
STATISCHE BERECHNUNG

Bauvorhaben: Umbau eines Wohnhauses zu 5 Wohneinheiten
Lange Gasse 5
27367 Sottrum

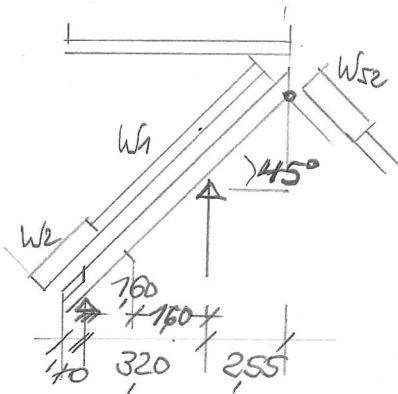
Bauherr: Lange Gasse 5 GbR
Maximilian Schrader-Rohde
Dieker Ende 3
28870 Otterstedt

Planung: Beate Bohling
Dipl.-Ing. Innenarchitektin BDIA
Andreasstraße 15
27283 Verden

DIPL.-ING. DIETMAR SEEKAMP

Ber. Ing. für Baustatik, Konstruktion u. Bauphysik
Ingenieurkammer Niedersachsen Listen Nr. 12266
Mittelweg 11, 27367 Sottrum, Tel. 04264/9247. Fax 2753
d.seekamp@gmx.de

Pos. 1 Dachsparren



Lasten =

Eigengew., Aufsparrendämmung
 Pfannen, Lattung, Dämmung + Gipskarton

$$g = 0,10 + 0,15 + 0,55 + 0,18 + 0,12 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g / \cos \alpha = 1,10 / \cos 45^\circ = 1,56 \text{ kN/m}^2$$

Schneelast = Zone 2, nordd. Tiefebene

$$s = 0,8 \cdot 0,85 \cdot 0,50 = 0,34 \text{ kN/m}^2$$

Windlast: Zone 2, Binnenland, $h \leq 10,0 \text{ m}$

$$w_{d1} = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{d2} = 0,7 \cdot 0,65 = 0,455 \text{ -}$$

$$w_{s1} = -0,4 \cdot 0,65 = -0,26 \text{ -}$$

$$w_{s2} = -0,5 \cdot 0,65 = -0,325 \text{ -}$$

$$1,56 \cdot 1,35 + (0,34 \cdot 0,5 + \frac{0,39}{\cos^2 45^\circ}) \cdot 1,5 = 3,79 \text{ kN/m}^2$$

$$1,56 + 0,34 \cdot 2,3 + 0,2 \cdot 0,39 / \cos^2 45^\circ = 2,50 \text{ kN/m}^2$$

$$0,34 + 0,6 \cdot 0,39 / \cos^2 45^\circ = 0,87 \text{ kN/m}^2 < 0,95 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{q}_1 = 0,95 \text{ kN/m}^2 \quad \bar{q}_2 = 0,34 \cdot 0,5 + 0,455 / \cos^2 45^\circ = 1,08 \text{ kN/m}^2$$

Berechnung = A. Seiten 4 u. 5

Bemessung = NK 1, KLED 1,0 $K_{def} = 0,6$

$$\text{gew} \approx \phi 6/20 \quad e \leq 0,855 \text{ m} \quad W = 468 \text{ cm}^3/\text{m} \quad I = 4678 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} = 3,18 \cdot 10^3 \cdot 1,3 / 468 \cdot 10 \cdot 24 = 0,37$$

über den Pfetten Restquerschnitt $\phi 6/14 \quad W_n = 229 \text{ cm}^3/\text{m}$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} = 3,82 \cdot 10^3 \cdot 1,3 / 229 \cdot 10 \cdot 24 = 0,90 < 1,0$$

$$w_{int} = 3,8 / \cos^2 45^\circ = 7,6 \text{ mm} \leq l / 595 < l / 300$$

$$w_{net} = 2,0 \cdot 7,6 / \cos^2 45^\circ = 6,4 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = (2,0 \cdot 7,6 + 7,6) / \cos^2 45^\circ = 10 \text{ mm} = l / 452$$

Position: 1 Dachsparren

Holzträger über 2 Felder C24					
System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	3.20	konstant	6/0.855	20.0	4666.7
2	2.55	konstant	6/0.855	20.0	4666.7
Kr links	0.40	konstant	6/0.855	20.0	4666.7

Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)		Lasttyp: 1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b			
Typ	EG Gr	VK	g _l	q _l	Abstand	g _r	q _r	Länge
1	I		1.13	0.00		1.13	0.00	
4	I	0.40	0.43	0.00	0.00	0.43	0.00	5.75
4	I	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	1.08	2.00
4	I	0.00	0.00	0.95	2.00	0.00	0.95	4.15
Nr Kl Bezeichnung					ψ0	ψ1	ψ2	γ KLED
I	4	Windlasten			0.60	0.20	0.00	1.50 kurz

Ergebnisse für 1-fache Lasten						
Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re
1	x0 = 1.31	2.18	-0.09	-2.37	3.46	-4.78
2	x0 = 1.58	1.18	-1.97	0.00	3.97	-2.43
Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze		M li	M re	V li	V re	max F min F
1		-0.18	-0.18	-0.88	3.50	4.38 2.35
2		-2.71	-2.71	-4.89	4.26	9.15 5.57
3		0.00	0.00	-2.43	0.00	2.43 1.06
Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	2.46	1.92	-0.11	4.27	4.38	2.35
2	5.62	3.53	-0.04	9.10	9.15	5.57
3	1.34	1.09	-0.28	2.15	2.43	1.06

Ergebnisse für y-fache Lasten						
Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 1.33	3.18	-0.09	-3.11	4.94	-6.67
2	x0 = 1.53	1.83	-2.31	0.00	5.41	-3.59
Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze		Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F min F
1		-0.25	-0.25	-1.26	5.00	6.26 2.24
2		-3.82	-3.82	-6.89	6.00	12.90 5.54
3		0.00	0.00	-3.59	0.00	3.59 0.77

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach EN 1995-1-1/A2:2014 (2.2.3, 7.2)						
zul w _{inst} < L/300		zul w _{fin} < L/200		zul w _{net} < L/250		
Feld	x1 (mm)	wgB (	wqB mm	w	zul w	η
Krli	0	inst: 0.0	0.0	0.0	2.7	
1	1600	inst: 2.0	1.8	3.8	10.7	0.36
2	1530	inst: 0.4	0.7	1.2	8.5	0.14

