

Beispiel:

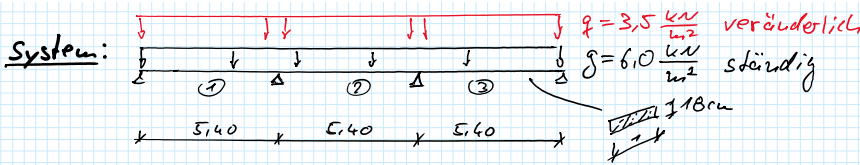
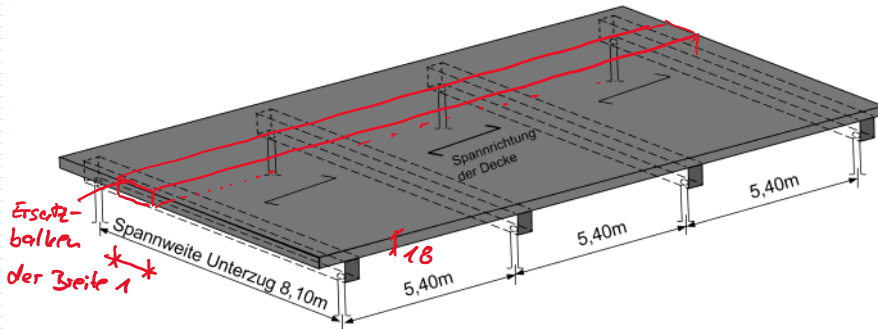
3-feldrige Unterzugsdecke

Deckenplatte 18cm dick, einachsig gespannt

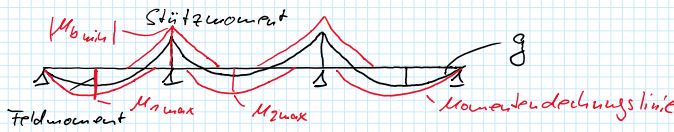
Gesucht: Bemessung der Unterzüge $h/b=60/60$

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

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



gesucht: $\max M_{\text{Feld}}: M_1, M_2$ & $\min M_{\text{Stütze}}: M_0$



zurücklast: $|M_{b, \text{min}}|$ weil am größten

$$\text{infolge } g: M_{b, \text{min}, g} = -0,100 \cdot g \cdot L^2 = -0,1 \cdot 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot (5,4 \text{ m})^2 = -17,5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\text{infolge } q: M_{b, \text{min}, q} = -0,117 \cdot q \cdot L^2 = -0,117 \cdot 3,5 \cdot 5,4^2 = -11,9 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

$$\text{Bemessungsniveau: } |M_{b, \text{sol}}| = 1,35 \cdot 17,5 + 1,5 \cdot 11,9 = 41,5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$$

Alternativ: Tafel der Größtwerte auf Bemessungsniveau!

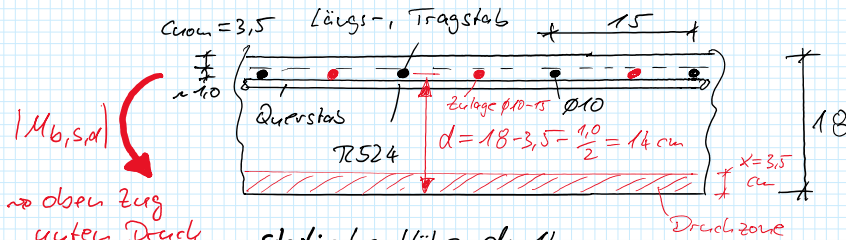
$$r = g_d + q_d = 6,0 \cdot 1,35 + 3,5 \cdot 1,5 = 13,35 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_d = 5,25$$

$$g_d/r = 5,25/13,35 = 0,4 \rightarrow M_{b, \text{sol}} = -0,107 \cdot r \cdot L^2$$

$$= -0,107 \cdot 13,35 \cdot 5,4^2 = -41,7 \approx -41,5 \text{ s.o.}$$

Flächige Bauteile: Mattenbewehrung effs. mit Stabzügen



statistische Höhe $d = 14 \text{ cm}$

$$\text{innerer Hebelarm: } z \approx 0,8 \cdot d = 0,8 \cdot 14 = 11,2 \text{ cm}$$

