0,95 \cdot 2,2 \text{ N/cm}^2 \cdot 60 \text{ cm}} = 22 \text{ cm}$
 Höhe der Betondruckzone: $x = \frac{h_b}{0,8} = \frac{22 \text{ cm}}{0,8} = 27,5 \text{ cm}$

10) Stahldehnung bestimmen
 $\epsilon_s = \frac{x}{d} \cdot \epsilon_{s,25\%} = \frac{27,5 \text{ cm}}{54 \text{ cm}} \cdot 25\% = 12,6\%$
 $12,6\% < 25\%$ \rightarrow **10) Querschnitt verkleinern**
 $12,6\% > 25\%$ unwirtschaftlich \rightarrow **2) Querschnitt vergrößern**
 $12,6\% > 25\%$ unsicher \rightarrow **2) Querschnitt vergrößern**

11) Innerer Hebelarm:
 $z = d - \frac{1}{2} h_b = 54 \text{ cm} - \frac{1}{2} \cdot 22 \text{ cm} = 43 \text{ cm}$
 Annahme oben: $z = 43 \text{ cm}$