WISNIEWSKI

PLANUNG -
STATIK - KONSTRUKTION

STRUCTURAL ANALYSIS / STATISCHE BERECHNUNG

PROJECT-NR./ PROJEKT-NR.:	**19060**	**STATIK**
PROJECT / PROJEKT:	**Unterkonstruktion Krananlage Stahlbau 2019**	
CUSTOMER/ AUFTRAGGEBER:	**Fa. DTG GmbH** Grabenstraße 70 D – 52382 Niederzier	

Revision00

Zu dieser statischen Berechnung gehört der Positionsplan P-01.

PREPARED / AUFGESTELLT: DIPL.-ING. JAN WISNIEWSKI	DATE / DATUM: **02.12.2019** PAGES / SEITEN: **1 – 108**

THE STRUCTURAL ANALYSIS IS ONLY PREPARED FOR DTG. IF THIS CALCULATION SHOULD BE PASSED TO A THIRD PARTY A PERMISSION OF THE ORIGINATOR IS NEEDED. THE CUSTOMER AGREES TO MY OFFICE TO PUBLISH THIS PROJECT DATAS AS REFERECE ON MY HOMEPAGE.
DIE STATISCHE BERECHNUNG IST AUSSCHLIESSLICH AUFGESTELLT FÜR DTG. EINE WEITERGABE AN DRITTE IST NUR MIT VORHERIGER GENEHMIGUNG DES AUFSTELLERS MÖGLICH. EINE VERÖFFENTLICHUNG JEGLICHER ART IST NICHT GESTATTET.
DER BH STIMMT MEINEM BÜRO ZU, DIESE PROJEKTDATEN ALS REFERENZ AUF DER SEITE VON AIXINEERING ZU VERÖFFENTLICHEN.

WISNIEWSKI - AIXINEERING
KÖNIGIN ASTRID STRASSE 18
B-4710 HERBESTHAL
BELGIUM
FON: +49 (0)173 6404273
INFO@AIXINEERING.DE WWW.AIXINEERING.DE

CBC WELKENRAEDT
IBAN: BE54 7320 4502 2397
BIC: CREGBEBB

HAFTPFLICHTVERSICHERER ■ AIA ■ KAISERSTRAßE 13 D-40221 DÜSSELDORF ■ K-Nr. 02026860 ■ V-NR.: 057-2774-170424-029 ■
GESCHÄFTSFÜHRER: WISNIEWSKI
PERSÖNLICH HAFTENDE GESELLSCHAFTER: WISNIEWSKI ■ KÖNIGIN ASTRID STR. 18 ■ 4710 WELKENRAEDT ■
MwSt.-Nr.: BE.0682.659.274 ■ FINANZAMT EUPEN ■ MITGLIED DER IHK-EUPEN ■ Reg.-Nr.:3042 ■
MwSt.-Nr.: DE.42.334.10203 ■ FINANZAMT TRIER ■
USt.-IdNr.: DE316324355 ■
USt.-IdNr.: NL0011.05.337.B69 ■

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen ..... Seite: 3

1 Lastannahmen

1.1 Position: 1.1 Lastannahmen ..... Beton-Sockel ..... Seite: 12

2 Stahlbau Unterkonstruktion

2.1 Position: 2.1 Stahlbau Unterkonstruktion ..... Berechnungsprotokoll ..... Seite: 13
2.2 Position: 2.1.1 Rahmenecke ..... Geschraubte Vouten Verbindung ..... Seite: 59
2.3 Position: 2.2.1 Kranbahnträger ..... 1Feldträger HEA300 ..... Seite: 62
2.4 Position: 2.2.2 Kranbahnträger ..... 1Feldträger HEA300 mit Kragarm ..... Seite: 74

3 Verankerungen

3.1 Position: 3.1 Auflagerverankerung HEA220 ..... Anschlusskräfte aus Pos.2.1 ..... Seite: 87
3.2 Position: 3.2 Auflagerverankerung QRO100x8 ..... Anschlusskräfte aus Pos.2.1 ..... Seite: 98

A VORBEMERKUNGEN

A.1 EC - NORMEN, VORSCHRIFTEN

DIN EN 1990 / Eurocode 0
Basis of structural design
Grundlagen der Tragwerkplanung

DIN EN 1991 / Eurocode 1
Actions on structures
Einwirkungen auf Tragwerke

DIN EN 1992 / Eurocode 2
Dimensionnement du béton et du béton armé
Bemessung Beton- und Stahlbetonbau

DIN EN 1993 / Eurocode 3
Design of steel structures
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten

DIN EN 1995 / Eurocode 5
Design of timber structures
Bemessung und Konstruktion von Holzbauten

DIN EN 1996
Bemessung von Mauerwerk

DIN EN 1997
Bemessung von Baugrund

DIN EN 13814
Fairground and amusement park machinery and
Bemessung und Konstruktion von Fliegenden Bauten

Technical rules of action for booth construction.
Technische Messe-Richtlinien
Or equivalent national versions of the aforementioned standards.