Trägerbezogene Lasten (kN,m) Winddruck							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L			2=Einzellast bei a		
		3=Einzelmoment bei a			4=Trapezlast von a - a+b		
Typ EG Gr	VK	g_l	q_l	Abstand	g r	q r	Länge
4 I	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.46	2.00
4 I	0.00	0.00	0.39	2.00	0.00	0.39	4.15

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	0.81	-0.04	0.77	0.81	-0.04
2	0.00	1.46	-0.02	1.44	1.46	-0.02
3	0.00	0.45	-0.12	0.33	0.45	-0.12

Trägerbezogene Lasten (kN,m) Windsog							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L			2=Einzellast bei a		
		3=Einzelmoment bei a			4=Trapezlast von a - a+b		
Typ EG Gr	VK	g_l	q_l	Abstand	g r	q r	Länge
4 I	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.26	4.15
4 I	0.00	0.00	0.33	4.15	0.00	0.33	2.00

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	0.47	-0.04	0.43	0.47	-0.04
2	0.00	1.01	-0.01	1.00	1.01	-0.01
3	0.00	0.37	-0.07	0.30	0.37	-0.07

Trägerbezogene Lasten (kN,m): Schneelast							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L			2=Einzellast bei a		
		3=Einzelmoment bei a			4=Trapezlast von a - a+b		
Typ EG Gr	VK	g_l	q_l	Abstand	g r	q r	Länge
1 I		0.00	0.43		0.00	0.43	
2 I	0.00	0.00	0.04	0.00			

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	0.00	0.82	-0.05	0.78	0.82	-0.05
2	0.00	1.56	-0.03	1.54	1.56	-0.03
3	0.00	0.49	-0.12	0.37	0.49	-0.12

Auflagerlasten =

$$LF_g: A_1 = 246 \text{ kN/m} \quad A_2 = 562 + 734 = 6,96 \text{ kN/m}$$

$$LF_s: A_1 = 0,82 \quad A_2 = 7,94 + 0,37 = 7,91$$

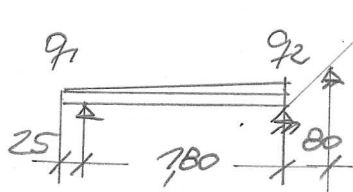
$$LF_{wd}: A_2 = 7,44 + (7,44 + 1,0) \cdot \tan 45^\circ / 2 + (0,33 - 0,30) / 2 = 2,68 \text{ kN/m}$$

$$A_{1H} = 0,77 + (7,44 + 1,0 + 0,33 + 0,30) / 2 = 2,37 \text{ kN/m}$$

$$A_1 = 0,77 - 3,07 \cdot \tan 45^\circ / 2 = -0,77$$

$$LF_{ws}: A_1 = -0,43 + 3,07 \cdot \tan 45^\circ / 2 = 1,11$$

$$A_2 = -1,00 - 2,44 \cdot \tan 45^\circ / 2 + (0,33 - 0,30) / 2 = -2,27 \text{ kN/m}$$

Pos. 2 Balkenlage der ErkerLasten =

Eigengew., Gefällekeile, Schalung, Zinkblech, Dämmung, Gipskarton

$$q = 0,06 + 0,34 + 0,78 + 0,72 = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Schneelast} = s_1 = 0,8 \cdot 0,85 = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 0,68 (1 + 45/2 \cdot 30) = 1,19$$

$$A_1 = 0,70 \cdot \frac{(180 + 205)^2}{2 \cdot 180} + \frac{205^2}{6 \cdot 180} (0,68 \cdot 2 + 1,19) + \frac{0,68}{3,0} \frac{205^2}{180} = 0,82 + 1,17 \text{ kN/m}$$

$$A_2 = 0,70 \cdot 205 - 0,82 + 205 \frac{0,68 + 1,19}{2} - 0,39 = 0,62 + 0,93 \text{ kN/m}$$

$$\max M = 180^2 \left(\frac{0,70}{8} + \frac{0,74 + 1,19}{2 \cdot 7,99} \right) = 0,28 + 0,39 = 0,67 \text{ kNm/m}$$

$$\max M_d = 0,28 \cdot 7,35 + 0,39 \cdot 1,5 = 0,96 \text{ kNm/m}$$

Benennung = NK 1, $k_{led} = 0,9$ $k_{def} = 0,6$ gew: $\phi 4/20$ + Keile 4/0-10 $e \leq 0,855 \text{ m}$

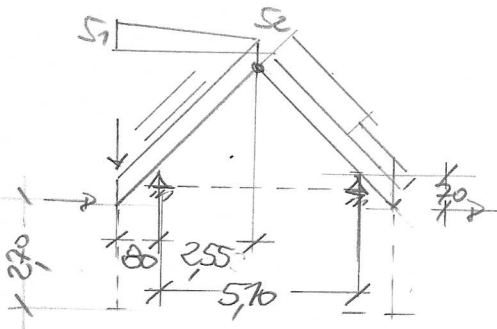
$$W = 312 \text{ cm}^3/\text{m} \quad I = 3120 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} = 0,96 \cdot 7,3 \cdot 10^3 / 312 \cdot 0,9 \cdot 24 = 0,79 < 1,0$$

Anschluss an die Sparren im Spitzboden mit 4 Nägel 38×100 oder 2 ESK-Schrauben $\phi 6/100$

$$F_{v,d} = 0,855 (0,62 \cdot 7,35 + 0,93 \cdot 1,5) = 1,77 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,d}}{F_{v,rd}} = \frac{1,77 \cdot 11}{14 \cdot 0,92 \cdot 0,9} = 0,64 < 1,0$$

Pos. 3 Spitzbodensparren über den ErkerLasten =

siehe Pos. 1 u. 2

$q/\cos \alpha$	=	156 kN/m ²
S_1	=	119 "
S_2	=	0,34 "
G_{k1}	=	0,62 kN/m
S_{k1}	=	0,93 "
W_d	=	0,39 kN/m ²
W_{s2}	=	-0,325 "

Windlasten auf die Erker:

$$\text{Luvseite: } F_H = 0,65 \cdot 0,8 \cdot 2,70/2 = 0,70 \text{ kN/m}$$

$$F_V = 0,65 \cdot 0,2 \cdot 1,80/2 = 0,12 \text{ "}$$

$$\text{Leeseite } F_H = -0,65 \cdot 0,5 \cdot 2,70/2 = -0,44 \text{ "}$$

$$F_V = -0,65 \cdot 0,3 \cdot 1,80/2 = -0,176 \text{ "}$$

Auflagerlasten =

$$LF_g: A = 0,62 + (0,80 + 2,55) \cdot 156 = 585 \text{ kN/m}$$

$$LF_S: A = 0,93 + (0,80 + 2,55) \cdot \frac{0,34 \cdot 119}{2} = 349 \text{ "}$$

$$LF_{Wd}: A_H = \frac{0,70 + 0,176}{2} + \frac{3,35}{2} (0,39 + 0,26) + \frac{2,0}{2} (0,325 - 0,26) = 2,44 \text{ kN/m}$$

$$A = \frac{0,12 \cdot 5,90 + 0,176 \cdot 0,80}{5,70} + (0,70 + 0,44) \frac{0,70}{5,70} + 0,39 \cdot 3,35 \frac{4,225 - 0,975}{5,70} - 0,325 \cdot 2,0 \frac{1,65 + 1,55}{5,70} + 0,26 \cdot 2,35 \frac{0,25 - 0,025}{5,70} = 0,85 \text{ kN/m}$$

