

Position: 8t Kranbahn Maximallast 8 t e=1 m k40 aw= 4 S3

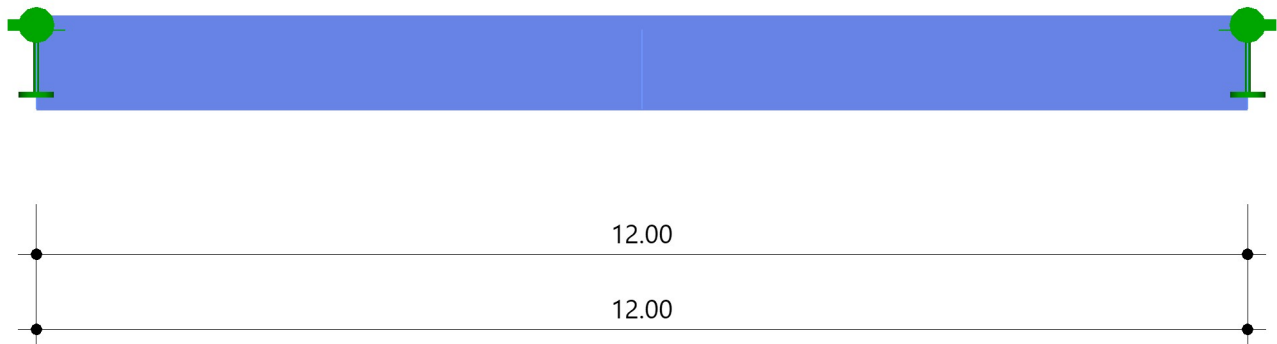
Kranbahnträger (x64) S9+ 01/2025 (FRILO R-2025-1/P03)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-6/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $\gamma_{G,sup}$ und $\gamma_{G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Systemtragfähigkeit	:	Theorie II. Ordnung
Bemessungskonzept	:	Konzept der Schadenstoleranz
Inspektionsintervalle	:	4
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung in y mit δ_{lim}	=	2.0 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit δ_{lim}	=	2.4 cm

System

Maßstab 1 : 75



Kranbahnträger

Gesamtlänge = 12.00 m
Material S235

Querschnitt Kranbahn Standard

Statische Werte

Bezeichnung	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	max_w [cm ²]	A [cm ²]	z _s [mm]	z _M [mm]
Kranbahn Standard	215905.1	18367.8	111.5	12098789	-1044.3	168.4	-96	-297
Schiene 75 %	215889.7	18357.4	84.9	12098789	-1044.3	168.4	-96	-297
Schiene 87.5 %	215896.3	18362.6	97.3	12098789	-1044.3	168.4	-96	-297

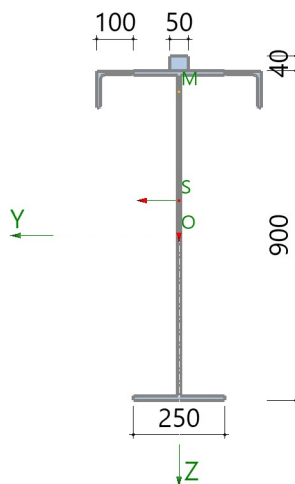
I_y : Flächenträgheitsmoment um die y-Achse
 I_z : Flächenträgheitsmoment um die z-Achse
 I_t : Torsionsträgheitsmoment
 I_w : Wölbwiderstandsmoment
 max_w : Einheitsverwölbung
A : Fläche
z_s : Abstand des Schwerpunkts zum Nullpunkt
z_M : Abstand des Schubmittelpunkts zum Schwerpunkt

Abmessungen

Profil ASB 286/900	h = 900 mm	(geschweißt)
Steg (lichte Höhe)	h ₁ = 868 mm	s = 8 mm
Obergurt	b _o = 250 mm	t _o = 12 mm
Untergurt	b _u = 250 mm	t _u = 12 mm
	aw _o = 4 mm	aw _u = 4 mm
Kranschiene Flachstahl 50X40 (nicht mittragend)		
Abmessungen	h = 40 mm	b = 50 mm
Abnutzung	h _{red} = 30 mm	h _{red,fat} = 35 mm
Winkel L 100x100x10		
Achsmaß - horizontal	l _h = 95 mm	s _h = 10 mm
Achsmaß - vertikal	l _v = 95 mm	s _v = 10 mm
Gesamtquerschnitt		
Schwerpunkt zu Profilmitte	z _s = -96 mm	Schwerpunkt zu Stegmitte
Schwerpunkt zu Schubmittelpunkt	z _m = -297 mm	z _s = -96 mm

Abmessungen

Maßstab 1 : 20



Spannungspunkte

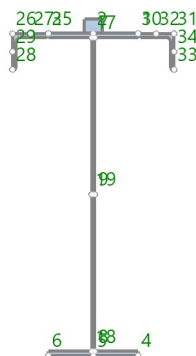
Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]	Kerbfall		
	y _o [mm]	z _o [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _m [mm]	z _m [mm]		σ _x	σ _z	τ _{xz}
1	-125	-450	-125	-354	-125	-153	-65.7	100	36	80
2	0	-450	0	-354	0	-153	0.0			
3	125	-450	125	-354	125	-153	65.7	100	36	80
4	-125	450	-125	546	-125	747	1044.3	160	160	100
5	0	450	0	546	0	747	0.0			
6	125	450	125	546	125	747	-1044.3	160	160	100
7	-4	-438	-4	-342	-4	-141	0.0	100	36	80
8	-4	438	-4	534	-4	735	0.0	100	36	80
9	-4	0	-4	96	-4	297	0.0			
17	4	-438	4	-342	4	-141	0.0	100	36	80
18	4	438	4	534	4	735	0.0	100	36	80
19	4	0	4	96	4	297	0.0			
25	125	-449	125	-353	125	-152	65.7			
26	225	-449	225	-353	225	-152	115.6	160	160	100
27	175	-449	175	-353	175	-152	0.0			
28	225	-349	225	-253	225	-52	324.6	160	160	100
29	225	-399	225	-303	225	-102	0.0			
30	-125	-449	-125	-353	-125	-152	-65.7			
31	-225	-449	-225	-353	-225	-152	-115.6	160	160	100
32	-175	-449	-175	-353	-175	-152	0.0			

Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]	Kerbfall		
	y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _M [mm]	z _M [mm]		σ_x	σ_z	τ_{xz}
33	-225	-349	-225	-253	-225	-52	-324.6	160	160	100
34	-225	-399	-225	-303	-225	-102	0.0			

O-Punkt : Koordinaten des Originalpunkts
S-Punkt : Koordinaten des Schwerpunkts bezogen auf den Originalpunkt
M-Punkt : Koordinaten des Schubmittelpunkts bezogen auf den Schwerpunkt
Kerbfall : zulässige Spannungen des Kerbfalls

Spannungspunkte

Maßstab 1 : 20



Quersteifen

Nr	x ₀ [m]	t ₀ [mm]	a _w [mm]	Kerbfall, Schweißnaht	
				Steg [N/mm ²]	Flansch [N/mm ²]
1	0.00	10	4	80	80
2	6.00	10	4	80	80
3	12.00	10	4	80	80

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen *)		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	12.00	-1	-1	0	0

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen *)			Verwölbung *) $\Omega_{y,z}$ [kNm ³]
		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	12.00	-1	0.0	0.0	0.00

*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Kransystem und Krane

Kranparameter

Kranart : Aufgesetzter Brückenlaufkran
Anzahl Krane = 1
Spannweite Kranbrücke = 15.50 m
Erdbebenlasten : nicht berücksichtigt

Lastfall 2: Kran 1 - Kraneigengewicht $Q_{c,max}$

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	15.2	2.45				-490	$Q_{c,2,1,max,ncrane}=1$
2	z	15.2	0.00				-490	$Q_{c,2,2,max,ncrane}=1$
Einwirkungsgruppe 120 - Kranlastgruppe - Q_c Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 3: Kran 1 - Kranbetrieb $Q_{h,max}$

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	37.4	2.45				-490	$Q_{h,2,1,max,ncrane}=1$
2	z	37.4	0.00				-490	$Q_{h,2,2,max,ncrane}=1$
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Q_h Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 4: Kran 1 - Massekräfte HT

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	y	6.5	2.45			0		$HT_{2,1,ncrane}=1$
3	x	0.63	2.45					$M_x(HT_{2,1,ncrane}=1)$
2	y	-6.5	0.00			0		$HT_{2,2,ncrane}=1$
3	x	-0.63	0.00					$M_x(HT_{2,2,ncrane}=1)$
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Q_h Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 5: Kran 1 - Schräglaufkräfte HS

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	y	13.1	2.45			0		$HS_{2,1,ncrane}=1$
3	x	1.28	2.45					$M_x(HS_{2,1,ncrane}=1)$
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Q_h Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Berechnung nach DIN EN 1993-6/NA-2010-12**Kranfahrt 1: LG 1: Q_c+Q_h+HT - STR P/T****Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi*\gamma*\psi$
1	Eigengewicht		1.00	1.35	1.00	1.35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht $Q_{c,max}$	1	1.10	1.35	1.00	1.49
3	Kran 1 - Kranbetrieb $Q_{h,max}$	1	1.15	1.35	1.00	1.55
4	Kran 1 - Massekräfte HT	1	1.50	1.35	1.00	2.03
LG : Lastgruppe 1 ständige Bemessungssituation infolge Kranbetrieb (STR) ϕ : Schwingbeiwert γ : Teilsicherheitsbeiwert ψ : Kombinationsbeiwert $\phi*\gamma*\psi$: Überlagerungsfaktor						

Maßgebende Laststellung nach Theorie II.Ordnung

Kleinste x-Koordinate der vordersten Radlast	min x =	0.00 m
Größte x-Koordinate der vordersten Radlast	max x =	14.45 m
Auswertung für maximale Vergleichsspannung bei	max σ_v =	144.1 N/mm ²
	x =	6.75 m
vorderste Radlast bei	x_R =	6.75 m

Extremlaststellung aus Kranüberfahrt - Einzelkräfte

Nr.	x [m]	Fy [kN]	y [mm]	Fz [kN]	z [mm]	y' [mm]
1	4.24	-13.1	0.0	80.4	-9.7	0.0
2	6.75	13.1	0.0	80.4	-9.7	0.0
y : Abstand von Fy zum Schubmittelpunkt in y-Richtung z : Abstand von Fy zum Schubmittelpunkt in y-Richtung y' : Abstand der Radlasten am Untergurt von der Flanschaußenkante						