A.2 SONSTIGE UNTERLAGEN

EDV-Programme STATIK (a Nemetschek Company)
Friedrich und Lochner Programme
SCIA Engineering 18.0

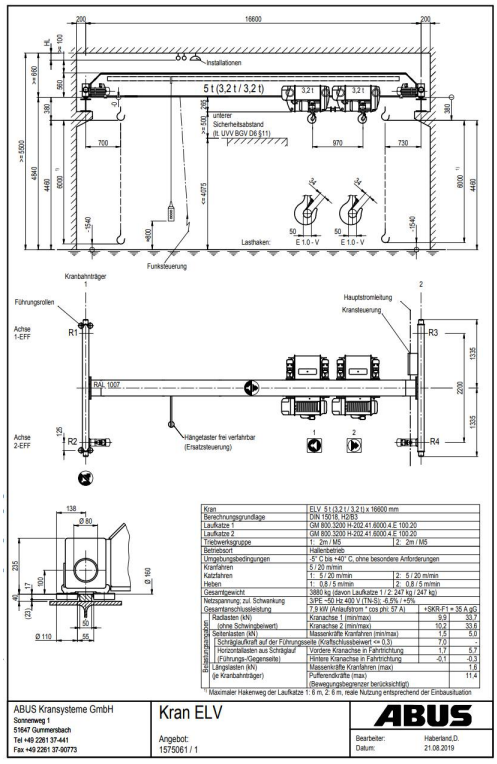
EDV-Programme ANSCHLUSS-STATIK
Berechnungsprogramm der Firma Fischer

EDV-Programme CAD (a Nemetschek Company)
ALLPLAN 2020

Literatur

Wendehorst Bautechnische Tabellen für Ingenieure, 31. Auflage
Typisierte Verbindungen im Stahlhochbau
Kahlmeyer: Stahlbau nach DIN 18800
Stahlbau: Grundbegriffe und Bemessungsverfahren, 1. Auflage
Lohse: Stahlbau I, 24. Auflage

Technisches Datenblatt



Kran	ELV 5 t (3,2 t / 3,2 t) x 16600 mm		
Berechnungsgrundlage	DIN 15018, H2/B3		
Laufkatze 1	GM 800.3200 H-202.41.8000.4.E 100.20		
Laufkatze 2	GM 800.3200 H-202.41.8000.4.E 100.20		
Triebwerksgruppe	1: 2m / M5	2: 2m / M5	
Betriebsort	Hallenbetrieb		
Umgebungsbedingungen	-5° C bis +40° C, ohne besondere Anforderungen		
Kranfahren	5 / 20 m/min		
Katzfahren	1: 5 / 20 m/min	2: 5 / 20 m/min	
Heben	1: 0,8 / 5 m/min	2: 0,8 / 5 m/min	
Gesamtgewicht	3880 kg (davon Laufkatze 1 / 2: 247 kg / 247 kg)		
Netzspannung zul. Schwankung	3/PE ~50 Hz 400 V (TN-S); -6,0% / +0%		
Gesamtanschlussleistung	7,9 kW (Anlaufstrom * cos phi: 57 A)		* SK6R-F1 + 35 A gG
Bremsbahnträger Radlasten (kN)	Kranachse 1 (min/max)	9,91	33,7
(ohne Schwingbeiwert)	Kranachse 2 (min/max)	10,2	33,6
Seitenlasten (kN)	Massenkräfte Kranfahren (min/max)	1,5	5,0
Schräglaufkraft auf der Führungsseite (Kraftschlussbeiwert <= 0,3)		7,0	-
Horizontallasten aus Schräglauf (Führungs-/Gegenseite)	Vordere Kranachse in Fahrtrichtung	1,7	5,7
	Hintere Kranachse in Fahrtrichtung	-0,1	-0,3
Längslasten (kN) (je Kranbahnträger)	Massenkräfte Kranfahren (max)		1,6
	Pufferendkräfte (max) (Bewegungsbegrenzer berücksichtigt)		11,4