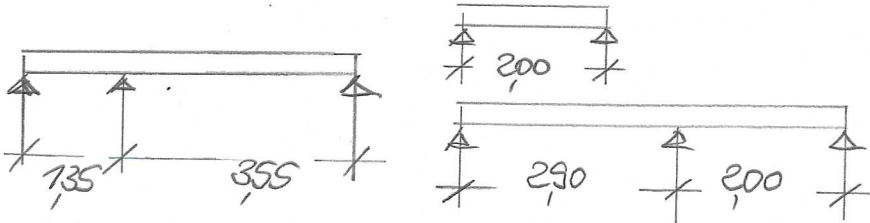
$$M_{k1} = -156 \cdot 0,80/2 - 0,62 \cdot 0,80 - \frac{0,80}{6} (119 \cdot 2 + 0,93) - 0,93 \cdot 0,80 - 0,6 (0,12 \cdot 0,80 + 0,176 \cdot 0,70 + 0,39 \cdot 2 \cdot 0,80/2) = -0,99 - 110 - 0,6 \cdot 0,84 = -259 \text{ kNm/m}$$

$$M_{k1,1} = -0,99 - 110 + 0,6 (0,44 \cdot 0,70 + 0,176 \cdot 0,80 + 0,26 \cdot 2 \cdot 0,80/2) = -144 \text{ kNm/m}$$

$$M_{k1,d} = -3,5 \cdot 0,99 - 1,5 (-110 + \frac{0,84 - 1,08}{2} \cdot 0,6) = -285 \text{ kNm/m}$$

gew: $\phi 6/20 \text{ c} \leq 0,855 \text{ m}$ wie Pos. 1

$$\min M_{1,d} \geq -382 \text{ kNm/m}$$

P.05. 4 Kehlballenlage

Lasten = Eigengew., Dichtung, Dämmung, Unterdecke
 $q = 0,08 + 0,13 + 0,17 + 0,12 = 0,50 \text{ kN/m}^2$
 Nutzlast $q_k = 2,00$

Auflagerlasten =

System 1: $A_1 = 1,35(-0,5 \cdot 0,161 + 2,0 \cdot 0,465) = -0,11 + 0,93 \text{ kN/m}$
 $A_2 = 0,50(1,35 \cdot 1,16 + 3,55 \cdot 0,595) + 2,0 \cdot 3,68 = 1,84 + 7,35 \text{ kN/m}$
 $A_3 = 3,55(0,5 \cdot 0,4105 + 2,0 \cdot 0,410) = 0,72 + 2,91 \text{ kN/m}$

System 2: $A = 0,50 + 2,00 \text{ kN/m}$

System 3: $A_1 = 2,90(0,5 \cdot 0,402 + 2,0 \cdot 0,426) = 0,58 + 2,47 \text{ kN/m}$
 $A_2 = (0,5 + 2,0) \cdot (2,9 \cdot 0,598 + 2,0 \cdot 0,707) = 1,57 + 6,29 \text{ kN/m}$
 $A_3 = 2,0(0,50 \cdot 0,293 + 2,0 \cdot 0,449) = 0,29 + 1,80$

Biegemomente =

$\min M = -(0,50 + 2,00) \frac{1,35^3 + 3,55^3}{8(1,35 + 3,55)} = -0,60 - 2,41 = -3,01 \text{ kNm/m}$

$\max M = (0,72 + 2,91)^2 / 2(0,50 + 2,0) = 0,52 + 2,12 = 2,64 \text{ kNm/m}$

$\min M_d = -0,60 \cdot 1,35 - 2,41 \cdot 1,5 = -4,43 \text{ kNm/m}$

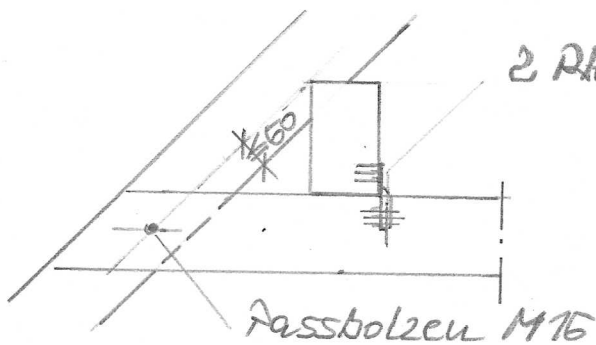
Bemessung = NKL 1, ULED 0,8 $k_{def} = 0,6$

gew: $\phi 6/20$ $e \leq 0,855 \text{ m}$ $W = 468 \text{ cm}^3/\text{m}$ $I = 4678 \text{ cm}^4/\text{m}$

$\frac{G_{m,d}}{F_{m,d}} = \frac{4,43 \cdot 10^3 \cdot 1,3}{468 \cdot 0,8 \cdot 24} = 0,64 < 1,0$

Anschluss an die Ketten =

$F_{v,d} = 0,855(0,72 \cdot 1,35 + 2,91 \cdot 1,5) = 4,56 \text{ kN}$



2 Pfeilenanker PFE 170

4x3 Ankernägel 4,0x40

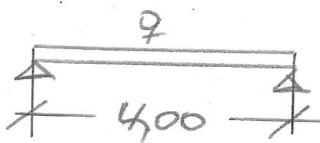
$$\frac{F_{v,d}}{F_{v,Rd}} = \frac{4,56 \cdot 73}{0,8 \cdot 90} = 0,82 < 1,0$$

Durchbiegung = $w_{inst} = \frac{355 \cdot 0,879}{11 \cdot 0,468} \left[\frac{0,79 + 0,315}{3} (1 + 0,45 \cdot 0,55) - \frac{0,6 + 2,28}{6} \right]$