Extremlaststellung aus Kranüberfahrt - Einzelmomente

Nr.	x [m]	Mt [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	Mω [{0}] [kNcm ²]
1	4.24	-1.28	0.00	0.00	0.0
2	6.75	1.28	0.00	0.00	0.0

Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie II. Ordnung

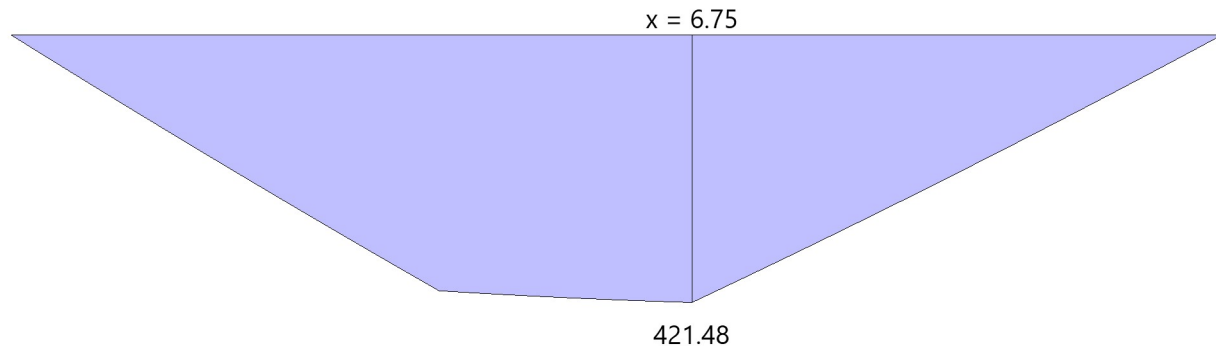
x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
0.00	0.0	99.2	0.00	-2.6	0.00	0.68	2.63	3.31	0.0
0.12	0.0	98.9	11.56	-2.5	-0.31	0.68	2.46	3.14	3014.1
	0.0	98.9	11.56	-2.5	-0.31	0.68	2.46	3.14	3014.1
0.23	0.0	98.7	23.09	-2.2	-0.58	0.67	2.30	2.97	5919.4
	0.0	98.7	23.09	-2.2	-0.58	0.67	2.30	2.97	5919.4
0.35	0.0	98.5	34.59	-2.0	-0.83	0.67	2.14	2.81	8714.5
	0.0	98.5	34.59	-2.0	-0.83	0.67	2.14	2.81	8714.5
0.47	0.0	98.3	46.06	-1.8	-1.05	0.67	1.99	2.65	11398.5
	0.0	98.3	46.06	-1.8	-1.05	0.67	1.99	2.65	11398.5
0.58	0.0	98.0	57.51	-1.5	-1.24	0.67	1.83	2.50	13970.8
	0.0	98.0	57.51	-1.5	-1.24	0.67	1.83	2.50	13970.8
0.70	0.0	97.8	68.94	-1.3	-1.40	0.66	1.69	2.35	16431.2
	0.0	97.8	68.94	-1.3	-1.40	0.66	1.69	2.35	16431.2
0.82	0.0	97.6	80.34	-1.0	-1.53	0.66	1.55	2.20	18779.7
	0.0	97.6	80.34	-1.0	-1.53	0.66	1.55	2.20	18779.7
0.93	0.0	97.3	91.71	-0.8	-1.64	0.65	1.41	2.06	21016.7
	0.0	97.4	91.71	-0.8	-1.64	0.65	1.41	2.06	21016.7
1.05	0.0	97.1	103.05	-0.6	-1.73	0.64	1.27	1.92	23142.8
	0.0	97.1	103.05	-0.6	-1.73	0.64	1.27	1.92	23142.8
1.17	0.0	96.9	114.37	-0.4	-1.78	0.63	1.14	1.78	25158.9
	0.0	96.9	114.37	-0.4	-1.78	0.63	1.14	1.78	25158.9
1.28	0.0	96.7	125.66	-0.2	-1.81	0.63	1.02	1.64	27066.1
	0.0	96.7	125.66	-0.2	-1.81	0.63	1.02	1.64	27066.1
1.40	0.0	96.4	136.93	0.03	-1.82	0.62	0.90	1.51	28865.6
	0.0	96.4	136.93	0.03	-1.82	0.62	0.90	1.51	28865.6
1.52	0.0	96.2	148.16	0.2	-1.81	0.61	0.78	1.39	30558.7
	0.0	96.2	148.16	0.2	-1.81	0.61	0.78	1.39	30558.7
1.63	0.0	96.0	159.38	0.4	-1.77	0.60	0.66	1.26	32147.1
	0.0	96.0	159.38	0.4	-1.77	0.60	0.66	1.26	32147.1
1.75	0.0	95.8	170.56	0.6	-1.71	0.59	0.55	1.14	33632.3
	0.0	95.8	170.56	0.6	-1.71	0.59	0.55	1.14	33632.3
1.87	0.0	95.5	181.72	0.8	-1.63	0.58	0.45	1.02	35016.1
	0.0	95.5	181.72	0.8	-1.63	0.58	0.45	1.02	35016.1
1.98	0.0	95.3	192.85	0.9	-1.53	0.57	0.34	0.91	36300.3
	0.0	95.3	192.85	0.9	-1.53	0.57	0.34	0.91	36300.3
2.10	0.0	95.1	203.96	1.1	-1.41	0.55	0.24	0.80	37486.7
	0.0	95.1	203.96	1.1	-1.41	0.55	0.24	0.80	37486.7
2.22	0.0	94.8	215.04	1.2	-1.28	0.54	0.15	0.69	38577.3
	0.0	94.8	215.04	1.2	-1.28	0.54	0.15	0.69	38577.3
2.33	0.0	94.6	226.09	1.4	-1.12	0.53	0.05	0.58	39573.8
	0.0	94.6	226.09	1.4	-1.12	0.53	0.05	0.58	39573.8
2.45	0.0	94.4	237.11	1.5	-0.95	0.52	-0.04	0.48	40478.2
	0.0	94.4	237.11	1.5	-0.95	0.52	-0.04	0.48	40478.2
2.57	0.0	94.2	248.37	1.6	-0.76	0.50	-0.12	0.38	41310.1
	0.0	94.2	248.37	1.6	-0.76	0.50	-0.12	0.38	41310.1
2.69	0.0	93.9	259.59	1.8	-0.56	0.49	-0.21	0.28	42049.4
	0.0	93.9	259.59	1.8	-0.56	0.49	-0.21	0.28	42049.4
2.81	0.0	93.7	270.79	1.9	-0.34	0.48	-0.29	0.19	42697.9
	0.0	93.7	270.79	1.9	-0.34	0.48	-0.29	0.19	42697.9

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{y,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
2.93	0.0	93.4	281.96	2.0	-0.12	0.46	-0.37	0.10	43257.5
	0.0	93.5	281.96	2.0	-0.12	0.46	-0.37	0.10	43257.5
3.05	0.0	93.2	293.10	2.1	0.13	0.45	-0.44	0.01	43729.8
	0.0	93.2	293.10	2.1	0.13	0.45	-0.44	0.01	43729.8
3.17	0.0	93.0	304.22	2.1	0.38	0.43	-0.51	-0.08	44116.4
	0.0	93.0	304.22	2.1	0.38	0.43	-0.51	-0.08	44116.4
3.29	0.0	92.7	315.30	2.2	0.64	0.42	-0.58	-0.16	44418.7
	0.0	92.7	315.30	2.2	0.64	0.42	-0.58	-0.16	44418.7
3.41	0.0	92.5	326.36	2.3	0.90	0.41	-0.64	-0.23	44638.1
	0.0	92.5	326.36	2.3	0.90	0.41	-0.64	-0.23	44638.1
3.52	0.0	92.3	337.39	2.3	1.18	0.39	-0.70	-0.31	44775.6
	0.0	92.3	337.39	2.3	1.18	0.39	-0.70	-0.31	44775.6
3.64	0.0	92.0	348.39	2.4	1.46	0.38	-0.76	-0.38	44832.3
	0.0	92.0	348.39	2.4	1.46	0.38	-0.76	-0.38	44832.3
3.76	0.0	91.8	359.36	2.4	1.75	0.36	-0.81	-0.45	44808.8
	0.0	91.8	359.36	2.4	1.75	0.36	-0.81	-0.45	44808.8
3.88	0.0	91.6	370.30	2.5	2.04	0.35	-0.86	-0.51	44705.9
	0.0	91.6	370.30	2.5	2.04	0.35	-0.86	-0.51	44705.9
4.24	0.0	90.8	402.97	7.6	2.93	0.31	-0.99	-0.69	43922.5
	0.0	10.0	402.97	7.6	2.93	0.31	0.58	0.89	43922.5
4.36	0.0	9.7	404.14	12.6	4.45	0.29	0.60	0.89	45407.9
	0.0	9.7	404.14	12.6	4.45	0.29	0.60	0.89	45407.9
4.48	0.0	9.5	405.29	12.5	5.95	0.28	0.61	0.89	46856.2
	0.0	9.5	405.29	12.5	5.95	0.28	0.61	0.89	46856.2
4.60	0.0	9.2	406.40	12.4	7.44	0.26	0.63	0.89	48268.4
	0.0	9.2	406.40	12.4	7.44	0.26	0.63	0.89	48268.4
4.72	0.0	9.0	407.49	12.3	8.92	0.25	0.64	0.89	49645.7
	0.0	9.0	407.49	12.3	8.92	0.25	0.64	0.89	49645.7
4.84	0.0	8.7	408.54	12.2	10.39	0.23	0.66	0.89	50989.1
	0.0	8.7	408.54	12.2	10.39	0.23	0.66	0.89	50989.1
4.96	0.0	8.5	409.57	12.1	11.84	0.21	0.68	0.89	52299.6
	0.0	8.5	409.57	12.1	11.84	0.21	0.68	0.89	52299.6
5.08	0.0	8.2	410.57	12.0	13.28	0.20	0.70	0.89	53578.1
	0.0	8.2	410.57	12.0	13.28	0.20	0.70	0.89	53578.1
5.20	0.0	8.0	411.53	11.9	14.71	0.18	0.72	0.89	54825.5
	0.0	8.0	411.53	11.9	14.71	0.18	0.72	0.89	54825.5
5.32	0.0	7.7	412.47	11.8	16.12	0.16	0.74	0.90	56042.5
	0.0	7.7	412.47	11.8	16.12	0.16	0.74	0.90	56042.5
5.43	0.0	7.5	413.38	11.6	17.52	0.14	0.76	0.90	57230.1
	0.0	7.5	413.38	11.6	17.52	0.14	0.76	0.90	57230.1
5.55	0.0	7.2	414.26	11.5	18.90	0.12	0.78	0.90	58388.9
	0.0	7.2	414.26	11.5	18.90	0.12	0.78	0.90	58388.9
5.67	0.0	7.0	415.11	11.4	20.26	0.10	0.80	0.90	59519.5
	0.0	7.0	415.11	11.4	20.26	0.10	0.80	0.90	59519.5
5.79	0.0	6.8	415.93	11.2	21.61	0.08	0.82	0.91	60622.5
	0.0	6.8	415.93	11.2	21.61	0.08	0.82	0.91	60622.5
5.91	0.0	6.5	416.72	11.1	22.95	0.06	0.84	0.91	61698.7
6.15	0.0	6.0	418.22	10.8	25.56	0.02	0.89	0.92	63772.0
	0.0	6.0	418.22	10.8	25.56	0.02	0.89	0.92	63772.0
6.27	0.0	5.8	418.93	10.7	26.84	0.004	0.92	0.92	64770.3
	0.0	5.8	418.93	10.7	26.84	0.004	0.92	0.92	64770.3
6.39	0.0	5.6	419.61	10.5	28.11	-0.02	0.94	0.92	65743.3
	0.0	5.6	419.61	10.5	28.11	-0.02	0.94	0.92	65743.3
6.51	0.0	5.3	420.26	10.4	29.35	-0.04	0.96	0.93	66691.7
	0.0	5.3	420.26	10.4	29.35	-0.04	0.96	0.93	66691.7
6.63	0.0	5.1	420.88	10.2	30.58	-0.06	0.99	0.93	67615.5
	0.0	5.1	420.88	10.2	30.58	-0.06	0.99	0.93	67615.5
6.75	0.0	4.9	421.48	1.8	31.79	-0.08	1.02	0.93	68515.2
	0.0	-75.0	421.48	1.8	31.79	-0.08	0.08	0.002	68515.2
6.87	0.0	-75.2	412.52	-6.5	31.02	-0.10	0.09	-0.01	68272.7
	0.0	-75.2	412.52	-6.5	31.02	-0.10	0.09	-0.01	68272.7
6.99	0.0	-75.4	403.52	-6.6	30.23	-0.13	0.10	-0.03	67994.2
	0.0	-75.4	403.52	-6.6	30.23	-0.13	0.10	-0.03	67994.2
7.11	0.0	-75.7	394.50	-6.8	29.43	-0.15	0.10	-0.05	67678.8
	0.0	-75.7	394.50	-6.8	29.43	-0.15	0.10	-0.05	67678.8
7.23	0.0	-75.9	385.45	-6.9	28.62	-0.17	0.10	-0.07	67325.2
	0.0	-75.9	385.45	-6.9	28.62	-0.17	0.10	-0.07	67325.2
7.34	0.0	-76.2	376.38	-6.9	27.80	-0.19	0.10	-0.09	66932.2

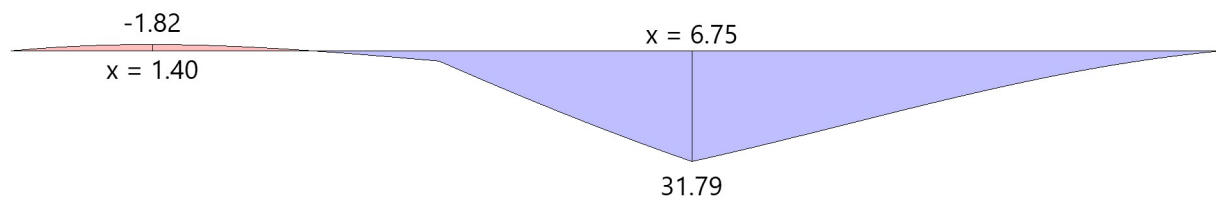
x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{y,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
	0.0	-76.2	376.38	-6.9	27.80	-0.19	0.10	-0.09	66932.2
7.46	0.0	-76.4	367.27	-7.0	26.96	-0.21	0.09	-0.12	66498.6
	0.0	-76.4	367.27	-7.0	26.96	-0.21	0.09	-0.12	66498.6
7.58	0.0	-76.6	358.14	-7.1	26.12	-0.23	0.08	-0.16	66022.8
	0.0	-76.6	358.14	-7.1	26.12	-0.23	0.08	-0.16	66022.8
7.70	0.0	-76.9	348.98	-7.1	25.27	-0.26	0.06	-0.19	65503.4
	0.0	-76.9	348.98	-7.1	25.27	-0.26	0.06	-0.19	65503.4
8.30	0.0	-78.1	302.75	-7.3	20.95	-0.36	-0.06	-0.42	62192.2
8.54	0.0	-78.5	284.05	-7.2	19.22	-0.40	-0.14	-0.54	60498.8
	0.0	-78.5	284.05	-7.2	19.22	-0.40	-0.14	-0.54	60498.8
8.66	0.0	-78.8	274.66	-7.2	18.36	-0.42	-0.18	-0.60	59564.7
	0.0	-78.8	274.66	-7.2	18.36	-0.42	-0.18	-0.60	59564.7
8.78	0.0	-79.0	265.25	-7.2	17.50	-0.44	-0.23	-0.67	58569.4
	0.0	-79.0	265.25	-7.2	17.50	-0.44	-0.23	-0.67	58569.4
8.90	0.0	-79.3	255.80	-7.1	16.64	-0.46	-0.28	-0.73	57510.5
	0.0	-79.3	255.80	-7.1	16.64	-0.46	-0.28	-0.73	57510.5
9.02	0.0	-79.5	246.32	-7.1	15.79	-0.47	-0.33	-0.81	56385.6
	0.0	-79.5	246.32	-7.1	15.79	-0.47	-0.33	-0.81	56385.6
9.14	0.0	-79.7	236.82	-7.0	14.95	-0.49	-0.39	-0.88	55192.3
	0.0	-79.7	236.82	-7.0	14.95	-0.49	-0.39	-0.88	55192.3
9.25	0.0	-80.0	227.29	-6.9	14.12	-0.51	-0.45	-0.96	53928.1
	0.0	-80.0	227.29	-6.9	14.12	-0.51	-0.45	-0.96	53928.1
9.37	0.0	-80.2	217.73	-6.8	13.30	-0.53	-0.52	-1.05	52590.6
	0.0	-80.2	217.73	-6.8	13.30	-0.53	-0.52	-1.05	52590.6
9.49	0.0	-80.5	208.13	-6.7	12.49	-0.54	-0.59	-1.13	51177.2
	0.0	-80.5	208.13	-6.7	12.49	-0.54	-0.59	-1.13	51177.2
9.61	0.0	-80.7	198.52	-6.6	11.69	-0.56	-0.66	-1.22	49685.4
	0.0	-80.7	198.52	-6.6	11.69	-0.56	-0.66	-1.22	49685.4
9.73	0.0	-80.9	188.87	-6.5	10.91	-0.58	-0.74	-1.31	48112.7
	0.0	-80.9	188.87	-6.5	10.91	-0.58	-0.74	-1.31	48112.7
9.85	0.0	-81.2	179.19	-6.4	10.14	-0.59	-0.82	-1.41	46456.5
	0.0	-81.2	179.19	-6.4	10.14	-0.59	-0.82	-1.41	46456.5
9.97	0.0	-81.4	169.48	-6.2	9.39	-0.61	-0.90	-1.51	44714.4
	0.0	-81.4	169.48	-6.2	9.39	-0.61	-0.90	-1.51	44714.4
10.09	0.0	-81.7	159.75	-6.1	8.66	-0.62	-0.99	-1.61	42883.9
	0.0	-81.7	159.75	-6.1	8.66	-0.62	-0.99	-1.61	42883.9
10.21	0.0	-81.9	149.98	-5.9	7.94	-0.63	-1.08	-1.72	40962.7
	0.0	-81.9	149.98	-5.9	7.94	-0.63	-1.08	-1.72	40962.7
10.33	0.0	-82.2	140.19	-5.8	7.24	-0.65	-1.18	-1.83	38948.3
	0.0	-82.2	140.19	-5.8	7.24	-0.65	-1.18	-1.83	38948.3
10.45	0.0	-82.4	130.37	-5.6	6.57	-0.66	-1.28	-1.94	36838.6
	0.0	-82.4	130.37	-5.6	6.57	-0.66	-1.28	-1.94	36838.6
10.57	0.0	-82.7	120.51	-5.4	5.91	-0.67	-1.39	-2.05	34631.5
	0.0	-82.7	120.51	-5.4	5.91	-0.67	-1.39	-2.05	34631.5
10.69	0.0	-82.9	110.63	-5.2	5.28	-0.68	-1.49	-2.17	32324.8
	0.0	-82.9	110.63	-5.2	5.28	-0.68	-1.49	-2.17	32324.8
10.81	0.0	-83.1	100.72	-5.0	4.67	-0.69	-1.61	-2.30	29916.9
	0.0	-83.1	100.72	-5.0	4.67	-0.69	-1.61	-2.30	29916.9
10.93	0.0	-83.4	90.78	-4.8	4.08	-0.70	-1.72	-2.42	27405.9
	0.0	-83.4	90.78	-4.8	4.08	-0.70	-1.72	-2.42	27405.9
11.05	0.0	-83.6	80.81	-4.6	3.52	-0.71	-1.84	-2.55	24790.4
	0.0	-83.6	80.81	-4.6	3.52	-0.71	-1.84	-2.55	24790.4
11.16	0.0	-83.9	70.81	-4.4	2.99	-0.72	-1.97	-2.68	22069.1
	0.0	-83.9	70.81	-4.4	2.99	-0.72	-1.97	-2.68	22069.1
11.28	0.0	-84.1	60.78	-4.2	2.48	-0.72	-2.10	-2.82	19240.8
	0.0	-84.1	60.78	-4.2	2.48	-0.72	-2.10	-2.82	19240.8
11.40	0.0	-84.4	50.73	-3.9	1.99	-0.73	-2.23	-2.96	16304.7
	0.0	-84.4	50.73	-3.9	1.99	-0.73	-2.23	-2.96	16304.7
11.52	0.0	-84.6	40.64	-3.7	1.54	-0.73	-2.37	-3.10	13260.4
	0.0	-84.6	40.64	-3.7	1.54	-0.73	-2.37	-3.10	13260.4
11.64	0.0	-84.9	30.52	-3.5	1.11	-0.74	-2.51	-3.24	10107.5
	0.0	-84.9	30.52	-3.5	1.11	-0.74	-2.51	-3.24	10107.5
11.76	0.0	-85.1	20.38	-3.2	0.71	-0.74	-2.65	-3.39	6846.1
	0.0	-85.1	20.38	-3.2	0.71	-0.74	-2.65	-3.39	6846.1
11.88	0.0	-85.4	10.20	-3.0	0.34	-0.74	-2.80	-3.54	3476.7
	0.0	-85.4	10.20	-3.0	0.34	-0.74	-2.80	-3.54	3476.7
12.00	0.0	-85.6	0.00	-2.9	0.00	-0.74	-2.96	-3.70	0.0

