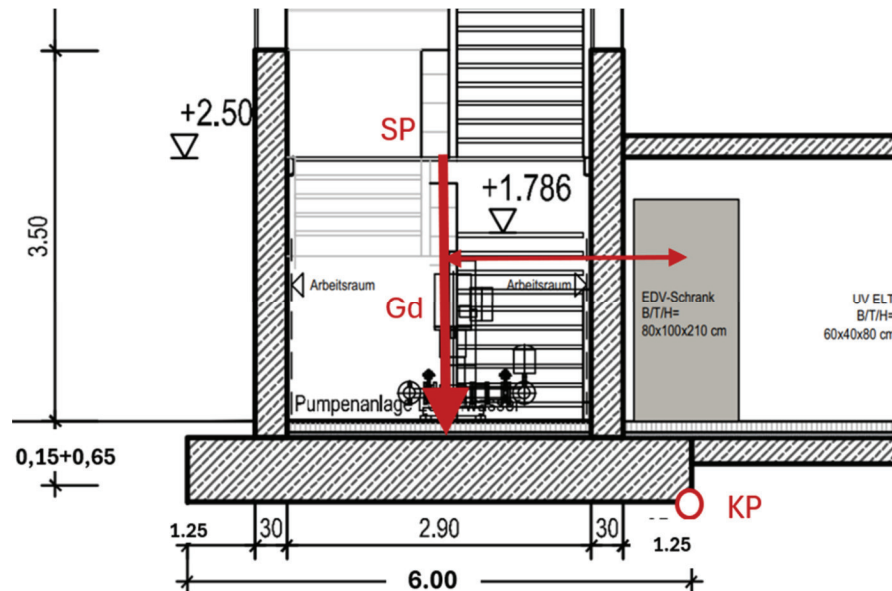


4 Bodenplatte

4.1 Stabilitätsnachweis



Günstige Auswirkung

Übungsturm

Stahlbau (plus Antenne): $G_{R,T} = 655,99 \text{ kN}$

Stahlbetonwände: $G_{R,STB} = 2 * [0,3 * 25 * 3,5 * (3,3 + 7,8)] = 582,75 \text{ kN}$

$\Sigma G = 1238,74 \text{ kN}$

Bodenplatte

Abmessungen (B x L x H): 6,00 x 9,00 x 0,65 m

Eigengewicht: $G_{RT} = 25 * 6,0 * 9,0 * 0,65 = 877,5 \text{ kN}$

$M_{G,T} = 1238,74 * 6,00/2 = 3716,2 \text{ kNm}$

$M_{G,BP} = 877,5 * 6,00/2 = 2632,5 \text{ kNm}$

$\Sigma M_G = 6348 \text{ kNm}$

($\gamma_G = 1,0$)

Ungünstige Auswirkung

Turm:

Wind:
$$W_{R,T} = (w_{d,k} + w_{s,k}) * b * h_t * A_{ref} / A$$

$$= (0,83 + 0,23) * 8,1 * 26,5 * 0,7 = 159,3 \text{ kN}$$

(202,84)
(0,52)

Lasteinleitungspunkt:
$$h_{W,R,T} = 14,9 \text{ m}$$

$$M_{W,R,T} = 159,3 * 14,9 = 2373,1 \text{ kNm}$$

(3022,3)

Wind an der Antenne:

Wind:
$$W_{R,A} = 26,0 \text{ kN}$$

Lasteinleitungspunkt:
$$h_{W,R,A} = 31,5 \text{ m}$$

$$M_{W,R,A} = 25,9 \text{ kN} * 31,5 \text{ m} = 819,0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_w = M_{W,R,T} + M_{W,R,A} = 2373,1 + 819,0 = 3192,1 \text{ kNm}$$

(3841,3)

($\gamma_w = 1,5$)

$$M_{W,Rd} = \gamma_w * \Sigma M_w = 1,5 * 3192,1 = 4788 \text{ kNm}$$

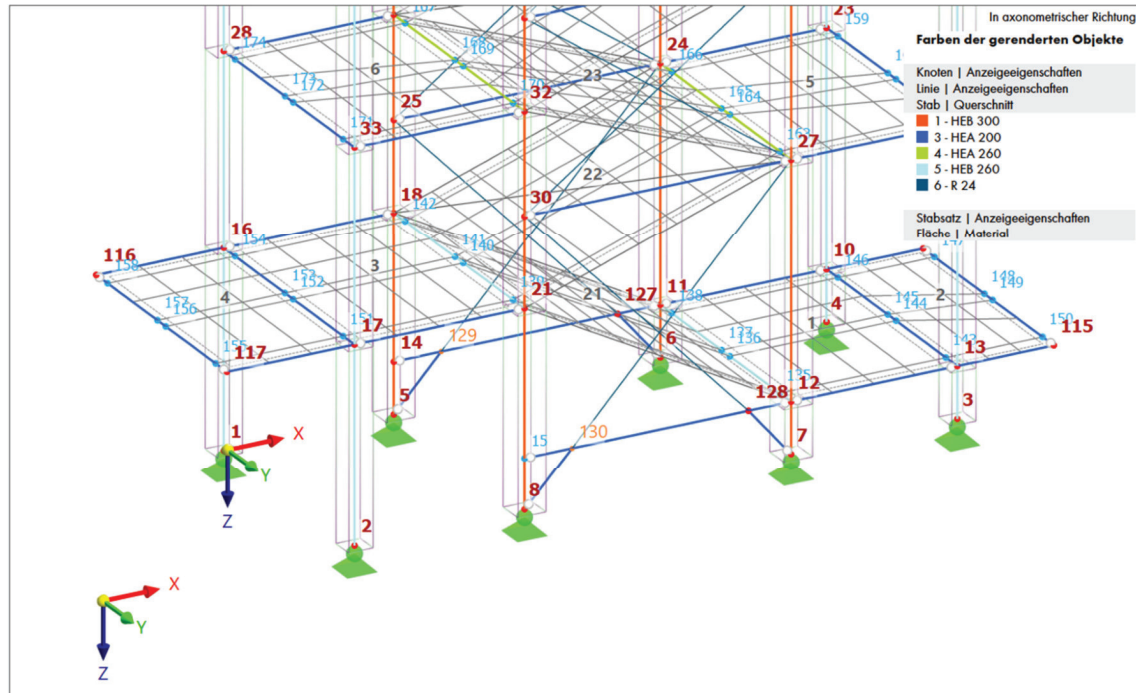
(5761,95)

Ausnutzung

$$\eta = M_{W,Rd} / M_{G,Rd} = 4788 / 6348 = 0,76$$

(5761/6348)
(0,91)

4.2 Auflagerkräfte



LF6: Nutzlasten (Podest und Balkone)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte		Lagermomente		Knotenkommentar	
			P_x [kN]	P_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	Zugehörige Belastung	
1	LF6		2.26	-1.32	105.13	0.00		
2	LF6		2.26	1.32	105.13	0.00		
3	LF6		-6.08	5.74	77.57	0.00		
4	LF6		-6.08	-5.74	77.57	0.00		
5	LF6		1.92	-0.65	75.51	0.00		
6	LF6		1.90	-3.11	61.51	0.00		
7	LF6		1.90	3.11	61.51	0.00		
8	LF6		1.92	0.65	75.51	0.00		
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten								
1	LF6	P_x	2.26	-1.32	105.13	0.00		
3		P_y	-6.08	5.74	77.57	0.00		
3		P_z	-6.08	5.74	77.57	0.00		
4		P_x	-6.08	-5.74	77.57	0.00		
1		M_x	2.26	-1.32	105.13	0.00		
6		M_y	1.90	-3.11	61.51	0.00		
1		M_z	2.26	-1.32	105.13	0.00		
1		M_x	2.26	-1.32	105.13	0.00		
1		M_y	2.26	-1.32	105.13	0.00		
1		M_z	2.26	-1.32	105.13	0.00		
3		M_x	-6.08	5.74	77.57	0.00		
4		M_y	-6.08	-5.74	77.57	0.00		
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte								
	LF6		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]			
Σ			0.00	0.00	639.45	Lasten		
Σ			0.00	0.00	639.45	Lagerkräfte		

LF7: Nutzlasten (Treppenläufe)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF7		-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF7		-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF7		-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
6	LF7		0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
7	LF7		0.31	4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
8	LF7		-0.31	2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	LF7	P_x	0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
5			-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
7		P_y	0.31	4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
6			0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		M_z	-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
8			-0.31	2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF7		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			0.00	0.00	815.06	Lasten			
Σ			0.00	0.00	815.06	Lagerkräfte			

LF8: Eislasten

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF8		0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
2	LF8		0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
3	LF8		-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
4	LF8		-0.25	-0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
5	LF8		-0.04	-0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
6	LF8		0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
7	LF8		0.20	0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
8	LF8		-0.04	0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	LF8	P_x	0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
3			-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
7		P_y	0.20	0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
6			0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	-0.04	-0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
3			-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
4			-0.25	-0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF8		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			0.00	0.00	45.14	Lasten			
Σ			0.00	0.00	45.14	Lagerkräfte			

LF9: Seilanschlagspunkte – 1

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF9		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF9		-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF9		-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
4	LF9		0.23	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
5	LF9		-0.39	-0.65	19.99	0.00	0.00	0.00	
6	LF9		-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
7	LF9		0.22	-1.85	-12.22	0.00	0.00	0.00	
8	LF9		1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
8	LF9	P_x	1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
6			-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			0.22	-1.85	-12.22	0.00	0.00	0.00	
6		P_z	-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
8			1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
5			-0.39	-0.65	19.99	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF9		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			0.00	-5.00	25.00	Lasten			
Σ			0.00	-5.00	25.00	Lagerkräfte			

LF10: Seilanschlagspunkte – 2

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF10		0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
2	LF10		0.00	2.50	59.50	0.00	0.00	0.00	
3	LF10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF10		0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
6	LF10		0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
7	LF10		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
8	LF10		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
8	LF10	P_x	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
6			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
5			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
2		P_z	0.00	2.50	59.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF10		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			0.00	5.00	25.00	Lasten			
Σ			0.00	5.00	25.00	Lagerkräfte			

LF11: Seilanschlagspunkte – 3

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P _x [kN]	Lagerkräfte P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	Lagermomente M _y [kNm]	M _z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF11		0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF11		0.10	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF11		0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF11		0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF11		-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
6	LF11		-0.95	0.44	-13.60	0.00	0.00	0.00	
7	LF11		-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
8	LF11		-0.89	-0.44	17.92	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	LF11	P _x	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
6		P _y	-0.95	0.44	-13.60	0.00	0.00	0.00	
5			-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
2		P _z	0.10	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	
7			-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		M _z	-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
3			0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF11		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]				
Σ			-5.00	0.00	25.00	Lasten			
Σ			-5.00	0.00	25.00	Lagerkräfte			

LF12: Seilanschlagspunkte – 4

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P _x [kN]	Lagerkräfte P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	Lagermomente M _y [kNm]	M _z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF12		0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
2	LF12		0.07	1.80	49.84	0.00	0.00	0.00	
3	LF12		0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF12		0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF12		-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
6	LF12		-0.68	0.32	-9.80	0.00	0.00	0.00	
7	LF12		-2.79	0.32	-12.89	0.00	0.00	0.00	
8	LF12		-0.64	-0.32	12.91	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	LF12	P _x	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			-2.79	0.32	-12.89	0.00	0.00	0.00	
1		P _y	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
5			-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
2		P _z	0.07	1.80	49.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
5		M _z	-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
3			0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF12		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]				
Σ			-3.60	3.60	25.00	Lasten			
Σ			-3.60	3.60	25.00	Lagerkräfte			

LF13: Holmlasten

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF13		0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF13		0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF13		-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF13		-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF13		0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6	LF13		-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
7	LF13		-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
8	LF13		0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	LF13	P_x	0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6			-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6			-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_z	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF13		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			-6.30	0.00	0.00	Lasten			
Σ			-6.30	0.00	0.00	Lagerkräfte			

LF14: Wind (x)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF14		-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF14		-0.19	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF14		-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF14		-7.87	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF14		49.58	-1.65	-249.54	2.55	0.00	0.00	
6	LF14		11.13	0.25	249.54	2.58	0.00	0.00	
7	LF14		11.13	-0.25	249.54	2.60	0.00	0.00	
8	LF14		49.58	1.65	-249.54	-2.60	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	LF14	P_x	49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
3			-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
8		P_y	49.58	1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
5			49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
6		P_z	11.13	0.25	249.54	0.00	0.00	0.00	
5			49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_z	-7.87	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
4			-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF14		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			105.29	0.00	0.00	Lasten			
Σ			105.29	0.00	0.00	Lagerkräfte			

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	Qw LF15		0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	Qw LF15		0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	Qw LF15		8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	Qw LF15		8.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	Qw LF15		-11.61	-1.07	252.09	255	0.00	0.00	
6	Qw LF15		-49.79	0.42	-252.09	-258	0.00	0.00	
7	Qw LF15		-49.79	-0.42	-252.09	-260	0.00	0.00	
8	Qw LF15		-11.61	1.07	252.09	260	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	Qw LF15	P _x	8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
6			-49.79	0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
8		P _y	-11.61	1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
5			-11.61	-1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
5		P _z	-11.61	-1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
6			-49.79	0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
4		M _z	8.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
3			8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF15		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			-106.25	0.00	0.00	Lagerkräfte			

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	Qw LF16		-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
2	Qw LF16		-1.04	13.73	104.80	0.00	0.00	0.00	
3	Qw LF16		-0.95	13.59	102.81	0.00	0.00	0.00	
4	Qw LF16		-0.60	13.88	-102.81	0.00	0.00	0.00	
5	Qw LF16		6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
6	Qw LF16		-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
7	Qw LF16		1.68	43.62	433.59	0.00	0.00	-0.01	
8	Qw LF16		1.00	42.55	408.02	0.00	0.00	-0.01	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	Qw LF16	P _x	6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
6			-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
6		P _y	-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
3			-0.95	13.59	102.81	0.00	0.00	0.00	
7		P _z	1.68	43.62	433.59	0.00	0.00	-0.01	
6			-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
1		M _x	-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1			-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1			-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
4		M _z	-0.60	13.88	-102.81	0.00	0.00	0.00	
5			6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF16		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			0.00	229.99	0.00	Lagerkräfte			

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	Qw LF17		-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
2	Qw LF17		-1.53	-14.04	104.79	0.00	0.00	0.02	
3	Qw LF17		0.74	-13.79	-102.76	0.00	0.00	0.01	
4	Qw LF17		-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
5	Qw LF17		13.22	-41.70	358.83	0.00	0.00	0.03	
6	Qw LF17		5.18	-39.71	412.68	0.00	0.00	0.02	
7	Qw LF17		-12.91	-40.86	-412.68	0.00	0.00	0.02	
8	Qw LF17		-0.40	-42.79	-358.83	0.00	0.00	0.03	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	Qw LF17	P _x	13.22	-41.70	358.83	0.00	0.00	0.03	
7			-12.91	-40.86	-412.68	0.00	0.00	0.02	
4		P _y	-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
8			-0.40	-42.79	-358.83	0.00	0.00	0.03	
6		P _z	5.18	-39.71	412.68	0.00	0.00	0.02	
7			-12.91	-40.86	-412.68	0.00	0.00	0.02	
1		M _x	-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1			-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1		M _y	-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1			-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
8		M _z	-0.40	-42.79	-358.83	0.00	0.00	0.03	
4			-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF17		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			0.00	-219.92	0.00	Lagerkräfte			
Σ			0.00	-219.92	0.00				

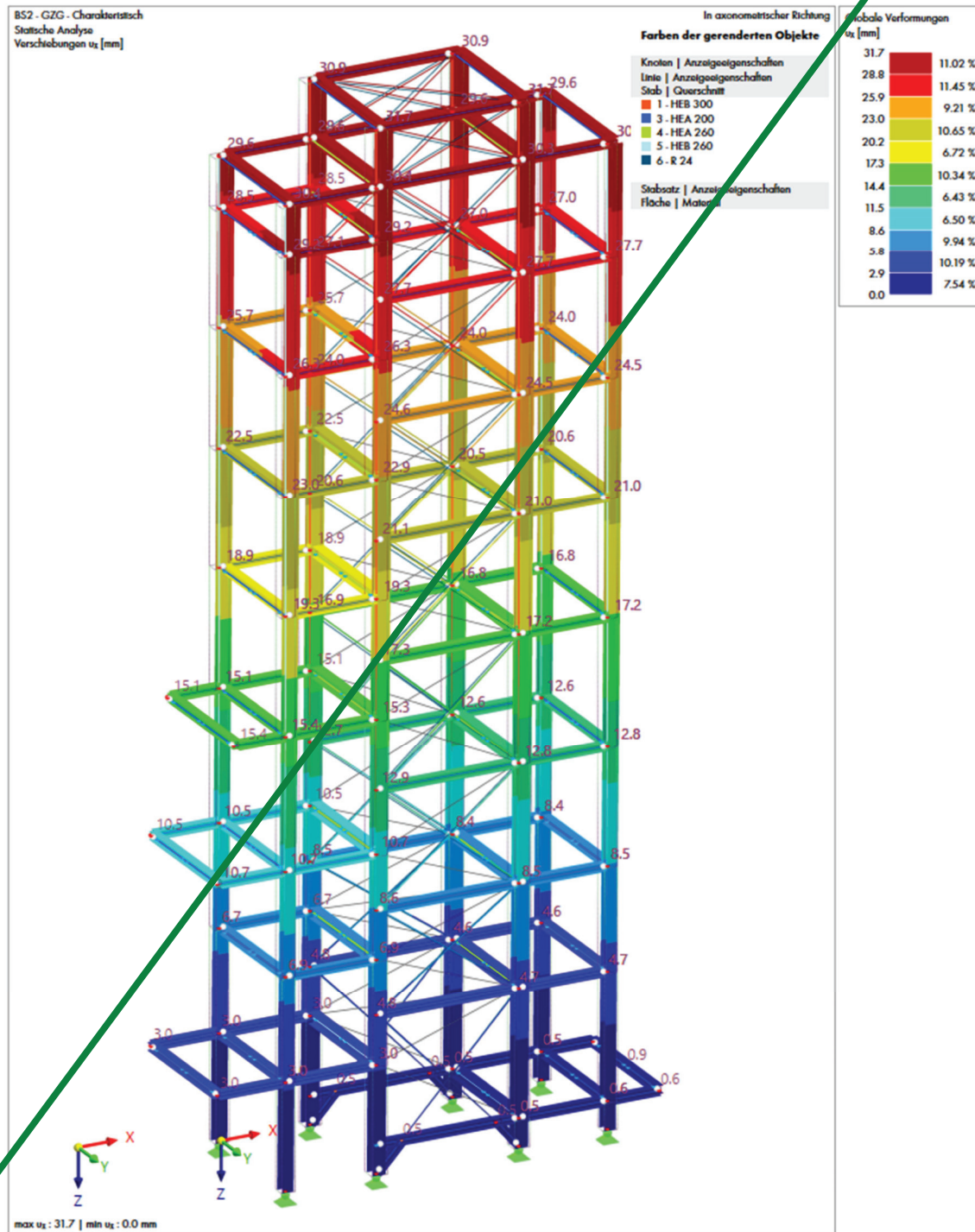
LK1717: Summe aller ständigen Lastfälle

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	GCh LK1717		0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
2	GCh LK1717		0.80	0.30	54.80	0.00	0.00	0.00	
3	GCh LK1717		-2.18	1.35	46.67	0.00	0.00	0.00	
4	GCh LK1717		-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
5	GCh LK1717		-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
6	GCh LK1717		1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
7	GCh LK1717		1.86	3.11	107.95	0.00	0.00	0.00	
8	GCh LK1717		-0.49	0.63	111.42	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	GCh LK1717	P _x	1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
4			-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
7		P _y	1.86	3.11	107.95	0.00	0.00	0.00	
6			1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
5		P _z	-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
3			-2.18	1.35	46.67	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1			0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1			0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
5		M _z	-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
4			-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	GCh LK1717		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			0.00	0.00	655.99	Lagerkräfte			
Σ			0.00	0.00	655.99				