$$\text{Zugkraft im Stahl: erf. } F_{s, d} = \frac{M_{b, \text{sol}}}{z} = \frac{41,5 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}}{0,112 \text{ m}} = 370,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{erforderliche Bewehrung in B500: } f_{y, d} = \frac{370,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{1,25} = 43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{erf. } \alpha_s = \frac{370,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 8,5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

gewählt: R524 mit Zulage $\phi 10-15$

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	0,056	0,062	0,156	0,222
M_2		-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
M_3		0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,567
M_4		1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
M_5		-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
M_6		0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278
M_7		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_8		0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
M_9		1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
M_{10}		-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
M_{11}		0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
M_{12}		0,070	0,048	0,056	0,062	0,156	0,222
M_{13}		-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
M_{14}		0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,567
M_{15}		1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
M_{16}		-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
M_{17}		0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278
M_{18}		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_{19}		0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
M_{20}		1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
M_{21}		-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
M_{22}		0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
M_{23}		0,070	0,048	0,056	0,062	0,156	0,222
M_{24}		-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
M_{25}		0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,567
M_{26}		1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
M_{27}		-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
M_{28}		0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278
M_{29}		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_{30}		0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
M_{31}		1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
M_{32}		-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
M_{33}		0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
M_{34}		0,070	0,048	0,056	0,062	0,156	0,222
M_{35}		-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
M_{36}		0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,567
M_{37}		1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
M_{38}		-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
M_{39}		0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278
M_{40}		-0,063	-0,039	-0,047	-0,053	-0,094	-0,167
M_{41}		0,438	0,211	0,253	0,297	0,406	0,833
M_{42}		1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
M_{43}		-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
M_{44}		0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
M_{45}		0,070	0,048	0,056	0,062	0,156	0,222
M_{46}		-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,188	-0,333
M_{47}		0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,567
M_{48}		1,250	0,656	0,786	0,911	1,375	2,667
M_{49}		-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,688	-1,333
M_{50}		0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	0,278

4.16

Baustatik

1.4.2 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten und Gleichstreckenlast ($EI = \text{const}$)¹⁾

Größtwerte der Biegemomente, Auflager- und Querkräfte

$$\text{Momente} = \text{Tafelwert} \cdot r \cdot l^2$$

$$\text{Kräfte} = \text{Tafelwert} \cdot r \cdot l$$

Felder	Kraftgrößen	0,0 nur g	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
2	M_1	0,070	0,073	0,075	0,078	0,080	0,083	0,085	0,088	0,090	0,093	0,096
	M_2	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125	-0,125
	M_3	0,375	0,382	0,388	0,394	0,400	0,407	0,413	0,418	0,426	0,431	0,437
	M_4	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
	M_5	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625
4	M_1	0,080	0,082	0,084	0,086	0,088	0,090	0,092	0,095	0,097	0,099	0,101
	M_2	0,025	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050	0,055	0,060	0,065	0,070	0,075
	M_3	-0,100	-0,102	-0,103	-0,105	-0,107	-0,108	-0,110	-0,112	-0,113	-0,115	-0,117
	M_4	0,400	0,405	0,410	0,415	0,420	0,426	0,429	0,435	0,441	0,444	0,450
	M_5	1,099	1,110	1,117	1,132	1,141	1,151	1,159	1,172	1,181	1,188	1,202
5	M_1	0,077	0,079	0,081	0,084	0,086	0,088	0,090	0,093	0,095	0,097	0,100
	M_2	0,036	0,041	0,045	0,050	0,054	0,058	0,063	0,067	0,072	0,076	0,081
	M_3	-0,107	-0,108	-0,110	-0,111	-0,113	-0,114	-0,115	-0,117	-0,118	-0,119	-0,121
	M_4	0,400	0,405	0,410	0,415	0,420	0,426	0,429	0,435	0,441	0,444	0,450
	M_5	1,099	1,110	1,117	1,132	1,141	1,151	1,159	1,172	1,181	1,188	1,202

$$\text{erf. } a_s = \frac{M_{s,d}}{f_{s,d} \cdot b \cdot z} = 8,5 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$$

gewählt: R524 mit Zulage $\phi 10-15$

$$\text{vorh } a_s = 5,24 \frac{\text{cm}}{\text{m}} + \frac{0,79 \text{ cm}^2}{0,15 \text{ m}} = 10,5 \frac{\text{cm}}{\text{m}} > 8,5 = \text{erf. } a_s$$