My

Maßstab 1 : 75

**Mz**

Maßstab 1 : 75

**Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung $\gamma_{M0} = 1.10$**

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
0.00	19	1	0.0	-22.0	38.1	213.6	0.18
0.12	9	1	0.5	-22.0	38.0	213.6	0.18
0.23	9	1	1.0	-21.9	38.0	213.6	0.18
0.35	9	1	1.6	-21.9	37.9	213.6	0.18
0.47	9	1	2.1	-21.8	37.8	213.6	0.18
0.58	9	1	2.6	-21.7	37.7	213.6	0.18
0.70	9	1	3.1	-21.6	37.6	213.6	0.18
0.82	4	1	37.6	9.3	40.8	213.6	0.19
0.93	4	1	42.4	9.2	45.3	213.6	0.21
1.05	4	1	47.2	9.1	49.7	213.6	0.23
1.17	4	1	51.8	9.0	54.1	213.6	0.25
1.28	4	1	56.4	8.8	58.4	213.6	0.27
1.40	4	1	60.8	8.7	62.6	213.6	0.29
1.52	4	1	65.1	8.6	66.7	213.6	0.31
1.63	4	1	69.2	8.4	70.8	213.6	0.33
1.75	4	1	73.3	8.3	74.7	213.6	0.35
1.87	4	1	77.3	8.1	78.6	213.6	0.37
1.98	4	1	81.1	8.0	82.3	213.6	0.39
2.10	4	1	84.9	7.8	86.0	213.6	0.40
2.22	4	1	88.5	7.7	89.5	213.6	0.42
2.33	4	1	92.1	7.5	93.0	213.6	0.44
2.45	4	1	95.5	7.3	96.4	213.6	0.45
2.57	4	1	99.0	7.1	99.7	213.6	0.47
2.69	4	1	102.3	6.9	103.0	213.6	0.48
2.81	4	1	105.5	6.7	106.2	213.6	0.50
2.93	4	1	108.7	6.5	109.3	213.6	0.51
3.05	4	1	111.8	6.3	112.3	213.6	0.53
3.17	4	1	114.7	6.1	115.2	213.6	0.54
3.29	4	1	117.6	5.9	118.1	213.6	0.55
3.41	4	1	120.4	5.7	120.8	213.6	0.57
3.52	4	1	123.1	5.5	123.5	213.6	0.58

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
3.64	4	1	125.8	5.3	126.1	213.6	0.59
3.76	4	1	128.3	5.1	128.6	213.6	0.60
3.88	4	1	130.8	4.9	131.1	213.6	0.61
4.24	4	1	137.8	4.3	138.0	213.6	0.65
4.36	4	1	138.3	4.1	138.5	213.6	0.65
4.48	4	1	138.8	3.9	139.0	213.6	0.65
4.60	4	1	139.3	3.7	139.5	213.6	0.65
4.72	4	1	139.8	3.5	139.9	213.6	0.65
4.84	4	1	140.2	3.2	140.3	213.6	0.66
4.96	4	1	140.6	3.0	140.7	213.6	0.66
5.08	4	1	141.0	2.8	141.1	213.6	0.66
5.20	4	1	141.3	2.5	141.4	213.6	0.66
5.32	4	1	141.7	2.3	141.7	213.6	0.66
5.43	4	1	142.0	2.0	142.0	213.6	0.66
5.55	4	1	142.3	1.7	142.3	213.6	0.67
5.67	4	1	142.5	1.5	142.5	213.6	0.67
5.79	4	1	142.8	1.2	142.8	213.6	0.67
5.91	4	1	143.0	0.9	143.0	213.6	0.67
6.15	4	1	143.4	0.3	143.4	213.6	0.67
6.27	4	1	143.5	0.1	143.5	213.6	0.67
6.39	4	1	143.7	0.2	143.7	213.6	0.67
6.51	4	1	143.8	0.5	143.8	213.6	0.67
6.63	4	1	143.9	0.9	143.9	213.6	0.67
6.75	4	1	144.0	1.2	144.1	213.6	0.67
6.87	4	1	142.1	1.5	142.1	213.6	0.67
6.99	4	1	140.1	1.8	140.1	213.6	0.66
7.11	4	1	138.1	2.1	138.2	213.6	0.65
7.23	4	1	136.1	2.4	136.1	213.6	0.64
7.34	4	1	134.0	2.7	134.1	213.6	0.63
7.46	4	1	131.9	3.0	132.0	213.6	0.62
7.58	4	1	129.7	3.3	129.9	213.6	0.61
7.70	4	1	127.6	3.6	127.7	213.6	0.60
8.30	4	1	115.9	5.1	116.3	213.6	0.54
8.54	4	1	110.9	5.6	111.4	213.6	0.52
8.66	4	1	108.3	5.9	108.8	213.6	0.51
8.78	4	1	105.7	6.2	106.2	213.6	0.50
8.90	4	1	103.0	6.4	103.6	213.6	0.48
9.02	4	1	100.2	6.7	100.9	213.6	0.47
9.14	4	1	97.3	6.9	98.1	213.6	0.46
9.25	4	1	94.4	7.2	95.2	213.6	0.45
9.37	4	1	91.4	7.4	92.3	213.6	0.43
9.49	4	1	88.3	7.7	89.3	213.6	0.42
9.61	4	1	85.1	7.9	86.2	213.6	0.40
9.73	4	1	81.8	8.1	83.0	213.6	0.39
9.85	4	1	78.5	8.3	79.8	213.6	0.37
9.97	4	1	75.0	8.6	76.5	213.6	0.36
10.09	4	1	71.5	8.7	73.1	213.6	0.34
10.21	4	1	67.9	8.9	69.6	213.6	0.33
10.33	4	1	64.1	9.1	66.0	213.6	0.31
10.45	4	1	60.3	9.3	62.4	213.6	0.29
10.57	4	1	56.3	9.5	58.7	213.6	0.27
10.69	4	1	52.3	9.6	54.9	213.6	0.26
10.81	4	1	48.1	9.8	51.0	213.6	0.24
10.93	4	1	43.8	9.9	47.0	213.6	0.22
11.05	4	1	39.4	10.0	43.1	213.6	0.20
11.16	4	1	34.9	10.1	39.1	213.6	0.18
11.28	4	1	30.3	10.2	35.1	213.6	0.16
11.40	19	1	2.3	20.1	35.0	213.6	0.16
11.52	19	1	1.8	20.2	35.1	213.6	0.16
11.64	19	1	1.4	20.3	35.2	213.6	0.16
11.76	19	1	0.9	20.4	35.3	213.6	0.17
11.88	19	1	0.5	20.4	35.4	213.6	0.17
12.00	19	1	0.0	20.5	35.5	213.6	0.17

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 5.43$ m

Abmessungen	a =	6000 mm	Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld:	b =	876 mm	Breite = Steghöhe
	t _w =	8 mm	Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte:	F _{Ed} =	80.4 kN	Radlast einschließlich Schwingbeiwert
	M _{y,Ed} =	422.99 kNm	Biegemoment
	V _{z,Ed} =	-8.4 kN	Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelastung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1.10$

F _{Ed} /F _{R,d} =	F _{R,d} =	306.9 kN	
Ideale Verzweigungslast	η_2 =	0.26 <= 1	
starre Lastausbreitungslänge	F _{cr} =	667.5	
Beiwerte	s =	57 mm	$l_{eff} = 2 * t_{Flansch}$
	m ₁ =	31.25	
	m ₂ =	106.58	
Beulwert	k _F =	6.04	
Schlankheitsgrad	Λ_F =	1.01	
Abminderungsfaktor	χ_F =	0.49	
	I _y =	363 mm	
wirksame Lastausbreitungslänge	L _{eff} =	180 mm	$I_y * \chi_F$

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 $\gamma_{M1} = 1.10$

V _{Ed} /V _{b,Rd} =	V _{b,Rd} =	1037.3 kN	
	η_3 =	0.01 <= 1	
	M _{Rd} =	626.04 kNm	Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad	Λ_W =	0.211	
Abminderungsfaktor	χ_W =	1.20	

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1.00$

η_1 =	0.46 <= 1
W _{eff} =	3955.5 cm ³

Interaktion zwischen Biegung und Querlast nach EN1993-1-5 Gl(7.2)

$\eta_{7.2}$ =	0.45 <= 1	$(\eta_1 + 0.8 * \eta_2) / 1.4$
----------------	-----------	---------------------------------

Interaktion zwischen Querkraft und Querlast nach DIN EN1993-1-5/NA Gl(NA.7)

η_{DIN} =	0.00 <= 1
----------------	-----------

Nachweisführung $\eta_{max} = 0.46 <= 1$ Nachweis erfüllt**Kranfahrt 2: LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T****Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi * \gamma * \psi$
1	Eigengewicht		1.00	1.35	1.00	1.35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	5	1.00	1.35	1.00	1.35
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	5	1.00	1.35	1.00	1.35
5	Kran 1 - Schräglaufrkräfte HS	5	1.00	1.35	1.00	1.35
LG : Lastgruppe 5 ständige Bemessungssituation infolge Kranbetrieb (STR) ϕ : Schwingbeiwert γ : Teilsicherheitsbeiwert ψ : Kombinationsbeiwert $\phi * \gamma * \psi$: Überlagerungsfaktor						

Bemessungswerte der Schnittgrößen für die maßgebende Laststellung nach Theorie II. Ordnung

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
0.00	0.0	93.2	0.00	8.5	0.00	1.08	4.12	5.20	0.0
0.12	0.0	93.0	10.86	8.7	0.99	1.08	3.91	4.99	4725.0
	0.0	92.9	10.86	8.7	0.99	1.08	3.91	4.99	4725.0
0.23	0.0	92.7	21.69	9.0	2.02	1.07	3.71	4.78	9289.1
	0.0	92.7	21.69	9.0	2.02	1.07	3.71	4.78	9289.1
0.35	0.0	92.4	32.49	9.4	3.09	1.07	3.51	4.58	13692.1
	0.0	92.4	32.49	9.4	3.09	1.07	3.51	4.58	13692.1
0.47	0.0	92.2	43.25	9.8	4.21	1.07	3.31	4.38	17934.3
	0.0	92.1	43.25	9.8	4.21	1.07	3.31	4.38	17934.3
0.58	0.0	91.9	53.99	10.1	5.37	1.06	3.12	4.18	22016.5
	0.0	91.9	53.99	10.1	5.37	1.06	3.12	4.18	22016.5

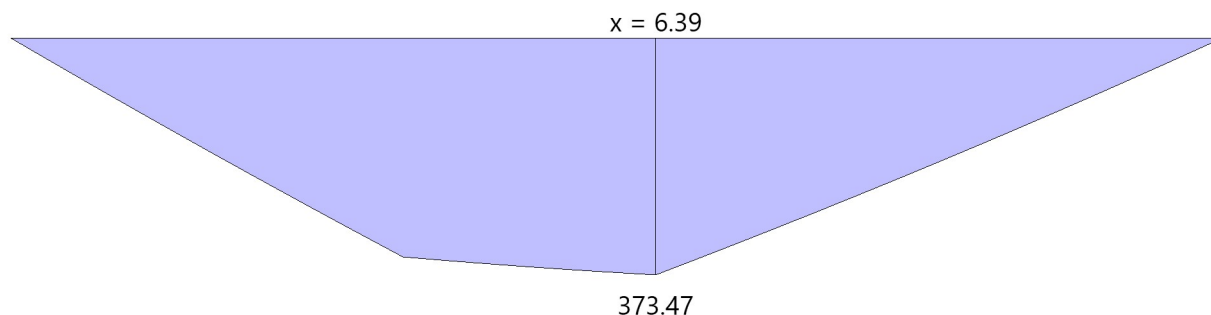
x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
0.70	0.0	91.6	64.69	10.5	6.57	1.05	2.94	3.99	25940.0
	0.0	91.6	64.69	10.5	6.57	1.05	2.94	3.99	25940.0
0.82	0.0	91.4	75.37	10.8	7.82	1.04	2.76	3.80	29706.1
	0.0	91.3	75.37	10.8	7.82	1.04	2.76	3.80	29706.1
0.93	0.0	91.1	86.01	11.2	9.10	1.03	2.58	3.62	33316.9
	0.0	91.1	86.01	11.2	9.10	1.03	2.58	3.62	33316.9
1.05	0.0	90.8	96.62	11.5	10.42	1.02	2.41	3.44	36774.4
	0.0	90.8	96.62	11.5	10.42	1.02	2.41	3.44	36774.4
1.17	0.0	90.6	107.20	11.8	11.78	1.01	2.25	3.26	40081.0
	0.0	90.6	107.20	11.8	11.78	1.01	2.25	3.26	40081.0
1.28	0.0	90.3	117.75	12.1	13.18	1.00	2.09	3.09	43239.3
	0.0	90.3	117.75	12.1	13.18	1.00	2.09	3.09	43239.3
1.40	0.0	90.1	128.28	12.4	14.61	0.98	1.93	2.92	46252.2
	0.0	90.0	128.28	12.4	14.61	0.98	1.93	2.92	46252.2
1.52	0.0	89.8	138.77	12.7	16.08	0.97	1.78	2.75	49122.7
	0.0	89.8	138.77	12.7	16.08	0.97	1.78	2.75	49122.7
1.63	0.0	89.5	149.22	13.0	17.58	0.95	1.64	2.59	51853.8
	0.0	89.5	149.22	13.0	17.58	0.95	1.64	2.59	51853.8
1.75	0.0	89.3	159.65	13.3	19.11	0.94	1.49	2.43	54448.7
	0.0	89.3	159.65	13.3	19.11	0.94	1.49	2.43	54448.7
1.87	0.0	89.0	170.05	13.5	20.67	0.92	1.36	2.28	56910.8
	0.0	89.0	170.05	13.5	20.67	0.92	1.36	2.28	56910.8
1.98	0.0	88.8	180.42	13.8	22.27	0.90	1.23	2.13	59243.4
	0.0	88.7	180.42	13.8	22.27	0.90	1.23	2.13	59243.4
2.10	0.0	88.5	190.76	14.0	23.89	0.88	1.10	1.98	61449.8
	0.0	88.5	190.76	14.0	23.89	0.88	1.10	1.98	61449.8
2.22	0.0	88.3	201.07	14.2	25.53	0.86	0.98	1.84	63533.4
	0.0	88.2	201.07	14.2	25.53	0.86	0.98	1.84	63533.4
2.33	0.0	88.0	211.35	14.4	27.21	0.84	0.86	1.70	65497.5
	0.0	88.0	211.35	14.4	27.21	0.84	0.86	1.70	65497.5
2.45	0.0	87.7	221.60	14.6	28.90	0.82	0.75	1.57	67345.5
	0.0	87.7	221.60	14.6	28.90	0.82	0.75	1.57	67345.5
2.57	0.0	87.5	232.06	14.8	30.66	0.80	0.63	1.43	69119.5
	0.0	87.5	232.06	14.8	30.66	0.80	0.63	1.43	69119.5
2.69	0.0	87.2	242.49	15.0	32.44	0.78	0.53	1.30	70778.8
	0.0	87.2	242.49	15.0	32.44	0.78	0.53	1.30	70778.8
2.81	0.0	87.0	252.88	15.1	34.23	0.75	0.43	1.18	72326.5
	0.0	87.0	252.88	15.1	34.23	0.75	0.43	1.18	72326.5
2.93	0.0	86.7	263.25	15.3	36.05	0.73	0.33	1.06	73766.0
	0.0	86.7	263.25	15.3	36.05	0.73	0.33	1.06	73766.0
3.05	0.0	86.5	273.59	15.4	37.88	0.70	0.24	0.94	75100.1
	0.0	86.5	273.59	15.4	37.88	0.70	0.24	0.94	75100.1
3.17	0.0	86.2	283.89	15.5	39.72	0.68	0.15	0.83	76331.9
	0.0	86.2	283.89	15.5	39.72	0.68	0.15	0.83	76331.9
3.29	0.0	86.0	294.17	15.6	41.58	0.66	0.07	0.73	77463.9
	0.0	86.0	294.17	15.6	41.58	0.66	0.07	0.73	77463.9
3.41	0.0	85.7	304.42	15.7	43.45	0.63	-0.005	0.63	78498.8
	0.0	85.7	304.42	15.7	43.45	0.63	-0.005	0.63	78498.8
3.52	0.0	85.5	314.64	15.7	45.32	0.60	-0.08	0.53	79438.8
	0.0	85.5	314.64	15.7	45.32	0.60	-0.08	0.53	79438.8
3.64	0.0	85.2	324.82	15.8	47.21	0.58	-0.14	0.44	80286.1
	0.0	85.2	324.82	15.8	47.21	0.58	-0.14	0.44	80286.1
3.76	0.0	85.0	334.98	15.8	49.09	0.55	-0.21	0.35	81042.5
	0.0	85.0	334.98	15.8	49.09	0.55	-0.21	0.35	81042.5
3.88	0.0	84.7	345.11	13.9	50.99	0.53	-0.26	0.26	81709.8
	0.0	13.7	345.11	13.9	50.99	0.53	0.14	0.66	81709.8
4.00	0.0	13.5	346.74	11.9	52.41	0.50	0.16	0.66	82798.8
	0.0	13.5	346.74	11.9	52.41	0.50	0.16	0.66	82798.8
4.24	0.0	13.0	349.90	11.6	55.21	0.45	0.20	0.65	84904.8
	0.0	13.0	349.90	11.6	55.21	0.45	0.20	0.65	84904.8
4.36	0.0	12.8	351.44	11.4	56.58	0.42	0.22	0.64	85923.5
	0.0	12.8	351.44	11.4	56.58	0.42	0.22	0.64	85923.5
4.48	0.0	12.5	352.96	11.3	57.94	0.39	0.25	0.64	86920.4
	0.0	12.5	352.96	11.3	57.94	0.39	0.25	0.64	86920.4
4.60	0.0	12.3	354.44	11.1	59.28	0.36	0.27	0.63	87896.4
	0.0	12.3	354.44	11.1	59.28	0.36	0.27	0.63	87896.4
4.72	0.0	12.1	355.89	11.0	60.60	0.33	0.30	0.63	88852.1
	0.0	12.1	355.89	11.0	60.60	0.33	0.30	0.63	88852.1

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
4.84	0.0	11.8	357.32	10.8	61.90	0.31	0.32	0.63	89788.3
	0.0	11.9	357.32	10.8	61.90	0.31	0.32	0.63	89788.3
4.96	0.0	11.6	358.72	10.6	63.18	0.28	0.35	0.63	90705.7
	0.0	11.6	358.72	10.6	63.18	0.28	0.35	0.63	90705.7
5.08	0.0	11.4	360.10	10.5	64.44	0.25	0.38	0.63	91604.9
	0.0	11.4	360.10	10.5	64.44	0.25	0.38	0.63	91604.9
5.20	0.0	11.2	361.44	10.3	65.67	0.22	0.41	0.63	92486.5
	0.0	11.2	361.44	10.3	65.67	0.22	0.41	0.63	92486.5
5.32	0.0	10.9	362.76	10.1	66.89	0.19	0.45	0.63	93351.2
	0.0	11.0	362.76	10.1	66.89	0.19	0.45	0.63	93351.2
5.43	0.0	10.7	364.06	9.9	68.09	0.16	0.48	0.64	94199.5
	0.0	10.7	364.06	9.9	68.09	0.16	0.48	0.64	94199.5
5.55	0.0	10.5	365.32	9.7	69.26	0.13	0.51	0.64	95031.9
	0.0	10.5	365.32	9.7	69.26	0.13	0.51	0.64	95031.9
5.67	0.0	10.3	366.56	9.5	70.41	0.10	0.55	0.64	95849.0
	0.0	10.3	366.56	9.5	70.41	0.10	0.55	0.64	95849.0
5.79	0.0	10.1	367.78	9.3	71.54	0.06	0.58	0.65	96651.3
	0.0	10.1	367.78	9.3	71.54	0.06	0.58	0.65	96651.3
5.91	0.0	9.8	368.97	9.1	72.64	0.03	0.62	0.65	97439.2
	0.0	9.9	368.97	9.1	72.64	0.03	0.62	0.65	97439.2
6.03	0.0	9.6	370.13	8.9	73.72	0.002	0.66	0.66	98213.3
	0.0	9.6	370.13	8.9	73.72	0.002	0.66	0.66	98213.3
6.15	0.0	9.4	371.27	8.7	74.77	-0.03	0.69	0.66	98973.9
	0.0	9.4	371.27	8.7	74.77	-0.03	0.69	0.66	98973.9
6.27	0.0	9.2	372.38	8.5	75.81	-0.06	0.73	0.67	99721.6
	0.0	9.2	372.38	8.5	75.81	-0.06	0.73	0.67	99721.6
6.39	0.0	9.0	373.47	-2.8	76.81	-0.09	0.77	0.68	100456.7
	0.0	-60.9	373.47	-2.8	76.81	-0.09	-0.48	-0.58	100456.7
6.51	0.0	-61.1	366.19	-14.1	75.14	-0.13	-0.46	-0.58	99676.0
	0.0	-61.1	366.19	-14.1	75.14	-0.13	-0.46	-0.58	99676.0
6.63	0.0	-61.3	358.88	-14.3	73.45	-0.16	-0.44	-0.60	98870.5
	0.0	-61.3	358.88	-14.3	73.45	-0.16	-0.44	-0.60	98870.5
6.75	0.0	-61.5	351.55	-14.4	71.74	-0.19	-0.42	-0.61	98038.7
	0.0	-61.5	351.55	-14.4	71.74	-0.19	-0.42	-0.61	98038.7
6.87	0.0	-61.8	344.19	-14.6	70.01	-0.22	-0.41	-0.63	97179.0
	0.0	-61.7	344.19	-14.6	70.01	-0.22	-0.41	-0.63	97179.0
6.99	0.0	-62.0	336.80	-14.7	68.26	-0.25	-0.40	-0.65	96289.7
	0.0	-62.0	336.80	-14.7	68.26	-0.25	-0.40	-0.65	96289.7
7.11	0.0	-62.2	329.39	-14.8	66.50	-0.28	-0.39	-0.68	95369.1
	0.0	-62.2	329.39	-14.8	66.50	-0.28	-0.39	-0.68	95369.1
7.23	0.0	-62.4	321.95	-14.9	64.73	-0.31	-0.39	-0.71	94415.4
	0.0	-62.4	321.95	-14.9	64.73	-0.31	-0.39	-0.71	94415.4
7.34	0.0	-62.7	314.49	-15.0	62.95	-0.34	-0.40	-0.74	93426.7
	0.0	-62.7	314.49	-15.0	62.95	-0.34	-0.40	-0.74	93426.7
7.46	0.0	-62.9	306.99	-15.1	61.15	-0.37	-0.40	-0.78	92401.0
	0.0	-62.9	306.99	-15.1	61.15	-0.37	-0.40	-0.78	92401.0
7.58	0.0	-63.1	299.47	-15.1	59.35	-0.40	-0.42	-0.82	91336.2
	0.0	-63.1	299.47	-15.1	59.35	-0.40	-0.42	-0.82	91336.2
7.70	0.0	-63.4	291.92	-15.2	57.54	-0.43	-0.43	-0.86	90230.2
	0.0	-63.4	291.92	-15.2	57.54	-0.43	-0.43	-0.86	90230.2
7.82	0.0	-63.6	284.35	-15.2	55.72	-0.46	-0.45	-0.91	89080.8
	0.0	-63.6	284.35	-15.2	55.72	-0.46	-0.45	-0.91	89080.8
8.06	0.0	-64.1	269.11	-15.3	52.08	-0.52	-0.50	-1.02	86642.4
	0.0	-64.1	269.11	-15.3	52.08	-0.52	-0.50	-1.02	86642.4
8.18	0.0	-64.3	261.45	-15.3	50.26	-0.55	-0.53	-1.08	85348.6
	0.0	-64.3	261.45	-15.3	50.26	-0.55	-0.53	-1.08	85348.6
8.30	0.0	-64.6	253.75	-15.2	48.44	-0.57	-0.57	-1.14	84001.6
	0.0	-64.6	253.75	-15.2	48.44	-0.57	-0.57	-1.14	84001.6
8.42	0.0	-64.8	246.03	-15.2	46.62	-0.60	-0.61	-1.21	82598.8
	0.0	-64.8	246.03	-15.2	46.62	-0.60	-0.61	-1.21	82598.8
8.54	0.0	-65.0	238.28	-15.2	44.81	-0.63	-0.65	-1.28	81137.5
	0.0	-65.0	238.28	-15.2	44.81	-0.63	-0.65	-1.28	81137.5
8.66	0.0	-65.3	230.50	-15.1	43.00	-0.65	-0.70	-1.36	79615.0
	0.0	-65.3	230.50	-15.1	43.00	-0.65	-0.70	-1.36	79615.0
8.78	0.0	-65.5	222.70	-15.1	41.20	-0.68	-0.76	-1.43	78028.3
	0.0	-65.5	222.70	-15.1	41.20	-0.68	-0.76	-1.43	78028.3
8.90	0.0	-65.8	214.86	-15.0	39.40	-0.70	-0.81	-1.52	76374.5
	0.0	-65.8	214.86	-15.0	39.40	-0.70	-0.81	-1.52	76374.5

x [m]	N _{x,Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]	M _{tp} [kNm]	M _{ts} [kNm]	M _{t,Ed} [kNm]	M _{ω,Ed} [kNcm ²]
9.02	0.0	-66.0	206.99	-14.9	37.62	-0.73	-0.87	-1.60	74650.7
	0.0	-66.1	206.99	-14.9	37.62	-0.73	-0.87	-1.60	74650.7
9.14	0.0	-66.3	199.09	-14.8	35.85	-0.75	-0.94	-1.69	72853.9
	0.0	-66.3	199.09	-14.8	35.85	-0.75	-0.94	-1.69	72853.9
9.25	0.0	-66.5	191.16	-14.7	34.09	-0.77	-1.01	-1.78	70980.9
	0.0	-66.6	191.16	-14.7	34.09	-0.77	-1.01	-1.78	70980.9
9.37	0.0	-66.8	183.20	-14.6	32.34	-0.80	-1.08	-1.88	69028.7
	0.0	-66.8	183.20	-14.6	32.34	-0.80	-1.08	-1.88	69028.7
9.49	0.0	-67.1	175.20	-14.4	30.61	-0.82	-1.16	-1.97	66994.1
	0.0	-67.1	175.20	-14.4	30.61	-0.82	-1.16	-1.97	66994.1
9.61	0.0	-67.3	167.18	-14.3	28.90	-0.84	-1.24	-2.08	64874.0
	0.0	-67.3	167.18	-14.3	28.90	-0.84	-1.24	-2.08	64874.0
9.73	0.0	-67.6	159.13	-14.1	27.20	-0.86	-1.32	-2.18	62665.1
	0.0	-67.6	159.13	-14.1	27.20	-0.86	-1.32	-2.18	62665.1
9.85	0.0	-67.8	151.04	-13.9	25.53	-0.88	-1.41	-2.29	60364.2
	0.0	-67.9	151.04	-13.9	25.53	-0.88	-1.41	-2.29	60364.2
9.97	0.0	-68.1	142.93	-13.8	23.87	-0.90	-1.51	-2.41	57968.4
	0.0	-68.1	142.93	-13.8	23.87	-0.90	-1.51	-2.41	57968.4
10.09	0.0	-68.4	134.78	-13.6	22.24	-0.92	-1.60	-2.52	55474.2
	0.0	-68.4	134.78	-13.6	22.24	-0.92	-1.60	-2.52	55474.2
10.21	0.0	-68.6	126.60	-13.4	20.63	-0.94	-1.71	-2.64	52878.8
	0.0	-68.7	126.60	-13.4	20.63	-0.94	-1.71	-2.64	52878.8
10.33	0.0	-68.9	118.39	-13.2	19.05	-0.95	-1.81	-2.76	50179.0
	0.0	-68.9	118.39	-13.2	19.05	-0.95	-1.81	-2.76	50179.0
10.45	0.0	-69.2	110.14	-12.9	17.49	-0.97	-1.92	-2.89	47371.9
	0.0	-69.2	110.14	-12.9	17.49	-0.97	-1.92	-2.89	47371.9
10.57	0.0	-69.5	101.87	-12.7	15.96	-0.98	-2.04	-3.02	44454.6
	0.0	-69.5	101.87	-12.7	15.96	-0.98	-2.04	-3.02	44454.6
10.69	0.0	-69.7	93.56	-12.5	14.45	-1.00	-2.15	-3.15	41424.2
	0.0	-69.8	93.56	-12.5	14.45	-1.00	-2.15	-3.15	41424.2
10.81	0.0	-70.0	85.22	-12.2	12.98	-1.01	-2.28	-3.29	38278.2
	0.0	-70.0	85.22	-12.2	12.98	-1.01	-2.28	-3.29	38278.2
10.93	0.0	-70.3	76.84	-12.0	11.53	-1.02	-2.41	-3.43	35014.0
	0.0	-70.3	76.84	-12.0	11.53	-1.02	-2.41	-3.43	35014.0
11.05	0.0	-70.5	68.44	-11.7	10.12	-1.03	-2.54	-3.57	31629.2
	0.0	-70.6	68.44	-11.7	10.12	-1.03	-2.54	-3.57	31629.2
11.16	0.0	-70.8	60.00	-11.4	8.74	-1.04	-2.67	-3.71	28121.7
	0.0	-70.9	60.00	-11.4	8.74	-1.04	-2.67	-3.71	28121.7
11.28	0.0	-71.1	51.52	-11.2	7.39	-1.05	-2.81	-3.86	24489.5
	0.0	-71.1	51.52	-11.2	7.39	-1.05	-2.81	-3.86	24489.5
11.40	0.0	-71.4	43.02	-10.9	6.07	-1.06	-2.96	-4.01	20730.9
	0.0	-71.4	43.02	-10.9	6.07	-1.06	-2.96	-4.01	20730.9
11.52	0.0	-71.6	34.48	-10.6	4.79	-1.06	-3.11	-4.17	16844.4
	0.0	-71.7	34.48	-10.6	4.79	-1.06	-3.11	-4.17	16844.4
11.64	0.0	-71.9	25.91	-10.3	3.54	-1.07	-3.26	-4.33	12828.8
	0.0	-72.0	25.91	-10.3	3.54	-1.07	-3.26	-4.33	12828.8
11.76	0.0	-72.2	17.31	-10.0	2.32	-1.07	-3.42	-4.49	8683.2
	0.0	-72.2	17.31	-10.0	2.32	-1.07	-3.42	-4.49	8683.2
11.88	0.0	-72.5	8.67	-9.7	1.14	-1.07	-3.58	-4.65	4407.0
	0.0	-72.5	8.67	-9.7	1.14	-1.07	-3.58	-4.65	4407.0
12.00	0.0	-72.7	0.00	-9.6	0.00	-1.07	-3.75	-4.82	0.0