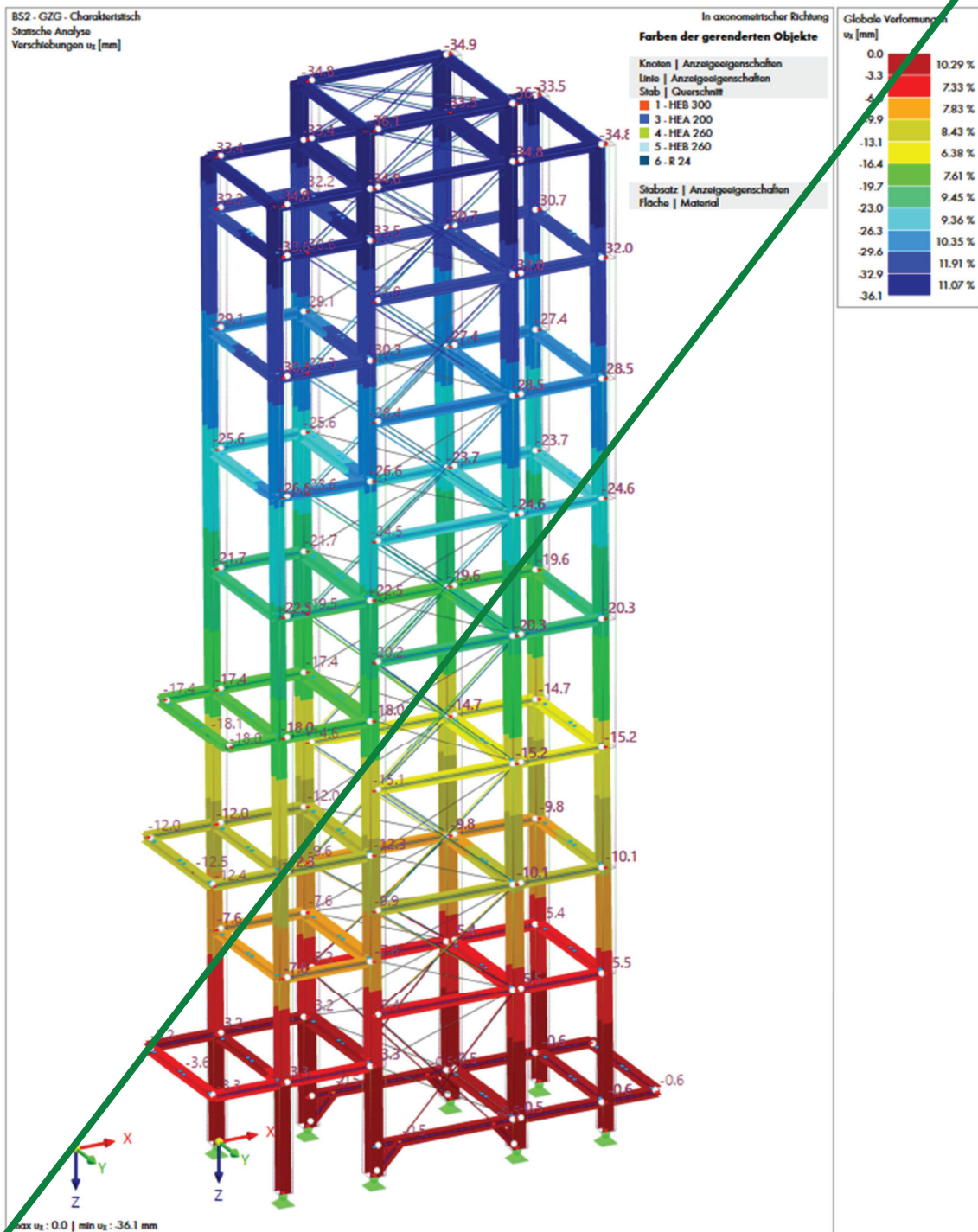
3.5.6 Verformungen

Charakteristische Verformungen

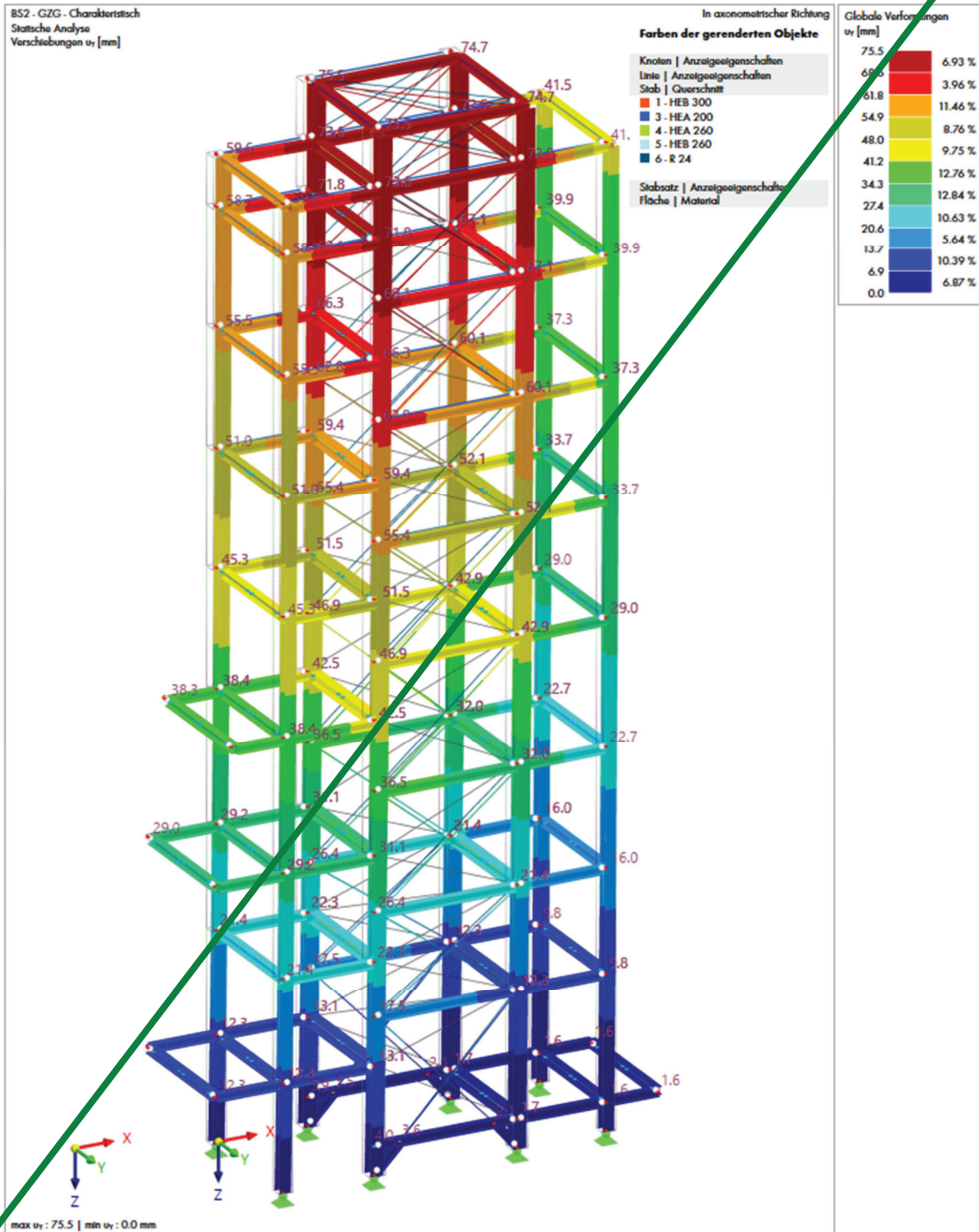
Maximale x-Richtung



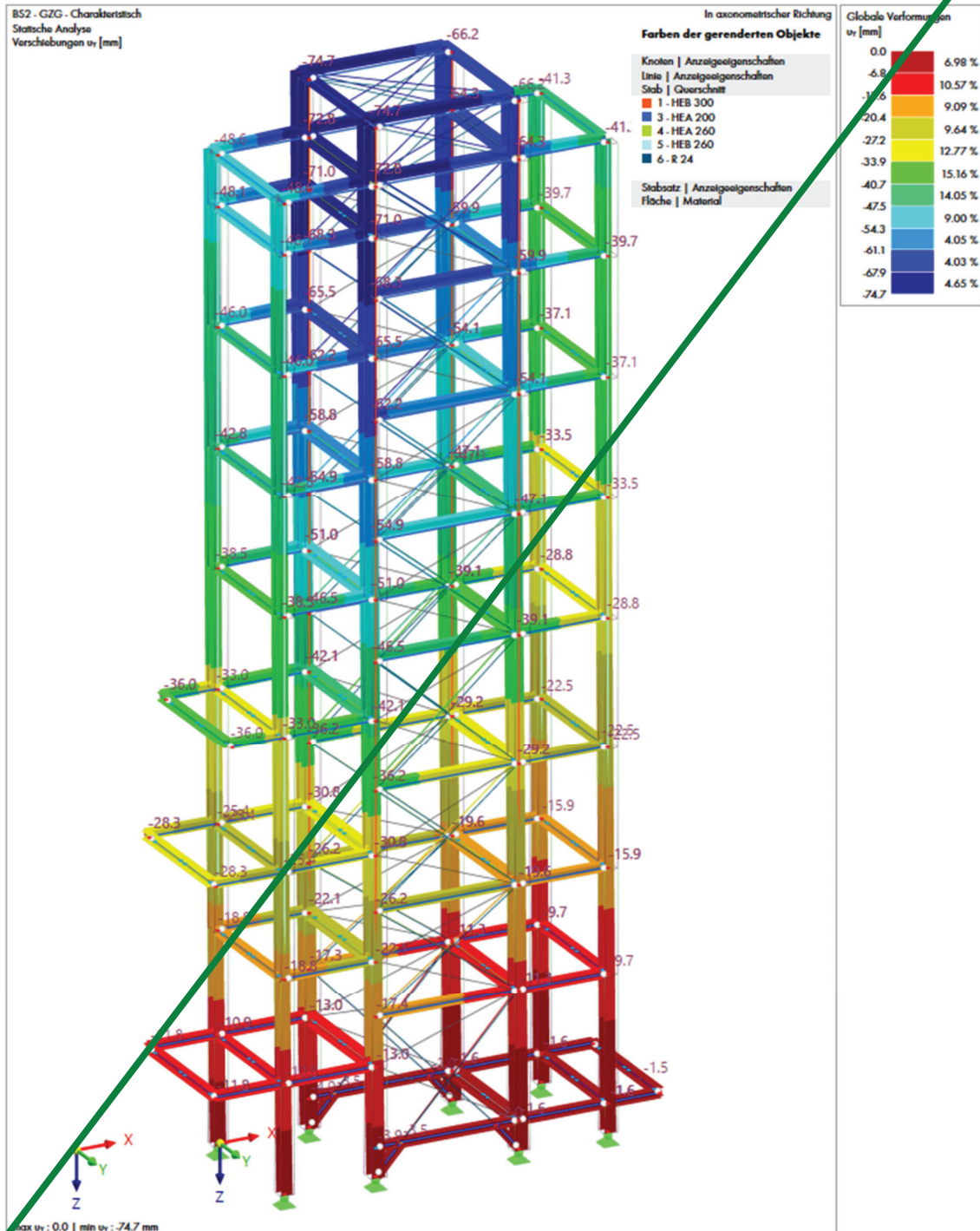
Minimale x-Richtung



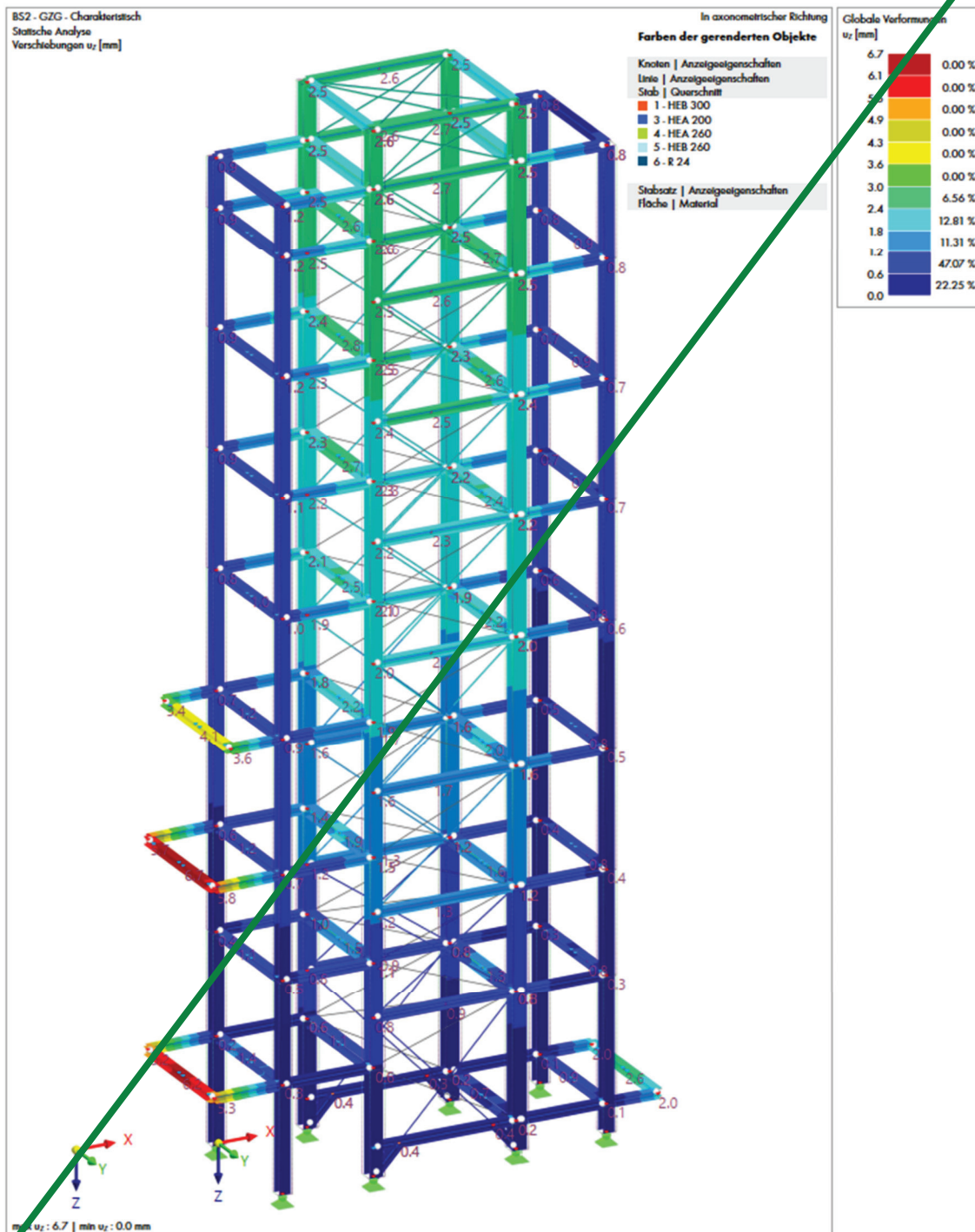
Maximale y-Richtung



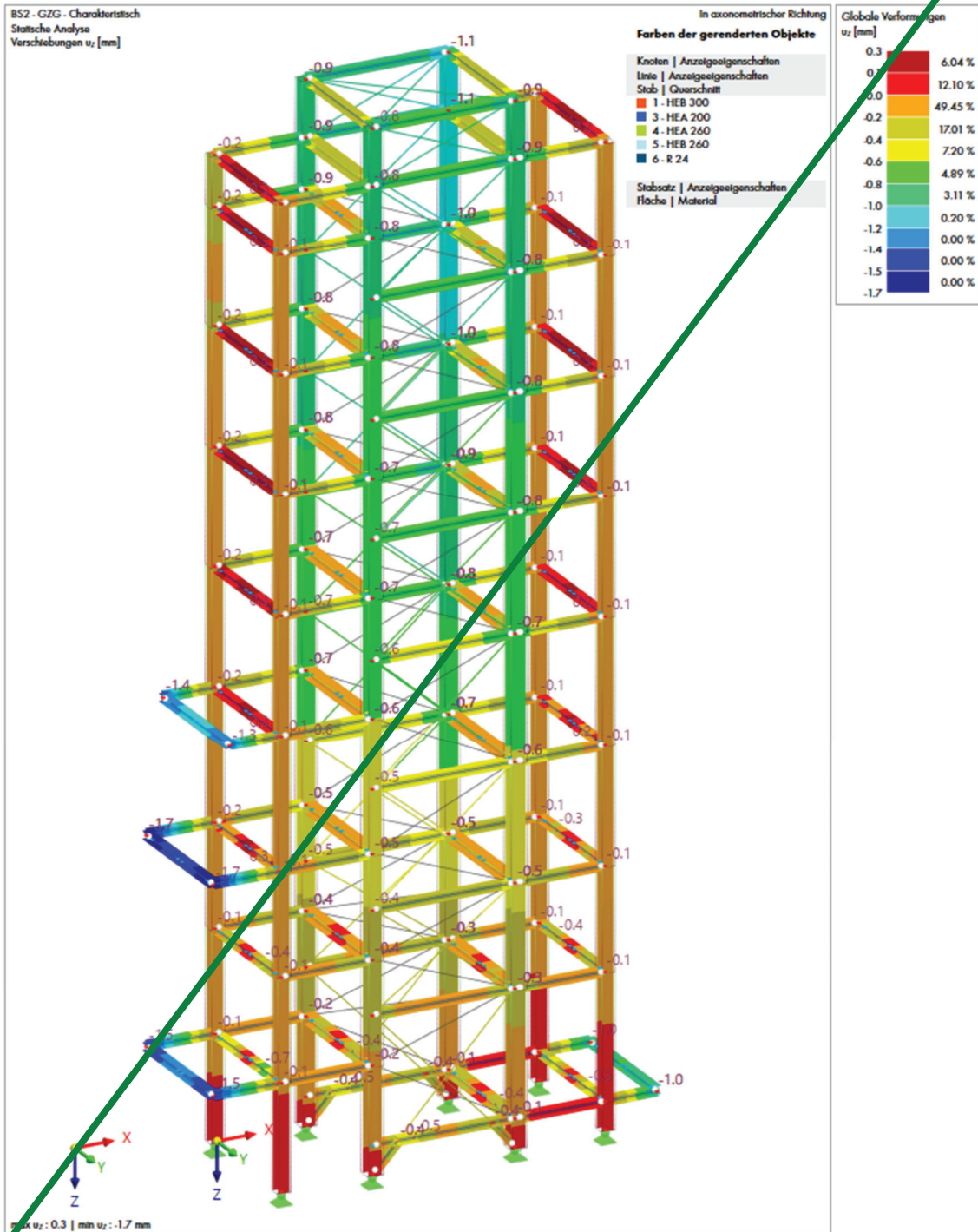
Minimale y-Richtung



Maximale z-Richtung

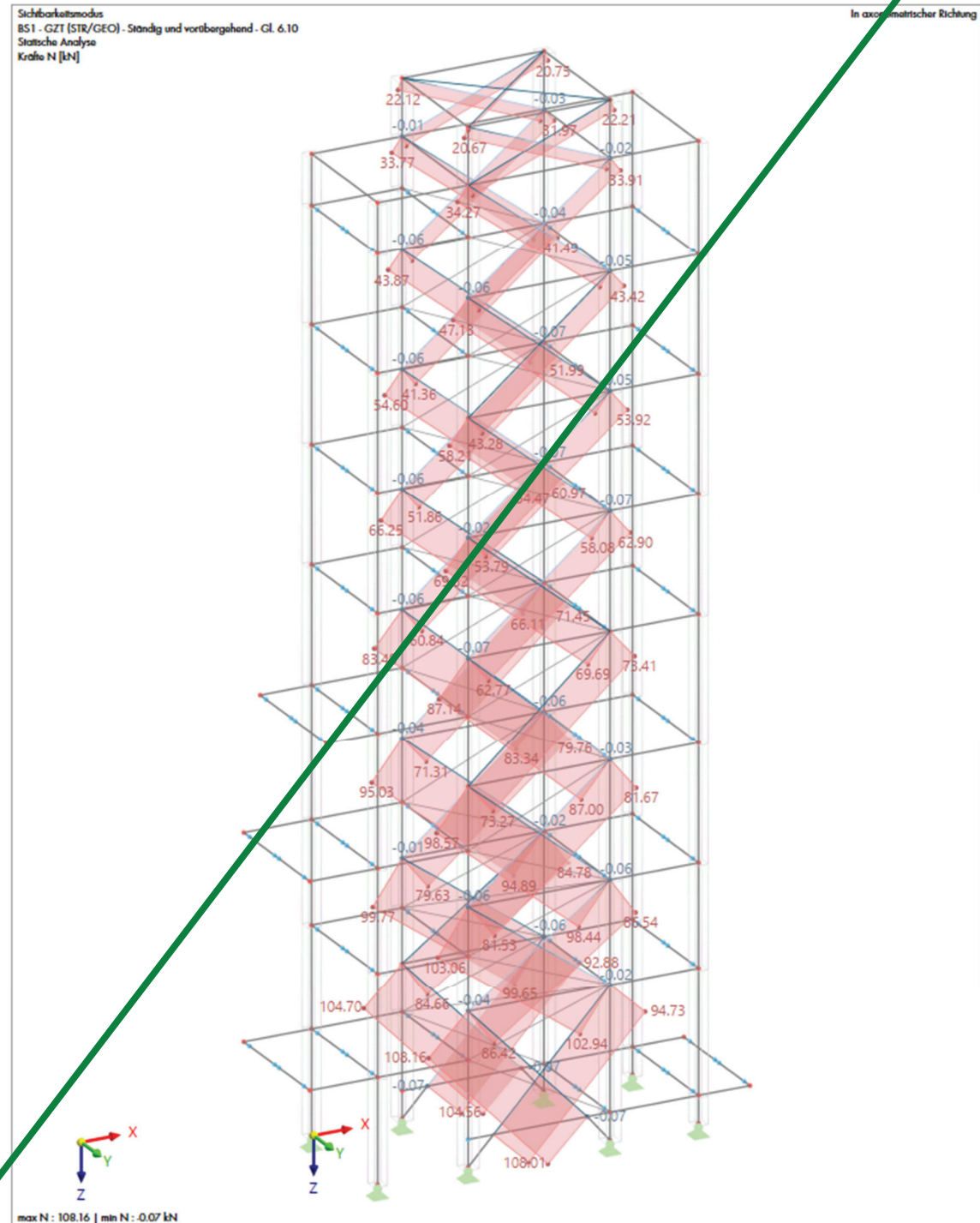


Minimale z-Richtung



3.6 Detail

3.6.1 A01-1 - Aussteifungsverband



Belastung:

$$N_{Ed,max} = 108,16 \text{ kN}$$

Tabelle 3 - C-Stahl

Zugstab-Parameter	Nenngröße		M12	M16	M20	M24
	Stabdurchmesser	mm	12	16	20	24
	Stabquerschnitt, A_g	mm ²	113	201	314	452
	Gewindesteigung	mm	1,75	2	2,5	3
	Spannungsquerschnitt, A_s	mm ²	84	157	245	353
	Stabgewicht/Meter	kg/m	0,9	1,6	2,5	3,6
Charakteristische Lastwerte	ASD0350-S	Streckgrenze	kN	-	-	-
		Zugfestigkeit	kN	-	-	-
	ASD0540-S	Streckgrenze	kN	31	85	132
		Zugfestigkeit	kN	43	110	171
Grenzzugkraft ¹	ASD0350-S	$F_{t,Rd}$	kN	-	-	-
	ASD0540-S	$F_{t,Rd}$	kN	30	79	123

Gewählt:

M24, ASD0540-S

$$F_{t,Rd} = 178 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 108,16 \text{ kN}$$

$$\eta = 0,61$$

3.6.2 H01-D1 – Holmleiterrverbindungen

Belastung:

Querkraft $F_{Ed} = 3,1 \text{ kN}$

Biegemoment: $M_{Ed} = 1,35 * 0,5 + 1,5 * 0,3 + 1,0 * 0,5 = 1,7 \text{ kNm}$

Kraft auf Schrauben:

$$F_{v,Ed} = F_{Ed}/n_s + M_{Ed}/e = 3,1 \text{ kN}/2 + 1,7 \text{ kNm}/0,080 \text{ m} = 22,8 \text{ kN}$$

Gewählt:

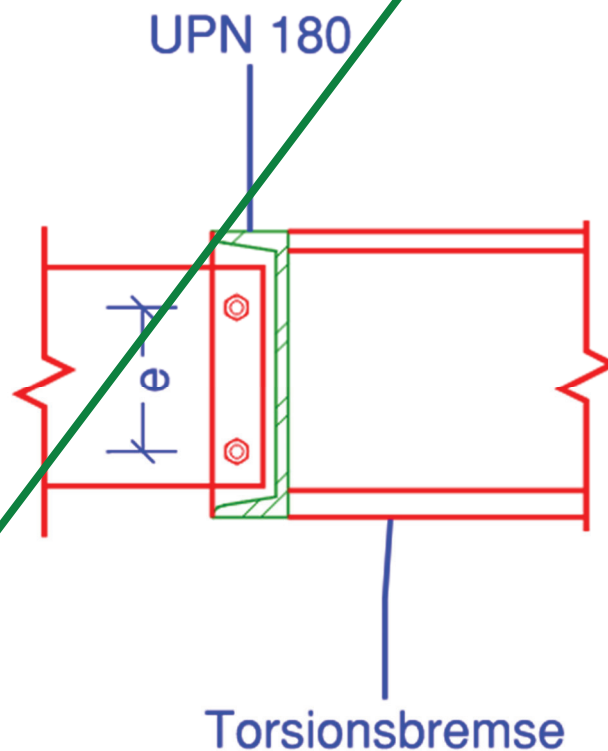
Baustahlgüte: S235

Treppenwange: UPN 180

Torsionsbremse: IPE 180

Schrauben: M12, F.K. 10.9

Platten: 15mm d.



Nachweis:

Beanspruchbarkeit auf Abscheren

$$F_{v,Rd} = 54,2 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 22,8 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 54,2 \text{ kN}$$

$$\eta = 0,42$$

Beanspruchbarkeit auf Lochleibung

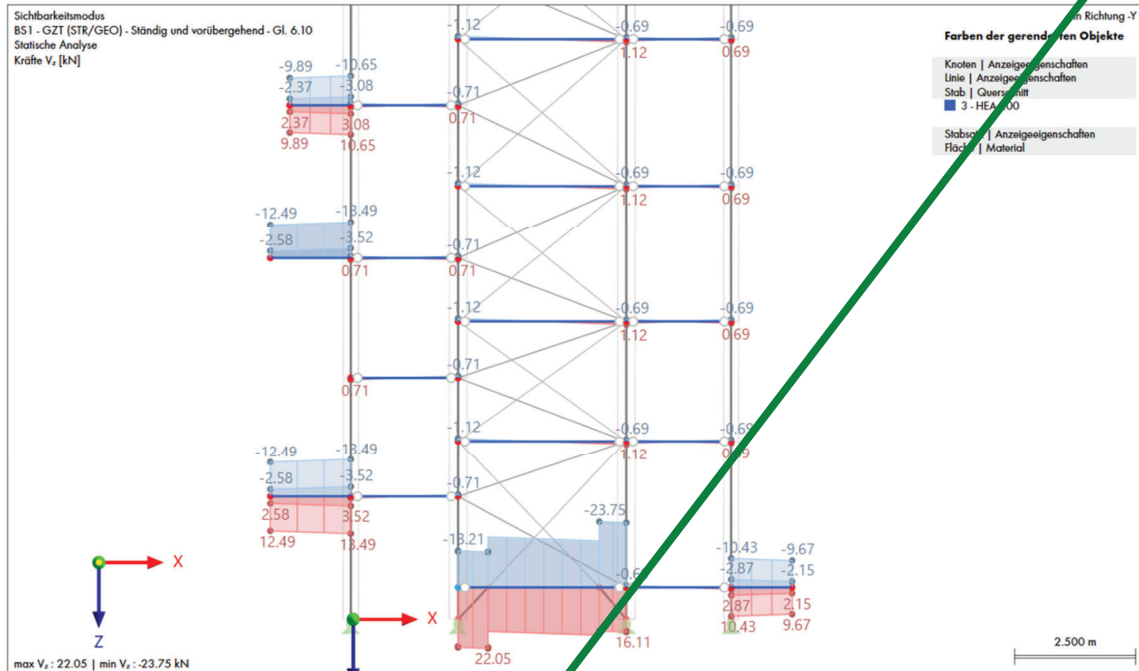
$$F_{b,Rd} = k_1 * \alpha_b * f_u * d * t / \gamma_{M2} = 2,5 * 1,0 * 360 * 12 * 15 / 1,25 = 129,6$$

$$F_{b,Rd} \leq 1,5 * f_u * d * t / \gamma_{M2} = 1,5 * 360 * 12 * 15 / 1,25 = 77,7 \text{ kN}$$

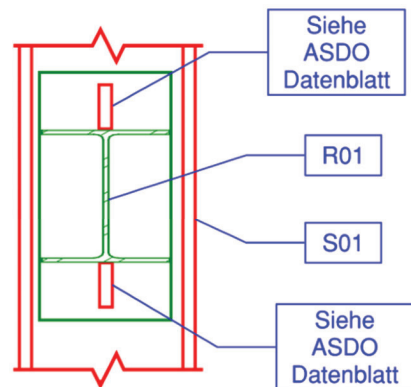
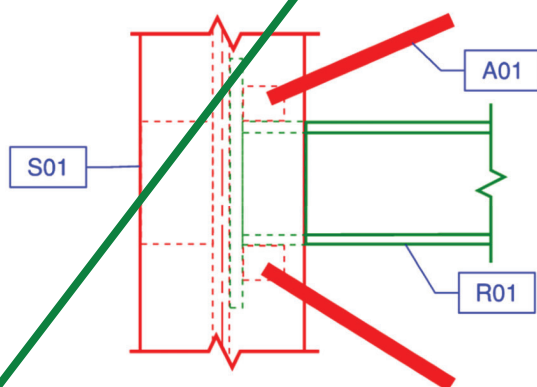
$$F_{v,Ed} = 22,8 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 77,7 \text{ kN}$$

$$\eta = 0,30$$

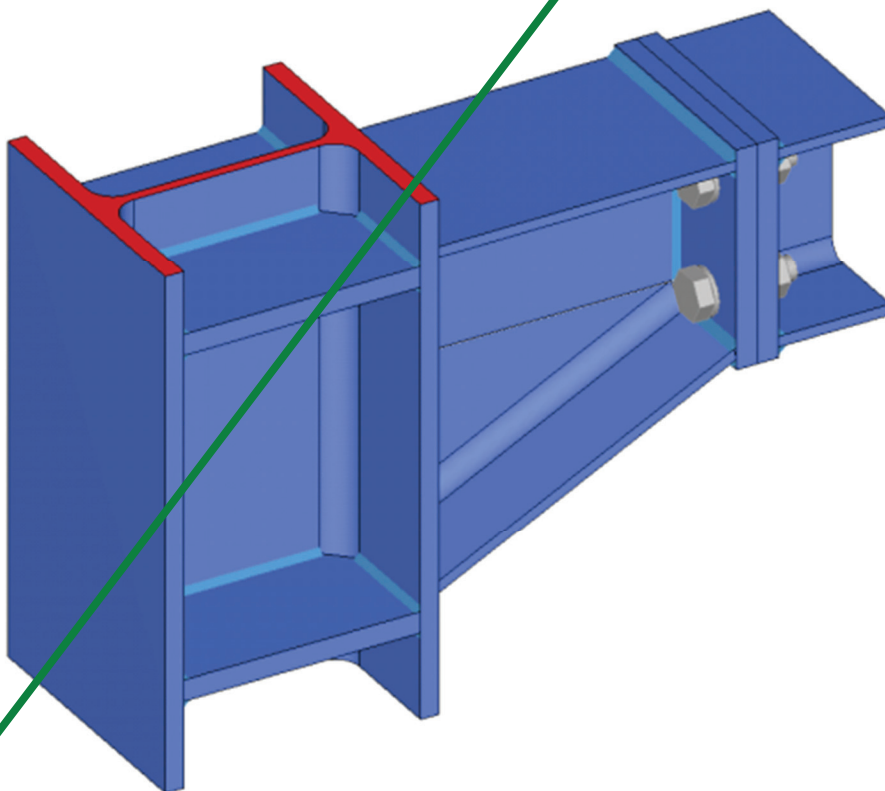
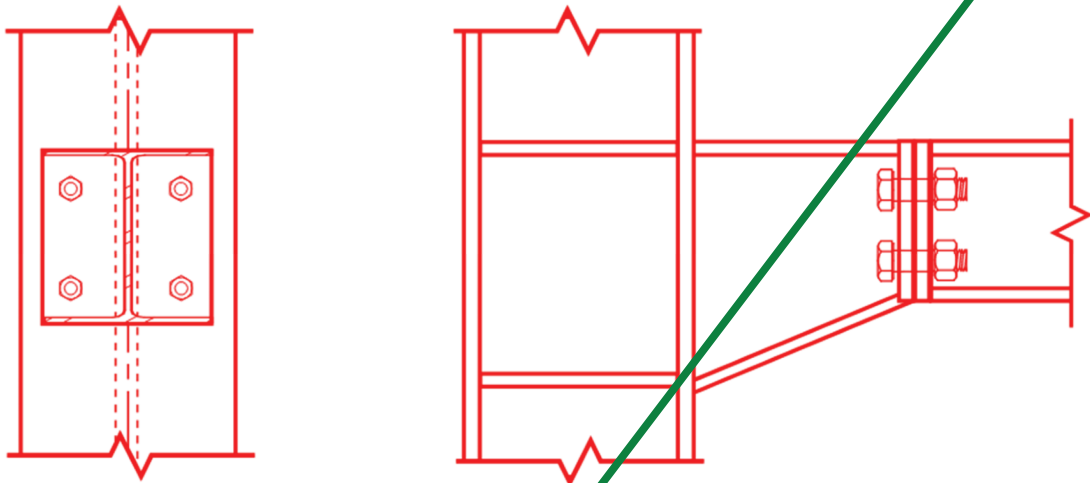
3.6.3 R01-D1 – Riegel zu Stütze



Element	$N_{Ed,max}$ (kN)	$N_{Ed,min}$ (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kN)
HEA 200	-	-	23,8	-

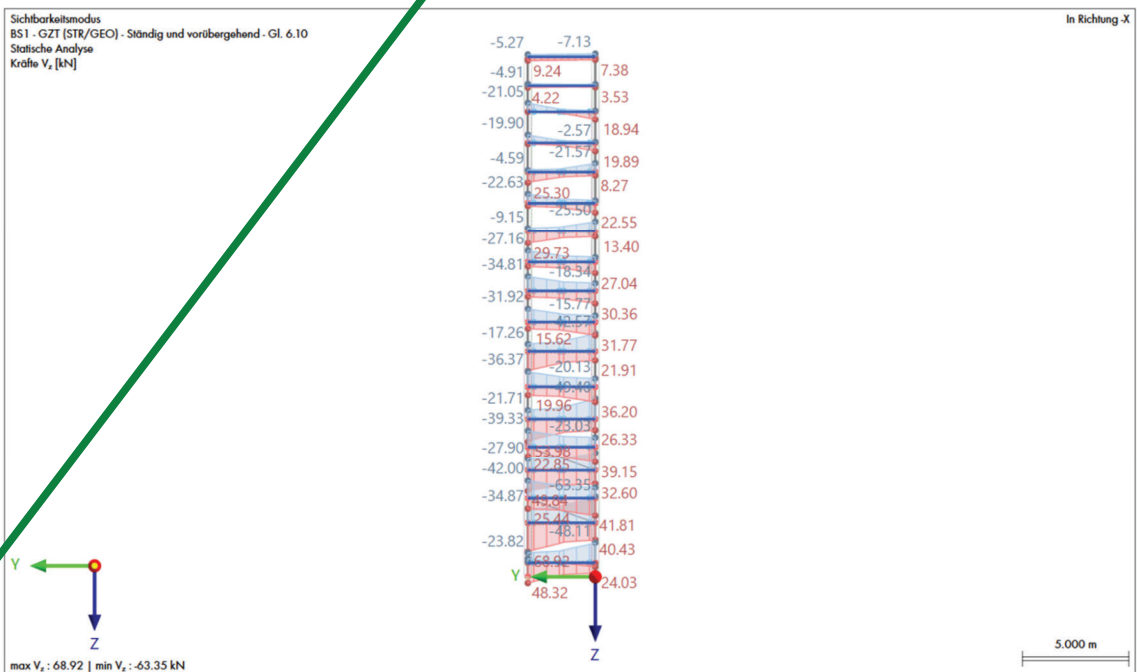
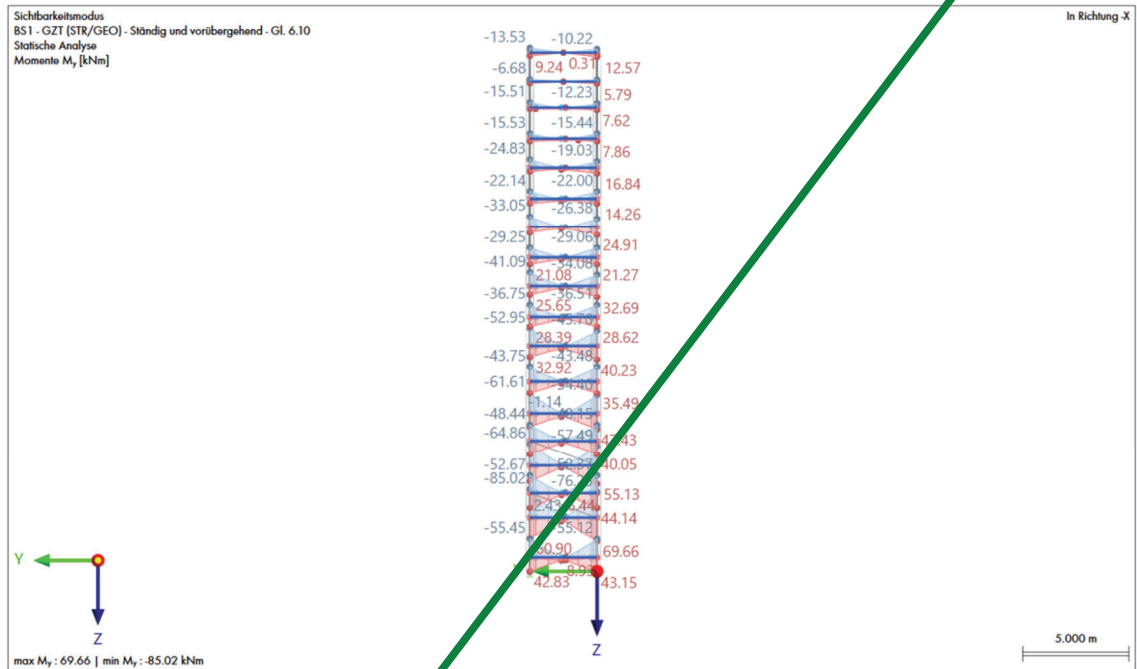