⑤ $F_{s,d}$ berechnen: $F_{s,d} = A_s \cdot f_{s,d} = A_s \cdot \frac{S_{yk} \cdot k_{15}}{1,15} = 10,5 \cdot 43,5 = 456,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$ ~~Betondeckung~~

⑥ $M_{ed} = F_{s,d} \cdot z = 456,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 0,112 \text{ m} = 51,2 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$

100% $\geq \frac{M_{ed}}{M_{s,d}} \geq 80\%$ ✓

$\frac{M_{s,d}}{M_{ed}} = \frac{41,7}{51,2} = 81,4\%$ $\frac{M_{ed}}{M_{s,d}} < 80\%$ Unsicherlich

$\frac{M_{s,d}}{M_{ed}} = 81,4\%$ $\frac{M_{ed}}{M_{s,d}} > 100\%$ Unsicherlich

⑦ Vorgabe Betonfestigkeit $f_{cm} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ gewählt: C30/37

⑧ Betondeckungsbereich berechnen

$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{cm}}{1,5} = 1,7$ $F_{cd} = 0,95 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_b$ mit $F_{cd} = F_{s,d}$ $\Rightarrow h_b = \frac{F_{s,d}}{0,95 \cdot f_{cd} \cdot b}$ Höhe der Betondeckungsbereich: $x = \frac{h_b}{0,8}$

$= 0,85 \cdot \frac{30}{1,5} = 1,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$h_b = \frac{456,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{0,95 \cdot 1,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (100 \frac{\text{cm}}{\text{m}})^2} = 0,028 \text{ m} \approx 2,8 \text{ cm}$ $x = \frac{0,028}{0,8} = 3,5 \text{ cm}$

⑨ Stahldehnung bestimmen

[technisch Stahldehnung zeichnerisch maßstäblich]

⑩ $d = h - \text{nom } c - \frac{1}{2} \phi_{\text{Stab}}$

⑪ Vorgabe $\epsilon_c = -3,5\%$ (Betondeckungsbereich)

⑫ Drallsafe: $\frac{3,5\%}{x} = \frac{\epsilon_s}{d-x}$ $\Rightarrow \epsilon_s = 3,5\% \cdot \frac{d-x}{x}$

Stahlsdehnung: $\epsilon_s = 3,5\% \cdot \frac{14,0 - 3,5}{3,5} = 10,5\%$

$2,18\% \leq \epsilon_s \leq 25\%$ ✓ \rightarrow ⑬

$2,18\% > \epsilon_s$ Unsicherlich \rightarrow ⑭

$\epsilon_s > 25\%$ Unsicherlich \rightarrow ⑮

⑭ Querschnitt verkleinern oder \rightarrow ⑯ Stahl reduzieren

⑮ Querschnitt vergrößern oder \rightarrow ⑯ Stahl erhöhen

⑩ Innere Hebelarm:

$z = d - \frac{1}{2} h_b$ $\begin{cases} z \geq 0,95 \cdot z_{\text{aus}} \text{ ① } \checkmark \\ z < 0,95 \cdot z_{\text{aus}} \text{ ② } \rightarrow \text{ ⑮ Querschnitt vergrößern} \end{cases}$

vorh $z = 14 - \frac{1}{2} \cdot 2,8 = 12,6 \text{ cm}$ ✓

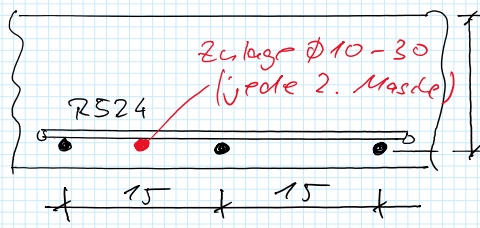
$12,6 > 0,95 \cdot 11,2 = 10,6$ ✓

für einseitig gespannte Platten

Bemessung für Feld 183:

mit $g/v = 0,4 \rightarrow \text{max } M_{s,d} = 0,088 \cdot v \cdot L^2 = 0,088 \cdot 13,35 \cdot 5,14^2 = 34,3 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$