$(1 + 0,45) = 1,1 + 4,6 = 5,7 \text{ mm} = l/623$

$w_{fin} = 5,7 + 0,6 (1,1 + 0,3 \cdot 4,6) = 7,2 \text{ mm} = l/493$

$w_{incl fin} = (1,1 + 4,6 \cdot 0,3) \cdot 16 = 3,7 \text{ mm}$

Pos. 5 Ausweidung an der TreppeLasten =

Eg. + Pos. 4, System 2

$$q + q = 0,70 + 0,90 + 2,0 = 0,60 + 2,00 \text{ kN/m}$$

$$A = 2,00 \cdot 4,0 / 2 = 5,2 \text{ kN}$$

$$\max M = (0,6 + 2,0) \cdot 4,0^2 / 8 = 12 - 4,0 = 5,2 \text{ kNm}$$

$$V_{d,1} = (0,60 \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,5) \cdot \frac{4,0 - 0,80}{2} = 6,10 \text{ kN}$$

$$\max M_{d,1} = 3,81 \cdot 4,0^2 / 8 = 7,62 \text{ kNm}$$

$$\text{gew: } \Phi 10/20 \quad W = 567 \text{ cm}^3 \quad I = 6667 \text{ cm}^4$$

$$\frac{G_{m,d}}{F_{m,d}} = \frac{7,62 \cdot 10^3 \cdot 73}{667 \cdot 0,8 \cdot 24} = 0,77 < 1$$

$$w_{inst} = 5,2 \cdot 4,00 / 11 \cdot 26 \cdot 0,667 = 11,8 \text{ mm} = l/339$$

$$w_{fin} = 11,8 \cdot \frac{0,6 + 0,6 (0,5 + 0,3 \cdot 2,0)}{2,6} = 14,8 \text{ mm} = l/270$$

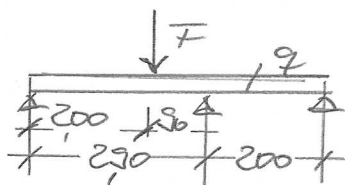
Anschluss der Pos. 4 mit Balkenschuhe 60x100, Teil-
ausnagelung mit 8x4 CNA 4,0x40

$$\frac{F_{v,d}}{R_{v,d,claus}} = \frac{0,855 \cdot 73 (0,50 \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,5)}{0,8 \cdot 77} = 0,72 < 1,0$$

Anschluss an den Hauptbalken mit Balkenschuh
 BSN 100/140, Teilausnagelung R+6 CNA 40x90

$$\frac{F_{v,d}}{F_{v,Rd}} = \frac{57,13}{0,8 \cdot 75,3} = 0,65$$

Pos. 6 Hauptbalken mit Last aus dem Wechsel



Lasten =

$$q + q = \frac{0,855}{2} (0,5 + 2,0) = 0,22 + 0,86 = 1,08 \text{ kN/m}$$

$$G + Q = \frac{4,0}{2} (0,6 + 2,0) = 1,2 + 4,0 = 5,2 \text{ kN}$$

$$M_{SE} = -(0,22 + 0,86) \frac{2,90^3 + 2,0^3}{8 \cdot 4,90} - (1,2 + 4,0) \frac{2,0 \cdot 0,90}{2 \cdot 2,90} \left(1 + \frac{2,0}{2,90}\right) \frac{2,90}{4,90}$$

$$= -0,56 - 1,78 - 0,35 = -2,69 \text{ kNm}$$

$$M_1 = (0,22 + 0,86) \cdot \frac{2,90}{2} + (1,2 + 4,0) \frac{0,90}{2,90} - \frac{0,56 + 1,78}{2,90} = 0,50 + 1,88 = 2,38 \text{ kNm}$$

$$\max M_1 = (0,90 + 1,88) \cdot 2,0 - (0,22 + 0,86) \cdot \frac{2,0^2}{2} = 0,56 + 2,04 = 2,60 \text{ kNm}$$

$$\max |V| = (0,22 + 0,86) \frac{2,90}{2} + (1,2 + 4,0) \cdot \frac{2,0}{2,90} + \frac{0,56 + 1,78}{2,90} = 1,34 + 4,74 = 6,08 \text{ kN}$$

$$\max |M_{d,l}| = 0,56 \cdot 1,35 + 2,38 \cdot 1,5 = 3,95 \text{ kNm}$$

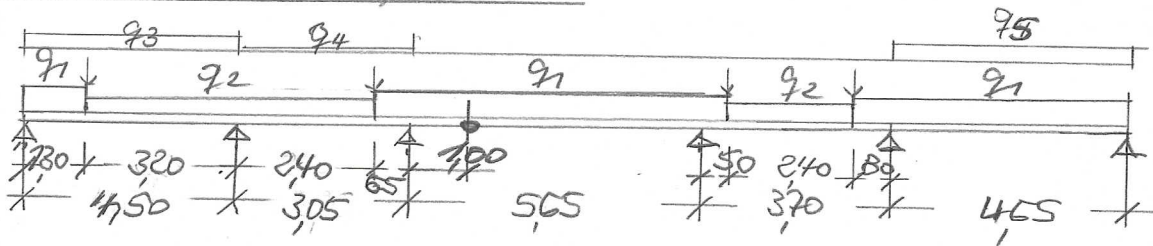
$$\max |V_{d,l}| = 1,34 \cdot 1,35 + 4,74 \cdot 1,5 = 8,90 \text{ kN}$$

Bemessung: $\eta_{k1} 1, \eta_{k2} 0,8, \eta_{def} = 0,6$

$$\text{gew: } \phi 6/20 \quad W = 400 \text{ cm}^3 \quad I = 4000 \text{ cm}^4$$

$$\frac{G_{m,d}}{F_{m,d}} = \frac{3,95 \cdot 1,3 \cdot 10^3}{400 \cdot 0,8 \cdot 24} = 0,67 < 1,0$$

$$\frac{V_{d,l}}{F_{v,d}} = \frac{8,90 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{6 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 1,3} = 0,70 < 1,0$$

Pos. 7 Mittelpfetten

Lasten = Eigengewicht $g = 0,26 \text{ kN/m}$

Dachlast aus Pos. 1, A2

$$g_1 + g_1 = 6,96 + (2,68 + 1,91 \cdot 0,5) = 6,96 + 3,04 \text{ kN/m}$$

Dachlast Pos. 3

$$g_2 + g_2 = 5,85 + (3,49 + 0,85 \cdot 0,6) = 5,85 + 4,00 \text{ kN/m}$$

Umlenklast aus horizontale Windlast

$$Q = 2,44 \cdot 2,40 / 2 = 2,95 \text{ kN}$$

Last aus Kegelballenlage Pos. 4

$$g_3 + g_3 = 0,72 + 2,91 \text{ kN/m}$$

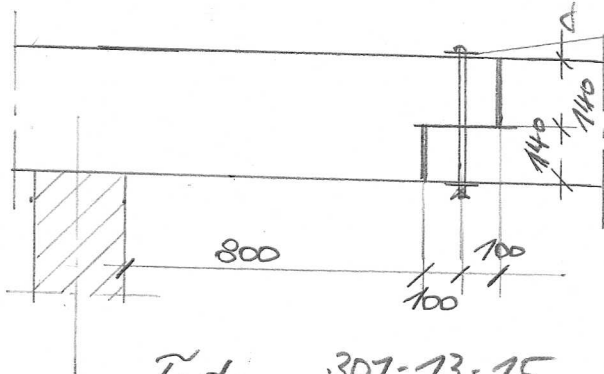
$$g_4 + g_4 = 0,29 + 1,80 \text{ kN/m}$$

$$g_5 + g_5 = 0,58 + 2,47 \text{ kN/m}$$

Berechnung u. Bemessung = s. Seiten 12-14

gew = $\Phi 18/28$

Stoßausbildung



2 Zugbolzen M16 (4.6)

Scheiben $\phi 68 \times 6$

$$\frac{F_{ax,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{30,7 \cdot 1,3}{2 \cdot 253 \cdot 0,9} = 0,86$$

$$k_v = \frac{280}{140} \left(1 - \frac{140 \cdot 100}{280 \cdot 140} \right) = 1,85$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} = \frac{30,7 \cdot 1,3 \cdot 15}{14 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 20 \cdot 1,85} = 1,07 \sim 1,0$$

Position: 7 Mittelfetten

Holzträger über 5 Felder C24					
System	Länge		Querschnittswerte		
Feld	L (m)		b (cm)	h (cm)	I _y (cm ⁴)
1	4.50	konstant	18.0	28.0	32928.0
2	3.05	konstant	18.0	28.0	32928.0
3	5.65	konstant	18.0	28.0	32928.0
4	3.70	konstant	18.0	28.0	32928.0
5	4.65	konstant	18.0	28.0	32928.0

Gelenke : in Feld 3 bei x = 1.00 m

Belastung (kN,m)		Lasttyp:		1=Gleichlast über L			2=Einzellast bei a		
				3=Einzelmoment bei a			4=Trapezlast von a - a+b		
Feld	Typ	EG	Gr	g _l	q _l	Abstand	g _r	q _r	Länge
1	4	I		7.22	3.64	0.00	7.22	3.64	1.30
	4	I		6.11	4.00	1.30	6.11	4.00	3.20
	2	I		0.00	2.95	1.30			
	1	A		0.72	2.91		0.72	2.91	
2	4	I		6.11	4.00	0.00	6.11	4.00	2.40
	4	I		7.22	3.64	2.40	7.22	3.64	0.65
	2	I		0.00	2.95	2.40			
	1	A		0.29	1.80		0.29	1.80	
3	1	I		7.22	3.64		7.22	3.64	
4	4	I		7.22	3.64	0.00	7.22	3.64	0.50
	4	I		6.11	4.00	0.50	6.11	4.00	2.40
	4	I		7.22	3.64	2.90	7.22	3.64	0.80
	2	I		0.00	2.95	0.50			
5	2	I		0.00	2.95	2.90			
	1	I		7.22	3.64		7.22	3.64	
	1	A		0.58	2.47		0.58	2.47	

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ	KLED
A 1		Wohnräume	0.70	0.50	0.30	1.50	mittel
I 4		Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50	kurz

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.

Ergebnisse für 1-fache Lasten						
Feldmomente Maximum						(kNm , kN)
Feld		M _f	M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}
1	x0 = 1.86	28.23	0.00	-19.65	29.48	-36.27
2	x0 = 1.49	0.20	-13.32	-16.75	18.16	-22.49
3	x0 = 2.97	20.93	-26.75	-18.28	32.18	-29.18
	x = 1.00	0.01		zug V =	21.31	21.31
4	x0 = 1.88	2.51	-16.94	-16.81	22.34	-21.94
5	x0 = 2.66	27.63	-21.46	0.00	36.96	-27.73

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze		M _{li}	M _{re}	V _{li}	V _{re}	max F min F
1		0.00	0.00	0.00	29.48	29.48 13.64
2		-24.73	-24.73	-37.40	21.93	59.33 21.21
3		-26.75	-26.75	-26.43	32.18	58.61 28.88
4		-24.57	-24.57	-30.53	24.86	55.40 28.09
5		-26.47	-26.47	-25.12	38.03	63.15 30.22
6		0.00	0.00	-27.73	0.00	27.73 14.52

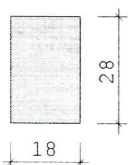
Auflagerkräfte (kN)					
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	min
1	14.35	15.13	-0.71	28.77	13.64
2	25.30	34.04	-4.08	55.25	21.21
3	33.71	24.90	-4.83	53.77	28.88
4	32.01	23.39	-3.92	51.48	28.09
5	32.91	30.25	-2.68	60.47	30.22
6	15.26	12.47	-0.74	26.99	14.52

Auflagerkräfte (kN)								
EG	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3		Stütze 4	
	max	min	max	min	max	min	max	min
g	14.4	14.4	25.3	25.3	33.7	33.7	32.0	32.0
A	5.6	-0.2	12.2	-0.1	2.8	-1.5	0.1	-1.5
I	9.5	-0.5	21.9	-4.0	22.1	-3.3	23.3	-2.4

Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 5		Stütze 6	
	max	min	max	min
g	32.9	32.9	15.3	15.3
A	7.9	-0.1	4.9	0.0
I	22.3	-2.6	7.6	-0.7

Ergebnisse für-fache Lasten						
Feldmomente Maximum (kNm , kN)						
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 1.87	38.44	0.00	-24.88	39.81	-48.11
2	x0 = 1.58	4.85	-15.66	-16.20	26.04	-29.42
3	x0 = 2.98	29.88	-37.75	-24.23	45.35	-40.57
	x = 1.00	0.02		zug V =	30.14	30.14
4	x0 = 1.87	7.75	-19.51	-19.94	31.56	-31.26
5	x0 = 2.64	37.62	-27.02	0.00	49.02	-37.40
Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze		Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F
1		0.00	0.00	0.00	39.81	13.12
2		-34.50	-34.50	-50.24	32.27	16.42
3		-37.75	-37.75	-37.92	45.35	25.47
4		-35.75	-35.75	-43.04	36.92	25.11
5		-36.99	-36.99	-36.87	51.16	27.11
6		0.00	0.00	-37.40	0.00	13.85

Bemessung: EN 1995-1-1/A2:2014 C24		
Nutzungs-kategorie 1	kdef = 0.60	γM = 1.30
		γM(A) = 1.00



$E_{mean} = 1100 \text{ kN/cm}^2$ $G_{mean} = 69 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{m,k}, M_y = 24.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k}, M_z = 24.0 \text{ N/mm}^2$
 $f_{v,k}, V_z = 4.0 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k}, V_y = 4.0 \text{ N/mm}^2$

Normalspannungen $b/h = 18/28$							
Der Druckgurt ist kontinuierlich gehalten.							
Feld Nr.	x (m)	$M_{y,d}$ (kNm)	$\sigma_{d,o}$ (N/mm ²)	$\sigma_{d,u}$ (N/mm ²)	k_{crit}	k_{mod}	$\sigma_{d/fm,d}$
1	1.87	38.44	-16.34	16.34	1.00	0.90	0.98
2	0.00	-34.50	14.67	-14.67	1.00	0.90	0.88
	1.58	-23.78	10.11	-10.11	1.00	0.90	0.61
3	0.00	-37.75	16.05	-16.05	1.00	0.90	0.97
	2.99	29.88	-12.70	12.70	1.00	0.90	0.76
4	0.00	-35.75	15.20	-15.20	1.00	0.90	0.91
	1.87	-15.76	6.70	-6.70	1.00	0.90	0.40
5	0.00	-36.99	15.73	-15.73	1.00	0.90	0.95
	2.64	37.62	-16.00	16.00	1.00	0.90	0.96

Der Beiwert $k_h = 1.00$ nach EN 1995 3.2 (3) ist berücksichtigt.

Schubspannungen $b/h = 18/28$						
Stütze Nr.	x (m)	$V_{z,d}$ (kN)	τ_D (N/mm ²)	k_{mod}	$\tau_{d/fv,d}$	
1	re 0.001	39.79	1.18	0.90	0.64	
2	li 0.001	-50.23	1.49	0.90	0.81	
	re 0.001	32.25	0.96	0.90	0.52	
3	li 0.001	-37.90	1.13	0.90	0.61	
	re 0.001	45.34	1.35	0.90	0.73	
4	li 0.001	-43.03	1.28	0.90	0.69	
	re 0.001	36.90	1.10	0.90	0.59	
5	li 0.001	-36.85	1.10	0.90	0.59	
	re 0.001	51.14	1.52	0.90	0.82	
6	li 0.001	-37.38	1.11	0.90	0.60	

EN 1995 6.1.7 : $k_{cr} = 0.67$

Nachweis Gebrauchstauglichkeit nach EN 1995-1-1/A2:2014 (2.2.3,7.2)							
zul $w_{inst} < L/300$		zul $w_{fin} < L/200$		zul $w_{net} < L/250$			
Feld	x_1 (mm)	wgB (mm)	wqB (mm)	w	zul w	η	
1	2250	inst: 6.8	7.1	14.0	15.0	0.93	
		fin: 10.9	7.6	18.6	22.5	0.82	
		net: 10.9	7.6	18.6	18.0	1.03	
2	1525	inst: -2.4	-2.8	-5.2	10.2	0.51	
		fin: -3.8	-2.9	-6.7	15.3	0.44	
		net: -3.8	-2.9	-6.7	12.2	0.55	
3	2825	inst: 10.2	6.8	17.0	18.8	0.90	
		fin: 16.3	6.9	23.2	28.3	0.82	
		net: 16.3	6.9	23.2	22.6	1.03	
4	1850	inst: -2.3	-2.9	-5.2	12.3	0.42	
		fin: -3.7	-3.0	-6.7	18.5	0.36	
		net: -3.7	-3.0	-6.7	14.8	0.45	
5	2325	inst: 8.1	6.4	14.6	15.5	0.94	
		fin: 13.0	6.9	19.9	23.3	0.86	
		net: 13.0	6.9	19.9	18.6	1.07	~ 1.0

Pos. 8 Pfettenstützen

Stützenlast $\max F = 32,9 + 0,7 \cdot 7,9 + 22,3 = 60,7 \text{ kN}$
 $\max F_{\text{d}} = 60,7 \cdot 1,5 - 32,9 \cdot 0,15 = 86,1 \text{ kN}$

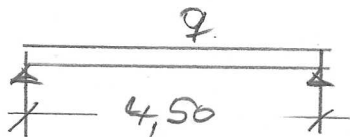
Knicklänge $l_{\text{cr}} \leq 300 \text{ m}$

gew: $\phi R/18$ $\lambda = 300 \cdot \sqrt{R}/R = 86,6 \rightarrow \eta_t = 0,394$

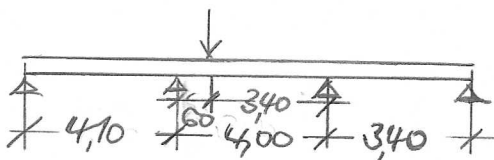
$G_{\text{cr,d}} / \eta_t \cdot F_{\text{cr,d}} = 86,1 \cdot 1,3 / 0,394 \cdot 0,9 \cdot 21 \cdot R \cdot 18 = 0,70 < 1,0$

Auflagerpressung $\frac{F_{\text{cr,d}}}{A_{\text{eff}} \cdot \eta_{\text{cr}} \cdot F_{\text{cr,d}}} = \frac{86,1 \cdot 1,3}{18(R+6) \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 2,5} = 1,02 \sim 1,0$

Pos. 9 Nachrechnung Untergang über WZ 1



Lasten aus der Deckenbalkenlage =



Eigengew. + Putzdecke + Einschub
 $0,16 + 0,45 + 0,50 \cdot 0,82 \approx 1,05 \text{ kN/m}^2$

Estrich + Schalung $1,50$

$g = 2,55$

Nutzlast Kat. 2 $q = 1,90$

Trennwand im DG. mit Last aus Pos. 4, System 1

$G = 2,50(0,115 \cdot 8 + 0,50) + 1,84 = 5,4 \text{ kN/m}$

$Q = 7,35 \text{ kN/m}$

$A_3 = 2,55(4,0 \cdot 0,471 + 3,40 \cdot 0,610) + 1,5(4,0 \cdot 0,562 + 3,40 \cdot 0,637) + (5,4 + 7,35) \cdot 0,1754$
 $= 10,95 + 7,75 = 18,7 \text{ kN/m}$

Eigengewicht + Ummantlung $g = 0,50 \text{ kN/m}$

$A = (10,95 + 0,5 + 7,75) \cdot 4,50/2 = 25,8 + 17,4 = 43,2 \text{ kN}$

$\max M = (11,45 + 7,75) \cdot 4,50^2/8 = 29,0 + 19,5 = 48,5 \text{ kNm}$

$\max M_{\text{d}} = 29,0 \cdot 1,35 + 19,5 \cdot 1,5 = 68,6 \text{ kNm}$

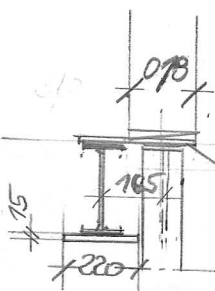
$$UDK = I 240 \quad W_{pe} = 411 \text{ cm}^3 \quad I = 4290 \text{ cm}^4$$

Der Träger ist mit Knaggen an den Deckenbalken gegen Verdrehen (Biegedrillknicken) zu sichern

$$M/M_{pl,d} = 68,6 \cdot 10^3 / 411 \cdot 235 = 0,71 < 1,0$$

$$f = 48,6 \cdot 4,50^2 / 95 \cdot 21 \cdot 0,425 = 11,5 \text{ mm} = l/390 < l/300$$

Pos. 10 Stützenverstärktes Wandauflager für Pos. 9 und Pos. 7, A2



370 bis Innenecke aus Pos. 7, A2

$$F_{1,d} = 25,3 \cdot 1,35 + (12,07 + 21,9) \cdot 1,5 = 79,8 \text{ kN}$$

$$F_{1,d} = 25,8 \cdot 1,35 + 17,4 \cdot 1,5 = 61,0 \text{ kN}$$

Vollziegelmauerwerk M2 R, NM II, $t = 115 \text{ mm}$ $f_k = 5,4 \text{ N/mm}^2$

Auflagerplatte 115×15 $L = 220 \text{ mm}$ unter dem Träger

$$\text{Mauerwerkspressung} = \frac{F_{1,d}}{A_{1,d}} = \frac{61,0 \cdot 1,5}{0,115 \cdot 0,22 \cdot 5400 \cdot 0,85} = 0,79$$

$$\text{Biegung } M_{1,d} = 61,0 (22,0 - 8,9) / 8 = 100 \text{ kNm}$$

$$W_{el} = 11,5 \cdot 1,5^2 / 6 = 4,3 \text{ cm}^3$$

$$G_{1,d} / E_{1,d} = 100 \cdot 10 / 4,3 \cdot 235 = 0,99 < 1,0$$

Stahlstütze unter dem Dachstuhl gew: HE-A 100

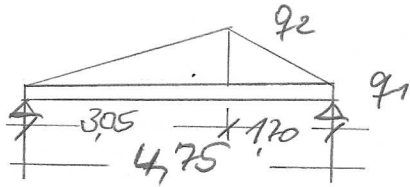
$$\text{Knicklänge } L_{cr} = 3,05 \text{ m}$$

$$\lambda = 3,05 / 251 \cdot 93,9 = 1,294 \quad \alpha_c = 0,49 \quad \lambda = 0,397$$

$$N / \chi \cdot N_{pl,d} = 79,8 \cdot 11 / 0,397 \cdot 27,2 \cdot 235 = 0,75$$

Kopf- und Fußplatten $R_{01} \times R_{02}$ $t = 10$

Pos. 11 Nachrechnung der Unterfangung der
 Wohnungstrennwand über der Küche 1



Lasten =

Eigengew. + Mauerwerk

$$q_1 = 0,90 + 0,42 (0,24 \cdot \frac{1,10}{1,5} + 0,5) = 2,20 \text{ kN/m}$$

Mauerwerk + Pos. 7, A3

$$q_2 = 3,05 \cdot 1,1 + 3,37 \cdot 2 / 4,75 = 2,67 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = (2,21 + 2,8 \cdot 0,7) \cdot 2 / 4,75 = 1,01$$

$$A_1 = 2,2 \cdot 4,75 / 2 + (2,67 + 1,01) \frac{4,75 + 1,70}{6} = 33,9 + 10,8 = 44,7 \text{ kN}$$

$$A_2 = 5,23 + (2,67 + 1,01) \frac{4,75 + 3,05}{6} = 39,9 + 13,7 = 53,6 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \max M_{(x=2,55\text{m})} &= (33,9 + 10,8) \cdot 2,55 - 2,2 \cdot \frac{2,55^2}{2} - \frac{2,67 + 1,01}{3,05} \cdot \frac{2,55^3}{6} \\ &= 55,1 + 18,4 = 73,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

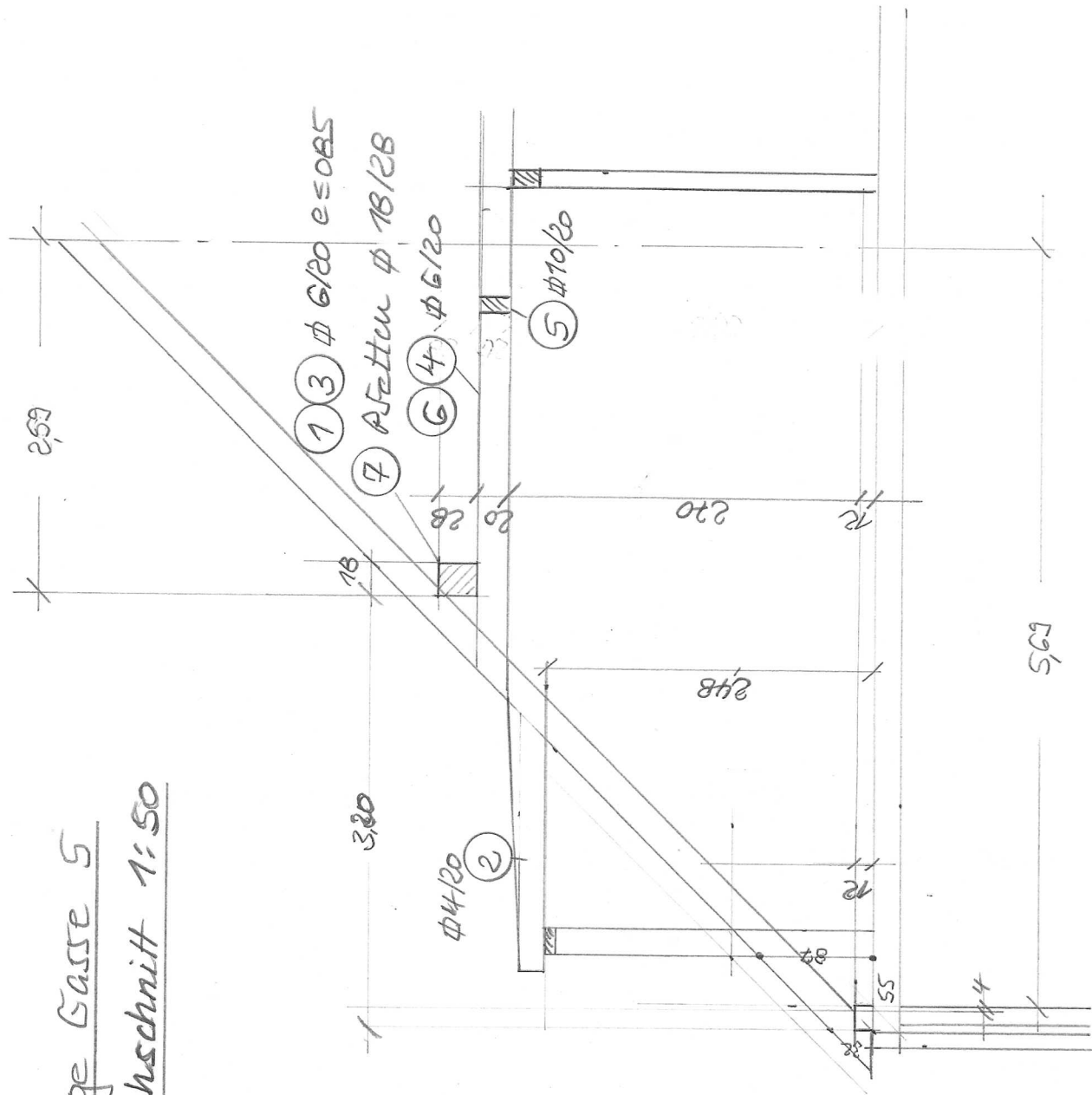
$$\max M_{(d)} = 55,1 \cdot 7,35 + 18,4 \cdot 7,5 = 102 \text{ kNm}$$