My

Maßstab 1 : 75

**Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung $\gamma_{M0} = 1.10$**

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
0.00	19	1	0.0	-24.8	43.0	213.6	0.20
0.12	19	1	0.5	-24.8	42.9	213.6	0.20
0.23	19	1	1.0	-24.7	42.8	213.6	0.20
0.35	19	1	1.5	-24.7	42.7	213.6	0.20
0.35	19	1	1.5	-24.6	42.7	213.6	0.20
0.47	19	1	2.0	-24.6	42.6	213.6	0.20
0.58	19	1	2.5	-24.5	42.4	213.6	0.20
0.70	4	1	34.3	14.9	42.9	213.6	0.20
0.82	4	1	39.4	14.7	46.9	213.6	0.22
0.93	4	1	44.3	14.6	51.0	213.6	0.24
1.05	4	1	49.1	14.4	55.1	213.6	0.26
1.17	4	1	53.7	14.3	59.1	213.6	0.28
1.28	4	1	58.1	14.1	63.0	213.6	0.30
1.40	4	1	62.4	13.9	66.9	213.6	0.31
1.52	4	1	66.5	13.7	70.6	213.6	0.33
1.63	4	1	70.5	13.5	74.3	213.6	0.35
1.75	4	1	74.3	13.2	77.8	213.6	0.36
1.87	4	1	78.0	13.0	81.2	213.6	0.38
1.98	4	1	81.6	12.7	84.5	213.6	0.40
2.10	4	1	85.0	12.4	87.7	213.6	0.41
2.22	4	1	88.3	12.2	90.8	213.6	0.42
2.33	4	1	91.4	11.9	93.7	213.6	0.44
2.45	4	1	94.5	11.6	96.6	213.6	0.45
2.57	4	1	97.4	11.3	99.4	213.6	0.47
2.69	4	1	100.3	11.0	102.1	213.6	0.48
2.81	4	1	103.0	10.6	104.7	213.6	0.49
2.93	4	1	105.7	10.3	107.2	213.6	0.50
3.05	4	1	108.2	10.0	109.6	213.6	0.51
3.17	4	1	110.6	9.6	111.9	213.6	0.52
3.29	4	1	112.9	9.3	114.0	213.6	0.53
3.41	4	1	115.1	8.9	116.2	213.6	0.54
3.52	4	1	117.2	8.5	118.2	213.6	0.55
3.64	4	1	119.3	8.2	120.1	213.6	0.56
3.76	31	1	-122.7	9.5	123.8	213.6	0.58
3.88	31	1	-126.8	9.0	127.7	213.6	0.60
3.88	31	1	-126.8	8.0	127.5	213.6	0.60
4.00	31	1	-128.9	7.4	129.5	213.6	0.61
4.24	31	1	-133.0	6.7	133.5	213.6	0.63
4.36	31	1	-135.1	6.4	135.5	213.6	0.63
4.48	31	2	-137.1	6.0	137.5	213.6	0.64
4.60	31	2	-139.0	5.7	139.4	213.6	0.65
4.72	31	2	-141.0	5.3	141.3	213.6	0.66
4.84	31	2	-142.9	4.9	143.2	213.6	0.67
4.96	31	2	-144.8	4.6	145.0	213.6	0.68
5.08	31	2	-146.6	4.2	146.8	213.6	0.69
5.20	31	2	-148.5	3.8	148.6	213.6	0.70
5.32	31	2	-150.3	3.4	150.4	213.6	0.70

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
5.43	31	2	-152.0	3.1	152.1	213.6	0.71
5.55	31	2	-153.7	2.7	153.8	213.6	0.72
5.67	31	2	-155.4	2.3	155.5	213.6	0.73
5.79	31	2	-157.1	1.9	157.1	213.6	0.74
5.91	31	2	-158.7	1.5	158.7	213.6	0.74
6.03	31	2	-160.3	1.1	160.3	213.6	0.75
6.15	31	2	-161.9	1.4	161.9	213.6	0.76
6.27	31	2	-163.4	1.7	163.4	213.6	0.76
6.39	33	3	-164.9	1.1	164.9	213.6	0.77
6.51	33	3	-161.8	1.5	161.8	213.6	0.76
6.63	33	3	-158.6	1.9	158.7	213.6	0.74
6.75	33	3	-155.5	2.2	155.5	213.6	0.73
6.87	33	2	-152.3	2.6	152.3	213.6	0.71
6.99	33	2	-149.0	3.0	149.1	213.6	0.70
7.11	33	2	-145.7	3.3	145.9	213.6	0.68
7.23	33	2	-142.4	3.7	142.6	213.6	0.67
7.34	33	2	-139.1	4.1	139.3	213.6	0.65
7.46	33	2	-135.8	4.4	136.0	213.6	0.64
7.58	33	2	-132.4	4.8	132.6	213.6	0.62
7.70	33	2	-129.0	5.1	129.3	213.6	0.61
7.82	33	2	-125.6	5.4	125.9	213.6	0.59
8.06	33	2	-118.7	6.1	119.1	213.6	0.56
8.18	33	2	-115.2	6.4	115.7	213.6	0.54
8.30	33	2	-111.7	6.8	112.3	213.6	0.53
8.42	33	2	-108.2	7.1	108.9	213.6	0.51
8.54	33	2	-104.6	7.4	105.4	213.6	0.49
8.66	33	2	-101.1	7.7	102.0	213.6	0.48
8.78	33	2	-97.6	8.0	98.5	213.6	0.46
8.90	33	2	-94.0	8.3	95.1	213.6	0.45
9.02	4	2	91.1	10.3	92.9	213.6	0.43
9.14	4	2	88.8	10.6	90.7	213.6	0.42
9.25	4	2	86.4	10.9	88.4	213.6	0.41
9.37	4	2	83.9	11.3	86.1	213.6	0.40
9.49	4	2	81.3	11.6	83.7	213.6	0.39
9.61	4	2	78.6	11.9	81.2	213.6	0.38
9.73	4	2	75.8	12.2	78.7	213.6	0.37
9.85	4	2	72.9	12.4	76.0	213.6	0.36
9.97	4	2	69.9	12.7	73.3	213.6	0.34
10.09	4	2	66.8	13.0	70.5	213.6	0.33
10.21	4	1	63.6	13.2	67.6	213.6	0.32
10.33	4	1	60.3	13.5	64.6	213.6	0.30
10.45	4	1	56.8	13.7	61.6	213.6	0.29
10.57	4	1	53.3	13.9	58.4	213.6	0.27
10.69	4	1	49.6	14.1	55.2	213.6	0.26
10.81	4	1	45.7	14.3	52.0	213.6	0.24
10.93	4	1	41.8	14.4	48.7	213.6	0.23
11.05	4	1	37.7	14.6	45.4	213.6	0.21
11.16	4	1	33.5	14.7	42.1	213.6	0.20
11.28	4	1	29.1	14.8	38.8	213.6	0.18
11.40	19	1	2.0	21.2	36.8	213.6	0.17
11.52	19	1	1.6	21.3	36.9	213.6	0.17
11.64	19	1	1.2	21.4	37.1	213.6	0.17
11.76	19	1	0.8	21.5	37.2	213.6	0.17
11.88	19	1	0.4	21.5	37.3	213.6	0.17
12.00	19	1	0.0	21.6	37.4	213.6	0.17

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0.12 m

$$\eta = 0.48 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 30$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 92$	mm
Querschnitt :	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 12$	mm
	Fläche	$A_{eff} = 26.0$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 40.6$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 21$	mm	Kranschiene	$I_r = 11.3$	cm ⁴	
	Stegdicke	$t_w = 8$	mm	Obergurt	$I_{f,eff} = 1.3$	cm ⁴	
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 81$	mm	Unterkante	Obergurt	$z = 4$	mm
	gesamt	$x_w = 89$	mm				

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{ ,Ed}$	$\tau_{ }$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
0.12	71.0	99.3	19.9	23.9	43.8	0.0	112.9	0.48
11.88	71.0	99.3	19.9	21.3	41.2	-2.6	110.2	0.47

$Q_{r,Ed}$: Bemessungswert der Radlast einschließlich Schwingbeiwert
 $\sigma_{oz,Ed}$: $Q_{r,Ed}/(x_w \cdot t_w)$ Lokale Druckspannung aus zentrischer Radlasteinleitung
 $\tau_{oxz,Ed}$: $0,2 \cdot \sigma_{oz,Ed}$ Schubspannung infolge Radlasteinleitung
 $\tau_{||,Ed}$: Schubspannungen aus globaler Tragwirkung
 $\tau_{||}$: Summe der Schubspannungen
 $\sigma_{x,Ed}$: Normalspannungen aus globaler Tragwirkung in x-Richtung
 σ_v : Vergleichsspannung
 η : Auslastungsgrad σ_v / f_{yd}

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 6.39$ m

Abmessungen a = 6000 mm Länge = Abstand der Quersteifen
 Beulfeld: b = 876 mm Breite = Steghöhe
 tw = 8 mm Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte: $F_{Ed} = 71.0$ kN Radlast einschließlich Schwingbeiwert
 $M_{y,Ed} = 376.82$ kNm Biegemoment
 $V_{z,Ed} = 9.4$ kN Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelastung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1.10$

$F_{R,d} = 306.9$ kN
 $F_{Ed}/F_{R,d} = \eta_2 = 0.23 \leq 1$
 Ideale Verzweigungslast $F_{cr} = 667.5$
 starre Lastausbreitungslänge s = 57 mm $l_{eff} = 2 \cdot t \cdot \text{Flansch}$
 Beiwerte $m_1 = 31.25$
 $m_2 = 106.58$
 Beulwert $k_F = 6.04$
 Schlankheitsgrad $\Lambda_F = 1.01$
 Abminderungsfaktor $\chi_F = 0.49$
 $l_y = 363$ mm
 wirksame Lastausbreitungslänge $l_{eff} = 180$ mm $l_y \cdot \chi_F$

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 $\gamma_{M1} = 1.10$

$V_{b,Rd} = 1037.3$ kN
 $V_{Ed}/V_{b,Rd} = \eta_3 = 0.01 \leq 1$
 $M_{Rd} = 626.04$ kNm Interaktion M/N nicht erforderlich
 Schlankheitsgrad $\Lambda_w = 0.211$
 Abminderungsfaktor $\chi_w = 1.20$

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1.00$

$\eta_1 = 0.41 \leq 1$
 $W_{eff} = 3955.5$ cm³

Interaktion zwischen Biegung und Querlast nach EN1993-1-5 Gl(7.2)

$\eta_{7.2} = 0.40 \leq 1$ $(\eta_1 + 0.8 \cdot \eta_2)/1.4$

Interaktion zwischen Querkraft und Querlast nach DIN EN1993-1-5/NA Gl(NA.7)

$\eta_{DIN} = 0.00 \leq 1$

Nachweisführung $\eta_{max} = 0.41 \leq 1$ Nachweis erfüllt

Kranfahrt 3: LG 12: Qc+Qh+HT - SERV**Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi \cdot \gamma \cdot \psi$
1	Eigengewicht		1.00	1.00	1.00	1.00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	12	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	12	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Kran 1 - Massekräfte HT	12	1.00	1.00	1.00	1.00

LG : Lastgruppe 12 Verformungen (SERV)
 ϕ : Schwingbeiwert
 γ : Teilsicherheitsbeiwert
 ψ : Kombinationsbeiwert
 $\phi \cdot \gamma \cdot \psi$: Überlagerungsfaktor

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände

$$\gamma_{M,f} = 1.00$$

Nachweisstelle für horizontale Verformungen

$$x_{dy} = 5.91 \text{ m}$$

Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes

$$d_{y0} = 0.4 \text{ cm}$$

Verdrehung des Trägers um die x-Achse

$$\phi_x = 0.0253 \text{ rad}$$

Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt

$$e_{M,z} = 87 \text{ mm}$$

Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt

$$\delta_y = 0.6 \text{ cm}$$

Grenzwert für die horizontale Verformung

$$\delta_{y,lim} = 2.0 \text{ cm}$$

Nachweis für horizontale Verformung

$$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0.32$$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen

$$x_{dz} = 6.03 \text{ m}$$

Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes

$$\delta_z = 0.9 \text{ cm}$$

Grenzwert für die vertikale Verformung

$$\delta_{z,lim} = 2.4 \text{ cm}$$

Nachweis für vertikale Verformung

$$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0.36$$

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0.00	12.00	4.0	0.0	0.0

Kranbahnspezifische Nachweise**Nachweis auf Stegblechatmen**

Steghöhe

$$h_w = 868 \text{ mm}$$

Stegdicke

$$t_w = 8 \text{ mm}$$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 109 < 120$ Nachweis erfüllt**Schwingungsbeschränkung des Unterflansches**

Abstand der seitlichen Halterung

$$L = 12.00 \text{ m}$$

Trägheitsradius

$$i_{z,fu} = 60 \text{ mm}$$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu} = 201 < 250$ Nachweis erfüllt**Kranfahrt 4: LG 13: Qc+Qh+HS - SERV****Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi * \gamma * \psi$
1	Eigengewicht		1.00	1.00	1.00	1.00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	13	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	13	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Kran 1 - Schräglaufräfte HS	13	1.00	1.00	1.00	1.00
LG : Lastgruppe 13 Verformungen (SERV) ϕ : Schwingbeiwert γ : Teilsicherheitsbeiwert ψ : Kombinationsbeiwert $\phi * \gamma * \psi$: Überlagerungsfaktor						

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände

$$\gamma_{M,f} = 1.00$$

Nachweisstelle für horizontale Verformungen

$$x_{dy} = 6.03 \text{ m}$$

Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes

$$d_{y0} = 1.6 \text{ cm}$$

Verdrehung des Trägers um die x-Achse

$$\phi_x = 0.0428 \text{ rad}$$

Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt

$$e_{M,z} = 87 \text{ mm}$$

Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt

$$\delta_y = 2.0 \text{ cm}$$

Grenzwert für die horizontale Verformung

$$\delta_{y,lim} = 2.0 \text{ cm}$$

Nachweis für horizontale Verformung

$$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0.98$$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen

$$x_{dz} = 6.03 \text{ m}$$

Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes

$$\delta_z = 0.9 \text{ cm}$$

Grenzwert für die vertikale Verformung

$$\delta_{z,lim} = 2.4 \text{ cm}$$

Nachweis für vertikale Verformung

$$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0.36$$

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0.00	12.00	4.0	0.0	0.0

Kranbahnspezifische Nachweise

Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe $h_w = 868 \text{ mm}$
Stegdicke $t_w = 8 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 109 < 120$ Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung $L = 12.00 \text{ m}$
Trägheitsradius $i_{z, fu} = 60 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z, fu} = 201 < 250$ Nachweis erfüllt

Kranfahrt 5: LG 14: Qc+Qh - FAT

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi * \gamma * \psi$
1	Eigengewicht		1.00	1.00	1.00	1.00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht $Q_{c, max}$	14	1.05	1.00	1.00	1.05
3	Kran 1 - Kranbetrieb $Q_{h, max}$	14	1.07	1.00	1.00	1.07
LG : Lastgruppe 14 Ermüdung (FAT) ϕ : Schwingbeiwert γ : Teilsicherheitsbeiwert ψ : Kombinationsbeiwert $\phi * \gamma * \psi$: Überlagerungsfaktor						

Eingangswerte Ermüdungsnachweis

Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände $\gamma_{M, f} = 1.00$
Teilsicherheitsfaktor für Einwirkungen $\gamma_{F, f} = 1.00$

Ermüdungsnachweis am Querschnitt

Querschnittspunkt 18 Kerbfall σ_x 100 σ_y 36 τ_{xz} 80 bei $x = 6.63 \text{ m}$

$\eta = 0.27 \leq 1$ Nachweis erfüllt

x	Nr.		λ_σ λ_τ	$\Delta\sigma_c$ $\Delta\tau_c$	σ_{max} τ_{max}	σ_{min} τ_{min}	$\Delta\sigma_{E,2}$ $\Delta\tau_{E,2}$	η_σ η_τ	η_I
[m]				[N/mm ²]					
6.63	18	σ	0.397	100.0	73.4	6.5	26.6	0.27	
		τ	0.575	80.0	5.6	-4.0	5.5	0.07	0.02
Nr. : Querschnitts-/Kerbfallpunkt λ_σ : Schadensäquivalenzfaktor $\Delta\sigma_c$: konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall σ_{max} : maximale Normalspannung σ_{min} : minimale Normalspannung $\Delta\sigma_{E,2}$: schadensäquivalente Spannungsschwingbreite $= \lambda(\sigma_{max} - \sigma_{min})$ η_σ : $= \gamma_{F, f} * \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_c / \gamma_{M, f})$ λ_τ : Schadensäquivalenzfaktor $\Delta\tau_c$: konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall τ_{max} : maximale Schubspannung τ_{min} : minimale Schubspannung $\Delta\tau_{E,2}$: schadensäquivalente Spannungsschwingbreite $= \lambda(\tau_{max} - \tau_{min})$ η_τ : $\eta_\tau = \gamma_{F, f} * \Delta\tau_{E,2} / (\Delta\tau_c / \gamma_{M, f})$ η_I : Interaktion $(\eta_\sigma)^3 + (\eta_\tau)^5$									

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei $x = 0.12 \text{ m}$

$\eta = 1.36 > 1$! Nachweis nicht erfüllt!

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 35 \text{ mm}$	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 97 \text{ mm}$
	Breite	$b_r = 50 \text{ mm}$		Dicke	$t_o = 12 \text{ mm}$
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 29.1 \text{ cm}^2$	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 57.9 \text{ cm}^4$
	Schwerpunkt	$e_1 = 24 \text{ mm}$	Kranschiene	$I_r = 17.9 \text{ cm}^4$	
	Stegdicke	$t_w = 8 \text{ mm}$	Obergurt	$I_{f, eff} = 1.4 \text{ cm}^4$	
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 94 \text{ mm}$	Unterkante		
	gesamt	$x_w = 102 \text{ mm}$	Obergurt	$z = 4 \text{ mm}$	

Werte für die Ermittlung der Spannungen infolge exzentrischer Radlast

Querstreifen	Abstand	$a = 6.00 \text{ m}$	Exzentrizität	Radlast	$e_y = 13 \text{ mm}$
	Steghöhe	$h_w = 876 \text{ mm}$	Flansch/Kranschiene	$I_t = 54.5 \text{ cm}^4$	
Beiwert	$\eta = 2.66$				
	$T_{Ed} = 0.70 \text{ kNm}$				$\sigma_{T, Ed} = 28.9 \text{ N/mm}^2$

x [m]	Q _{r,Ed} [kN]		λ _σ	Δσ _C	σ _{max}	σ _{min}	Δσ _{E,2}	η _σ	λ _τ	Δτ _C	τ _{max}	τ _{min}	Δτ _{E,2}	η _τ
				[N/mm ²]						[N/mm ²]				
0.12	56.1	z	0.500	36.0	97.7	0.0	48.9	1.36	0.660	80.0	8.5	-5.2	27.3	0.34
		x	0.500	100.0	-4.1	-46.7	21.3	0.21						
11.88	56.1	z	0.500	36.0	97.7	0.0	48.9	1.36	0.660	80.0	8.5	-5.2	27.3	0.34
		x	0.500	100.0	-4.1	-46.7	21.3	0.21						

Q_{r,Ed} : Bemessungswert der Radlast einschließlich Schwingbeiwert

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Stegbeulen
1	LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T	0.67	0.54	0.46
2	LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T	0.77	0.48	0.41

Auslastung - Gebrauchstauglichkeit

Nr	Kranüberfahrt	Verformungsnachweis Y			Verformungsnachweis Z		
		v _{max} [cm]	δ _{lim} [cm]	η	w _{max} [cm]	δ _{lim} [cm]	η
3	LG 12: Qc+Qh+HT - SERV	0.64	2.00	0.32	0.87	2.40	0.36
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	1.97	2.00	0.98	0.87	2.40	0.36

Nr	Kranüberfahrt	Stegblechatmen	Unterflanschschwingung
3	LG 12: Qc+Qh+HT - SERV	0.90	0.80
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	0.90	0.80

Auslastung - Ermüdung

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung
5	LG 14: Qc+Qh - FAT	0.27	1.36!