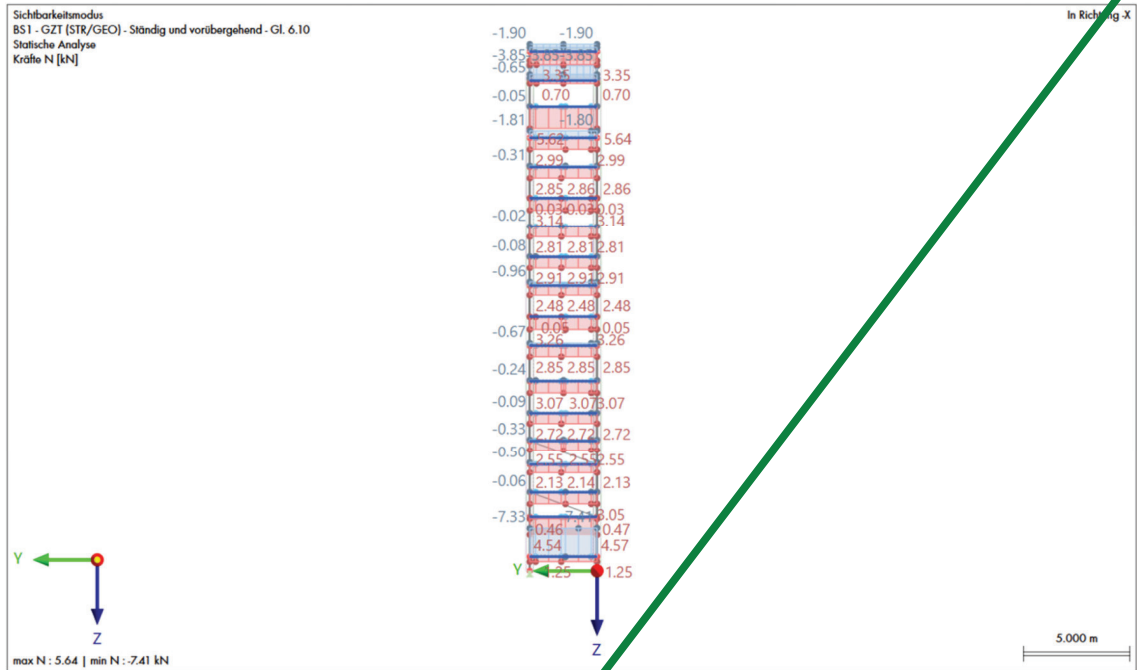
3.6.4 R02-D1 – Riegel zu Stütze



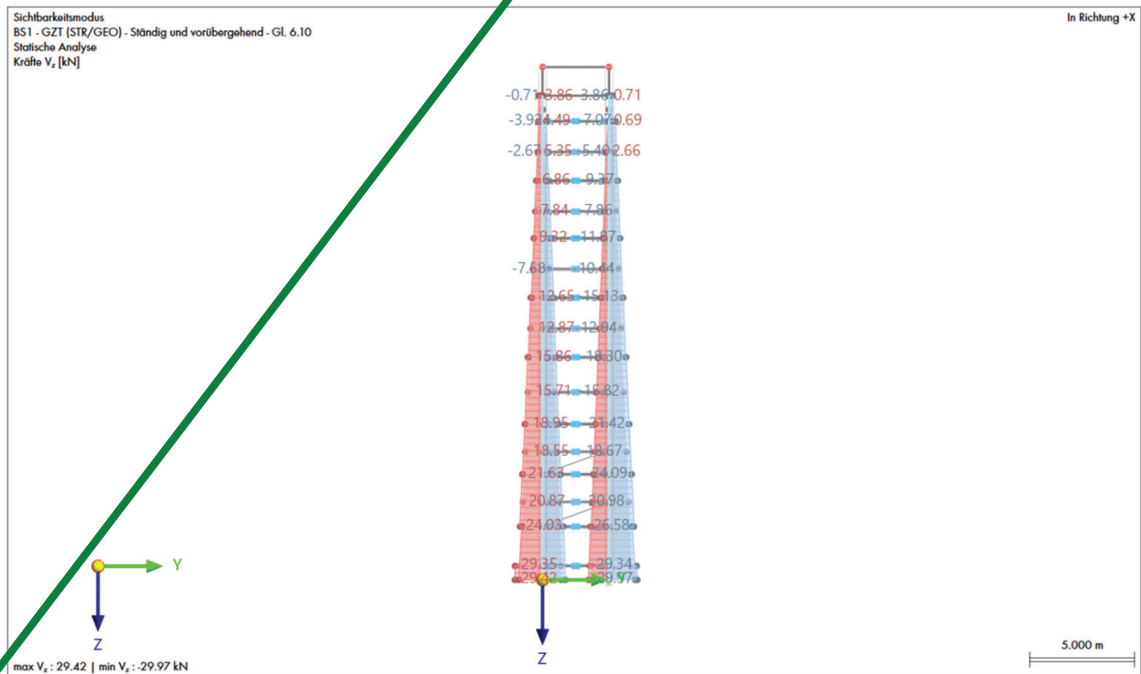
Belastung

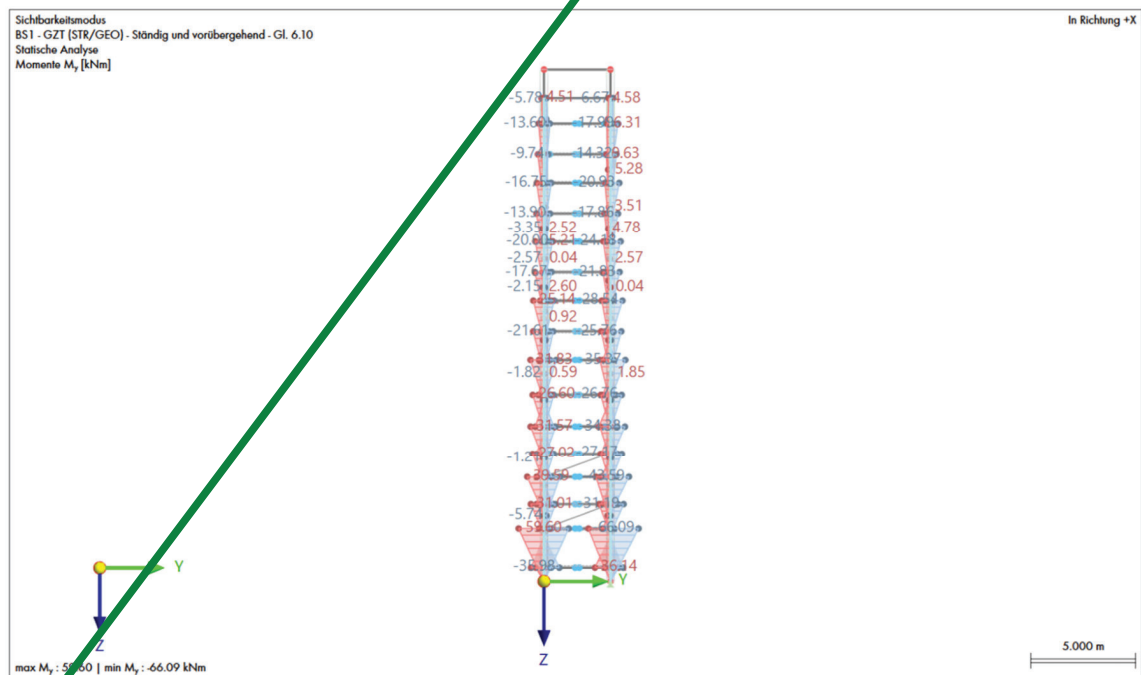
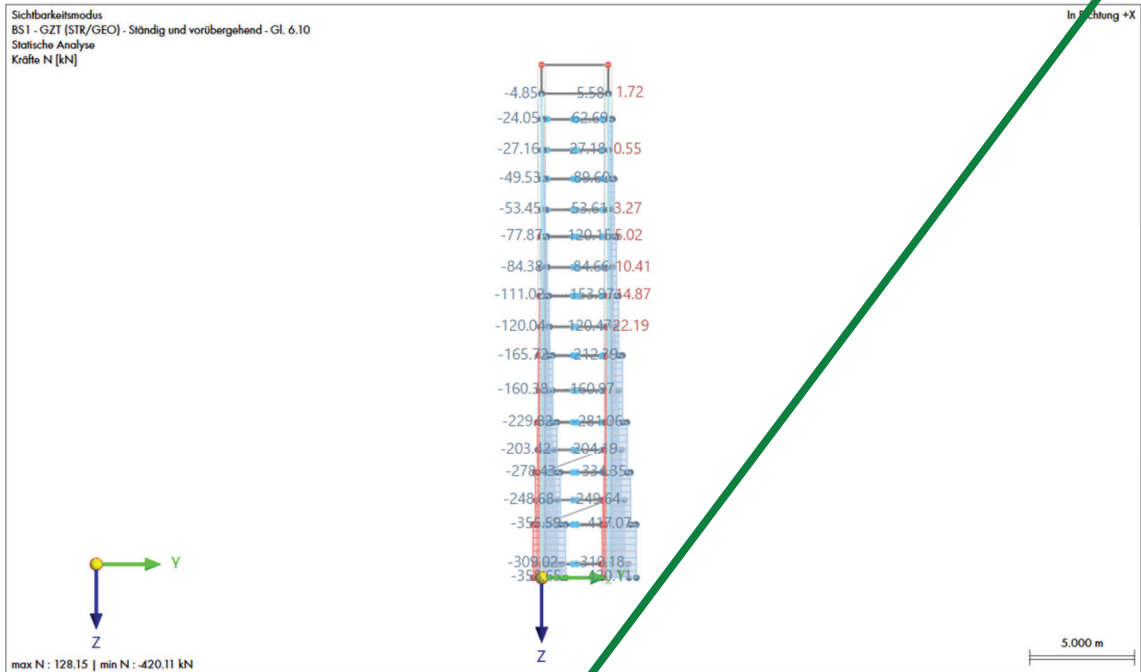
HEA 200





HEB 260





Element	$N_{Ed,max}$ (kN)	$N_{Ed,min}$ (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)
HEA 200	5.6	-7.4	68.9	85.0
HEB 260	128.1	-420.1	30.0	66.1

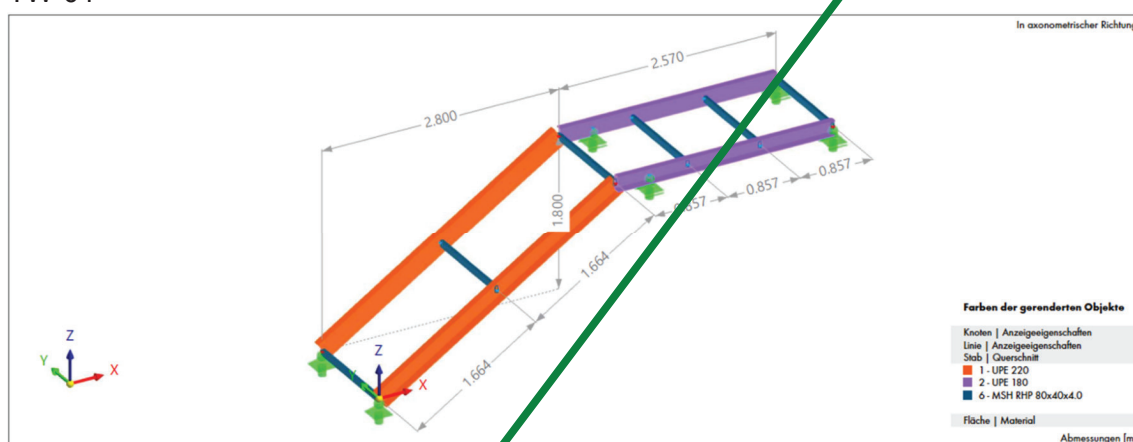
3.6.5 R02.1-D1 – Querträger zur Stahlbetonwand

Hinweis

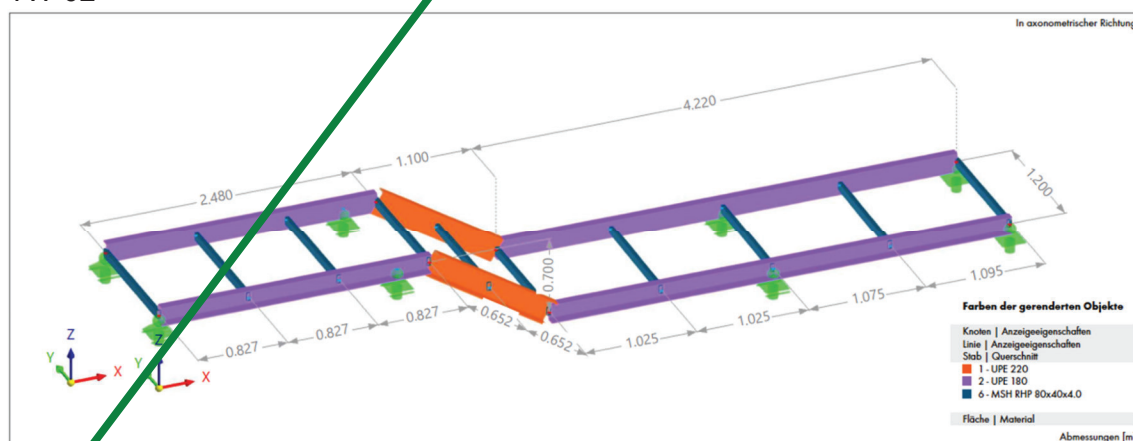
Die kritischen Lasten für die Bemessung von R02.1 werden den Positionen TW-01 und TW-02 entnommen. Der gleiche Nachweis gilt für den Querträger unter TW-02 und TW-03.

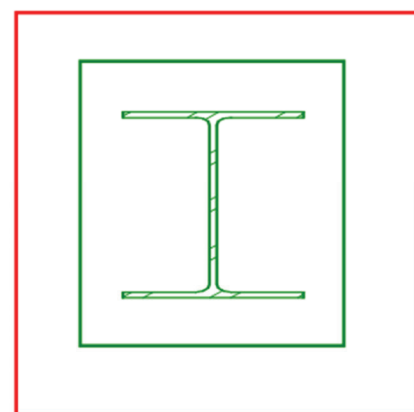
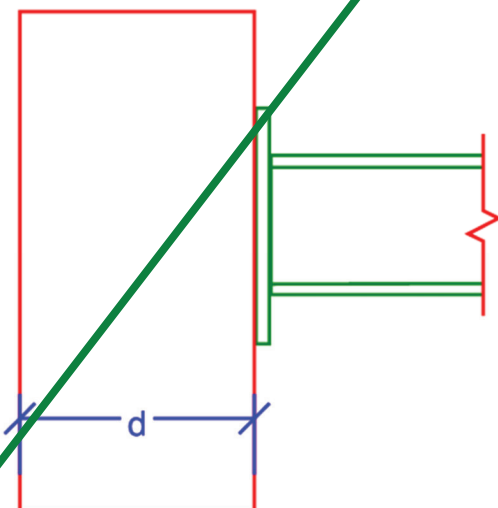
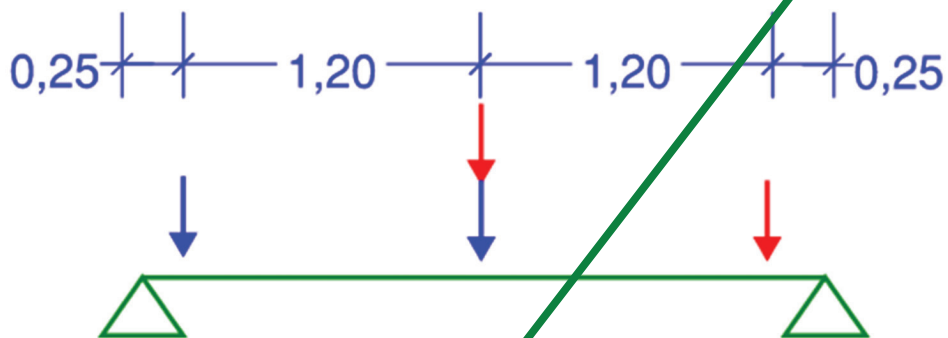
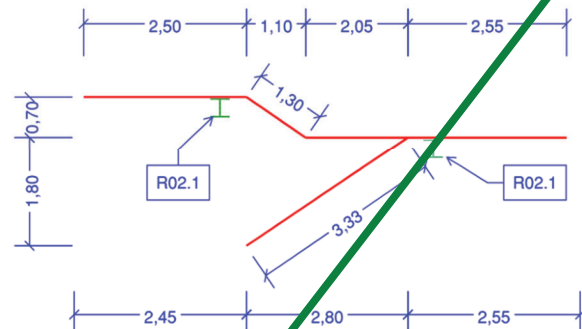
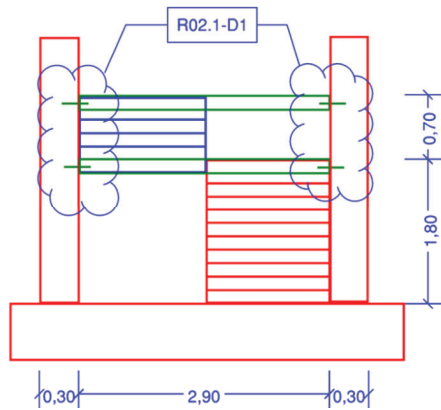
System

TW-01



TW-02





Stahlbetonwand dicke:

30cm

Belastung

Ständige Lasten

Eigengewicht (Querträger):

Programm

Eigengewicht (Treppenwange):

$G_k = 2,7 \text{ kN}$

Nutzlasten

Verkehrslasten

$Q_k = 11,0 \text{ kN}$

Holmlasten (Vertikal)

$Q_k = \pm 5,0 \text{ kN}$

Holmlasten (Longitudinal)

$Q_k = \pm 5,0 \text{ kN}$

Windlasten

Entfällt aufgrund der Einhausung der Betonwände

Position: R02.1

Durchlaufträger (x64) DLT+ 02/25 (FRILO R-2025-2)

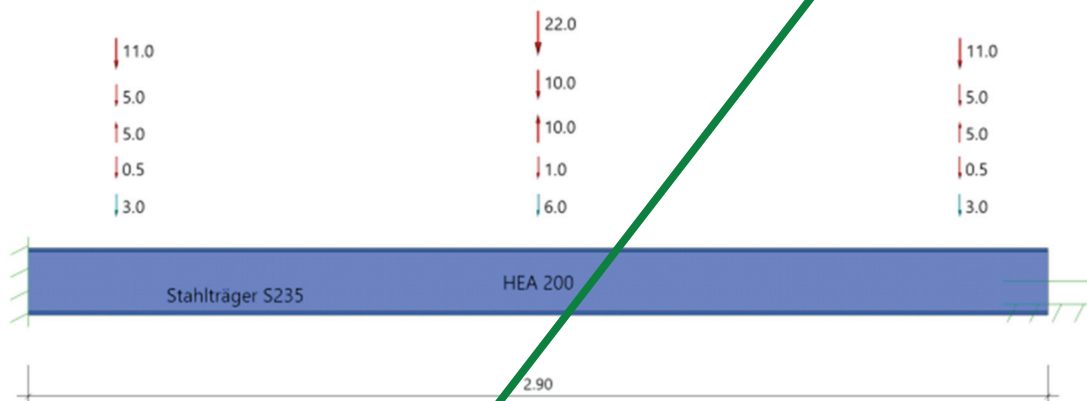
Grundparameter

Stahlträger, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

System bild



Material

Material S235

$E_k = 210000 \text{ N/mm}^2$
 $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$
 $G_k = 80769 \text{ N/mm}^2$
 $\mu = 0.30$
 $\beta_w = 0.80$
 $f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2$
 $f_{uk} = 360.00 \text{ N/mm}^2$

Streckgrenze $t \leq 40 \text{ mm}$

Zugfestigkeit $t \leq 40 \text{ mm}$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	W_y [mm ³]	W_z [mm ³]	A [mm ²]
HEA 200	36921552	13355094	388648	133551	5383.1

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Verdrehungen ^{*)}		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0
2	2.90	-1	-1	0.0	-1	0.0

^{*)} -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W [kN]	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	2.65	3.0	ständig		
	2	kraft	2.65	11.0	Kat. C		
	3	kraft	2.65	5.0	Kat. C		1
	4	kraft	2.65	-5.0	Kat. C		1
	5	kraft	2.65	0.5	Schnee		1
	6	kraft	1.45	6.0	ständig		
	7	kraft	1.45	22.0	Kat. C		
	8	kraft	1.45	10.0	Kat. C		2
	9	kraft	1.45	-10.0	Kat. C		2
	10	kraft	1.45	1.0	Schnee		2
	11	kraft	0.25	3.0	ständig		
	12	kraft	0.25	11.0	Kat. C		
	13	kraft	0.25	5.0	Kat. C		3
	14	kraft	0.25	-5.0	Kat. C		3
	15	kraft	0.25	0.5	Schnee		3

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
2	Verkehrslast
3	Holmlast +
4	Holmlast -
5	Holmlast -
7	Verkehrslast
8	Holmlast +
9	Holmlast -
10	Holmlast -
12	Verkehrslast
13	Holmlast +
14	Holmlast -
15	Holmlast -

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 123 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. C: Versammlungsbereiche	0.70	0.70	0.60		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50
Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{FI} = 1.0$ Tab. B3					

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	50.0 mm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Feder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{qs}	η_{stabi}	$\eta_{verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.27	0.32	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.07

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{qs}	η_{stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 200	Feld 1 x = 2.90	-56.9	-27.1	0.27	0.32	78

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.90 m Lk 2

$N_{pld} = 0.0$ kN	$N_{Rd} = 1265.0$ kN
$N_{Ed} = 0.0$ kN	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = -27.1$ kNm	$M_{y,Rd} = 101.2$ kNm
$M_{y,Ed} = -27.1$ kNm	$\eta_{My} = 0.27$
$V_{z,pld} = -56.9$ kN	$V_{z,Rd} = 245.3$ kN
$V_{z,Ed} = -56.9$ kN	$\eta_{Vz} = 0.23$
	$\eta = 0.27$

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 50.0$ mm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [mm]	$f_{z,Ed}$ [mm]	$f_{res,Ed}$ [mm]	η	Lk
Feld 1	1.45	0.0	0.7	0.7	0.01	3

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/300$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [mm]	$f_{z,Cd}$ [mm]	η	Lk
Feld 1	1.45	2.90	0.00	2.90	0.1	0.7	9.7	0.07	3

Feld : Bezeichnung
 x : Koordinate X der berechneten Stelle
 l_{eff} : effektive Länge dieses Abschnittes
 $l_{eff,x0}$: Beginn effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $l_{eff,x1}$: Ende effektive Länge dieses Abschnittes (Wendepunkt in Biegelinie)
 $f_{z,g}$: ständiger Anteil der Verschiebung
 $f_{z,Ed}$: Bemessungswert der Verschiebung
 $f_{z,Cd}$: zulässige Verschiebung aus l_{eff}
 Lk : größte Auslastung der berechneten Stelle
 Lfk : Lastfallkombination

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Schnee H < 1000 m	6.6 -10.0	6.6 32.0 1.0	-3.2 -15.3 0.5	-3.2 4.8 0.5
2	2.90	ständig Kat. C: Versammlungsbereiche Schnee H < 1000 m	6.6 -10.0	6.6 32.0 1.0	3.2 -4.8	3.2 15.3 0.5

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 2 Lk 1	56.9 -8.4	-27.1 4.0
2	2.90	Lk 2 Lk 1	56.9 -8.4	27.1 -4.0

Belastung zu Stahlbetonwände

1-Von der Treppenwange

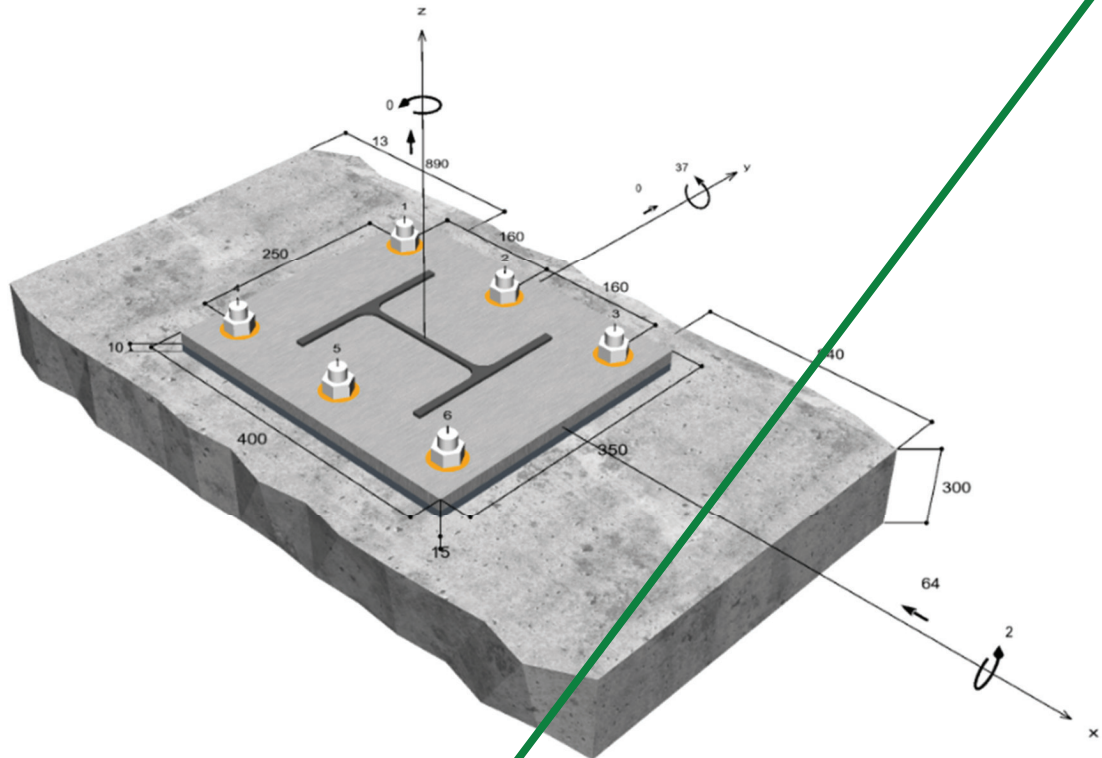
Normalkraft:	$N_{Ed} = \gamma_Q * Q_k = 1,5 * 5,0 \approx$	8 kN
Querkraft:	$V_{x,Ed} = R_z =$	57 kN
	$V_{y,Ed} =$	0 kN
Biegemoment:	$M_{y,Ed} = M_y =$	27 kNm
	$M_{x,Ed} =$	0 kNm

2-Von die Stahlbetonwände Stabilität

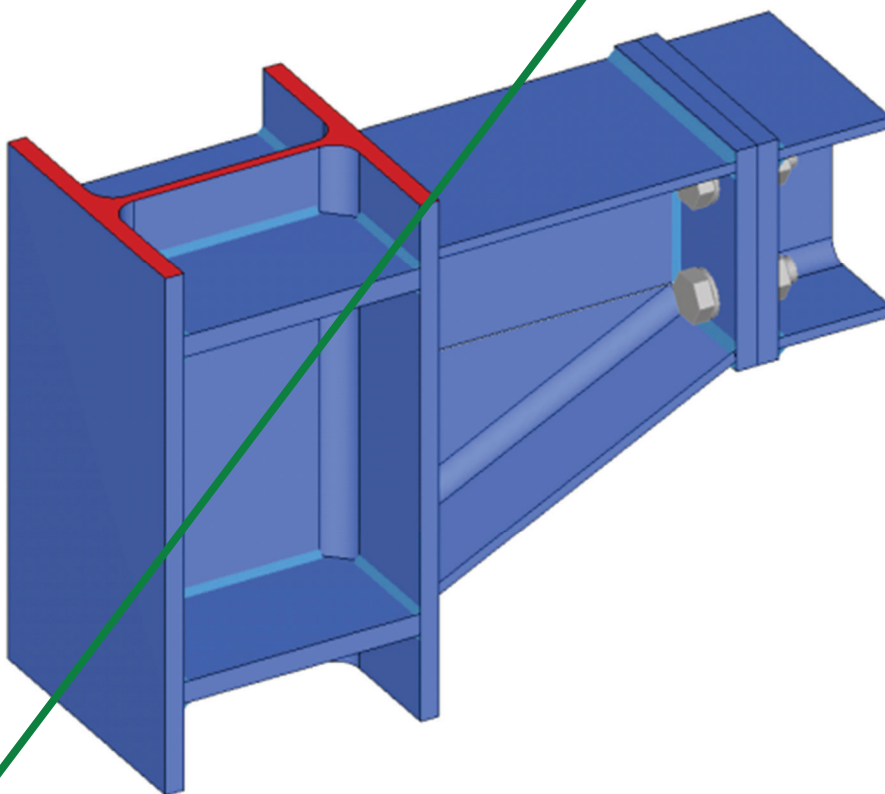
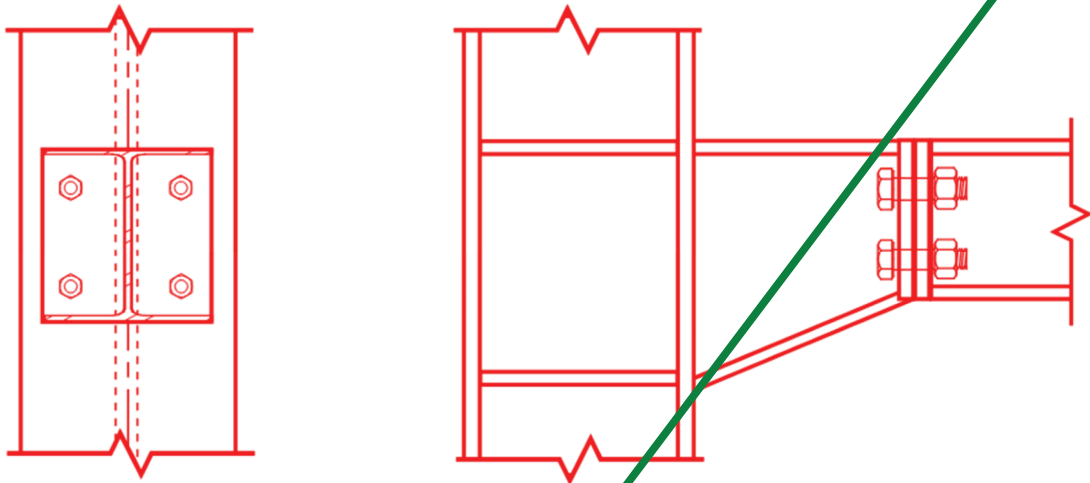
Siehe Bodenplatte Ausdruck

Normalkraft:	$N_{Ed} =$	5 kN
Querkraft:	$V_{x,Ed} =$	7 kN
	$V_{y,Ed} =$	0 kN
Biegemoment:	$M_{y,Ed} =$	10 kNm
	$M_{x,Ed} =$	2 kNm

Lastfall	N_{Ed} (kN)	$V_{x,Ed}$ (kN)	$V_{y,Ed}$ (kN)	$M_{y,Ed}$ (kNm)	$M_{x,Ed}$ (kNm)
1	8	57	-	27	0
2	5	7	-	10	2
Summe	13	64	-	37	2

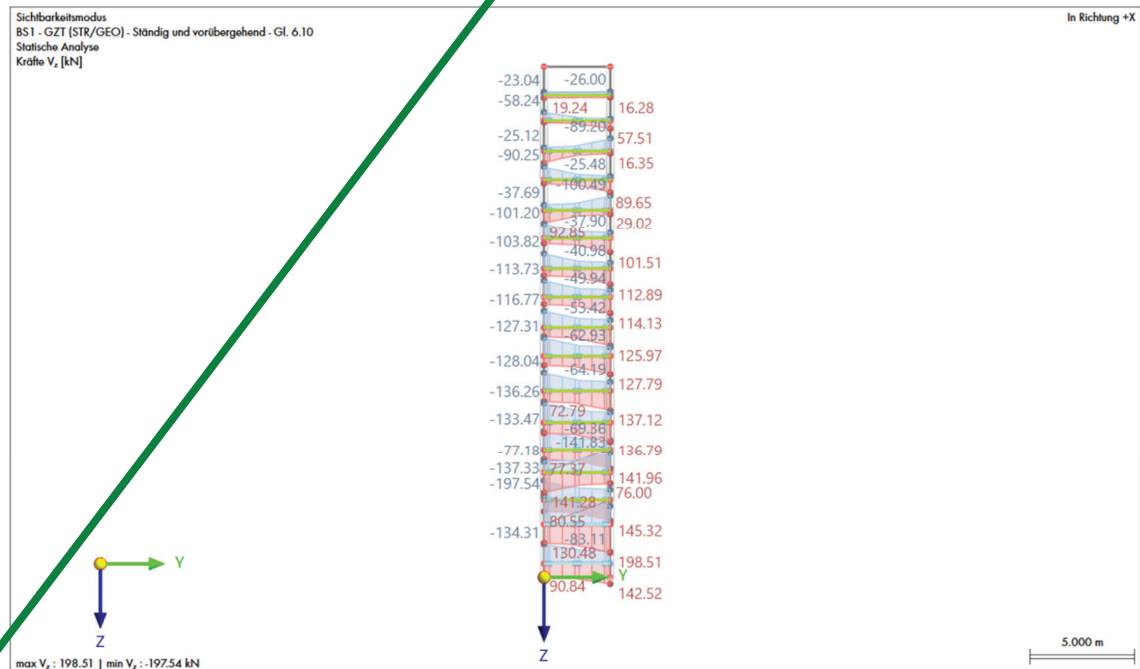
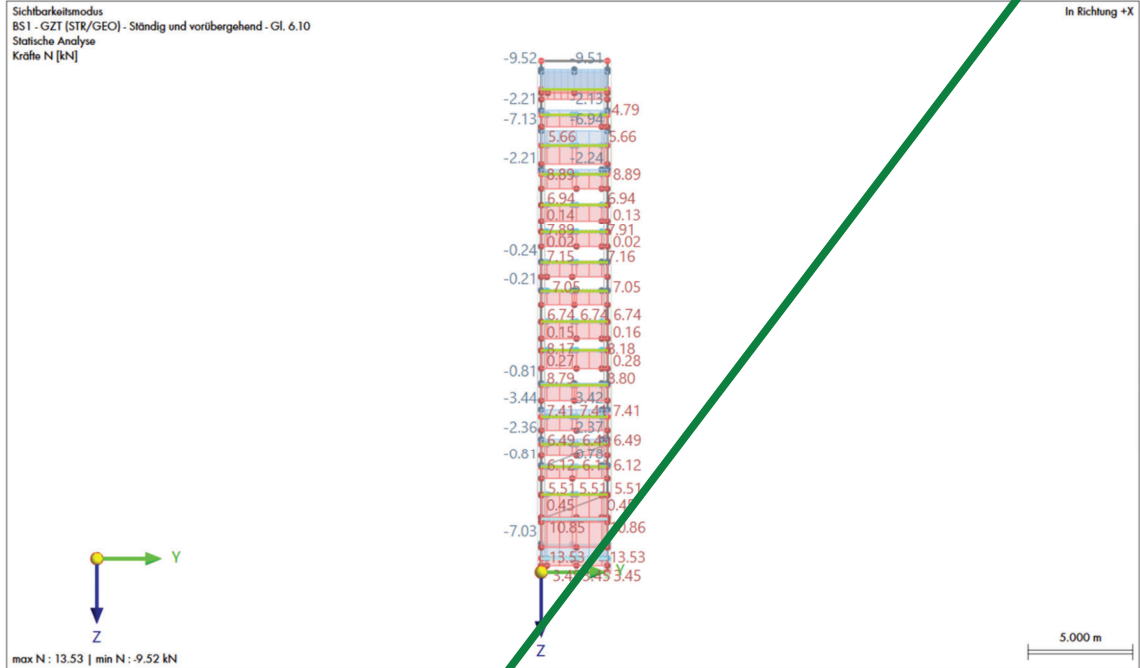