*) Maximaler Hakenweg der Laufkatze 1: 6 m, 2: 6 m, reale Nutzung entsprechend der Einbausituation

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

A.3 BAUSTOFFE

Beton C12/15 – C50/60
Betonstahl BSt 500 S + M
Stahl: S235JR+AR und S355J2+N, nach EN 10025-2:2004-10
Acier / Stahl:

S 235 JR	(lt. Auftraggeber)
Dicken	t = 3,0 mm
Dicken	t = 10 mm
Dicken	t = 15 mm

Edelstahl: EN 1.4301 nach EN 10088-2 (X 5 CrNi 18-10)
Korrosionsschutz gemäß DASt 022 bzw. EN ISO 14713
Holzbaustoffe nach DIN 1052:2008-12

A.4 ALLGEMEINE TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die vorliegende statische Berechnung behandelt eine Unterkonstruktion aus Stahl für den ABUS Kran ELV
Auftraggeber ist die Firma DTG GmbH in Niederzier.
Ausführende Firma: idem.

KONSTRUKTION

Profile und Detailpunkte können der nachfolgend in der Statik behandelten Konstruktion entnommen werden.
Untergeordnete, nicht nachgewiesene Bauteile können nach handwerklichen Gesichtspunkten ausgebildet werden.

Die Verankerung de Stahlstützen erfolgt auf dem Stahlbeton – Boden, der mindestens eine Festigkeitsklasse von C20/25 aufweisen sollte.
Die Befestigung wird mit Schwerlastdübeln, welche in der nachfolgenden Statik bzw. der Zulassung zu beachten sind, erfolgen!
Dies gilt besonders für die Einhaltung der Randabstände und der minimalen Bauteildicke bei der Gründung.
Anprall-Lasten sind durch geeignete Maßnahmen abzuwehren.

Der Eurocode 3 „Stahlbauten, Bemessung und Konstruktion“ stellt ebenfalls Forderungen an die Durchbiegungen und Verschiebungen einer Stahlkonstruktion.
Die maximalen Vertikalen Durchbiegungen und horizontalen Verschiebungen entsprechend dieser Statik sind bei der Konstruktion nach Absprache mit dem Bauherrn zu berücksichtigen.

Die Konstruktion wird ohne die Berücksichtigung von Schwingungswerten berechnet.

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

Informationen zur Schweißnahtgüte (Kranbahn)

EXC-Klasse:

Schadensfolgeklasse: gewöhnliche Stahlkonstruktion => CC2
Beanspruchungskategorie: statisch, vorwiegend ruhend belastet => SC1
Herstellungskategorie: geschweißt: <S355 t =25 mm => PC2

Schadensfolgeklassen		CC1		CC2		CC3	
Beanspruchungskategorien		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Herstellungskategorien	PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 [a]	EXC3 [a]
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3 [a]	EXC4

[a] EXC4 sollte bei außergewöhnlichen Tragwerken oder bei Tragwerken mit hohen Versagensfolgen angewendet werden, entsprechend der nationalen Vorschriften

=> Gewählte EXC-Klasse: **EXC2** (üblicher Hochbau)

Umfang der Schweißnahtprüfung

Schweißnahtart	Werkstatt- und Baustellennähte		
	EXC2	EXC3	EXC4
Zugbeanspruchte querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte in zugbeanspruchten Stumpfstößen:			
$U \geq 0{,}5$	10 %	20 %	100 %
$U < 0{,}5$	0 %	10 %	50 %
Querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte:			
in Kreuzstößen	10 %	20 %	100 %
in T-Stößen	5 %	10 %	50 %
Zug- oder scherbeanspruchte querverlaufende Kehlnähte:			
mit $a > 12$ mm oder $t > 20$ mm	5 %	10 %	20 %
mit $a \leq 12$ mm und $t \leq 20$ mm	0 %	5 %	10 %
Längsnähte und Nähte angeschweißter Steifen	0 %	5 %	10 %