$M_{s,d} = 34,3 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}$



erf. $f_{s,d} = \frac{34,3 \frac{\text{kNm}}{\text{m}}}{0,112 \text{ m}} = 306,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \rightarrow \text{erf. } a_s = \frac{306,3 \frac{\text{kN}}{\text{m}}}{43,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}} = 7,0 \frac{\text{cm}}{\text{m}}$

gewählt: R524 + Zulage $\phi 10$ alle 30

$\Rightarrow a_s = 5,24 + \frac{0,79 \text{ cm}^2}{0,3 \text{ m}} = 7,9 \frac{\text{cm}}{\text{m}} > 7,0$ ✓

P_{10}	0,526	0,535	0,541	0,546	0,556	0,562	0,568	0,578	0,585	0,592	0,599
P_{15}	-0,474	-0,483	-0,495	-0,505	-0,515	-0,526	-0,535	-0,546	-0,556	-0,565	-0,578
P_{20}	0,500	0,510	0,518	0,526	0,538	0,546	0,556	0,565	0,571	0,581	0,592

7.2 Betonstahlmatten B500A

Lagermatten Lieferprogramm
(ab 01.01.2008)

Länge Breite	Randabstimmung (Lagerung)	Matten- be- zeichnung	Stab- ab- stände	Mattenaufbau in		Anzahl der Längsrandstäbe	Querschnitt längs quer	Gewicht je Matte je m ²
				Innen- bereich	Rand- bereich	links rechts		
6,00 2,30		Q188 A	150 - 6,0				1,88	41,7
		Q257 A	150 - 6,0				2,57	56,8
		Q335 A	150 - 8,0				3,35	74,3
		Q424 A	150 - 9,0	/ 7,0	- 4 / 4		4,24	84,4
		Q524 A	150 - 10,0	/ 7,0	- 4 / 4		5,24	100,9
6,00 2,35		Q636 A	100 - 9,0	/ 7,0	- 4 / 4		6,36	132,0
		R188 A	150 - 6,0				1,88	33,6
		R257 A	150 - 6,0				2,57	41,2
		R335 A	150 - 8,0				3,35	50,2
		R424 A	150 - 9,0	/ 8,0	- 2 / 2		4,24	67,2
		R524 A	150 - 10,0	/ 8,0	- 2 / 2		5,24	75,7

Der Gewichtsermittlung der Lagermatten liegen folgende Überstände zugrunde:
Q188 A bis Q524 A: Überstände längs: 75,0/75,0 mm Überstände quer: 25/25 mm
Q636 A: Überstände längs: 62,5/62,5 mm Überstände quer: 25/25 mm
R188 A bis R524 A: Überstände längs: 125/125 mm Überstände quer: 25/25 mm

Eindeckung der Dicke hinsichtlich Verformung

$$g_k + q_k = 6,0 + 3,5 = 9,5 \text{ ohne Sicherheiten}$$

Tabelle 16: Deckendicke h [mm] in Abhängigkeit von den Einwirkungen $g_{k,i} + q_{k,i}$ für Durchlaufsysteme¹⁾

Systemmaß <i>L</i>	Deckendicke <i>h</i> [mm] bei Einwirkungen <i>g_{k,i}</i> + <i>q_{k,i}</i> [kN/m²] für Durchlaufsysteme ¹⁾													
[m]	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
3,0	120						120				140		160	
4,0	140						140				160		180	
5,0 ²⁾	180										200		220	
6,0 ²⁾	220										240			
7,5 ²⁾	240						260				280		300	

1)

Bei einfeldrigen Platten ist die Deckendicke *h* um ca. 15% zu erhöhen.

2)

Bei aufstehenden Trennwänden können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein (z. B. rissichere Trennwände, größere Deckendicke)

Fazit: 180 ist eher dünn
daher viel Bewehrung
Verformungen könnten ein
Problem sein

Bewehrungsführung zur Zugkraftübertragung:

