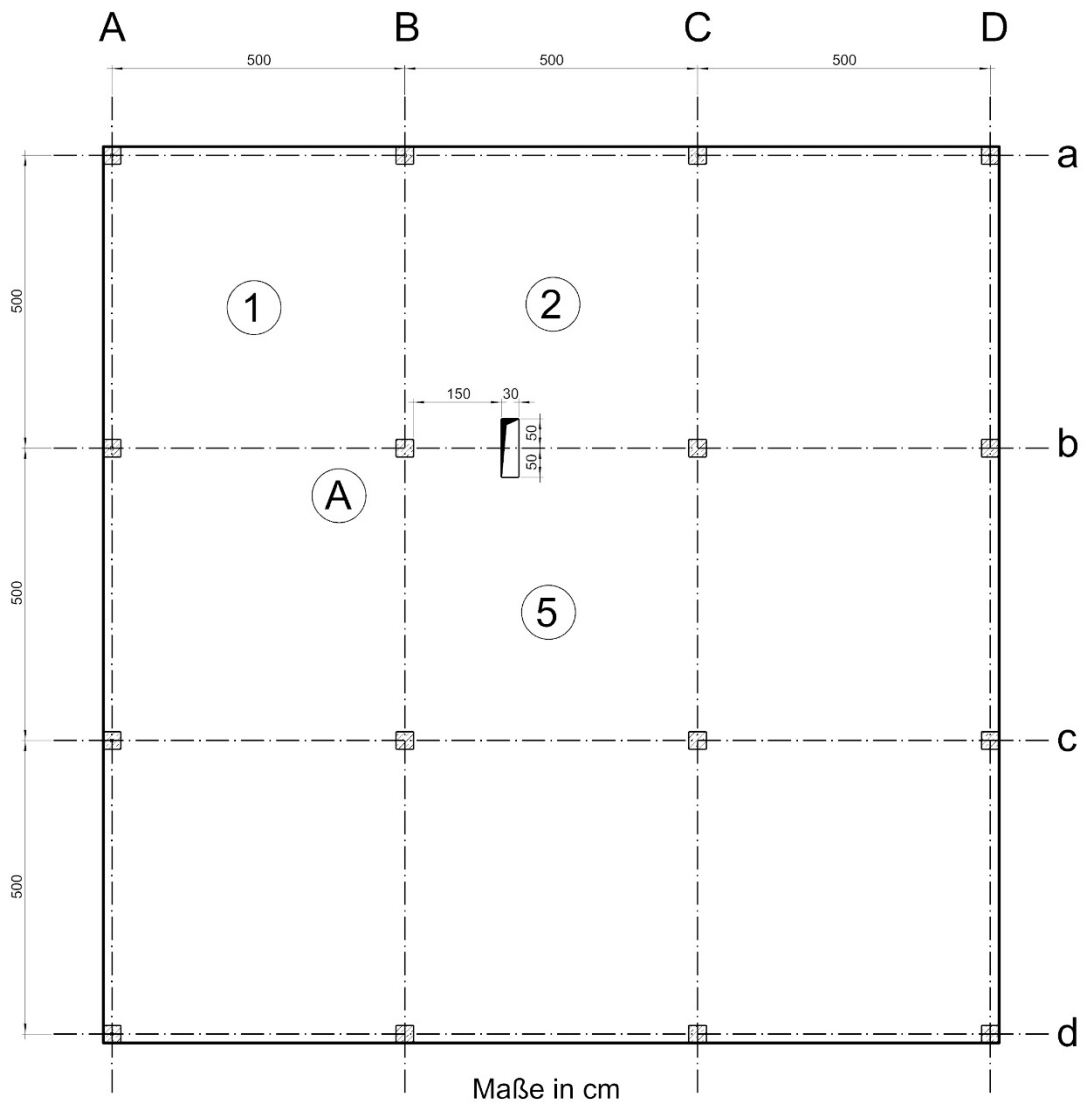
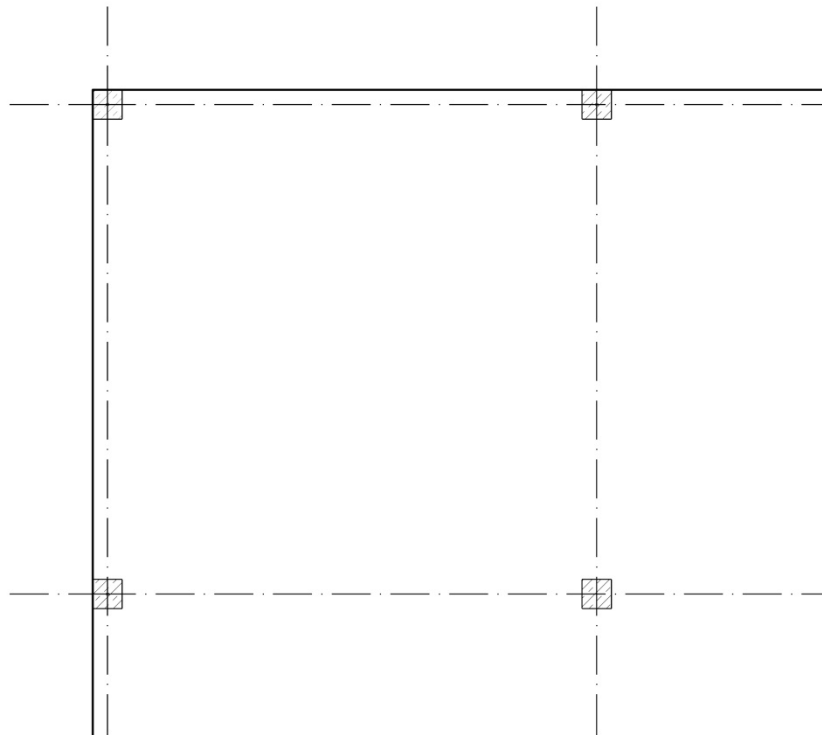
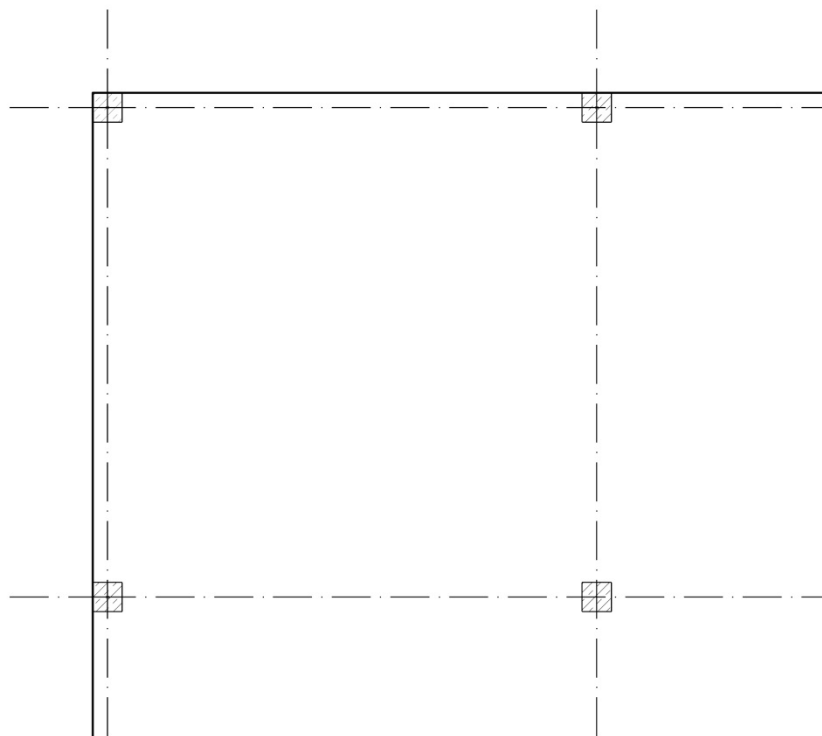


Betonbau 1	Schriftliche Prüfung 12.03.2013	Seite 3/9
o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Feix		
<p>Praktischer Prüfungsteil:</p>		<p>(67 P)</p>
<p>Beispiel 1: Flachdecke</p>		
<p>Gegeben</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Geometrie (siehe Skizze) <ul style="list-style-type: none"> ○ 3 x 3 Felder mit 5 m Stützweite in beiden Richtungen ○ Öffnung 30 x 100 cm zwischen Feld 2 und 5 ○ Deckenstärke: $h = 20$ cm ○ Stützenabmessung: 35/35 cm • Belastung <ul style="list-style-type: none"> ○ Ständige Auflast: $g_{k2} = 3,0$ kN/m² ○ Nutzlast: $q_k = 3,0$ kN/m² • Schnittgrößenermittlung - siehe Anlage • Baustoff <ul style="list-style-type: none"> ○ Beton: C25/30XC1 ○ Betonstahl: BSt 550 B 		
<p>Gesucht</p>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Biegebemessung des Feldes 1 (siehe Skizze) im GZT 2. Durchstanznachweis der Innenstütze A 3. Fertigen Sie eine Bewehrungsskizze der oberen und unteren Bewehrungslage im dafür vorgesehenen Blatt an 4. Zeichnen Sie in der Skizze ein sinnvolles Aussteifungssystem für das gegebene System ein 		
	LEOPOLD-FRANZENS-UNIVERSITÄT INNSBRUCK Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften AB Massivbau und Brückenbau	März 2013

Skizze:



Bewehrungsskizze untere Lage**Bewehrungsskizze obere Lage**

Anlage 1:

Gelenk- und Durchlaufträger

6.3 Durchlaufträger mit gleichen Stützweiten und feldweiser Belastung

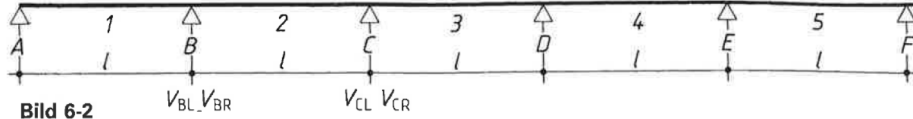
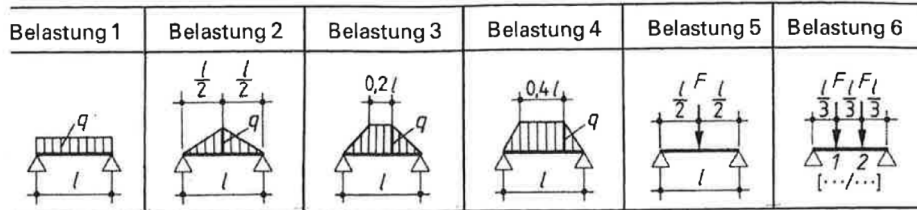


Bild 6-2



Es gilt für	Momente	Kräfte	Durchsenkung
Belastung 1...4	$k \cdot q l^2$	$k \cdot q l$	$10^{-2} \cdot k \cdot q l^4 / EI$
Belastung 5...6	$k \cdot F l$	$k \cdot F$	$10^{-2} \cdot k \cdot F l^3 / EI$

Belastungsschema	statische Größe	Belastung					
		1	2	3	4	5	6
2 gleiche Felder $0,200l, 0,200l$ 	M_1	0,070	0,048	0,056	0,063	0,156	(0,222/0,111)
	$\min M_B$	-0,125	-0,078	-0,093	-0,106	-0,187	-0,333
	A	0,375	0,172	0,207	0,244	0,313	0,667
	max B	1,250	0,656	0,786	0,912	1,375	2,667
	$\min V_{B1}$	-0,625	-0,328	-0,393	-0,456	-0,687	-1,333
	f_1	0,542	0,357	0,423	0,476	0,932	1,521
	max M_1	0,096	0,065	0,076	0,085	0,203	(0,278/0,222)
	M_B	-0,062	-0,039	-0,046	-0,053	-0,094	-0,167
	max A	0,438	0,211	0,254	0,297	0,406	0,833
	$\min C$	-0,062	-0,039	-0,046	-0,053	-0,094	-0,167
f_1	0,915	0,591	0,702	0,793	1,501	2,517	
3 gleiche Felder $0,2105l, 0,2000l$ 	M_1	0,080	0,054	0,064	0,071	0,175	(0,244/0,156)
	M_2	0,025	0,021	0,024	0,025	0,100	0,067
	M_B	-0,100	-0,062	-0,074	-0,085	-0,150	-0,267
	A	0,400	0,188	0,226	0,265	0,350	0,733
	B	1,100	0,563	0,674	0,785	1,150	2,267
	V_{B1}	-0,600	-0,313	-0,374	-0,435	-0,650	-1,267
	V_{B2}	0,500	0,250	0,300	0,350	0,500	1,000
	f_1	0,688	0,449	0,533	0,601	1,157	1,913
	f_2	0,052	0,052	0,060	0,063	0,208	0,216
	max M_1	0,101	0,068	0,080	0,090	0,213	(0,289/0,244)
M_B	-0,050	-0,031	-0,037	-0,042	-0,075	-0,133	
max A	0,450	0,219	0,263	0,308	0,425	0,867	
f_1	0,992	0,639	0,759	0,858	1,617	2,722	
max M_2	0,075	0,052	0,061	0,068	0,175	0,200	
M_B	-0,050	-0,031	-0,037	-0,042	-0,075	-0,133	
$\min A$	-0,050	-0,031	-0,037	-0,042	-0,075	-0,133	
f_2	0,677	0,443	0,525	0,592	1,146	1,883	
$\min M_B$	-0,117	-0,073	-0,087	-0,099	-0,175	-0,311	
M_C	-0,033	-0,021	-0,025	-0,028	-0,050	-0,089	
max B	1,200	0,625	0,749	0,869	1,300	2,533	
$\min V_{B1}$	-0,617	-0,302	-0,387	-0,449	-0,675	-1,311	
max V_{B2}	0,583	0,302	0,362	0,421	0,625	1,222	
max M_B	0,017	0,010	0,012	0,014	0,025	0,044	
M_C	-0,067	-0,042	-0,050	-0,056	-0,100	-0,178	
max V_{B1}	0,017	0,010	0,012	0,014	0,025	0,044	
$\min V_{B2}$	-0,083	-0,052	-0,062	-0,071	-0,125	-0,222	

Fortsetzung s. nächste Seiten

Flachdecke

Angabe und Annahmen

Geometrie

$$l := 5\text{m}$$

$$h := 20\text{cm}$$

$$d_{\text{Stahl}} := 12\text{mm}$$

Materialkennndaten

$$f_{yk} := 550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_S := 1.15 \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 478.261 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{ck} := 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \gamma_C := 1.5 \quad f_{cd} := \frac{f_{ck}}{1.5} = 16.667 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ctm} := 2.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E_S := 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon_{yd} := \frac{f_{yd}}{E_S} = 2.391 \times 10^{-3}$$

Betondeckung

$$c_{\min} := 15\text{mm}$$

$$\Delta c_{\text{dev}} := 5\text{mm}$$

$$c_{\text{nom}} := c_{\min} + \Delta c_{\text{dev}} = 2 \cdot \text{cm}$$

Belastung

$$g_{k1} := h \cdot 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{k2} := 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{k_ges} := g_{k1} + g_{k2} = 8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_d := 1.35 \cdot g_{k_ges} = 10.8 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_k := 3.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_d := 1.5 \cdot q_k = 4.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Schnittgrößen

$$M_{\max_B} := \left(-0.100 \cdot g_d \cdot 1\text{m} \cdot l^2 - 0.117 \cdot q_d \cdot 1\text{m} \cdot l^2 \right) \cdot \frac{1}{\text{m}} = -40.163 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{\max_AB} := \left(0.080 \cdot g_d \cdot 1\text{m} \cdot l^2 + 0.101 \cdot q_d \cdot 1\text{m} \cdot l^2 \right) \cdot \frac{1}{\text{m}} = 32.962 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Aufteilung der Momente auf Gurt und Feldstreifen

$$m_{\text{Ed_AB_Gurt}} := M_{\max_AB} \cdot l \cdot 60\% \cdot \frac{2}{1} = 39.555 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$m_{\text{Ed_AB_Feld}} := M_{\max_AB} \cdot l \cdot 40\% \cdot \frac{2}{1} = 26.37 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$m_{\text{Ed_B_Gurt}} := M_{\max_B} \cdot l \cdot 70\% \cdot \frac{2}{1} = -56.227 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$m_{\text{Ed_B_Feld}} := M_{\max_B} \cdot l \cdot 30\% \cdot \frac{2}{1} = -24.098 \cdot \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

$$l_x := l = 5 \text{ m}$$

$$l_y := l = 5 \text{ m}$$

$$d_{1x} := c_{\text{nom}} + 3 \cdot 6\text{mm} = 3.8 \cdot \text{cm} \quad d_{1y} := c_{\text{nom}} + 6\text{mm} = 2.6 \cdot \text{cm}$$

$$d_x := h - d_{1x} = 16.2 \cdot \text{cm} \quad d_y := h - d_{1y} = 17.4 \cdot \text{cm}$$

Mindestbewehrung und Maximalbewehrung

$$A_{s_min} := \max \left(0.26 \cdot \frac{f_{\text{ctm}}}{f_{\text{yk}}} \cdot d_x, 0.0013 \cdot d_x \right) = 2.106 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \quad A_{s_max} := 4\% \cdot h = 80 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Biegebemessung

$$m_{Ed} := m_{Ed_AB_Gurt} = 39.555 \cdot \text{kN} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\mu_{Eds} := \frac{m_{Ed}}{d_x^2 \cdot f_{cd}} = 0.090432$$

$$\zeta := 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - 2.055 \cdot \mu_{Eds}} \right) = 0.951$$

$$a_{s_erf} := \frac{m_{Ed}}{d_x \cdot \zeta \cdot f_{yd}} = 5.367 \cdot \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Bewehrung wählen und analog die restlichen vier Bereiche auf Biegung bemessen

Durchstanzen

$$a := 35\text{cm}$$

Rechteckstütze

$$b := 35\text{cm}$$

$$d := \frac{(d_x + d_y)}{2} = 16.8\cdot\text{cm}$$

Nachweis entlang u_0

$$u_0 := 2\cdot a + 2\cdot b = 1.4\text{m}$$

$$\beta := 1.15$$

$$V_{Ed} := \beta(1.11)^2 \cdot (g_d + q_d) = 532.249\cdot\text{kN}$$

$$v := 0.54$$

$$v_{Rd_max_u0} := 0.4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0.36 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{Ed_u0} := \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 0.226 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{Rd_max_u0} > v_{Ed_u0}$$

Nachweis entlang u1 (ohne Durchstanzbewehrung)

$$u_1 := 2 \cdot a + 2 \cdot b + 2 \cdot 2 \cdot d \cdot \pi = 351.115 \cdot \text{cm} \quad \text{Öffnung ist nicht zu berücksichtigen!}$$

$$C_{Rd_c} := 0.12$$

$$k := 1 + \sqrt{\frac{200 \cdot \text{mm}}{d}} = 2.091$$

$$\rho_{\max} := 0.4 \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.014$$

$$a_{s_gew} := 20 \text{cm}^2$$

$$\rho_{lx} := \frac{a_{s_gew}}{l_m \cdot d_x} = 0.0123$$

$$\rho_{ly} := \rho_{lx}$$

$$\rho_l := \sqrt{\rho_{lx} \cdot \rho_{ly}} = 0.0123$$

$$v_{\min_u1} := 0.035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}}} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.529 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v_{Rdc_max_u1} := C_{Rd_c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck} \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{N}} \right)^{\left(\frac{1}{3} \right)} \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 0.787 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v_{Ed_u1} := \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 0.104 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{Rdc_max_u1} < v_{Ed_u1} \quad \text{Durchstanzbewehrung erforderlich!}$$

Maximale Durchstanzbewehrung:

$$\kappa_{\text{gegeben}} := \frac{V_{\text{Ed}_u1}}{V_{\text{Rdc_max_u1}}} = 1.318 \quad \kappa := 1.65 \quad \kappa_{\text{gegeben}} < \kappa$$

$$u_{\text{out_erf}} := \beta \cdot \frac{V_{\text{Ed}}}{V_{\text{Rdc_max_u1}} \cdot d} = 462.876 \text{ cm}$$

$$r_{\text{out_erf}} := \frac{u_{\text{out_erf}} - u_0}{2 \cdot \pi} = 51.387 \text{ cm}$$

$$r_{\text{out_Bew}} := r_{\text{out_erf}} - 1.5 \cdot d = 26.187 \text{ cm} \quad r_{\text{in_Bew_min}} := 0.3 \cdot d = 5.04 \text{ cm} \quad r_{\text{in_Bew}} := 6 \text{ cm}$$
$$r_{\text{in_Bew_max}} := 0.5 \cdot d = 8.4 \text{ cm}$$

$$L_{\text{Bew}} := r_{\text{out_Bew}} - r_{\text{in_Bew}} = 20.187 \text{ cm}$$

$$s_{\text{r_max}} := 0.75 \cdot d = 12.6 \text{ cm}$$

$$n_{\text{r}} := \frac{L_{\text{Bew}}}{s_{\text{r_max}}} + 1 = 2.602 \quad n := 3$$

$$s_{\text{r_min}} := \frac{L_{\text{Bew}}}{(n - 1)} = 10.094 \text{ cm}$$

$$s_{\text{r}} := 11 \text{ cm}$$

$$\alpha := \frac{\pi}{2}$$

$$f_{\text{ywd_ef}} := 250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + 0.25 \cdot d \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^3} = 29.2 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

$$A_{\text{sw_erf}} := \frac{(\beta \cdot V_{\text{Ed}} - 0.75 \cdot V_{\text{Rdc_max_u1}} \cdot u_1 \cdot d)}{1.5 \cdot \frac{d}{s_{\text{r}}} \cdot f_{\text{ywd_ef}} \cdot \sin(\alpha)} = 3.944 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{sw_erf_Reihe1_und_Reihe2}} := 1.6 \cdot A_{\text{sw_erf}} = 6.311 \text{ cm}^2$$