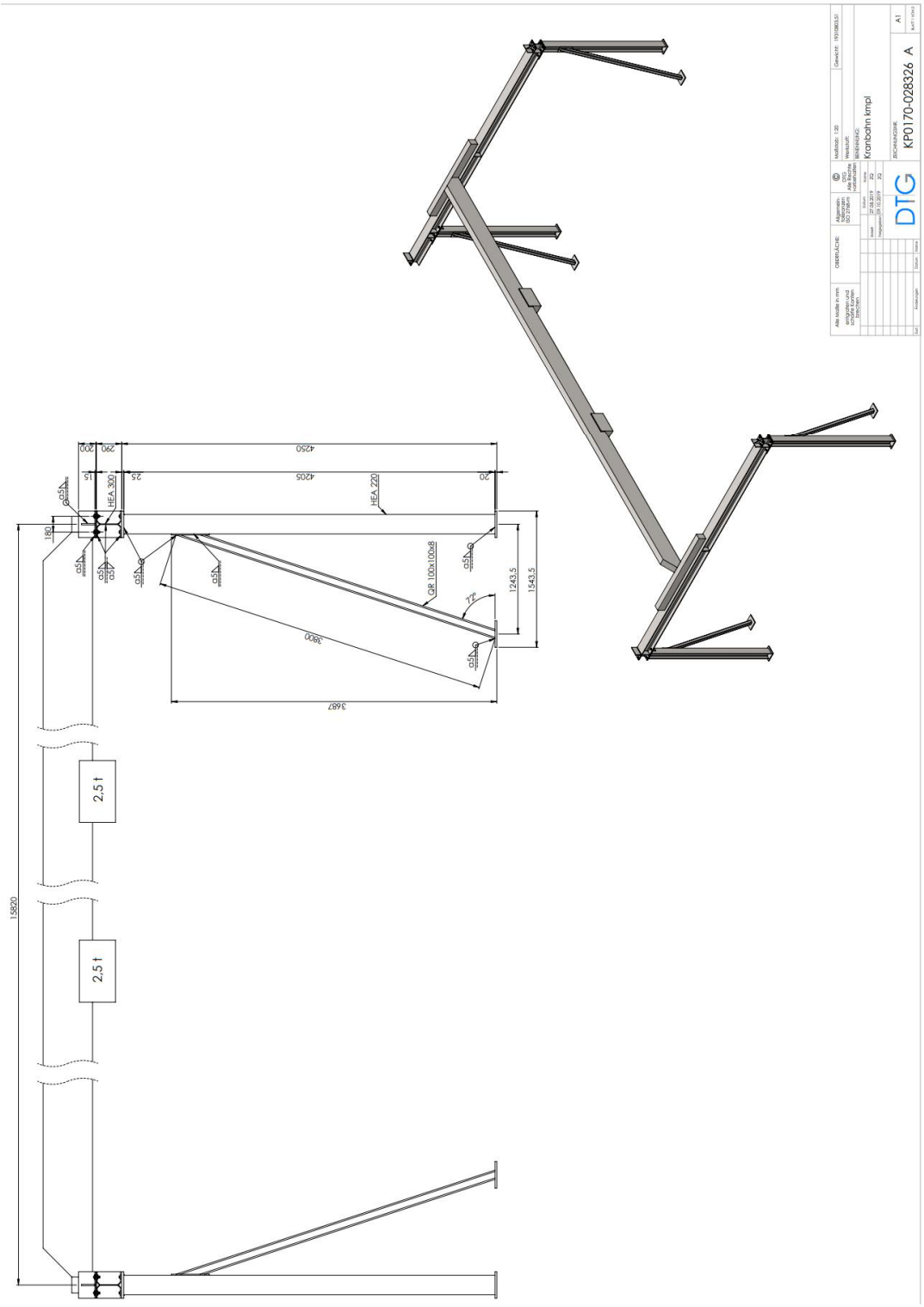
ANMERKUNG 1 Längsnähte verlaufen parallel zur Bauteilachse. Alle anderen Nähte werden als querverlaufende Nähte betrachtet.
ANMERKUNG 2 U = Ausnutzungsgrad von Schweißnähten unter quasi-statischen Einwirkungen. $U = E_d/R_d$, wobei E_d die größte Schweißnahtschnittgröße und R_d die Schweißnahtbeanspruchbarkeit im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist.
ANMERKUNG 3 Die Symbole a und t beziehen sich auf die Nahtdicken und den dicksten Grundwerkstoff im Anschluss.

Sichtprüfung (**V**isual **T**esting): **100%**

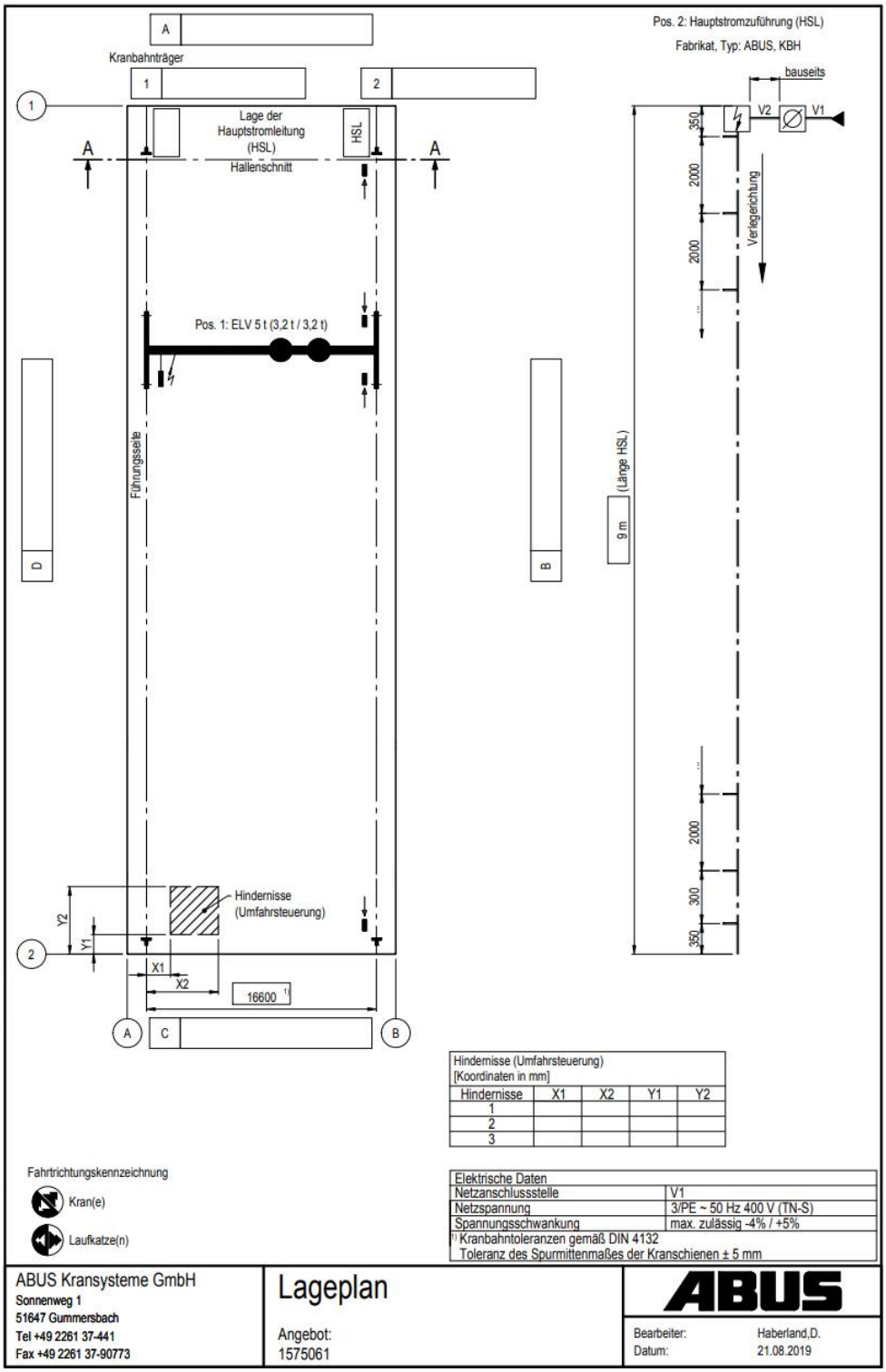
Zerstörungsfreie Prüfung: Kehlnähte mit a ≤ 12 mm und t ≤ 20 mm => 0%
Kehlnähte mit a > 12 mm und t > 20 mm => 5%
[Verbindungsbleche t > 20 mm (z.B. First, Fußpunkt oder Rahmenecke)]

Z-Güte der Schweißnähte

A.5 ÜBERSICHT - ZEICHNUNG



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**



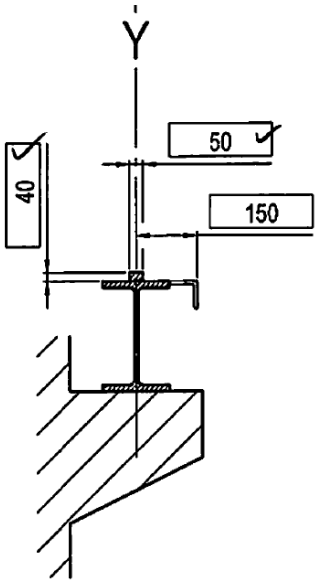
Hindernisse (Umfahrsteuerung)
[Koordinaten in mm]

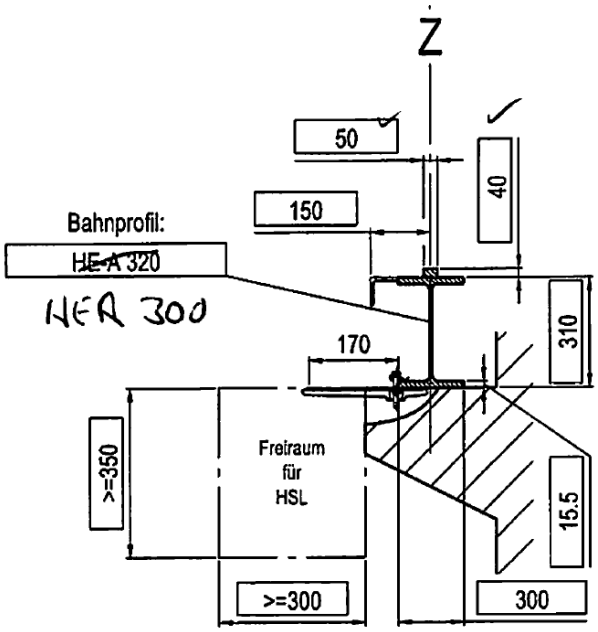
Hindernisse	X1	X2	Y1	Y2
1				
2				
3				

Elektrische Daten	
Netzanschlussstelle	V1
Netzspannung	3/PE ~ 50 Hz 400 V (TN-S)
Spannungsschwankung	max. zulässig -4% / +5%

1) Kranbahntoleranzen gemäß DIN 4132
Toleranz des Spurmittenmaßes der Kranschienen ± 5 mm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**





PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

1.1 LASTANNAHMEN

Ständige Lasten

Ständige Lasten:

ELV 5,0to x 16,60m

Kran Gesamtgewicht	g=	38,80 kN
Katz Gewicht	g=	2,47 kN

	Hauptfeld	Endfeld
F1	33,70 kN	9,90 kN
F2	33,60 kN	10,20 kN
Schräg	7,00 kN	7,00 kN
Massen	5,00 kN	1,50 kN
Pufferlast	11,40 kN	

Verkehrslasten

Hublast

Hubklasse: **= HC2**
Beanspruchungsklasse: **= S4**
Verkehrslast Kategorie: Q_h = **= 5,00 kN**

Stabilisierungslasten: 1/20 der vertikalen Lasten **= V/20**
1/20 x 40 kN **= 2,0 kN**

2. Stahlbau Unterkonstruktion

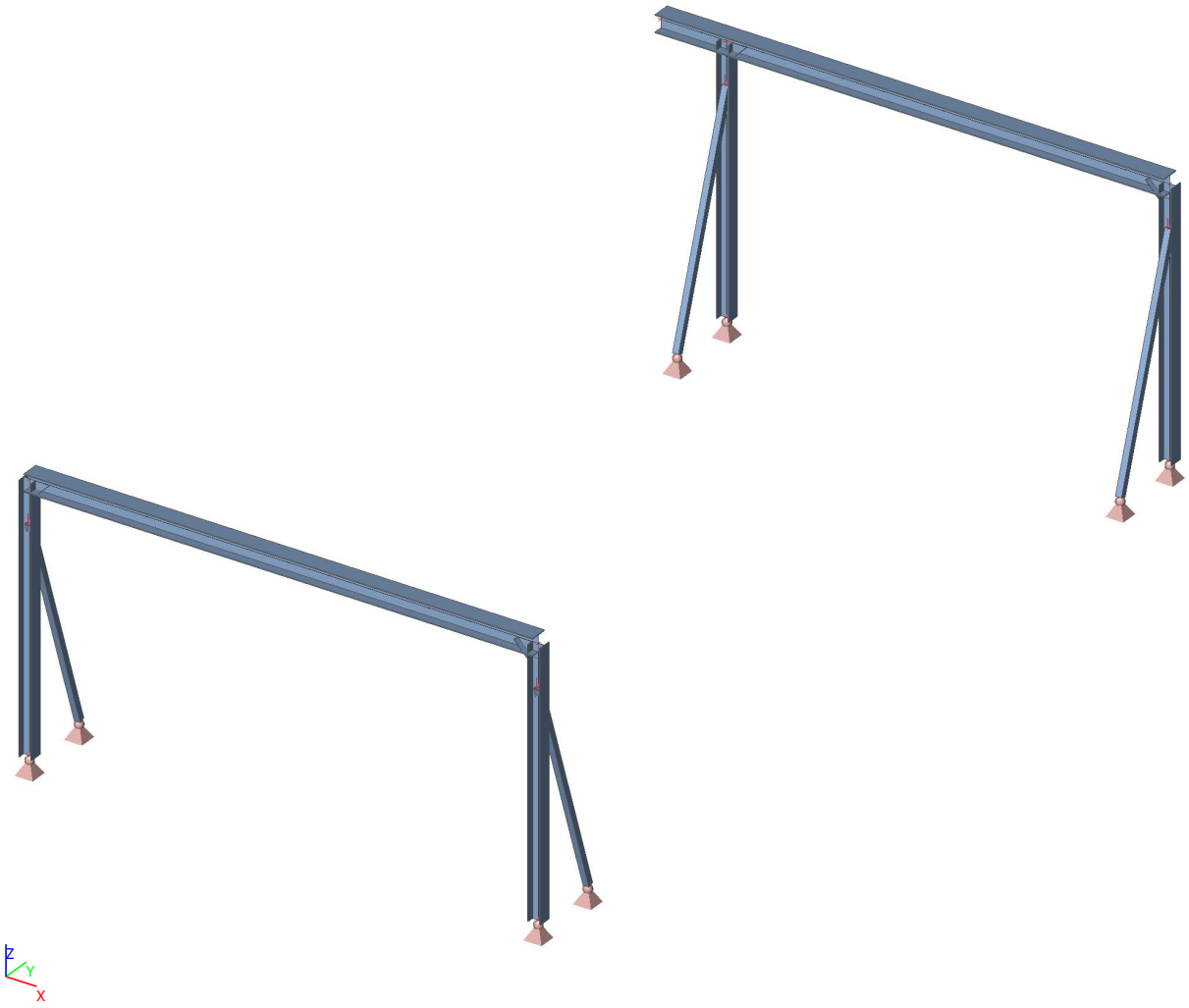
2.1 Position: 2.1 Stahlbau Unterkonstruktion Berechnungsprotokoll