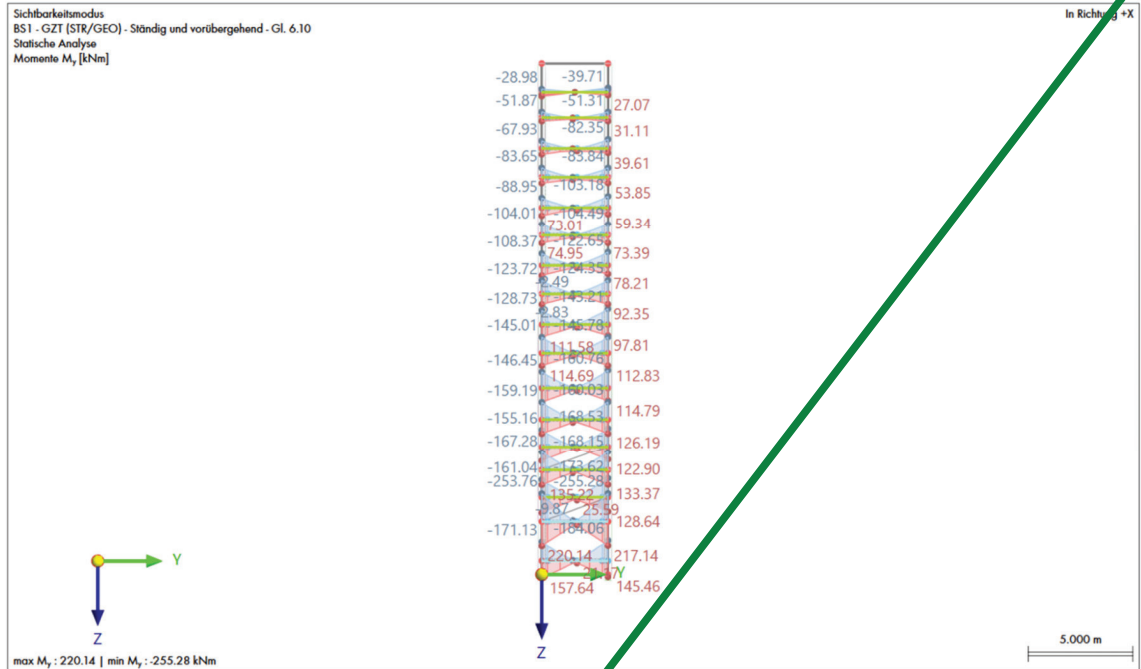
3.6.6 Q01-D1 – Querträger zu Stütze



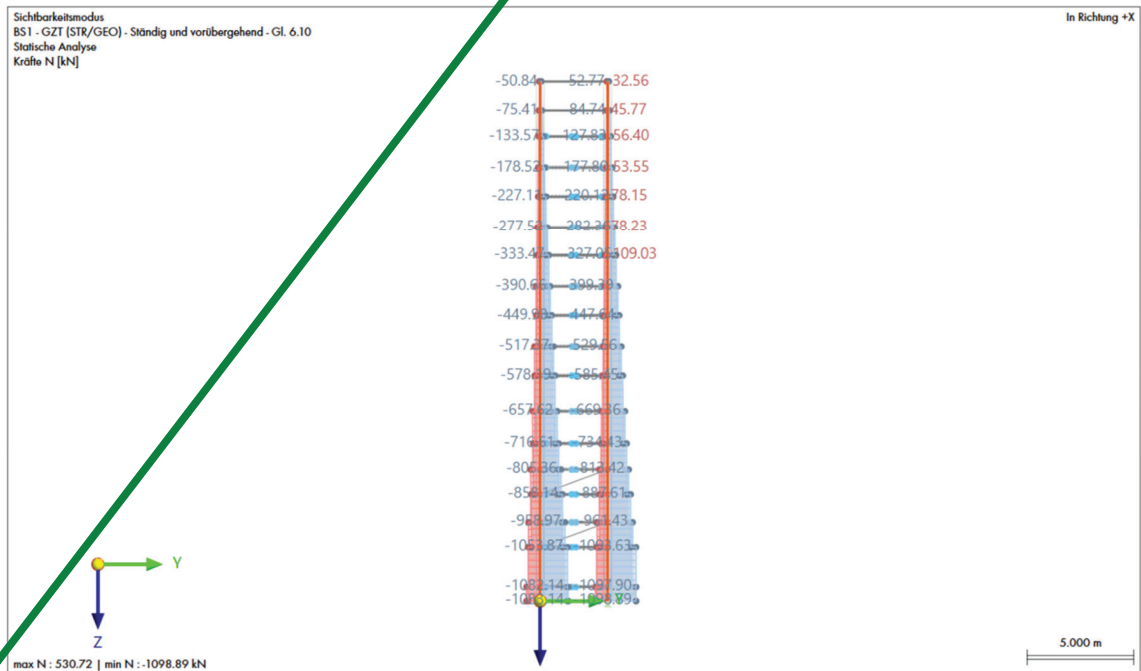
Belastung

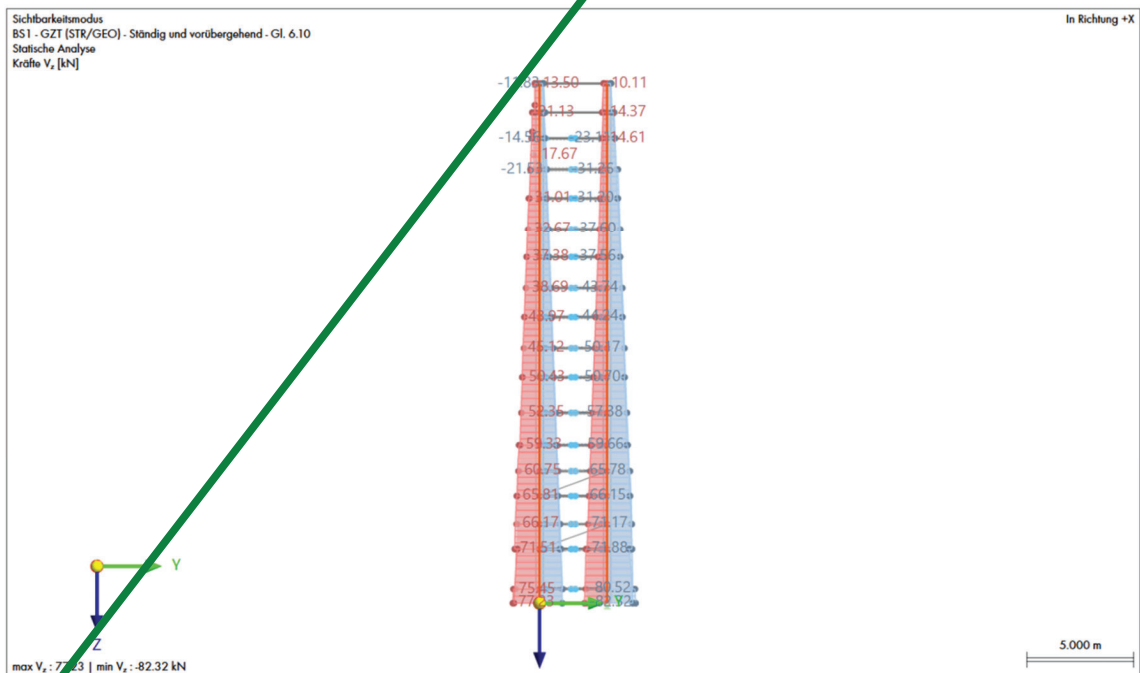
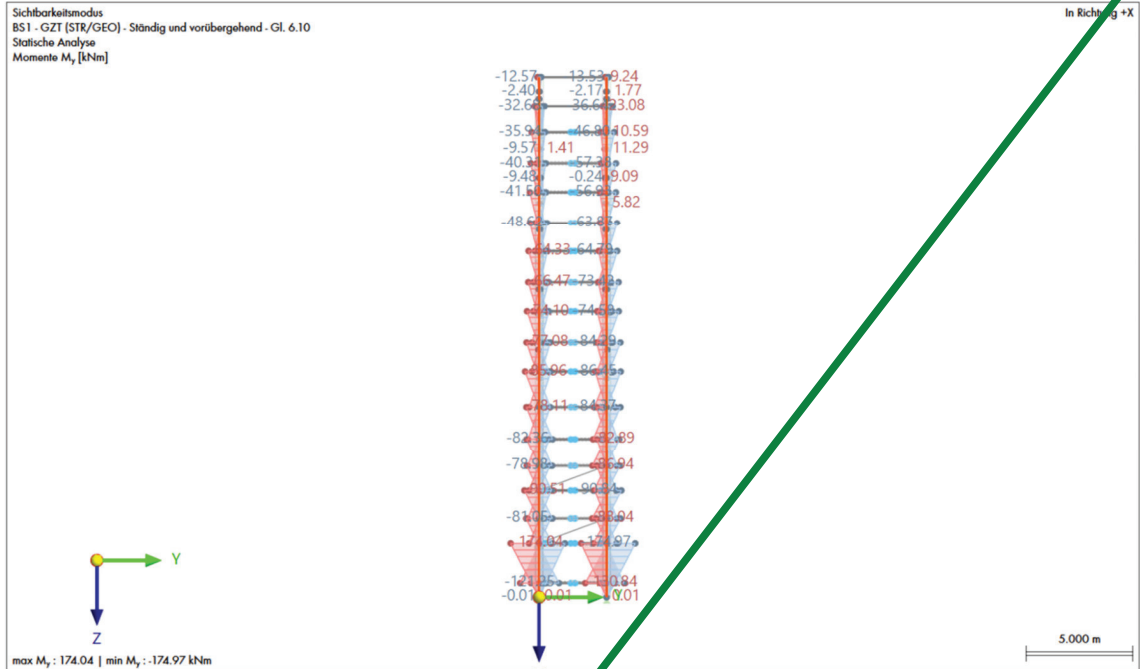
HEA 260





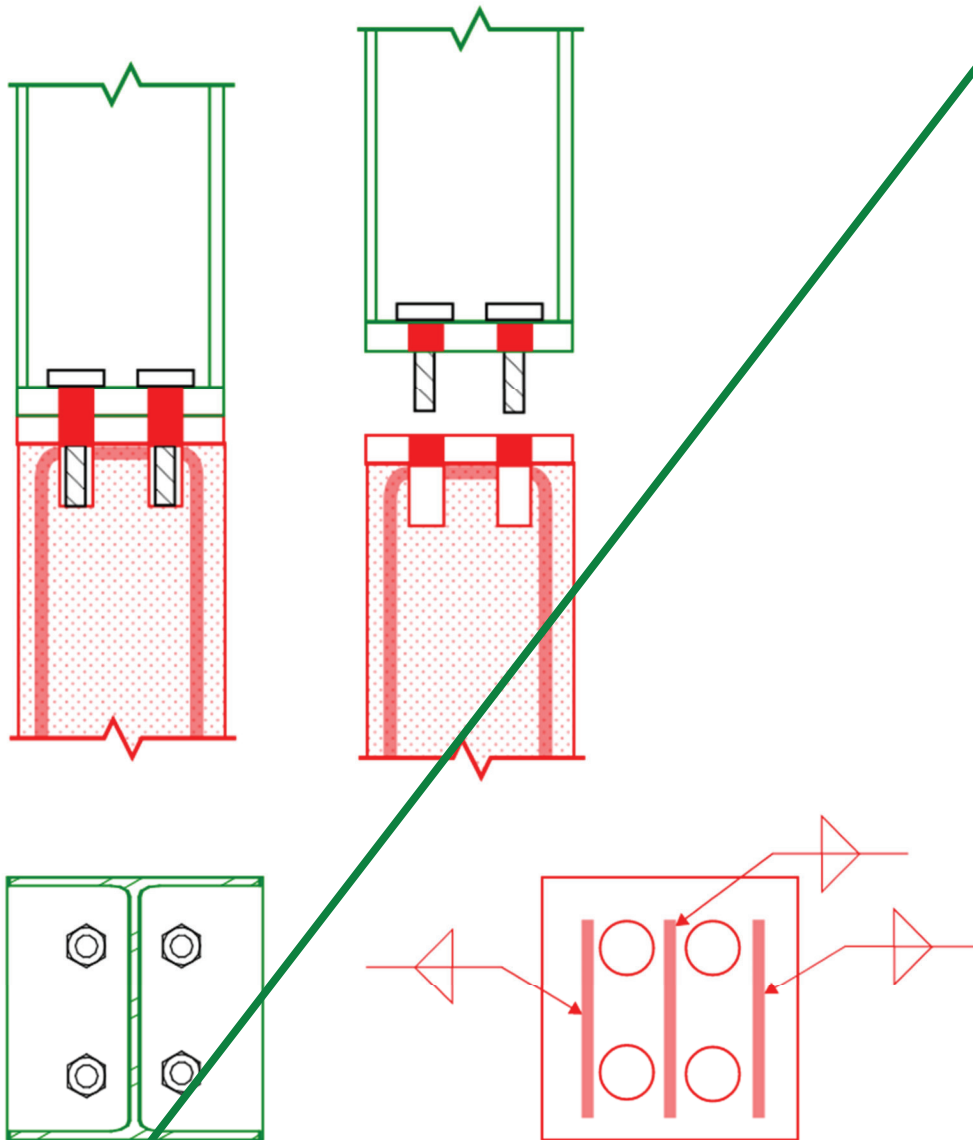
HEB 300





Element	$N_{Ed,max}$ (kN)	$N_{Ed,min}$ (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)
HEA 260	13.5	-9.5	198.5	255.3
HEB 300	530.7	-1098.9	82.3	175.0

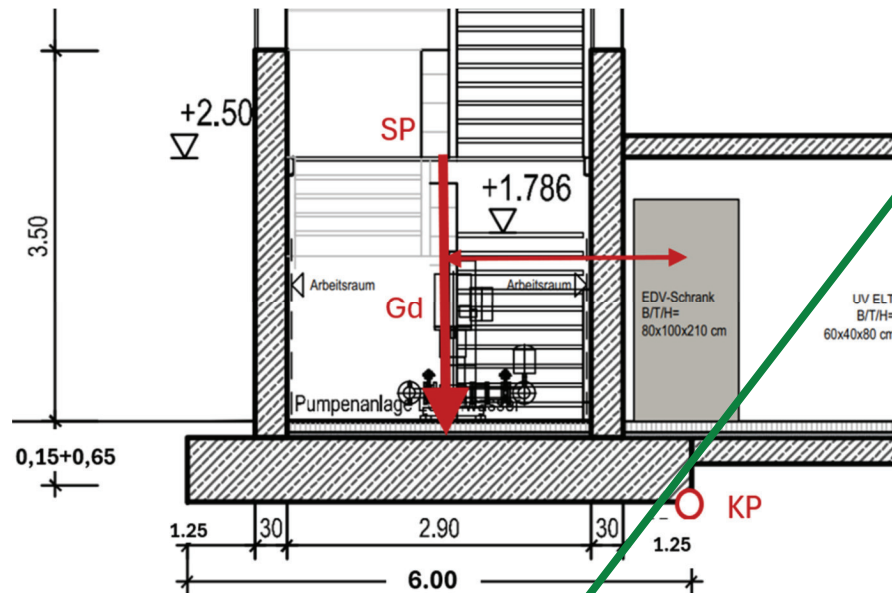
3.6.7 S01-D1 – Stützen zu Stahlbetonwände



Element	$N_{Ed,max}$ (kN)	$N_{Ed,min}$ (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kN)
HEB 300	530.7	-1098.9	82.3	0.0

4 Bodenplatte

4.1 Stabilitätsnachweis



Günstige Auswirkung

Übungsturm

Stahlbau (plus Antenne): $G_{R,T} = 655,99 \text{ kN}$

Stahlbetonwände: $G_{STB} = 2 * [0,3 * 25 * 3,5 * (3,3 + 7,8)] = 582,75 \text{ kN}$

$\sum G = 1238,74 \text{ kN}$

Bodenplatte

Abmessungen (B x L x H): 6,00 x 9,00 x 0,65 m

Eigengewicht: $G_{RT} = 25 * 6,0 * 9,0 * 0,65 = 877,5 \text{ kN}$

$M_{G,T} = 1238,74 * 6,00/2 = 3716,2 \text{ kNm}$

$M_{G,BP} = 877,5 * 6,00/2 = 2632,5 \text{ kNm}$

$\sum M_G = 6348 \text{ kNm}$

($\gamma_G = 1,0$)

Ungünstige Auswirkung

Turm:

Wind:
$$W_{R,T} = (w_{d,k} + w_{s,k}) * b * h_t * A_{ref} / A$$

$$= (0,83 + 0,23) * 8,1 * 26,5 * 0,7 = 159,3 \text{ kN}$$

Lasteinleitungspunkt:
$$h_{w,R,T} = 14,9 \text{ m}$$

$$M_{W,R,T} = 159,3 * 14,9 = 2373,1 \text{ kNm}$$

Wind an der Antenne:

Wind:
$$W_{R,A} = 26,0 \text{ kN}$$

Lasteinleitungspunkt:
$$h_{w,R,A} = 31,5 \text{ m}$$

$$M_{W,R,A} = 25,9 \text{ kN} * 31,5 \text{ m} = 819,0 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_w = M_{W,R,T} + M_{W,R,A} = 2373,1 + 819,0 = 3192,1 \text{ kNm}$$

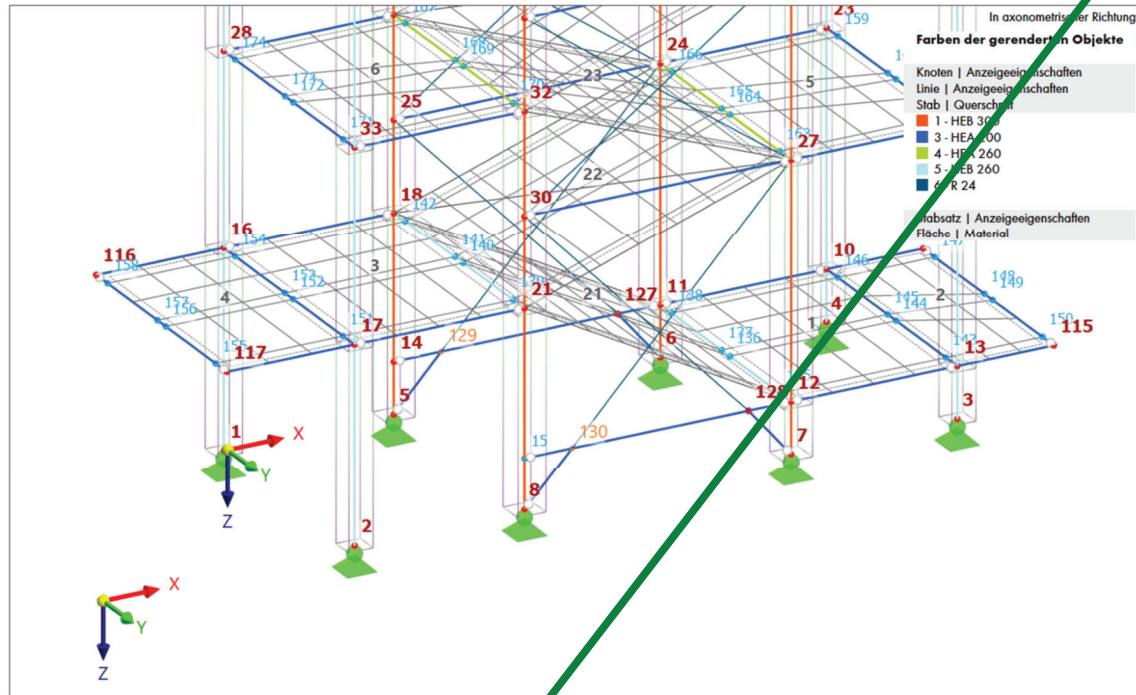
($\gamma_w = 1,5$)

$$M_{W,Rd} = \gamma_w * \Sigma M_w = 1,5 * 3192,1 = 4788 \text{ kNm}$$

Ausnutzung

$$\eta = M_{W,Rd} / M_{G,Rd} = 4788 / 6348 = 0,76$$

4.2 Auflagerkräfte



LF6: Nutzlasten (Podest und Balkone)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte		Lagermomente		Knotenkommentar	
			P_x [kN]	P_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	Zugehörige Belastung	
1	LF6		2.26	-1.32	105.13	0.00		
2	LF6		2.26	1.32	105.13	0.00		
3	LF6		-6.08	5.74	77.57	0.00		
4	LF6		-6.08	-5.74	77.57	0.00		
5	LF6		1.92	-0.65	75.51	0.00		
6	LF6		1.90	-3.11	61.51	0.00		
7	LF6		1.90	3.11	61.51	0.00		
8	LF6		1.92	0.65	75.51	0.00		
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten								
1	LF6	P_x	2.26	-1.32	105.13	0.00		
3			-6.08	5.74	77.57	0.00		
3		P_y	-6.08	5.74	77.57	0.00		
4			-6.08	-5.74	77.57	0.00		
1		P_z	2.26	-1.32	105.13	0.00		
6			1.90	-3.11	61.51	0.00		
1		M_x	2.26	-1.32	105.13	0.00		
1			2.26	-1.32	105.13	0.00		
1		M_y	2.26	-1.32	105.13	0.00		
1			2.26	-1.32	105.13	0.00		
3		M_z	-6.08	5.74	77.57	0.00		
4			-6.08	-5.74	77.57	0.00		
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte								
	LF6		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]			
Σ			0.00	0.00	639.45	Lasten		
Σ			0.00	0.00	639.45	Lagerkräfte		

LF7: Nutzlasten (Treppenläufe)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF7		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF7		-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF7		-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF7		-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
6	LF7		0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
7	LF7		0.31	4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
8	LF7		-0.31	2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	LF7	P_x	0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
5			-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
7		P_y	0.31	4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
6			0.31	-4.19	203.77	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		M_z	-0.31	-2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
8			-0.31	2.04	203.77	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF7	P_x [kN]	0.00	0.00	815.06	Lasten			
Σ			0.00	0.00	815.06	Lagerkräfte			

LF8: Eislasten

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF8		0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
2	LF8		0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
3	LF8		-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
4	LF8		-0.25	-0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
5	LF8		-0.04	-0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
6	LF8		0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
7	LF8		0.20	0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
8	LF8		-0.04	0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	LF8	P_x	0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
3			-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
7		P_y	0.20	0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
6			0.20	-0.19	7.70	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	-0.04	-0.06	8.22	0.00	0.00	0.00	
3			-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.09	-0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
1			0.09	0.03	3.77	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	-0.25	0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
4			-0.25	-0.15	2.89	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF8	P_x [kN]	0.00	0.00	45.14	Lasten			
Σ			0.00	0.00	45.14	Lagerkräfte			

LF9: Seilanschlagspunkte – 1

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	Lagerkräfte P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	Lagermomente M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF9		0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF9		-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF9		-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
4	LF9		0.23	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
5	LF9		-0.39	-0.65	19.99	0.00	0.00	0.00	
6	LF9		-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
7	LF9		0.22	-1.85	-12.22	0.00	0.00	0.00	
8	LF9		1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
8	LF9	P_x	1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
6			-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			0.22	-1.85	-12.22	0.00	0.00	0.00	
6		P_z	-1.28	-1.85	37.22	0.00	0.00	0.00	
8			1.42	-0.65	-19.99	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	-0.18	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
5			-0.39	-0.65	19.99	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF9	P_x [kN]	0.00	P_y [kN]	-5.00	P_z [kN]	25.00	0.00	Lasten
Σ			0.00		-5.00		25.00	0.00	Lagerkräfte

LF10: Seilanschlagspunkte – 2

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	Lagerkräfte P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	Lagermomente M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF10		0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
2	LF10		0.00	2.50	59.50	0.00	0.00	0.00	
3	LF10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF10		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF10		0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
6	LF10		0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
7	LF10		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
8	LF10		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
8	LF10	P_x	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	
6			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
5			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
2		P_z	0.00	2.50	59.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
1			0.00	2.50	-34.50	0.00	0.00	0.00	
3		M_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5			0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF10	P_x [kN]	0.00	P_y [kN]	25.00	P_z [kN]	0.00	0.00	Lasten
Σ			0.00		5.00		25.00	0.00	Lagerkräfte

LF11: Seilanschlagspunkte – 3

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	Lagerkräfte P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	Lagermomente M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF11		0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF11		0.10	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF11		0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF11		0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF11		-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
6	LF11		-0.95	0.44	-13.60	0.00	0.00	0.00	
7	LF11		-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
8	LF11		-0.89	-0.44	17.92	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	LF11	P_x	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
6		P_y	-0.95	0.44	-13.60	0.00	0.00	0.00	
5			-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
2		P_z	0.10	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	
7			-3.87	0.44	-17.92	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		M_z	-0.23	-0.44	13.60	0.00	0.00	0.00	
3			0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF11	P_x [kN]	-5.00	0.00	25.00	Lasten			
Σ			-5.00	0.00	25.00	Lagerkräfte			

LF12: Seilanschlagspunkte – 4

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P_x [kN]	Lagerkräfte P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	Lagermomente M_y [kNm]	M_z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	LF12		0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
2	LF12		0.07	1.80	49.84	0.00	0.00	0.00	
3	LF12		0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF12		0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF12		-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
6	LF12		-0.68	0.32	-9.80	0.00	0.00	0.00	
7	LF12		-2.79	0.32	-12.89	0.00	0.00	0.00	
8	LF12		-0.64	-0.32	12.91	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	LF12	P_x	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7			-2.79	0.32	-12.89	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
5			-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
2		P_z	0.07	1.80	49.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
1			0.02	1.80	-24.84	0.00	0.00	0.00	
5		M_z	-0.17	-0.32	9.79	0.00	0.00	0.00	
3			0.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF12	P_x [kN]	-3.60	3.60	25.00	Lasten			
Σ			-3.60	3.60	25.00	Lagerkräfte			

LF13: Holmlasten

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF13		0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF13		0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF13		-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF13		-1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF13		0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6	LF13		-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
7	LF13		-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
8	LF13		0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	LF13	P_x	0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6			-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
1		P_y	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		P_z	0.37	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
6			-2.84	0.00	-10.04	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_z	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF13		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			-6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lasten
Σ			-6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lagerkräfte

LF14: Wind (x)

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	LF14		-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	LF14		-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	LF14		-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	LF14		-7.87	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	LF14		49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
6	LF14		11.13	0.25	249.54	0.00	0.00	0.00	
7	LF14		11.13	-0.25	249.54	0.00	0.00	0.00	
8	LF14		49.58	1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	LF14	P_x	49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
3			-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
8		P_y	49.58	1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
5			49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
6		P_z	11.13	0.25	249.54	0.00	0.00	0.00	
5			49.58	-1.65	-249.54	0.00	0.00	0.00	
1		M_x	-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M_y	-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			-0.19	-0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	
4		M_z	-7.87	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
3			-7.87	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	LF14		P_x [kN]	P_y [kN]	P_z [kN]				
Σ			105.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lasten
Σ			105.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Lagerkräfte

Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	Qw LF15		0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	Qw LF15		0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	Qw LF15		8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	Qw LF15		8.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	Qw LF15		-11.61	-1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
6	Qw LF15		-49.79	0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
7	Qw LF15		-49.79	-0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
8	Qw LF15		-11.61	1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
3	Qw LF15	P _x	8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
6			-49.79	0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
8		P _y	-11.61	1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
5			-11.61	-1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
5		P _z	-11.61	-1.07	252.09	0.00	0.00	0.00	
6			-49.79	0.42	-252.09	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
1			0.18	-0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
4		M _z	8.09	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
3			8.09	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF15		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			-106.25	0.00	0.00	Lagerkräfte			

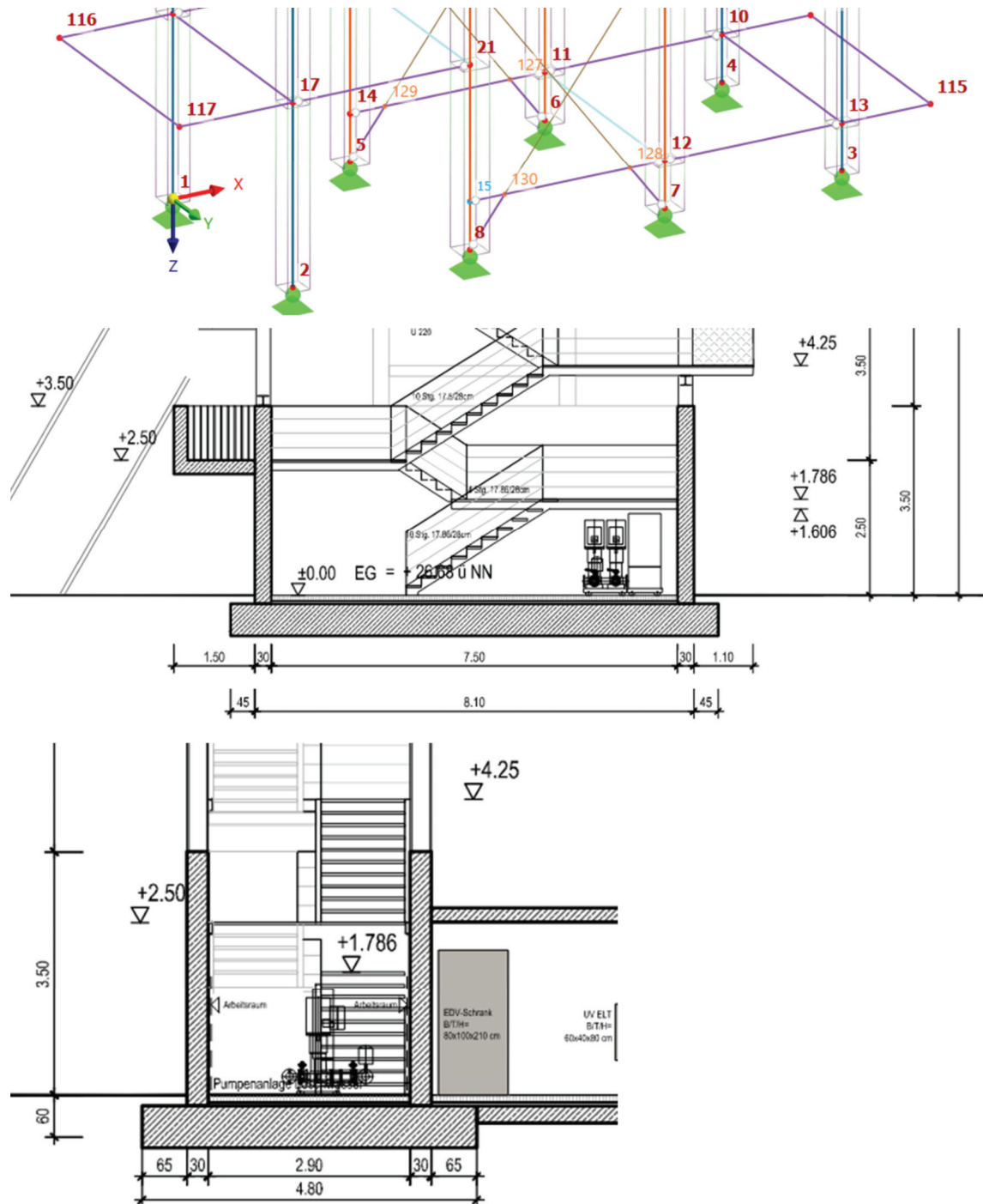
Knoten Nr.	Belast. Nr.		Lagerkräfte			Lagermomente			Knotenkommentar
			P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Zugehörige Belastung
1	Qw LF16		-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
2	Qw LF16		-1.04	13.73	-104.80	0.00	0.00	0.00	
3	Qw LF16		-0.95	13.59	-102.81	0.00	0.00	0.00	
4	Qw LF16		-0.60	13.88	-102.81	0.00	0.00	0.00	
5	Qw LF16		6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
6	Qw LF16		-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
7	Qw LF16		1.68	43.62	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
8	Qw LF16		1.00	42.55	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	Qw LF16	P _x	6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
6			-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
6		P _y	-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
3			-0.95	13.59	-102.81	0.00	0.00	0.00	
7		P _z	1.68	43.62	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
6			-4.78	44.84	-433.59	0.00	0.00	-0.01	
1		M _x	-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1			-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
1			-1.69	14.04	-104.80	0.00	0.00	0.00	
4		M _z	-0.60	13.88	-102.81	0.00	0.00	0.00	
5			6.37	43.75	-408.02	0.00	0.00	-0.01	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF16		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	Lasten			
Σ			0.00	229.99	0.00	Lagerkräfte			

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P _x [kN]	Lagerkräfte P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	Lagermomente M _y [kNm]	M _z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	Qw LF17		-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
2	Qw LF17		-1.53	-14.04	104.79	0.00	0.00	0.02	
3	Qw LF17		0.74	-13.79	102.76	0.00	0.00	0.01	
4	Qw LF17		-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
5	Qw LF17		13.22	-41.70	358.83	0.00	0.00	0.03	
6	Qw LF17		5.18	-39.71	412.68	0.00	0.00	0.02	
7	Qw LF17		-12.91	-40.86	412.68	0.00	0.00	0.02	
8	Qw LF17		-0.40	-42.79	358.83	0.00	0.00	0.03	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
5	Qw LF17	P _x	13.22	-41.70	358.83	0.00	0.00	0.03	
7			-12.91	-40.86	412.68	0.00	0.00	0.02	
4		P _y	-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
8			-0.40	-42.79	358.83	0.00	0.00	0.03	
6		P _z	5.18	-39.71	412.68	0.00	0.00	0.02	
7			-12.91	-40.86	412.68	0.00	0.00	0.02	
1		M _x	-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1			-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1		M _y	-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
1			-1.20	-13.73	104.79	0.00	0.00	0.02	
8		M _z	-0.40	-42.79	358.83	0.00	0.00	0.03	
4			-3.09	-13.30	102.76	0.00	0.00	0.01	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	Qw LF17		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	0.00	0.00	0.00	Lasten
Σ			0.00	-219.92	0.00	0.00	0.00	0.00	Lagerkräfte

LK1717: Summe aller ständigen Lastfälle

Knoten Nr.	Belast. Nr.		P _x [kN]	Lagerkräfte P _y [kN]	P _z [kN]	M _x [kNm]	Lagermomente M _y [kNm]	M _z [kNm]	Knotenkommentar Zugehörige Belastung
1	GCh LK1717		0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
2	GCh LK1717		0.80	0.30	54.80	0.00	0.00	0.00	
3	GCh LK1717		-2.18	1.35	46.67	0.00	0.00	0.00	
4	GCh LK1717		-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
5	GCh LK1717		-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
6	GCh LK1717		1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
7	GCh LK1717		1.86	3.11	107.95	0.00	0.00	0.00	
8	GCh LK1717		-0.49	0.63	111.42	0.00	0.00	0.00	
Gesamte Max/Min-Werte mit zugehörigen Werten									
6	GCh LK1717	P _x	1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
4			-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
7		P _y	1.86	3.11	107.95	0.00	0.00	0.00	
6			1.88	-3.12	113.14	0.00	0.00	0.00	
5		P _z	-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
3			-2.18	1.35	46.67	0.00	0.00	0.00	
1		M _x	0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1			0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1		M _y	0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
1			0.80	-0.30	57.07	0.00	0.00	0.00	
5		M _z	-0.48	-0.62	116.41	0.00	0.00	0.00	
4			-2.19	-1.35	48.53	0.00	0.00	0.00	
Summe der Lasten und Summe der Lagerkräfte									
Σ	GCh LK1717		P _x [kN]	P _y [kN]	P _z [kN]	0.00	0.00	0.00	Lasten
Σ			0.00	0.00	655.99	0.00	0.00	0.00	Lagerkräfte

4.3 Nachweis



4.3.1 Grundparameter

Beton

C 30/37 ✓

Charakteristische Betondruckfestigkeit
Elastizitätsmodul

$f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ✓
 $E_{cm} = 33.000 \text{ N/mm}^2$ ✓

Betonstahl

B500A

Charakteristische Betonstahlstreckgrenze

$f_{y,k} = 500 \text{ N/mm}^2$ ✓

Betondeckung

unten + oben:

$c_{min} = 40 \text{ mm}$

$\Delta c_{dev} = 15 \text{ mm}$

$c_{nom} = 55 \text{ mm}$ ✓

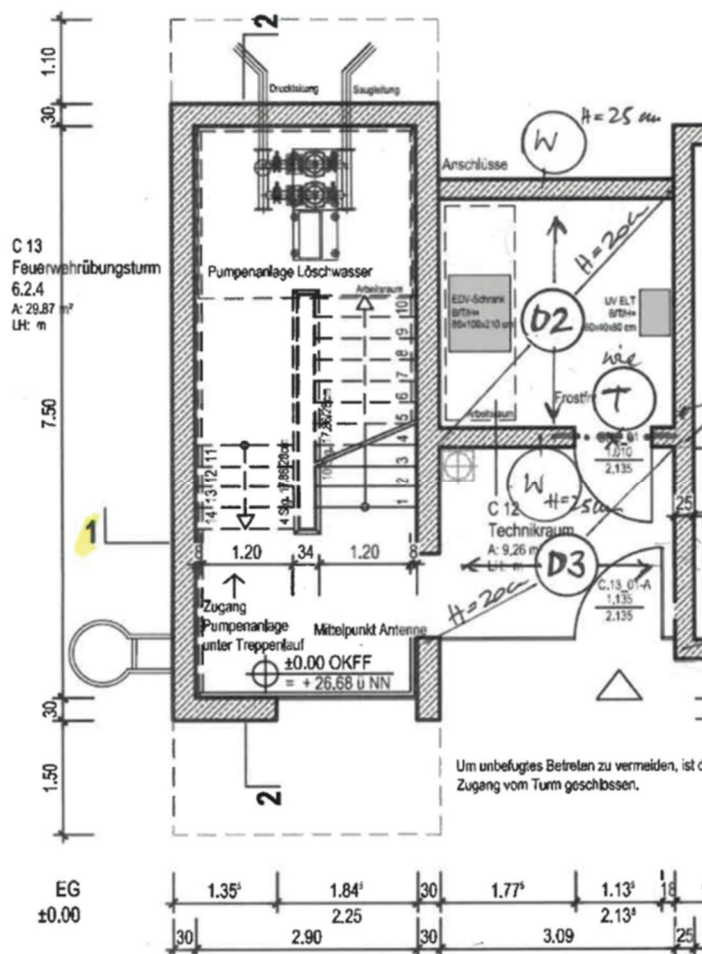
gewählt

oben

$c_{nom} = 55 \text{ mm}$ ✓

unten

$c_{nom} = 55 \text{ mm}$ ✓



Bemessungswert des Sohlwiderstandes

- Einzelfundamente, Einbindetiefe $t \geq 1,50$ m; Fundamentbreite $b \geq 1,00$ m : $\sigma_{R,d} = 520$ kN/m²
- Streifenfundamente, Einbindetiefe $t \geq 1,00$ m; Fundamentbreite $b \geq 0,50$ m : $\sigma_{R,d} = 350$ kN/m²
- Streifenfundamente, Einbindetiefe $t \geq 0,60$ m; Fundamentbreite $b \geq 0,40$ m : $\sigma_{R,d} = 250$ kN/m²
- Flächengründungskörper: $\sigma_{R,d} = 300$ kN/m²

Bettungsmodul für Flächengründungskörper:

- Randbereiche ohne Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 9$ bis 12 MN/m³
- Zwischenbereiche ohne Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 6$ bis 9 MN/m³
- Randbereiche mit Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 15$ bis 20 MN/m³
- Zwischenbereiche mit Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 12$ bis 15 MN/m³

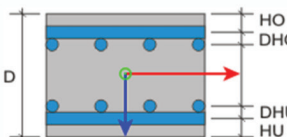
Bettungsmodul für Einzel- und Streifenfundamente:

- Gründungskörper mit Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 12$ bis 20 MN/m³
- Gründungskörper ohne Bodenverbesserung: $k_{s,k} = 9$ bis 15 MN/m³

Abstand

	Ober (A)	Unten (B)
Hauptbewehrung (H)	63.0 mm	63.0 mm
Querbewehrung (DH)	15.0 mm	15.0 mm

D



Ober

	Durchmesser	Min. Bewehrung	Max. Bewehrung
Hauptbewehrung	16 mm		
Querbewehrung	14 mm		

Unten

	Durchmesser	Min. Bewehrung	max. Bewehrung
Hauptbewehrung	16 mm		
Querbewehrung	14 mm		

Ober

	Rissbreite	GZG Stahlspannung
Hauptbewehrung	0.30 mm	
Querbewehrung	0.30 mm	

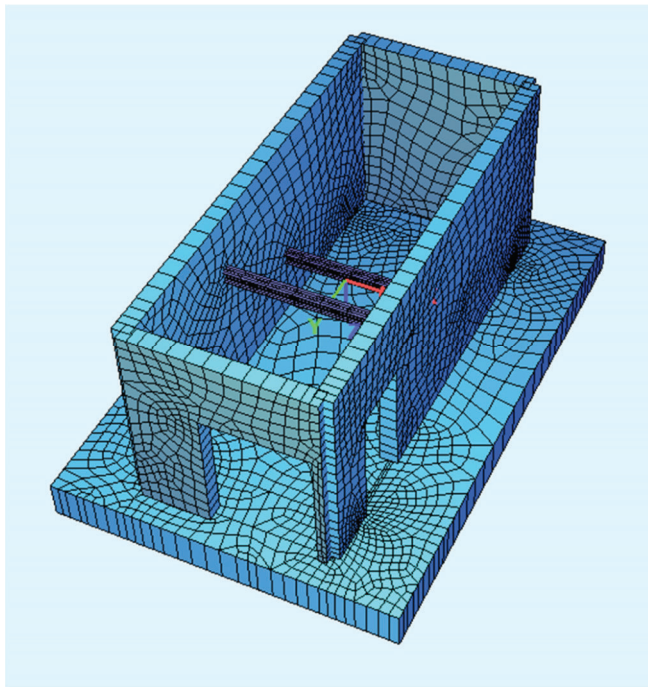
Unten

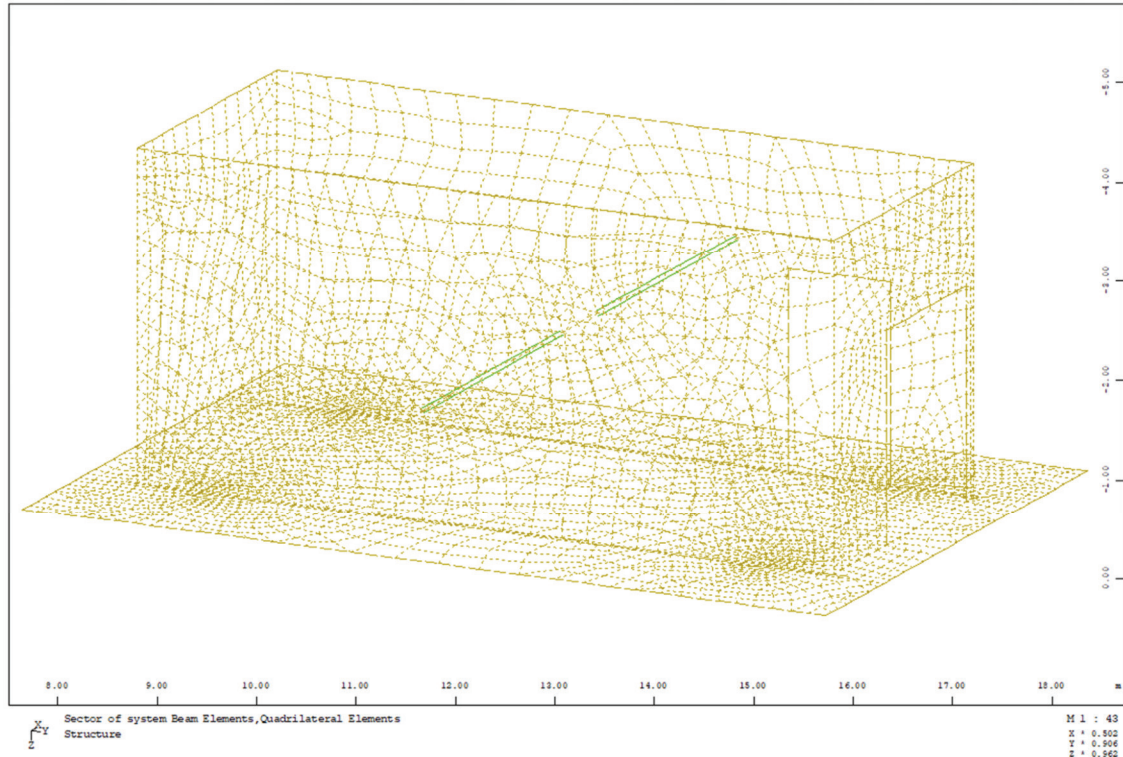
	Rissbreite	GZG Stahlspannung
Hauptbewehrung	0.30 mm	
Querbewehrung	0.30 mm	

Berechnung nach

☒ Th. I. Ordnung	Anzahl der Iterationen	1
☐ Th. II. Ordnung	Anzahl der Iterationen	60
☐ Th. III. Ordnung	Anzahl der Iterationen	60
☐ Linear elastisch		
Berechnungs-Modul:	ASE	
Berechnungsmethode:	Strain controlled	

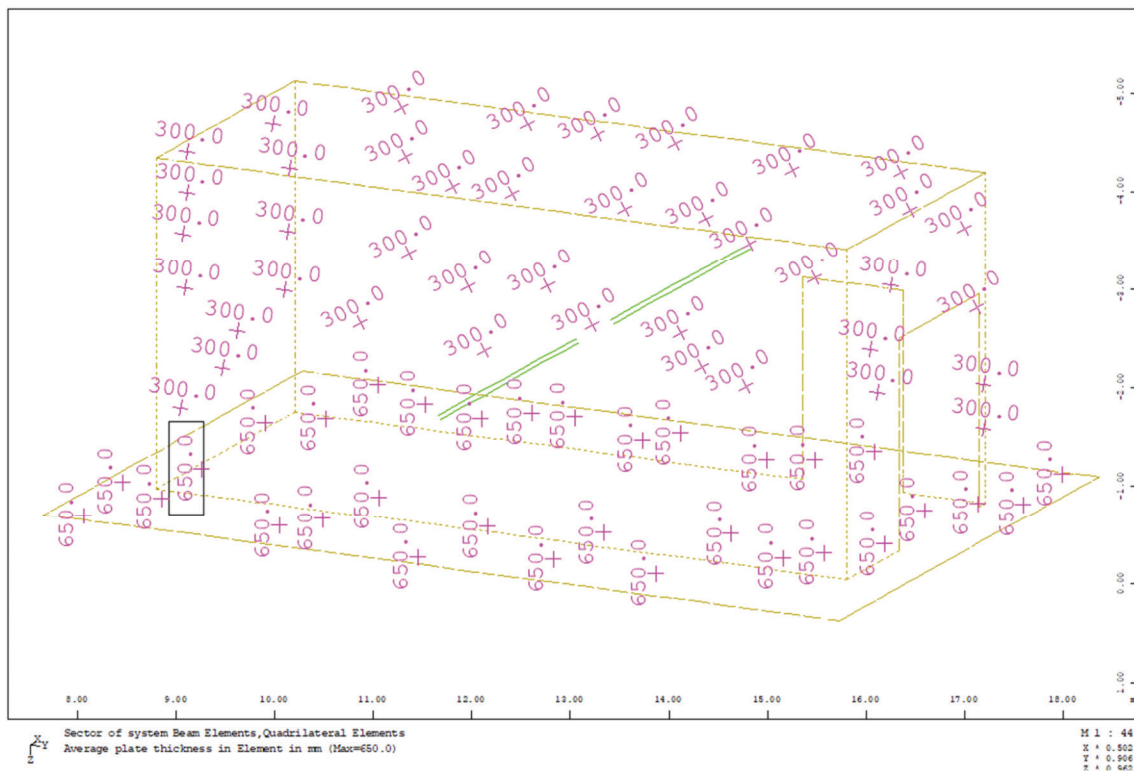
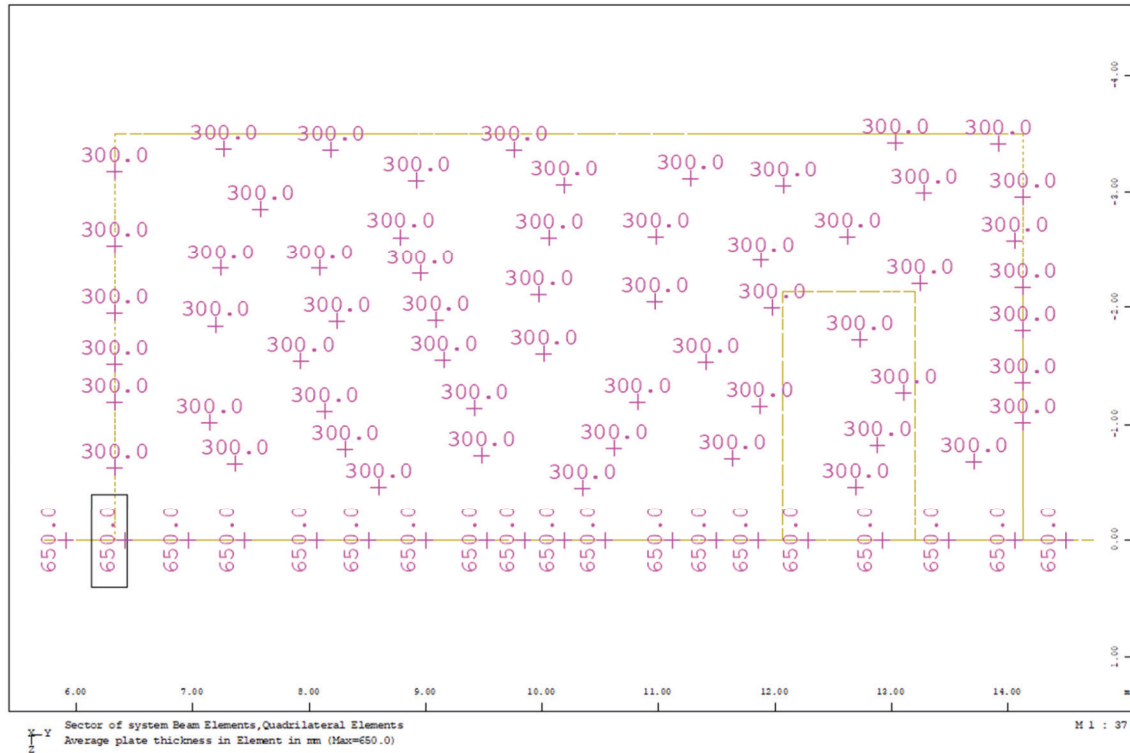
FEM – Modell mit Elementen:



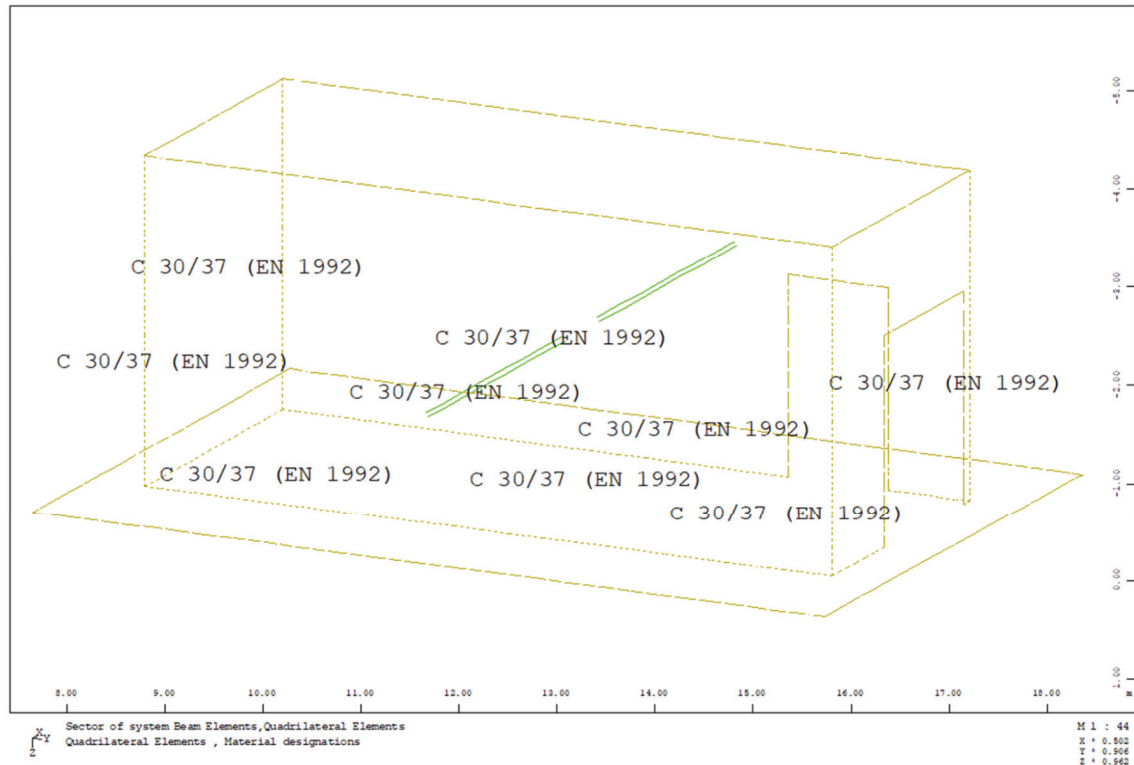


Fundamentplatte: 9 m x 6 m x 0.65 m

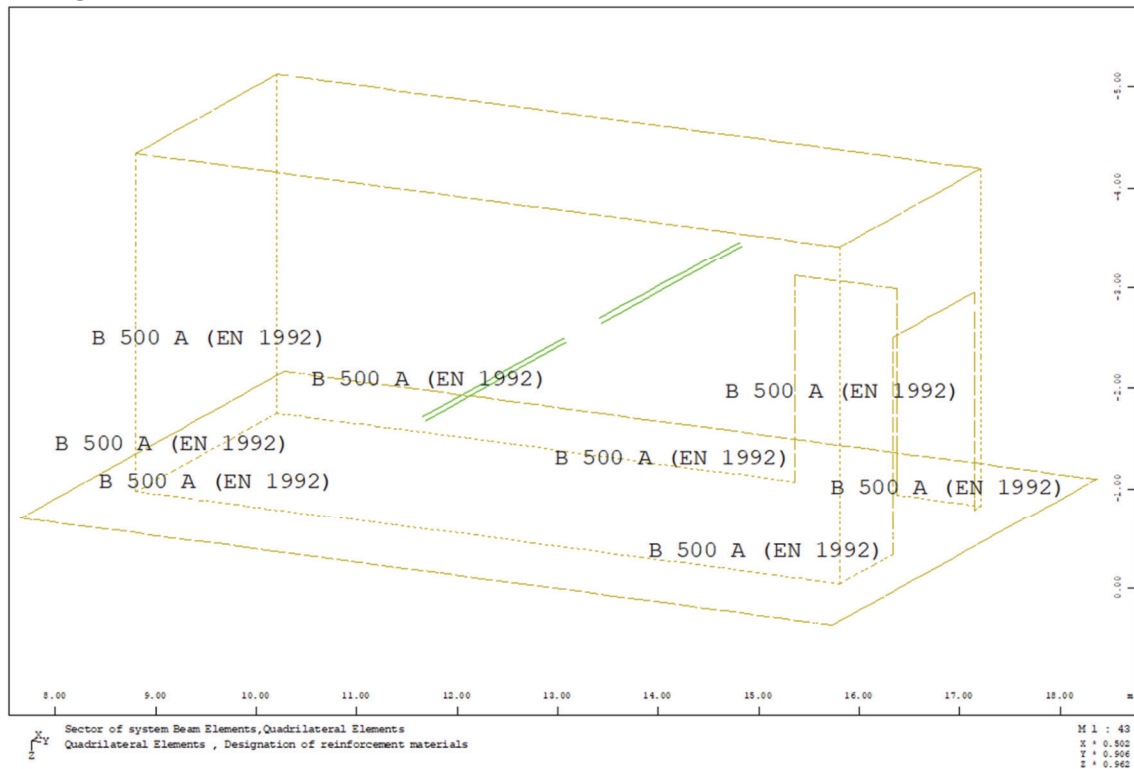
Elementdicke



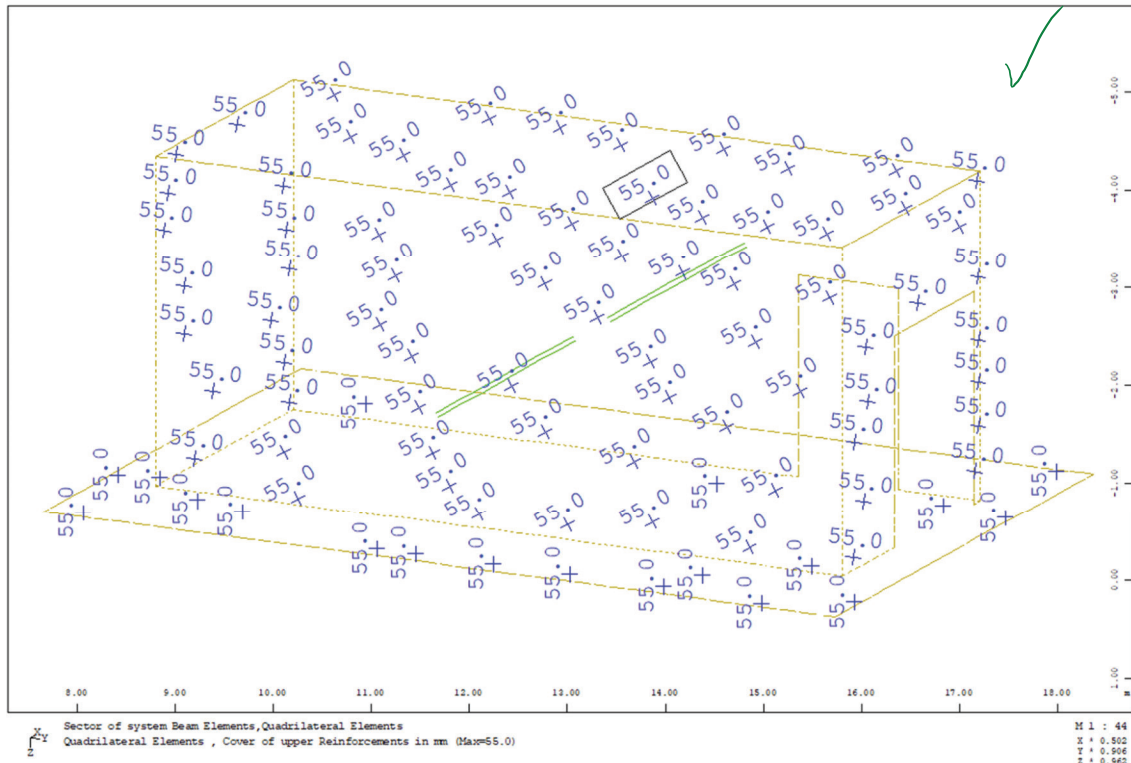
Betonfestigkeit



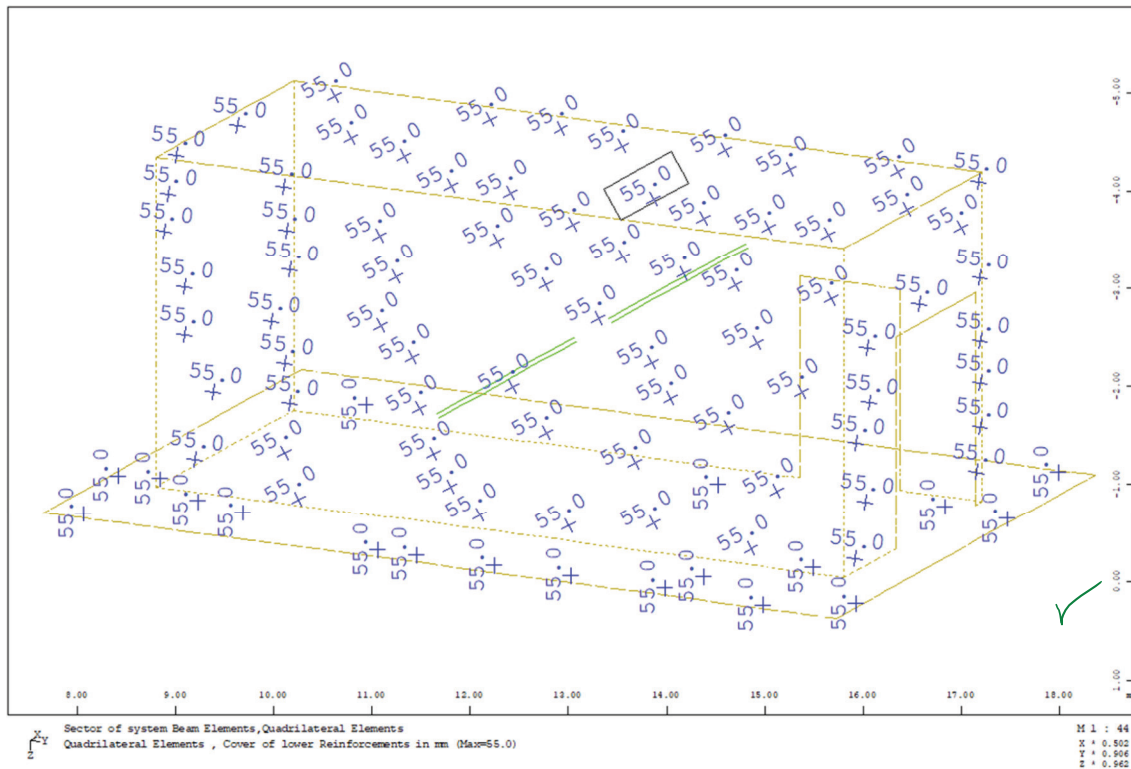
Festigkeit von Betonstahl



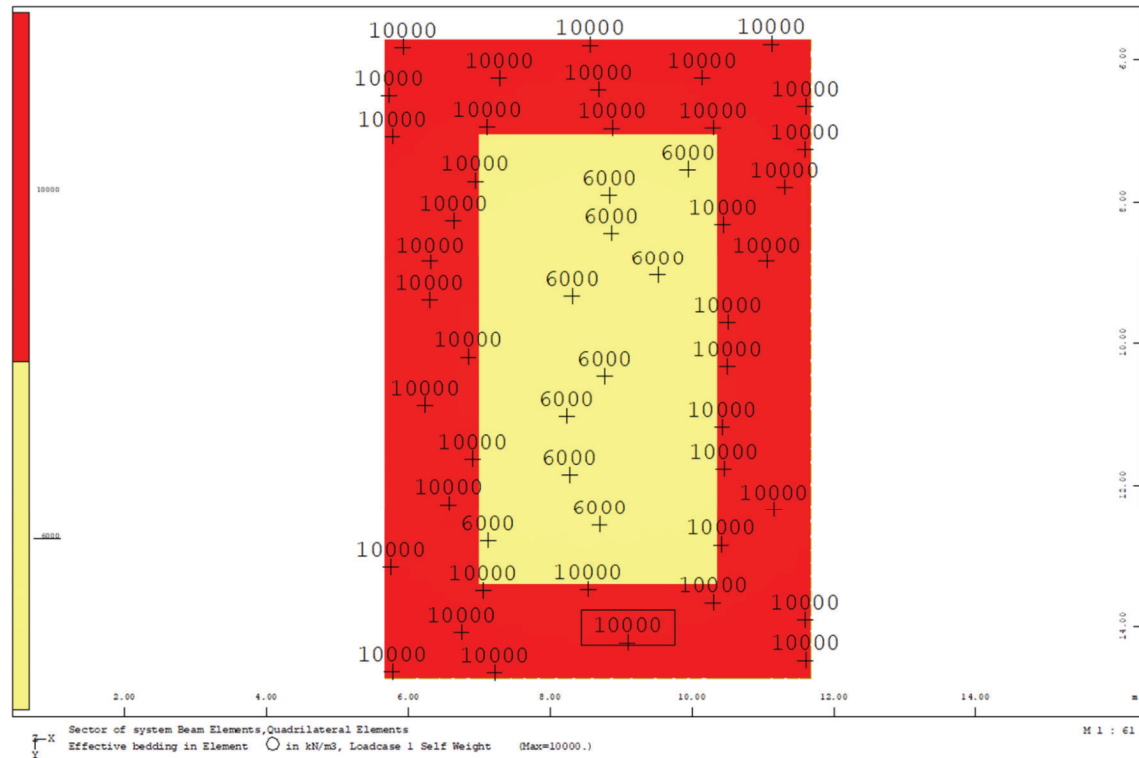
Betondeckung - obere Bewehrung



Betondeckung - Untere Bewehrung



Effektive Bettung



Randbereich Bettungsmodul: 10 MN/m³

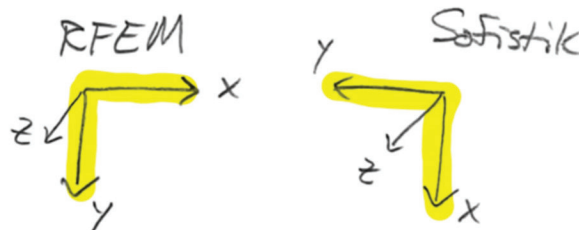
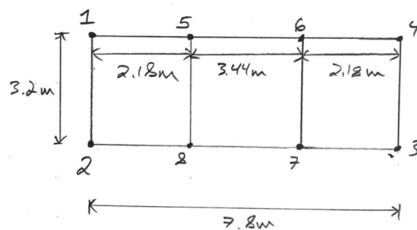
Mittlerer Bereich Bettungsmodul: 6 MN/m³



4.3.2 Lastannahmen

Reaktionslasten kleiner als 1 aus dem RFEM-Modell sind unbedeutend und werden als Eingaben in das Sofistik-Gründungsmodell vernachlässigt. Alle Reaktionslasten, die größer als 1 sind, werden berücksichtigt und auf die nächsthöhere ganze Zahl aufgerundet. ✓

Koordinatensystem:



X RFEM = -Y Sofistik

Y RFEM = X Sofistik

Ständige Lasten

Eigengewicht

-Siehe EDV Ausdruck

Auflast

-Gewicht Auflast (Belag oder Erdreich) = $g_k = (20 \text{ kN/m}^3)(0.15\text{m}) = 3 \text{ kN/m}^2$ ✓

Steigleiter

$G_k = (10\text{m} + 5\text{m} + 9\text{m})(0.4 \text{ kN/m}^2) = 9.6 \text{ kN}$ ✓

Decke und Wände Übungsgebäude

$G_k \text{ Decke D2} = (5.5 \text{ kN/m}^2)(1.75\text{m}) = 9.63 \text{ kN/m}$ ✓

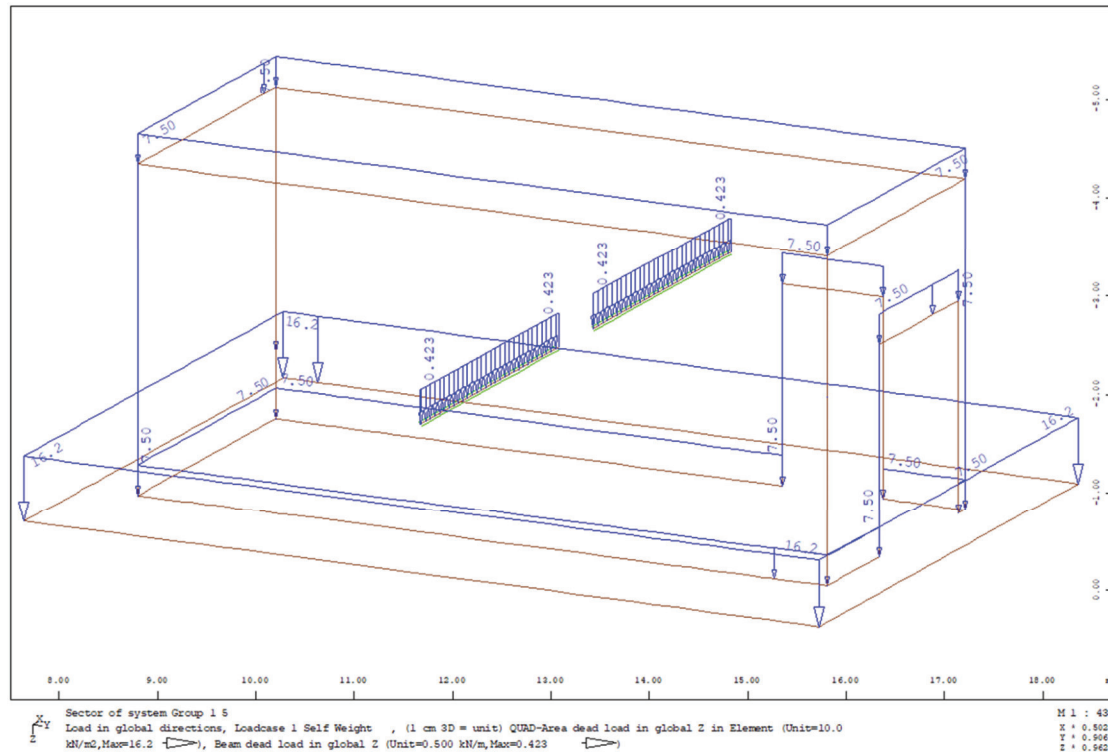
$G_k \text{ Wände D2} = (0.3\text{m})(2.5\text{m})(25 \text{ kN/m}^3) = 18.75 \text{ kN/m}$ ✓

$G_k \text{ Decke D3} = (5.5 \text{ kN/m}^2)(1.7\text{m}) + (0.2 \text{ m})(1.7\text{m})(25 \text{ kN/m}^3) = 17.85 \text{ kN/m}$ ✓

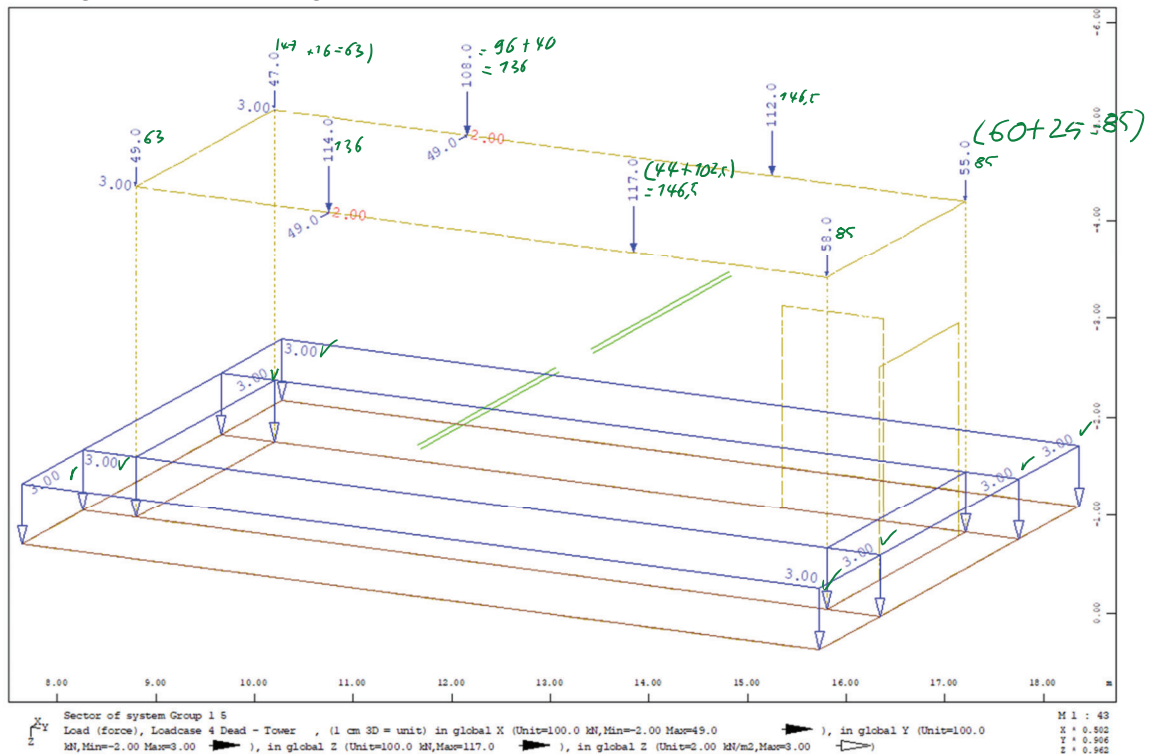
Übungsturm

Lastfall	Ständige		
Knoten	Px	Py	Pz
1			58
2			55
3	-3	2	47
4	-3	-2	49
5			117
6	2	-4	114
7	2	4	108
8			112

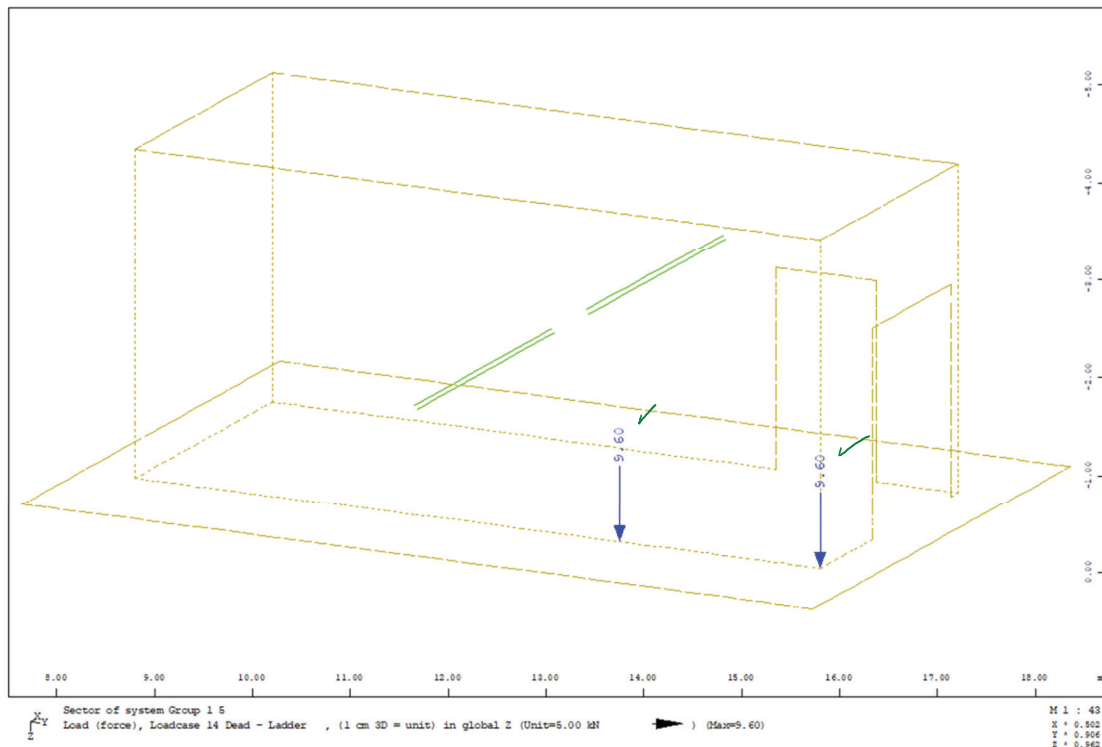
Eigengewicht



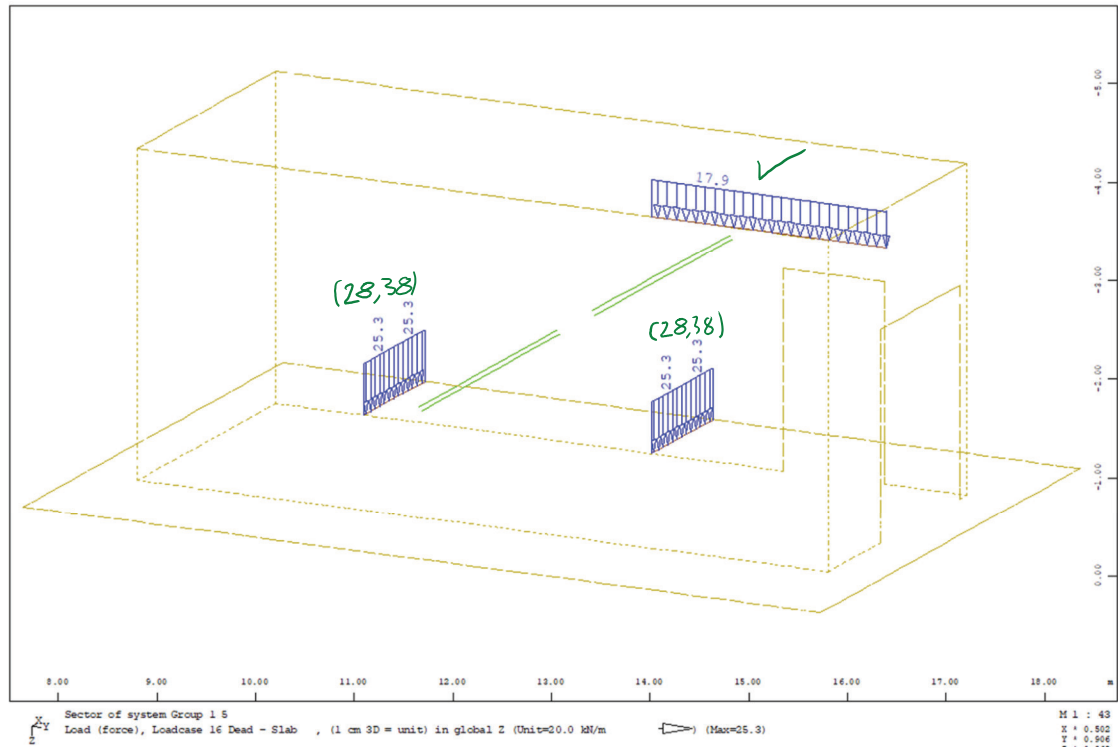
Ständige Lasten – Übungsturm mit Auflast



Ständige Lasten – Steigleiter



Ständige Lasten – Decke und Wände Übungsgebäude



Nutzlasten

Leiter

$$Q_k = 3(1.5 \text{ kN}) = 4,5 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Nutzlasten - Decke

$$Q_k \text{ Decke D2} = (2 \text{ kN/m}^2)(1,75\text{m}) = 3,5 \text{ kN/m} \quad \checkmark$$

$$Q_k \text{ Decke D3} = (2 \text{ kN/m}^2)(1,7\text{m}) = 3,4 \text{ kN/m} \quad \checkmark$$

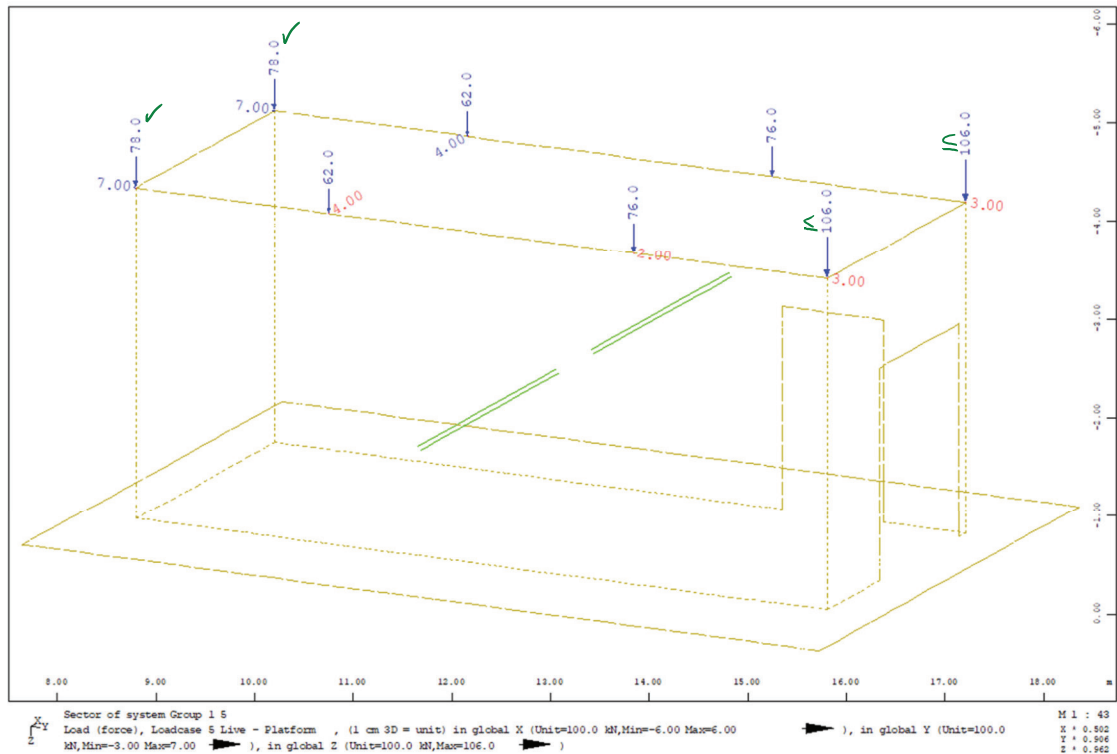
Übungsturm

Lastfall	Nutz (Podest)			Nutz (Treppenläufe)			Nutz (Holmlast)		
Knoten	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz
1	3	-2	106						
2	3	2	106						
3	-7	6	78				-2		
4	-7	-6	78				-2		
5	2		76		-2	204			10
6	2	-4	62		-5	204	-3		-10
7	2	4	62		-5	204	-3		-10
8	2		76		2	204			10

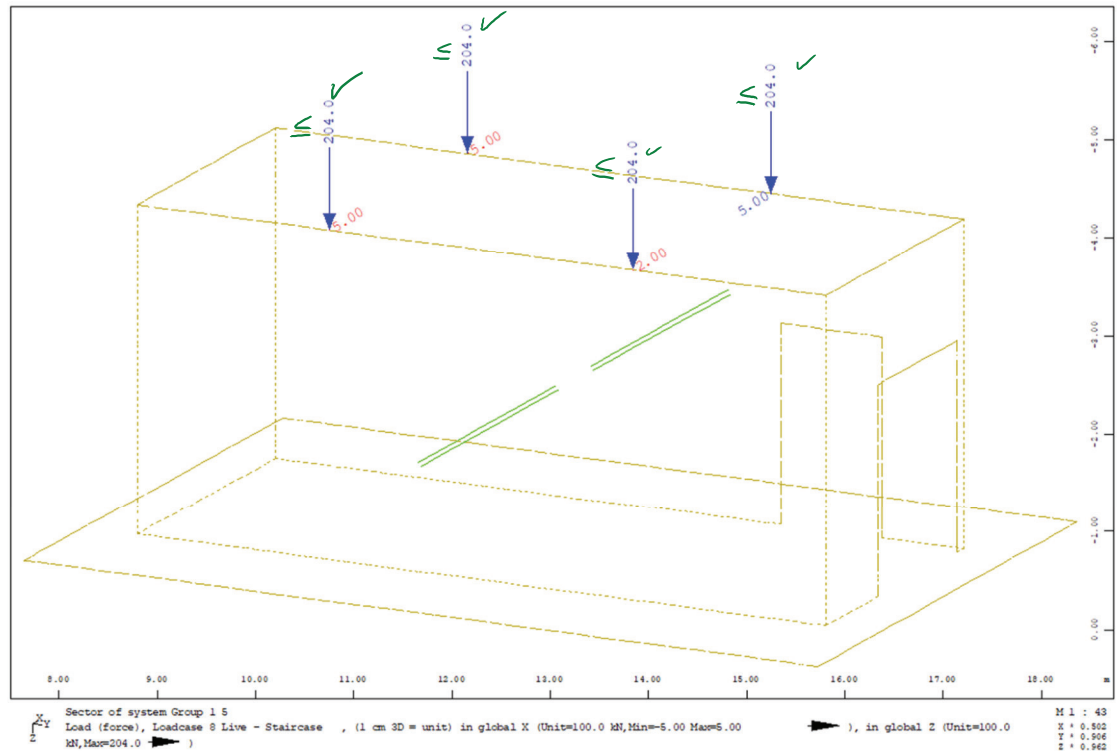
Seilanschlagspunkte

Lastfall	Seilanschl. - 1			Seilanschl. - 2			Seilanschl. - 3			Seilanschl. - 4		
Knoten	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz	Px	Py	Pz
1					3	-35					2	-25
2					3	60			25		2	50
3												
4												
5									14			10
6	-2	-2	-2						-14			-10
7							-4		-18	-3		-13
8	2	2	2						18			13

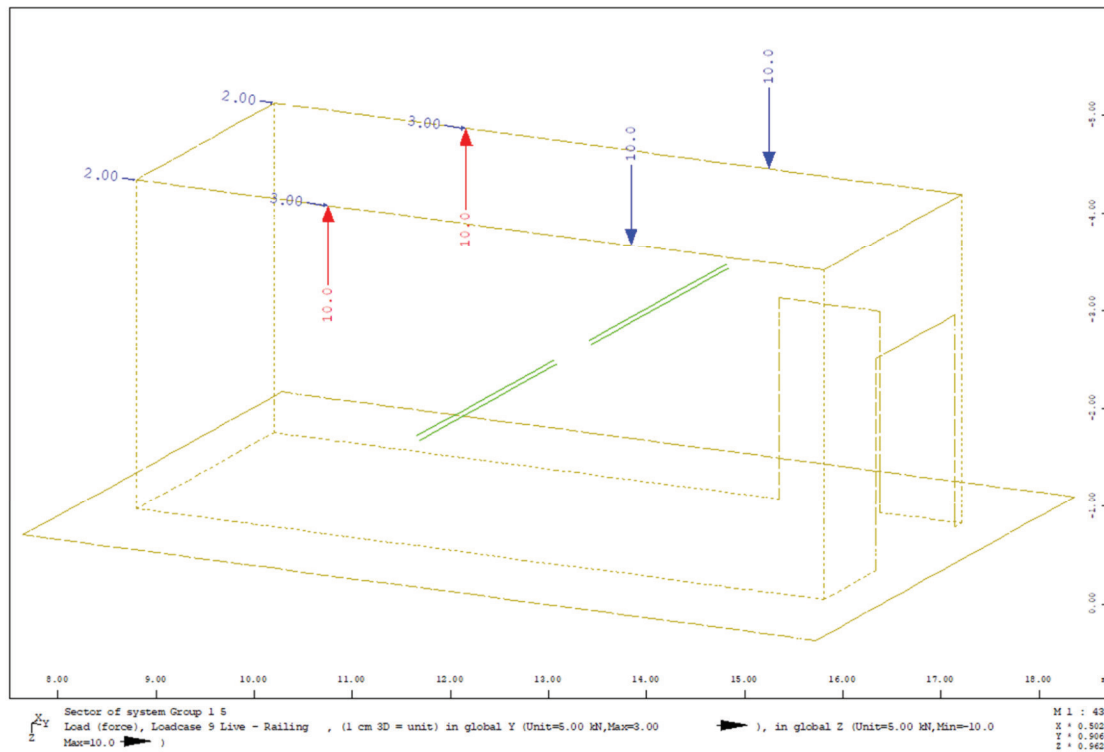
Nutzlasten – Podest



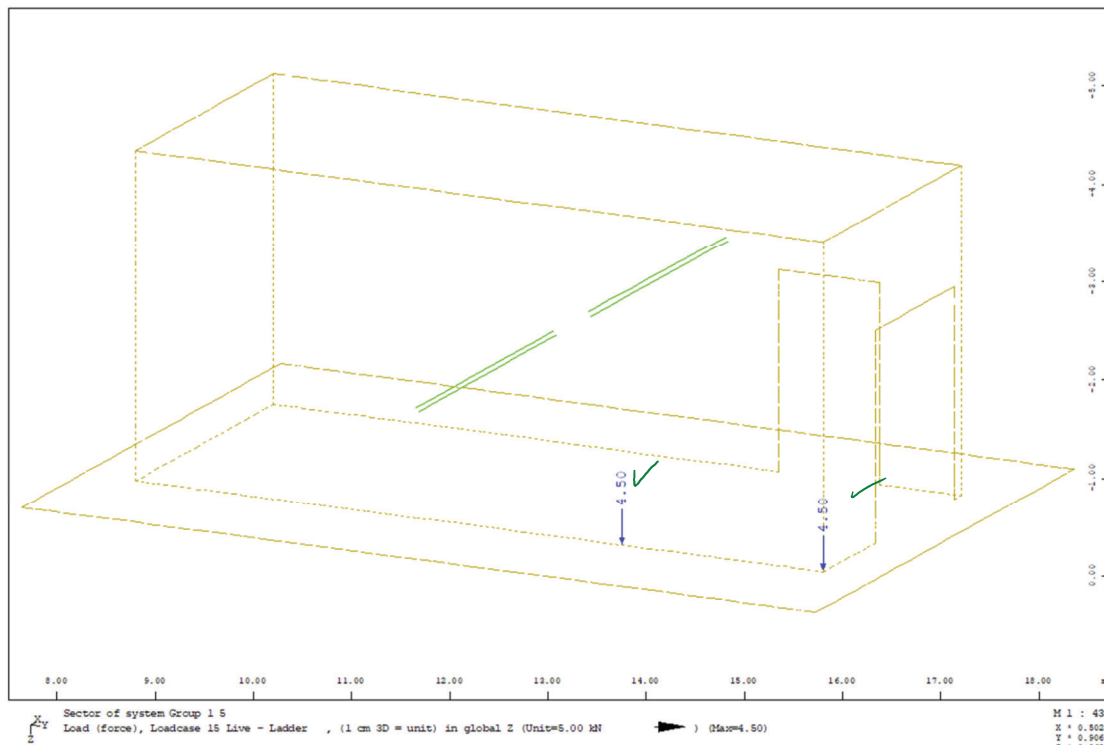
Nutzlasten – Treppenläufe



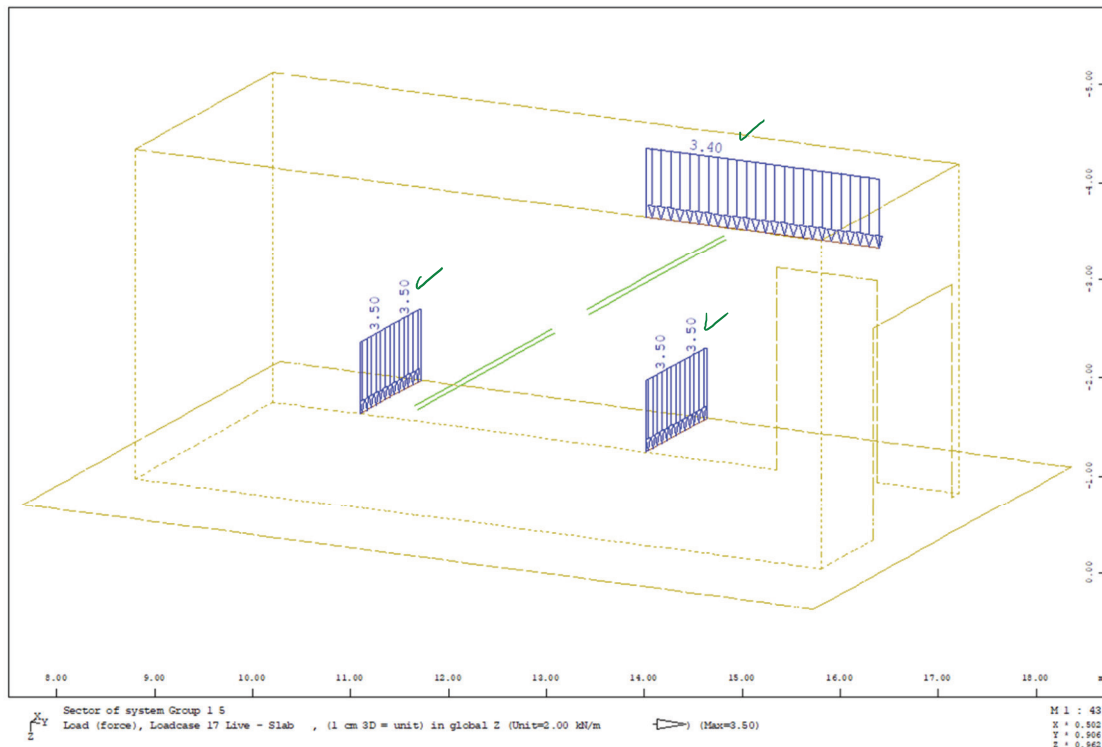
Nutzlasten – Holmlasten



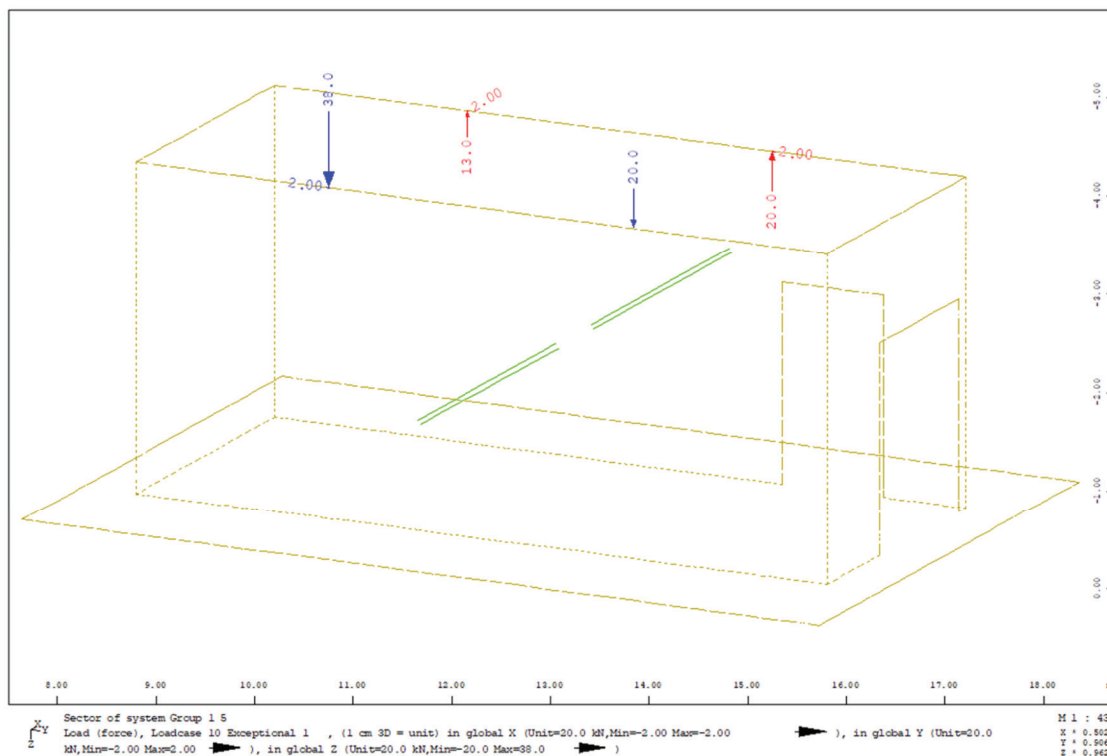
Nutzlasten – Leiter



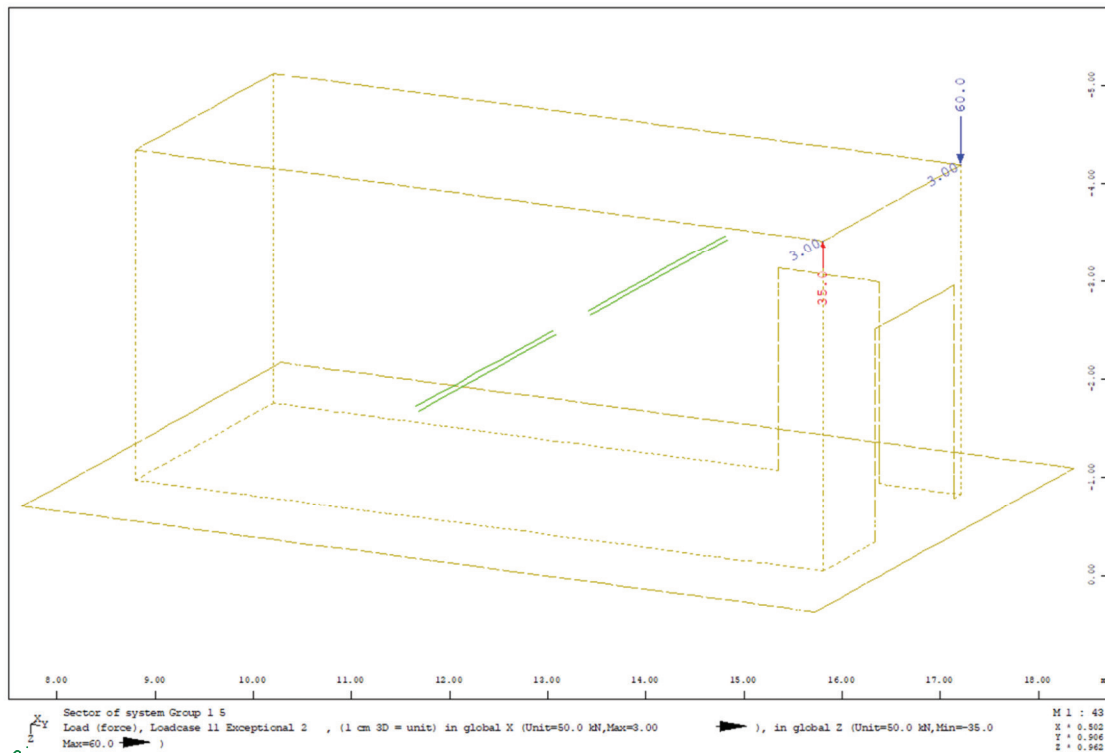
Nutzlast – Übungshaus Decke



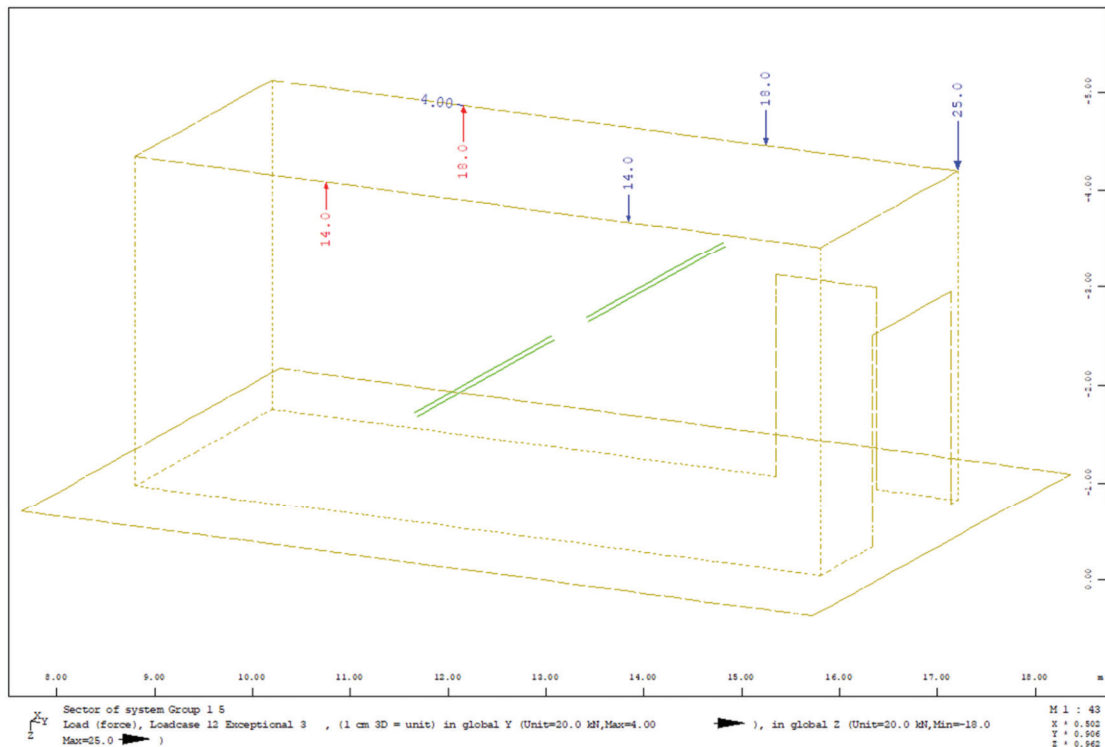
Sielanslagspunkte - 1



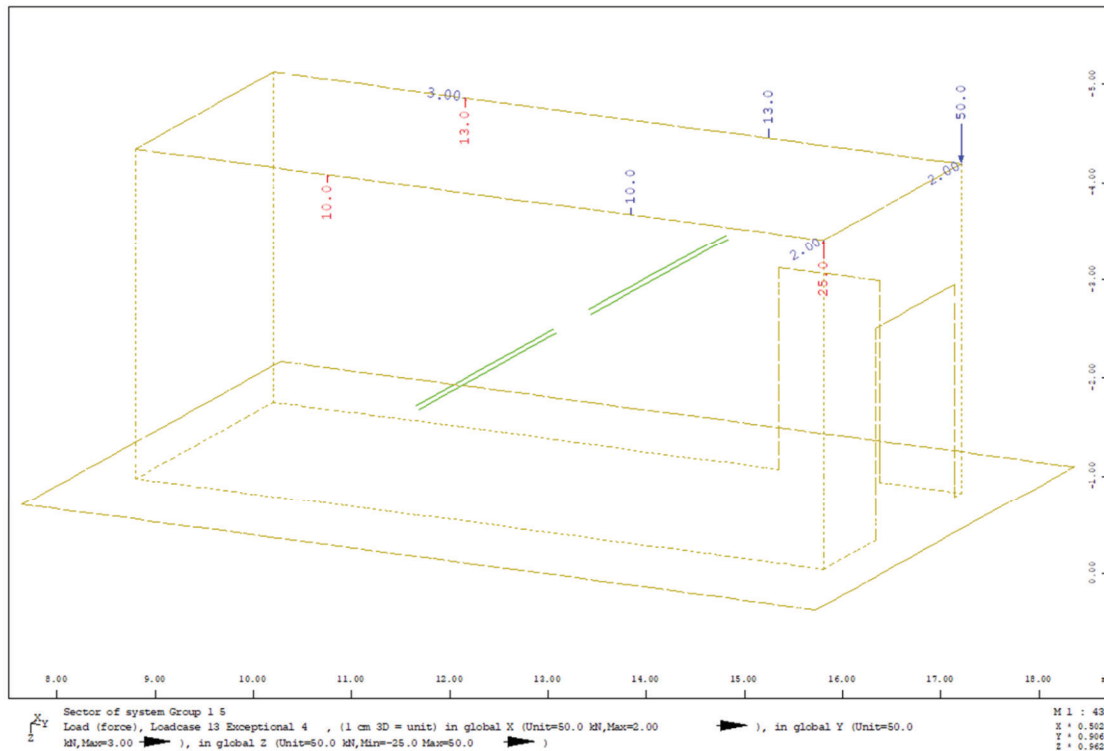
Sielanschlagspunkte - 2



~~Si~~elanschlagspunkte - 3



Sielanschlagspunkte - 4

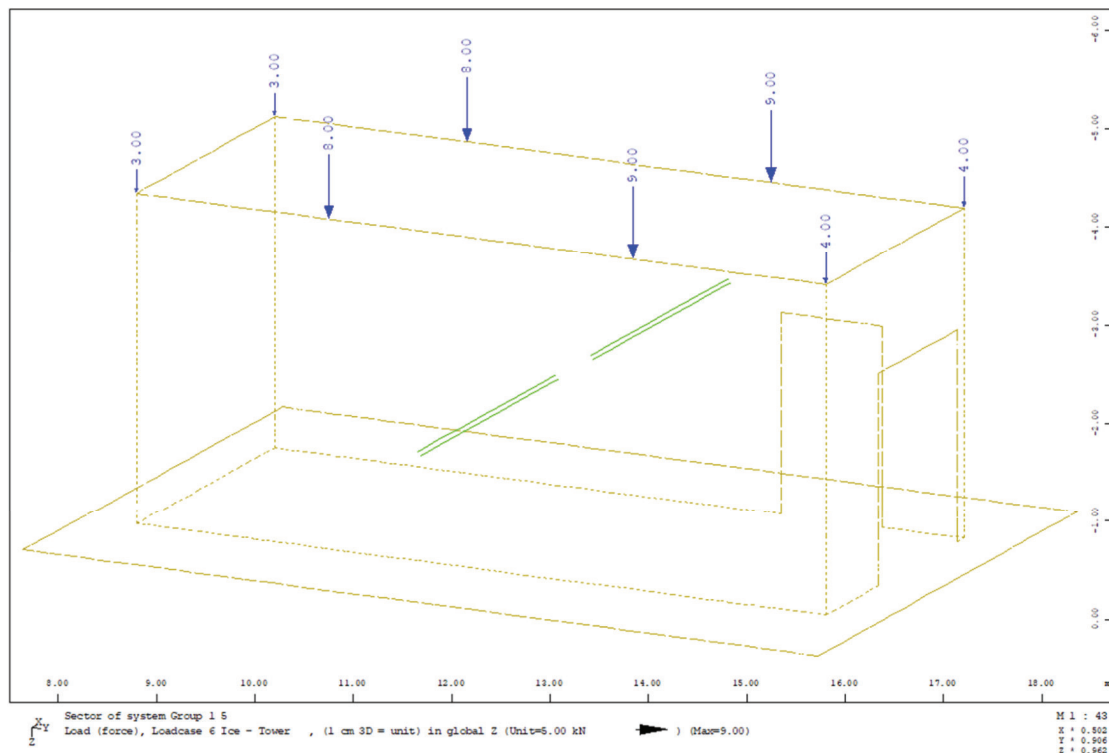


Eislasten

Übungsturm

Lastfall	Eis		
Knoten	Px	Py	Pz
1			4
2			4
3			3
4			3
5			9
6			8
7			8
8			9

Eislasten

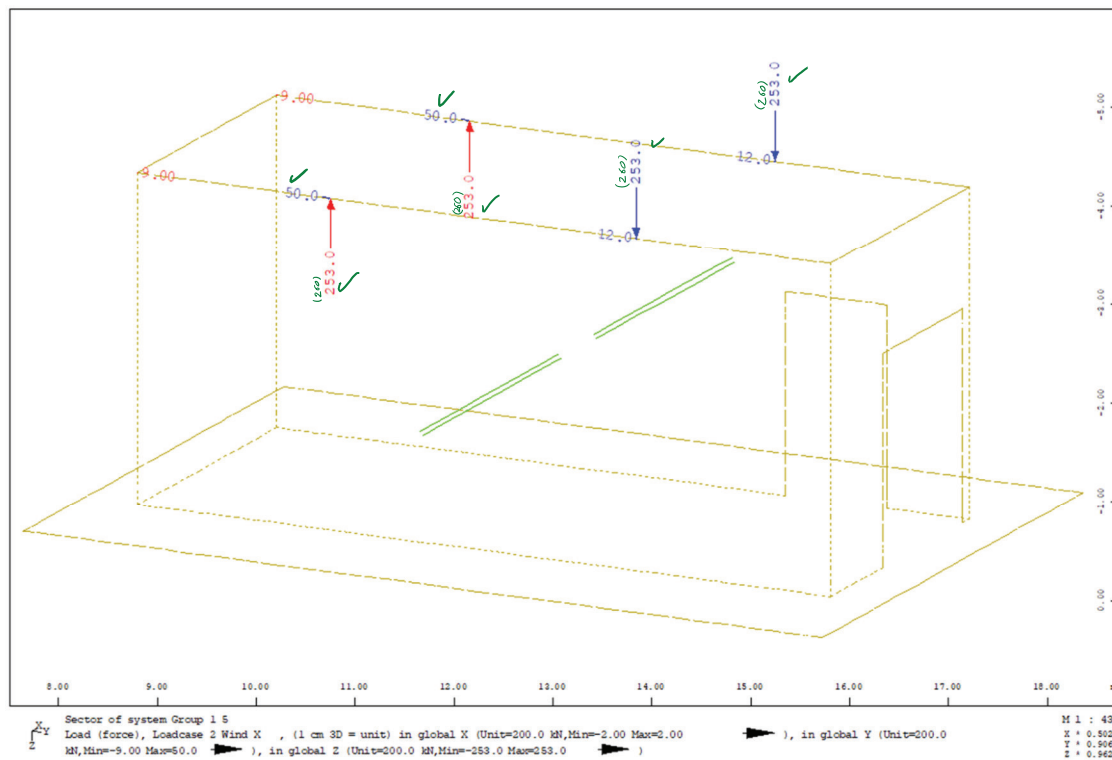


Windlasten

Übungsturm

Lastfall	Wind (x)			Wind (y)		
	Knoten	Px	Px	Px	Py	Pz
1		-2	-2	-2	14	-105
2		-2	-2	-2	14	105
3	9				14	103
4	9				14	-103
5	-12	7	7	7	44	-408
6	-50	-5	-5	-5	45	-434
7	-50	2	2	2	44	434
8	-12				43	408

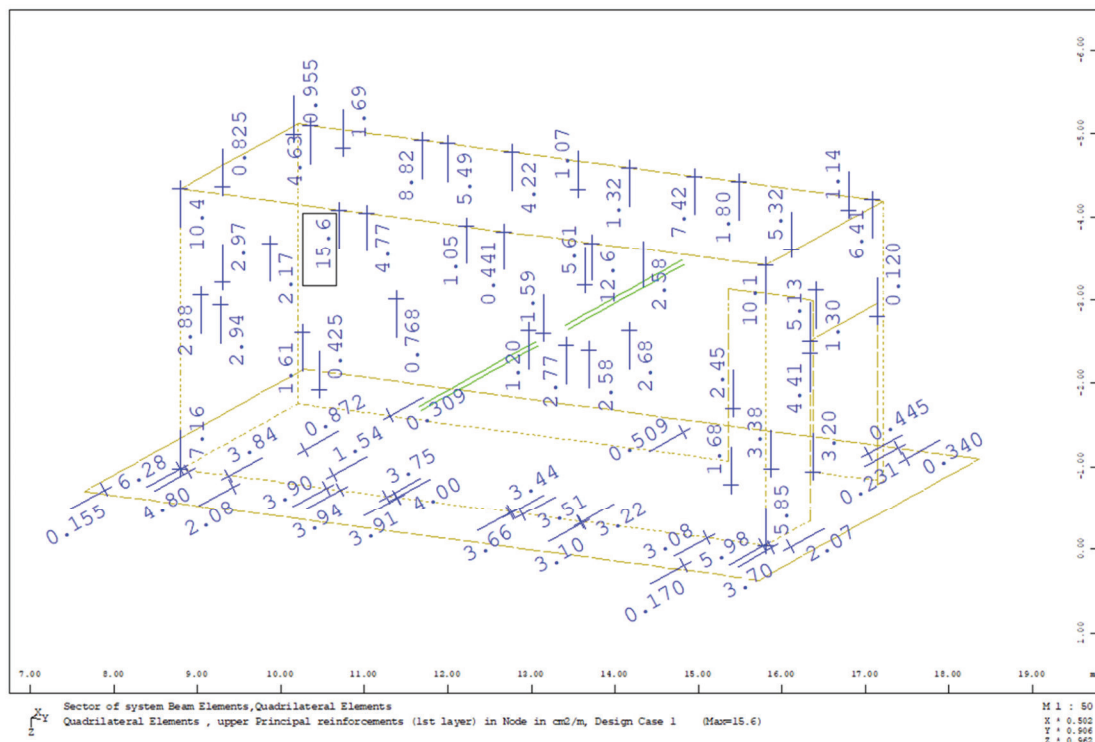
Windlasten (x)



4.3.3 Erforderliche Bewehrung

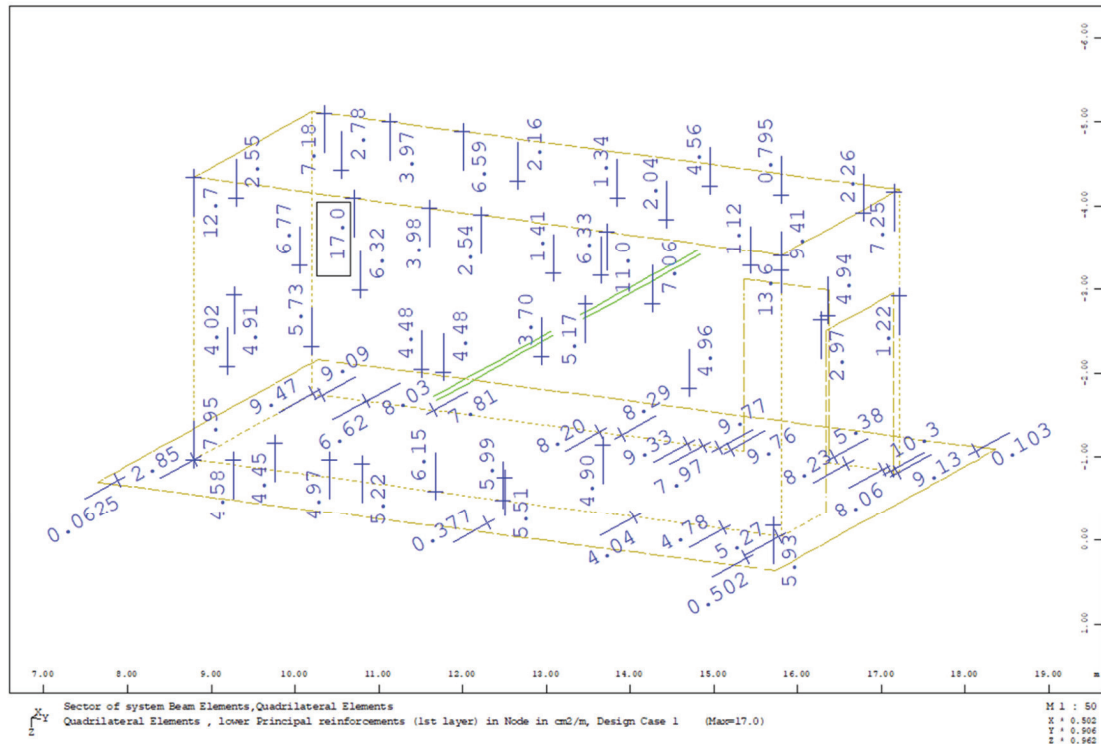
Primäre Bewehrung	oben/innerhalb	Ø16/10 cm
	unten/außen	Ø16/10 cm
Querversteifung	oben/innerhalb	Ø14/12,5 cm
	unten/außen	Ø14/12,5 cm
Randbewehrung		4 Ø 16
Oberseite der Wandbewehrung		2 Ø 20

Obere Hauptbewehrung - 1. Lage



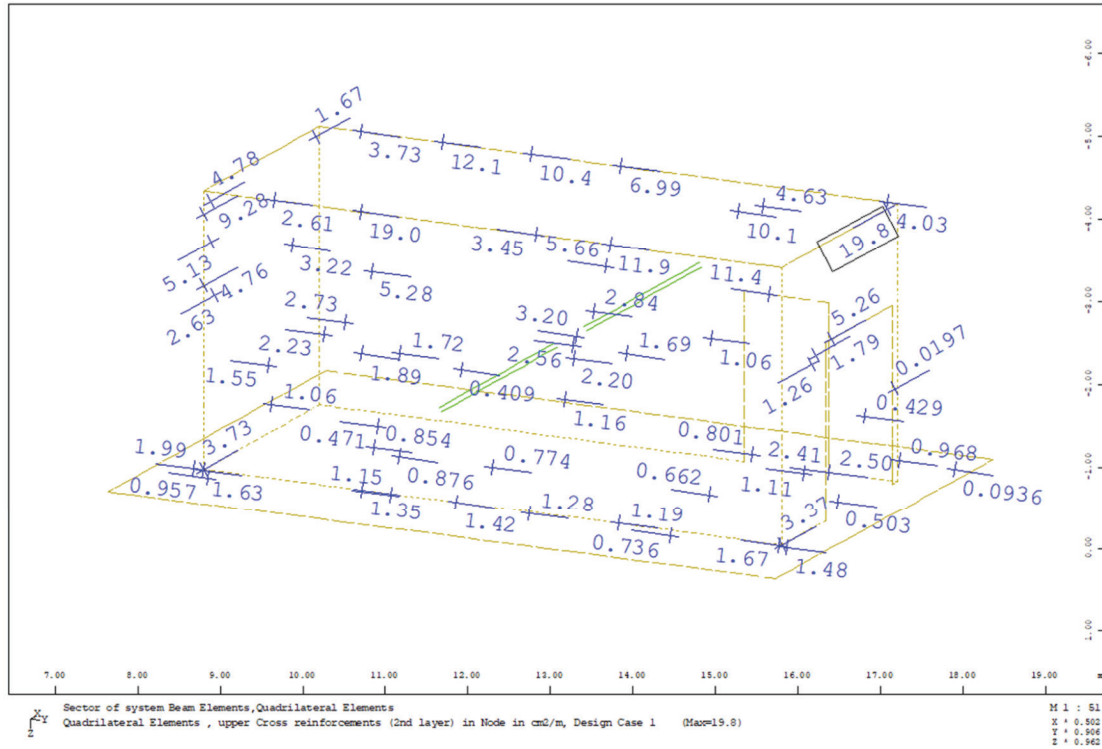
$$\pi(1,6\text{cm})^2/4 \cdot (100\text{cm}/10 \text{ cm}) = 20,1 \text{ cm}^2/\text{m} > 15,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Untere Hauptbewehrung - 1. Lage



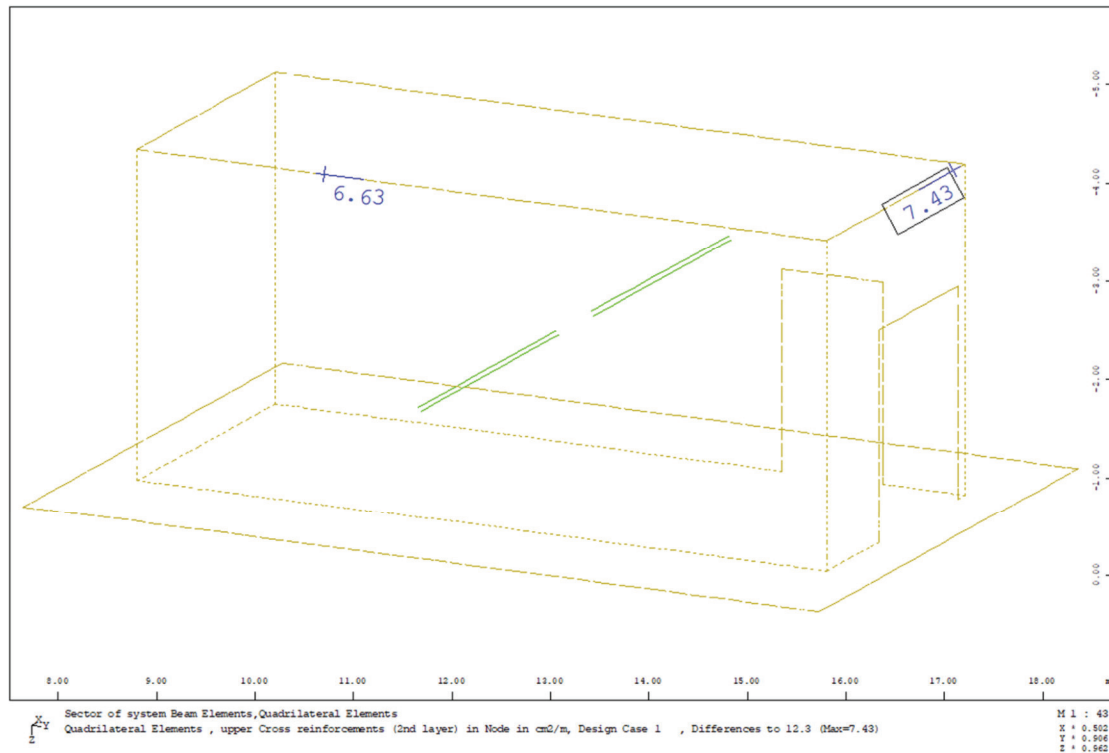
$$\pi(1,6\text{cm})^2/4 \cdot (100\text{cm}/10\text{ cm}) = 20,1\text{ cm}^2/\text{m}$$

Obere Querbewehrung - 2. Lage



$$\pi(1,4\text{cm})^2/4 \cdot (100\text{cm}/12,5 \text{ cm}) = 12,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Differenzen von 12,3 cm²/m:



Äquivalente Stahldichte an der Ecke:

$$4\pi(1,6\text{cm})^2/4 / 0,3\text{m} = 26,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

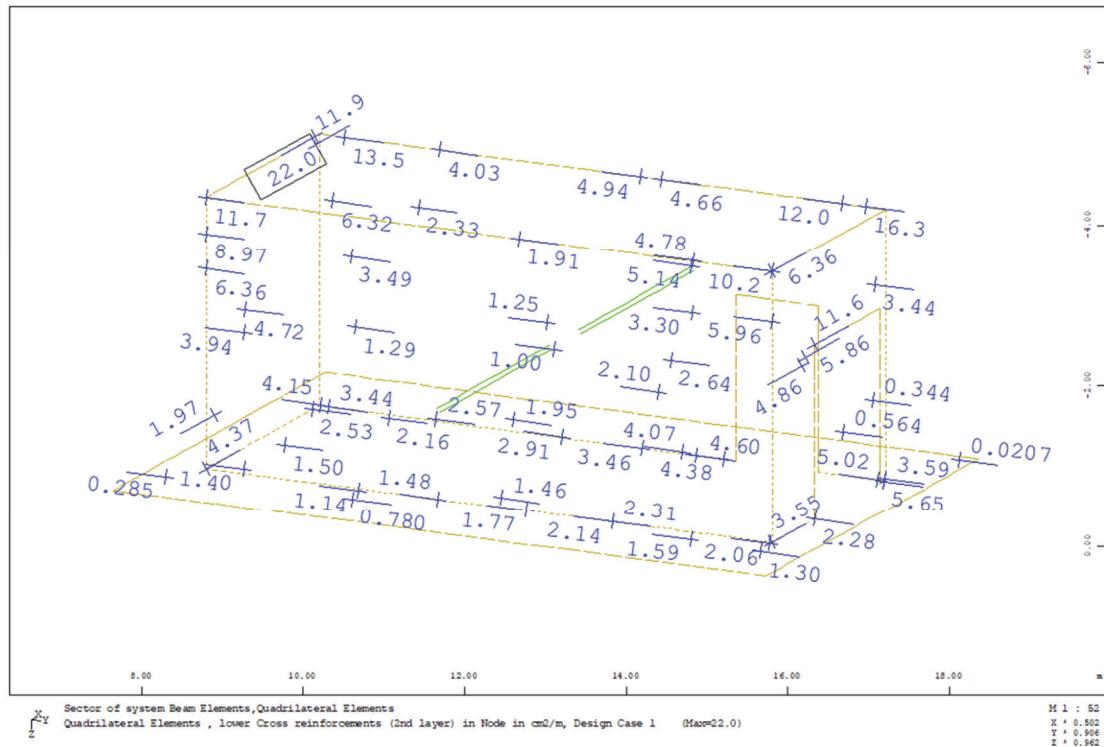
$$12,3 \text{ cm}^2/\text{m} + 26,8 \text{ cm}^2/\text{m} = 39,1 \text{ cm}^2/\text{m} > 19,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Äquivalente Stahldichte an der Oberseite der Wand:

$$= 2\pi(2,0\text{cm})^2/4 / 0,3\text{m} = 20,9 \text{ cm}^2/\text{m}$$

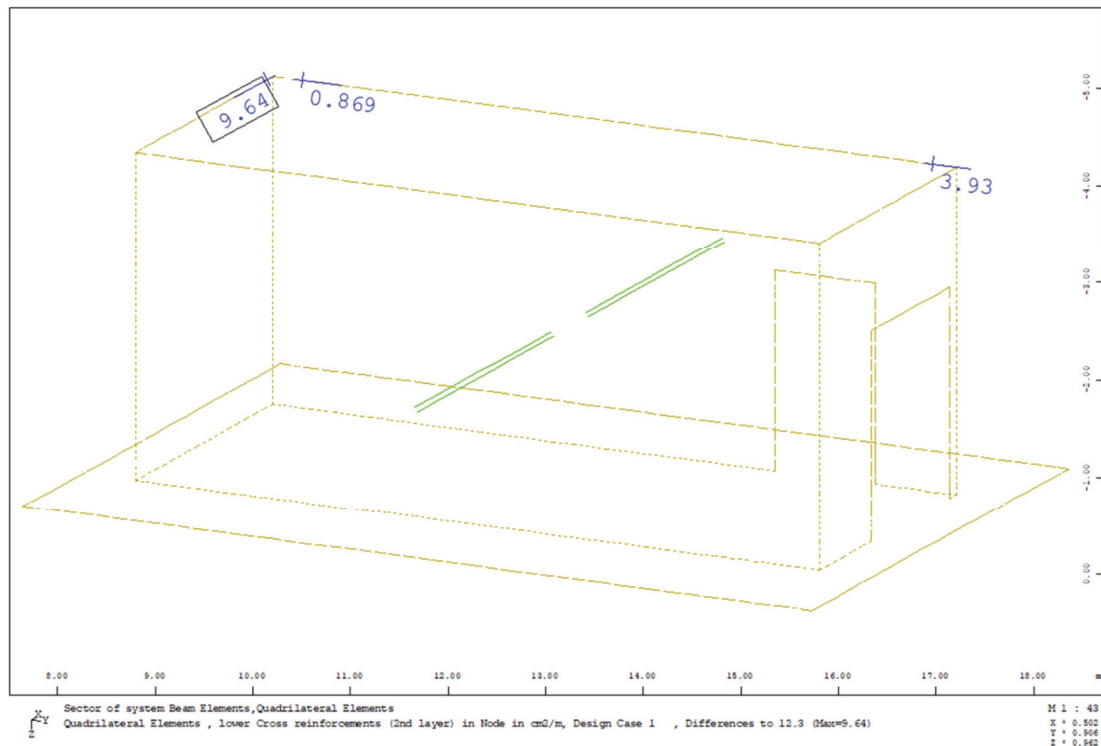
$$20,9 \text{ cm}^2/\text{m} > 6,63 \text{ cm}^2/\text{m} + 12,3 \text{ cm}^2/\text{m} = 18,93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Untere Querbewehrung - 2. Lage



$$\pi(1,4\text{cm})^2/4 \cdot (100\text{cm}/12,5 \text{ cm}) = 12,3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Differenzen von 12,3 cm²/m:



Äquivalente Stahldichte an der Ecke:

$$4\pi(1,6\text{cm})^2/4 / 0,3\text{m} = 26,8 \text{ cm}^2/\text{m}$$

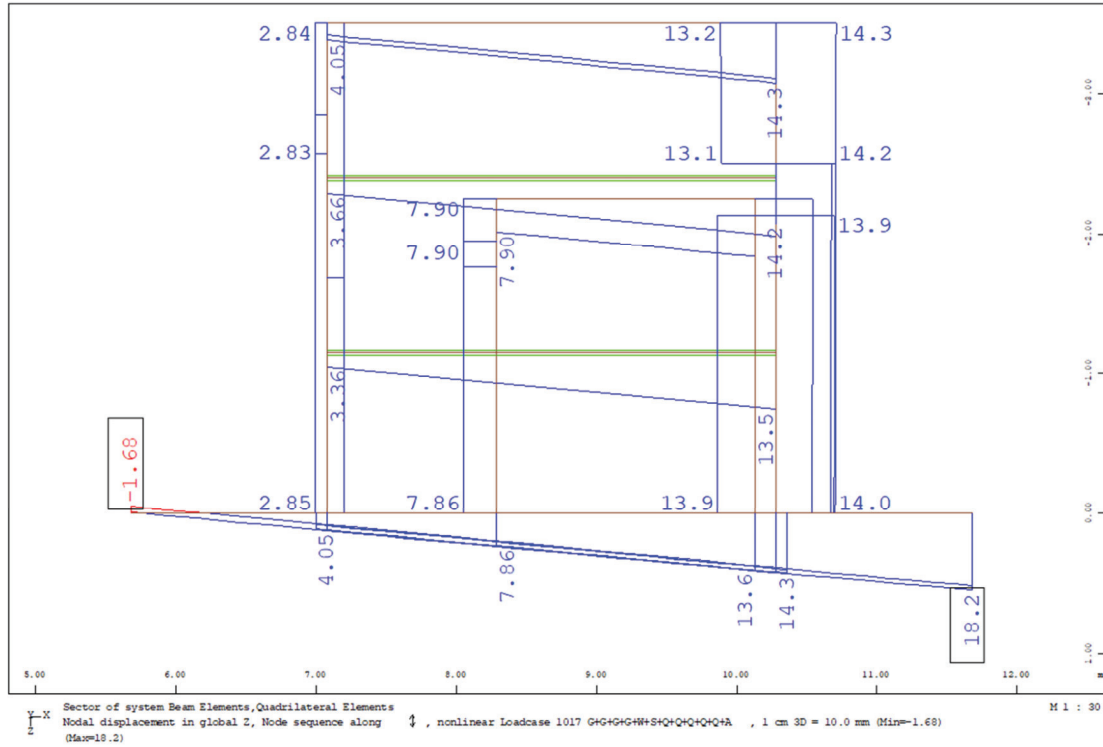
$$12,3 \text{ cm}^2/\text{m} + 26,8 \text{ cm}^2/\text{m} = 39,1 \text{ cm}^2/\text{m} > 22,0 \text{ cm}^2/\text{m}$$

4.3.4 Setzungsberechnung

▼ 1017: (D) G+G+G+G+W+S+Q+Q+Q+Q+A		
1: G Self Weight		1.0
4: G Dead - Tower		1.0
14: G Dead - Ladder		1.0
16: G Dead - Slab		1.0
7: W Wind Y		1.0
6: S Ice - Tower		1.0
5: Q Live - Platform		1.0
8: Q Live - Staircase		1.0
9: Q Live - Railing		1.0
15: Q Live - Ladder		1.0
17: Q Live - Slab		1.0
11: A Exceptional 2		1.0

Maßgebender Lastfall mit charakteristischen Lasten:

- Eigengewicht
- Eigengewicht – Stahlurm
- Eigengewicht – Leiter
- Eigengewicht – Decke
- Wind Y
- Eis – Stahlurm
- Nutzlasten – Podest
- Nutzlasten – Treppen
- Nutzlasten – Holmlasten
- Nutzlasten – Leiter
- Nutzlasten – Decke
- Seilanschlagspunkte – 2



$$1,82 \text{ cm} / 2,0 \text{ cm} = 0,91$$

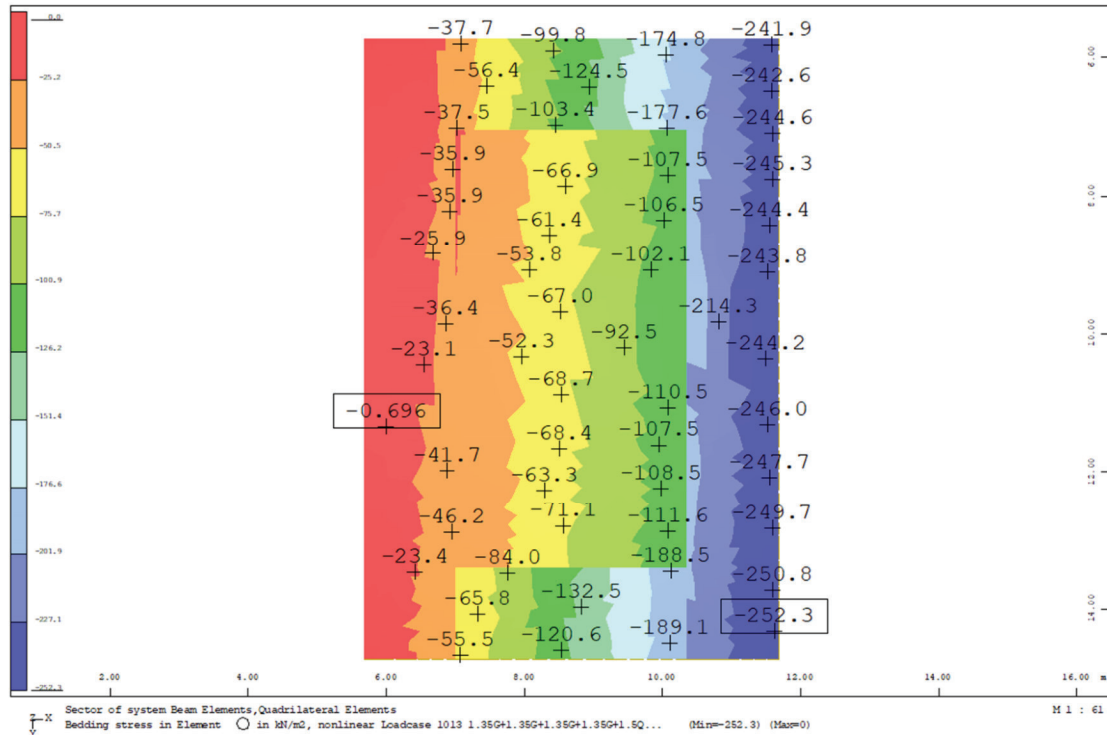
4.3.5 Nachweis der Tragfähigkeit – maßgebende Boenpressung

Maßgebender Lastfall mit Bemessungslasten (Lastfall mit größtem Bodendruck):

- Eigengewicht
- Eigengewicht – Stahlturm
- Eigengewicht – Leiter
- Eigengewicht – Decke
- Wind Y
- Eis – Stahlturm
- Nutzlasten – Podest
- Nutzlasten – Treppen
- Nutzlasten – Holmlasten
- Nutzlasten – Leiter
- Nutzlasten – Decke

▼ 1013: (D) 1.35G+1.35G+1.35G+1.35G+1.5Q+1.5S+1.5Q+1.5Q...

1: G Self Weight	1.35
4: G Dead - Tower	1.35
14: G Dead - Ladder	1.35
16: G Dead - Slab	1.35
5: Q Live - Platform	1.5
6: S Ice - Tower	1.5
8: Q Live - Staircase	1.5
9: Q Live - Railing	1.5
15: Q Live - Ladder	1.5
17: Q Live - Slab	1.5
7: W Wind Y	1.5

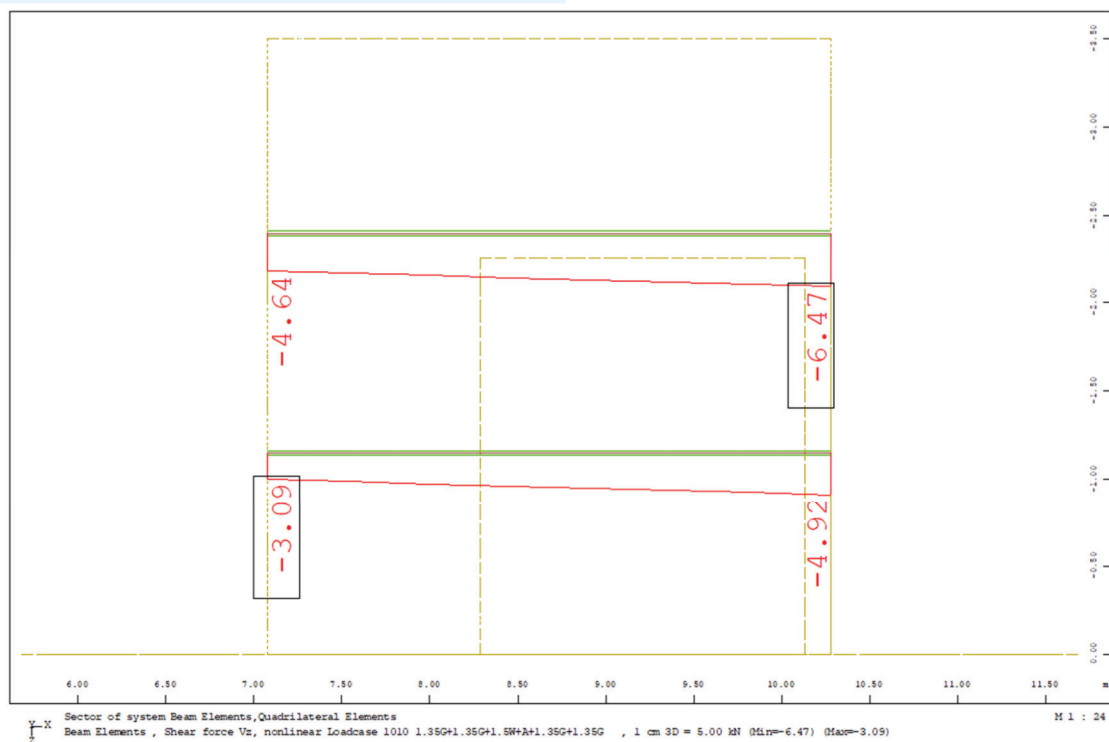
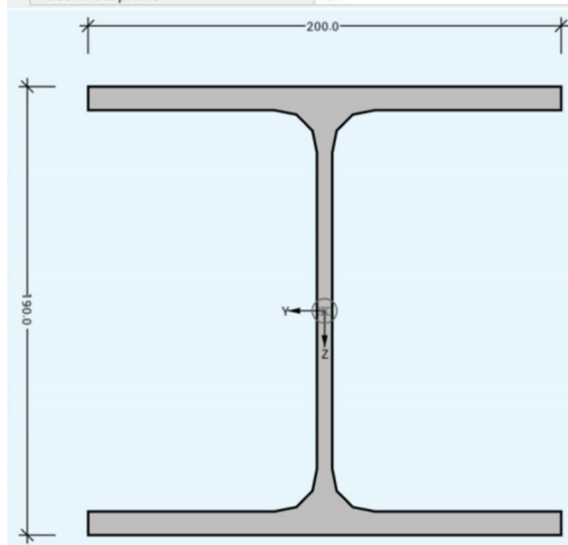


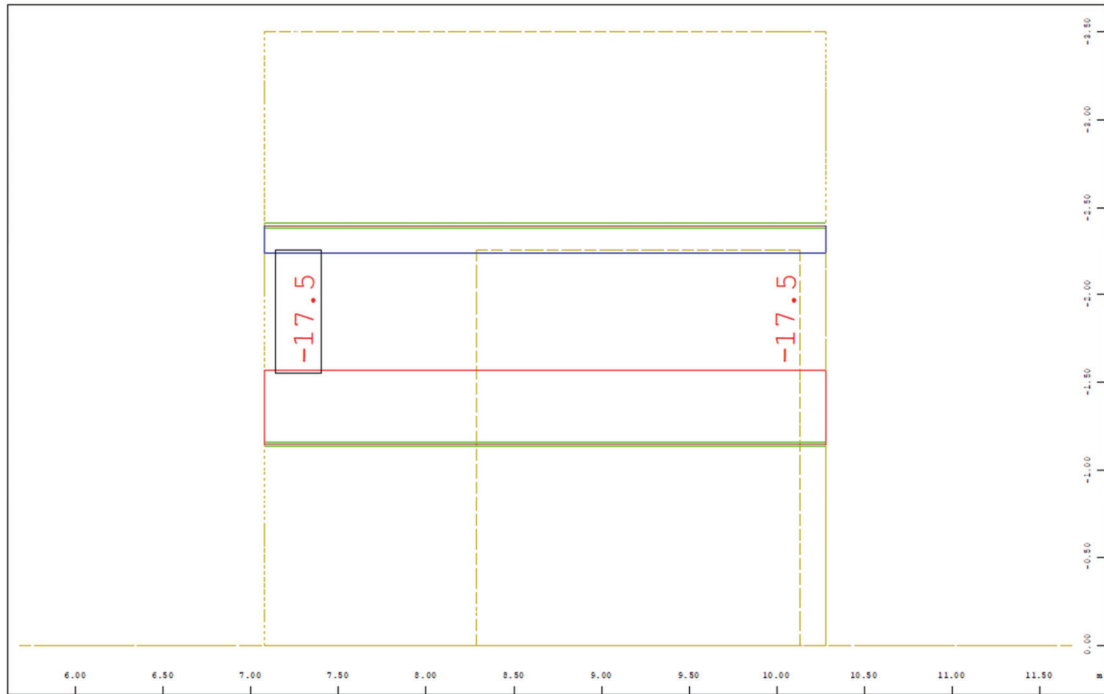
Maximal zulässiger Bodentragfähigkeitsdruck: 300 kN/m²

$$252,3 / 300 = 0,76$$

4.3.6 Stahlträger für Treppenläufe

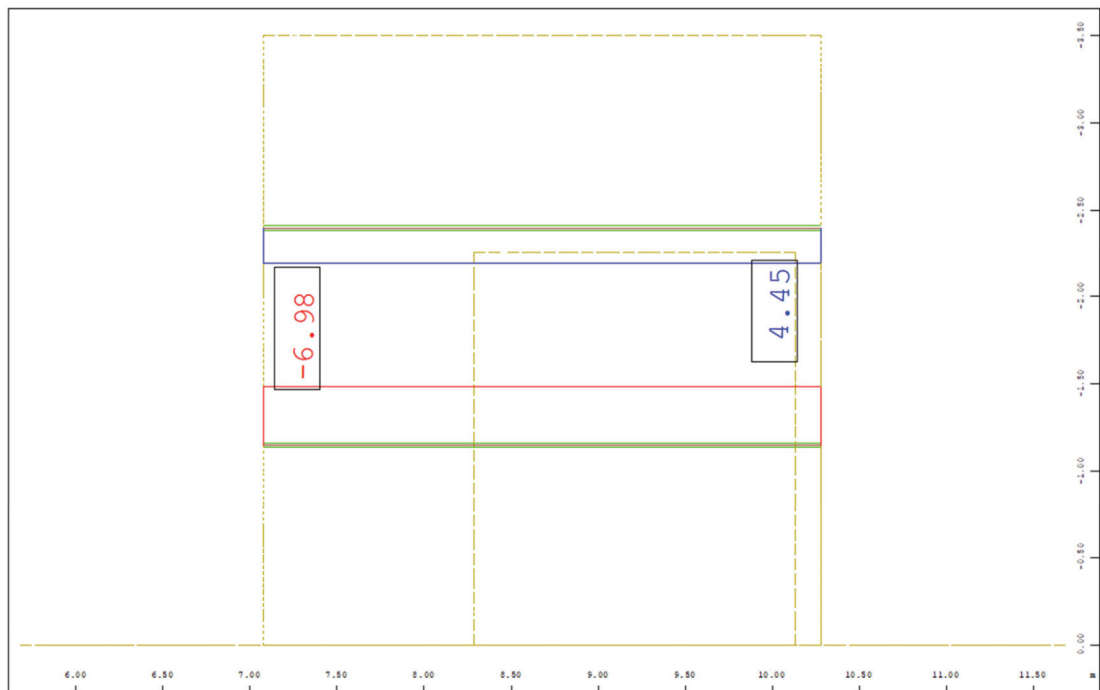
Section	
Number	1
Material	3 S 235 (EN 1993)
Title	HE 200 A
Type	
Show also profiles of other codes	☐
Type	HEA
Identifier of the shape 1	200
Calculation method	Solid
Mode of the profile	Full





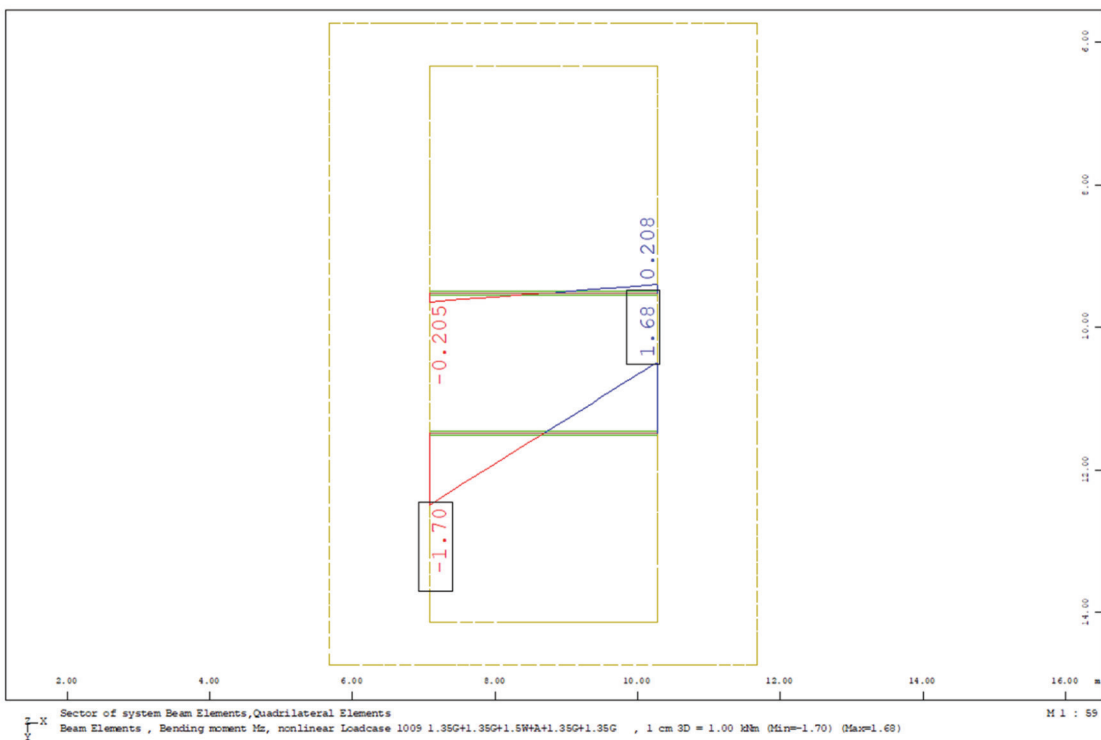
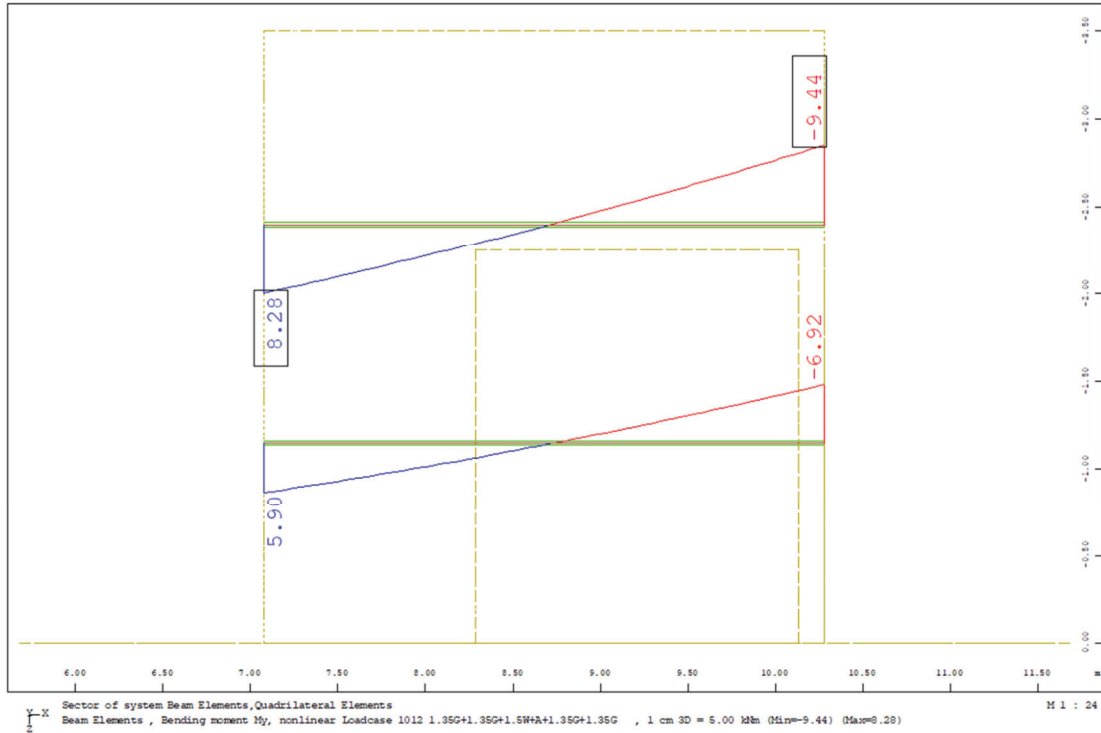
Sector of system Beam Elements, Quadrilateral Elements
Beam Elements , Normal force Nx, nonlinear Loadcase 1013 1.35G+1.35G+1.35G+1.35G+1.5Q... , 1 cm 3D = 10.0 kN (Min=-17.5) (Max=6.92)

M 1 : 24

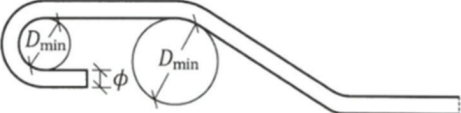


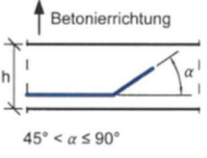
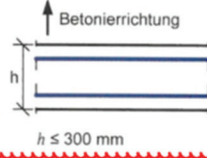
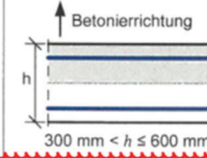
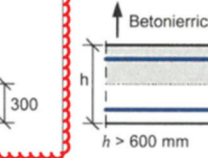
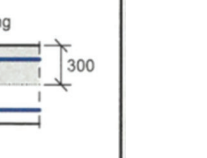
Sector of system Beam Elements, Quadrilateral Elements
Beam Elements , Normal force Nx, nonlinear Loadcase 1002 1.5Q+1.5Q+1.5Q+1.5Q+1.5Q+1.5S , 1 cm 3D = 5.00 kN (Min=-6.98) (Max=4.45)

M 1 : 24



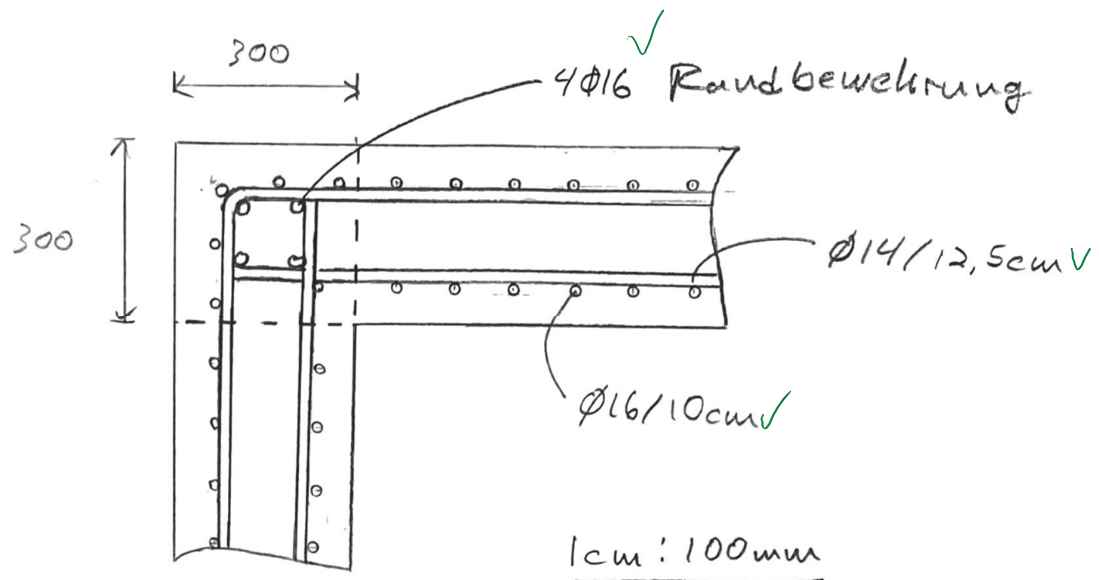
4.4 Detail

7. Mindestbiegerollendurchmesser $D_{\min}$		
	Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel	
	Stabdurchmesser [mm]	$\phi < 20$ 4 ϕ
		$\phi \geq 20$ 7 ϕ
	Schrägstäbe und andere gebogene Stäbe	
Mindestwert der Betondeckung rechtwinklig zur Biegeebene	$> 100 \text{ mm}$ und $> 7 \phi$	10 ϕ
	$> 50 \text{ mm}$ und $> 3 \phi$	15 ϕ
	$\leq 50 \text{ mm}$ oder $\leq 3 \phi$	20 ϕ

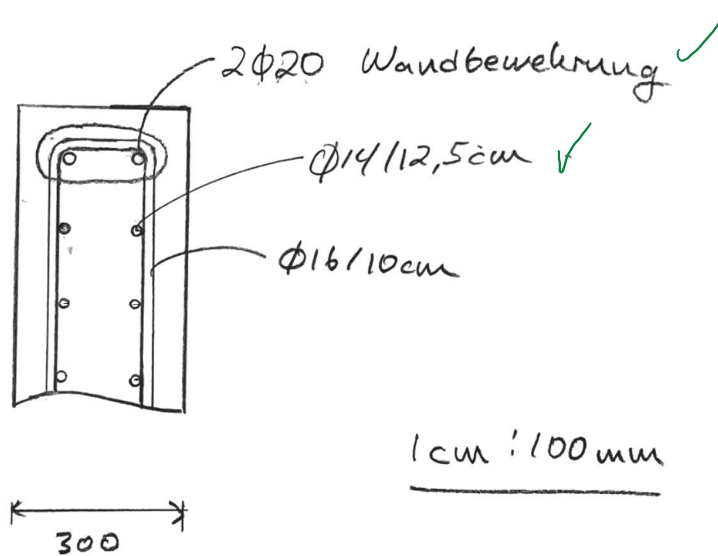
8. Verankerungen				
8.1 Verbundbedingungen				
 $45^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	 $h \leq 300 \text{ mm}$	 $300 \text{ mm} < h \leq 600 \text{ mm}$	 $h > 600 \text{ mm}$	 $h > 600 \text{ mm}$
 gute Verbundbedingungen mäßige Verbundbedingungen				

8.2 Grundwert der Verankerungslänge $l_{b, \text{rqd}}$ in cm										
Betonfestigkeitsklasse	Verbundbedingung	Stabdurchmesser ϕ [mm]								
		6	8	10	12	14	16	20	25	28
C12/15	gut	40	53	66	79	92	105	132	165	184
	mäßig	56	75	94	113	132	150	188	235	263
C16/20	gut	33	43	54	65	76	87	109	136	152
	mäßig	47	62	78	93	109	124	155	194	217
C20/25	gut	28	37	47	56	66	75	94	117	131
	mäßig	40	54	67	80	94	107	134	167	187
C25/30	gut	24	32	40	48	57	65	81	101	113
	mäßig	35	46	58	69	81	92	115	144	161
C30/37	gut	21	29	36	43	50	57	71	89	100
	mäßig	31	41	51	61	71	82	102	128	143
C35/45	gut	19	26	32	39	45	52	64	81	90
	mäßig	28	37	46	55	64	74	92	115	129
C40/50	gut	18	24	30	35	41	47	59	74	83
	mäßig	25	34	42	51	59	67	84	105	118
C45/55	gut	16	22	27	33	38	44	55	68	76
	mäßig	23	31	39	47	55	62	78	97	109
C50/60	gut	15	20	25	31	36	41	51	64	71
	mäßig	22	29	36	44	51	58	73	91	102

Eckbewehrung Ansicht von oben:



Wandbewehrung Schnitt:





Projekt-Nr.

236011-1

LK Nienburg
Neubau Feuerwehrtechnische Zentrale
Hier: Übungsturm

Seite

139

Aufgestellt:

Darmstadt, den 16.04.2025



Jordan Lütze, E.I.T.

Brock Friesen, E.I.T.

In statischer Hinsicht geprüft

Prüf.-Nr.

Datum

KB 25026

08.07.2025

PROF. DR.-ING. MARTIN KLAUS
PRÜFINGENIEUR FÜR BAUSTATIK
Gehägestraße 20D - 30655 Hannover
Tel. (0511) 9 09 56-32 - info@martinklaus.net