$$\text{LF } W_{pl} = 102 / 0,235 = 435 \text{ cm}^3$$

$$\text{LF } I = 73,5 \cdot 4,75 \cdot 14,8 = 5190 \text{ cm}^4$$

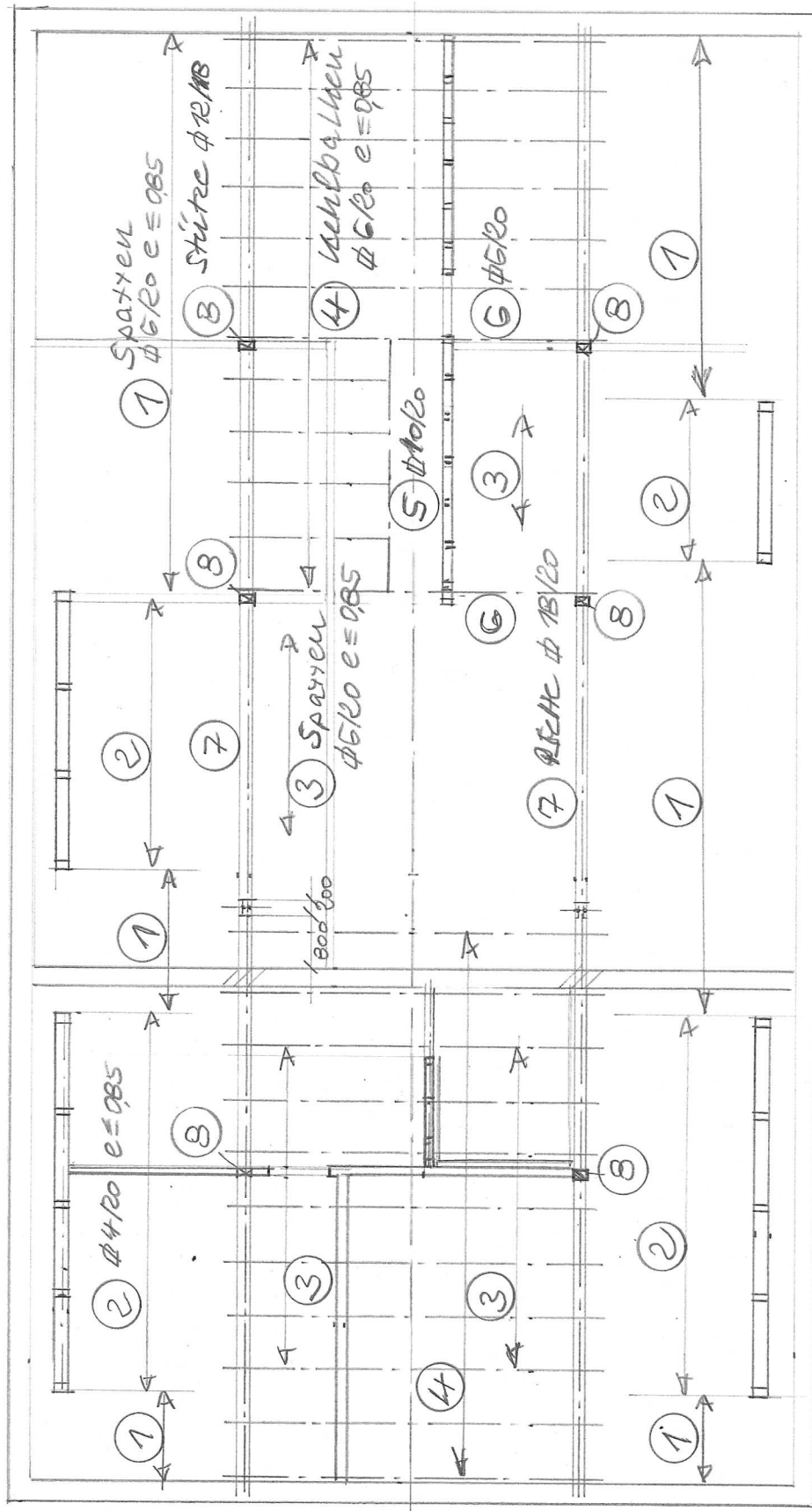
LF 2 I 220 oder 2 IPE 220 oder HEB 200

Lange Gasse 5
Dachschnitt 1:50



DIPL.-ING. DIETMAR SEEKAMP
 Ber. Ing. f. Statik, Konstruktion u. Bauphysik
 Tel. 04204/9247, FAX 04204/3333
Mittelweg 11, 27367 Scttrum

Lange Gasse 5 Positionenplan Dach



DIPL.-ING. DIETMAR SEEKAMP
Ber. Ing. f. Statik, Konstruktion u. Bauphysik
Tel. 04264/9247, FAX 04264/9273
Mittelweg 11, 27367 Solltrum