1. Verzeichnistabelle

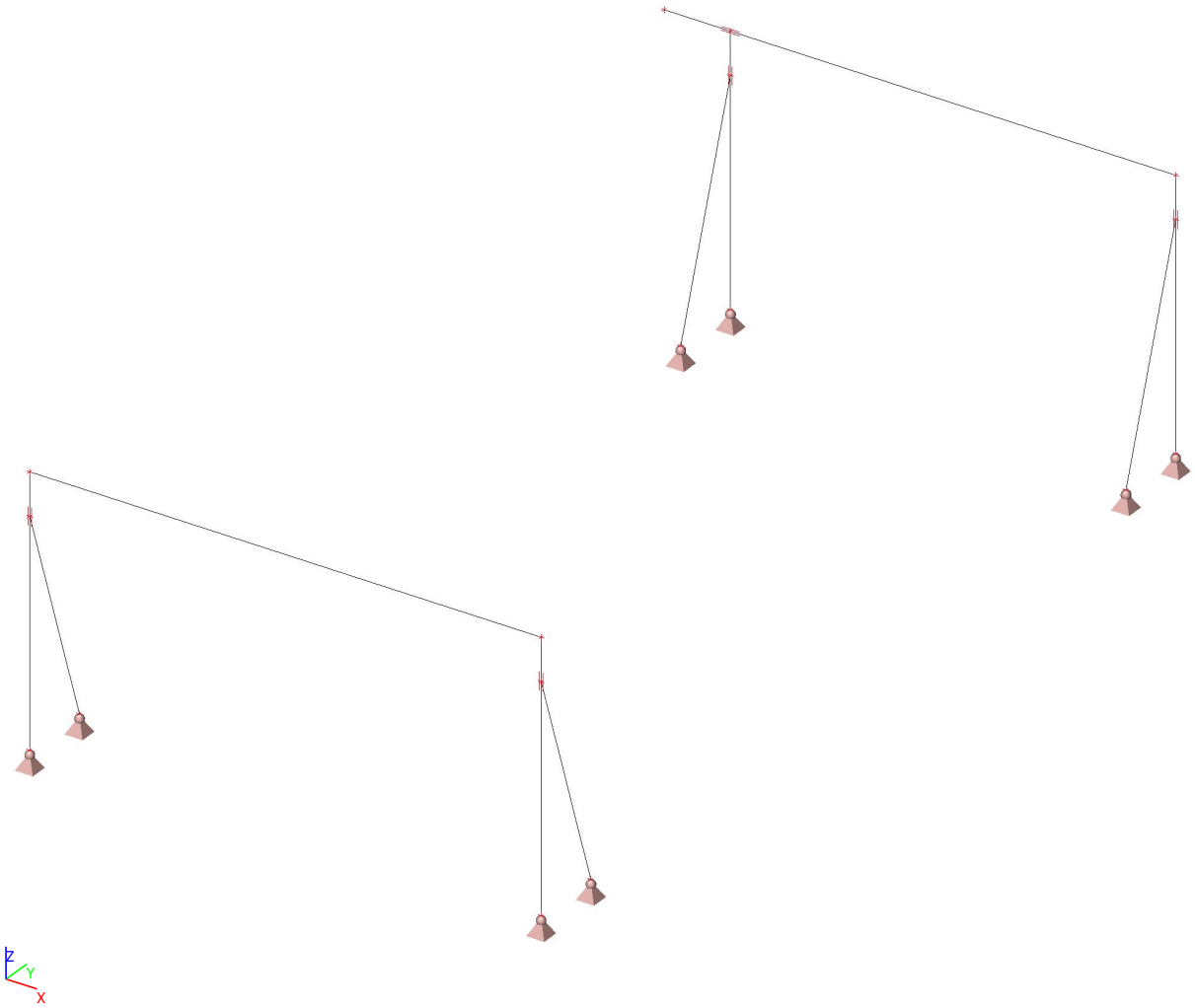
1. Verzeichnistabelle 1
2. System 2
2.1. Analysemodel 2
2.2. Strukturmodel 3
2.3. System mit Stab- und Knotennummern 4
2.4. System mit Profilkennung 5
3. Daten 6
3.1. Material 6
3.2. Knoten 6
3.3. Stäbe 6
3.4. Knotenauflager 7
4. Belastung 8
4.1. Lastfälle 8
4.1.1. Lastfälle - LC1 8
4.1.1.1. Belastung 9
4.1.2. Lastfälle - LC2 10
4.1.2.1. Einzellast auf Stab 10
4.1.2.2. Belastung 11
4.1.3. Lastfälle - LC3 12
4.1.3.1. Einzellast auf Stab 12
4.1.3.2. Belastung 13
4.1.4. Lastfälle - LC4 14
4.1.4.1. Einzellast auf Stab 14
4.1.4.2. Belastung 15
4.1.5. Lastfälle - LC5 16
4.1.5.1. Einzellast auf Stab 16
4.1.5.2. Belastung 17
4.2. Lastgruppen 18
4.3. Kombinationen 18
5. Ergebnisse 19
5.1. Verformungen 19
5.1.1. Stabverformungen 19
5.1.2. Stabverformungen in Z-Richtung 20
5.2. Schnittgrößen 21
5.2.1. Stabschnittgrößen 21
5.2.2. Stabschnittgrößen: N 22
5.2.3. Stabschnittgrößen: Vz 23
5.2.4. Stabschnittgrößen: My 24
5.3. Nachweise gemäß EC 25
5.3.1. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT 25
5.3.2. Auslastung gemäß EC3 26
5.3.3. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT 27
5.4. Auflagerreaktionen 41
5.4.1. Reaktionen 41
5.4.2. 1,0-fache Reaktionen 42
5.4.3. Reaktionen 43
5.4.4. Gamma-fache Reaktionen 44
5.4.5. Fundamenttabelle 45

2. System

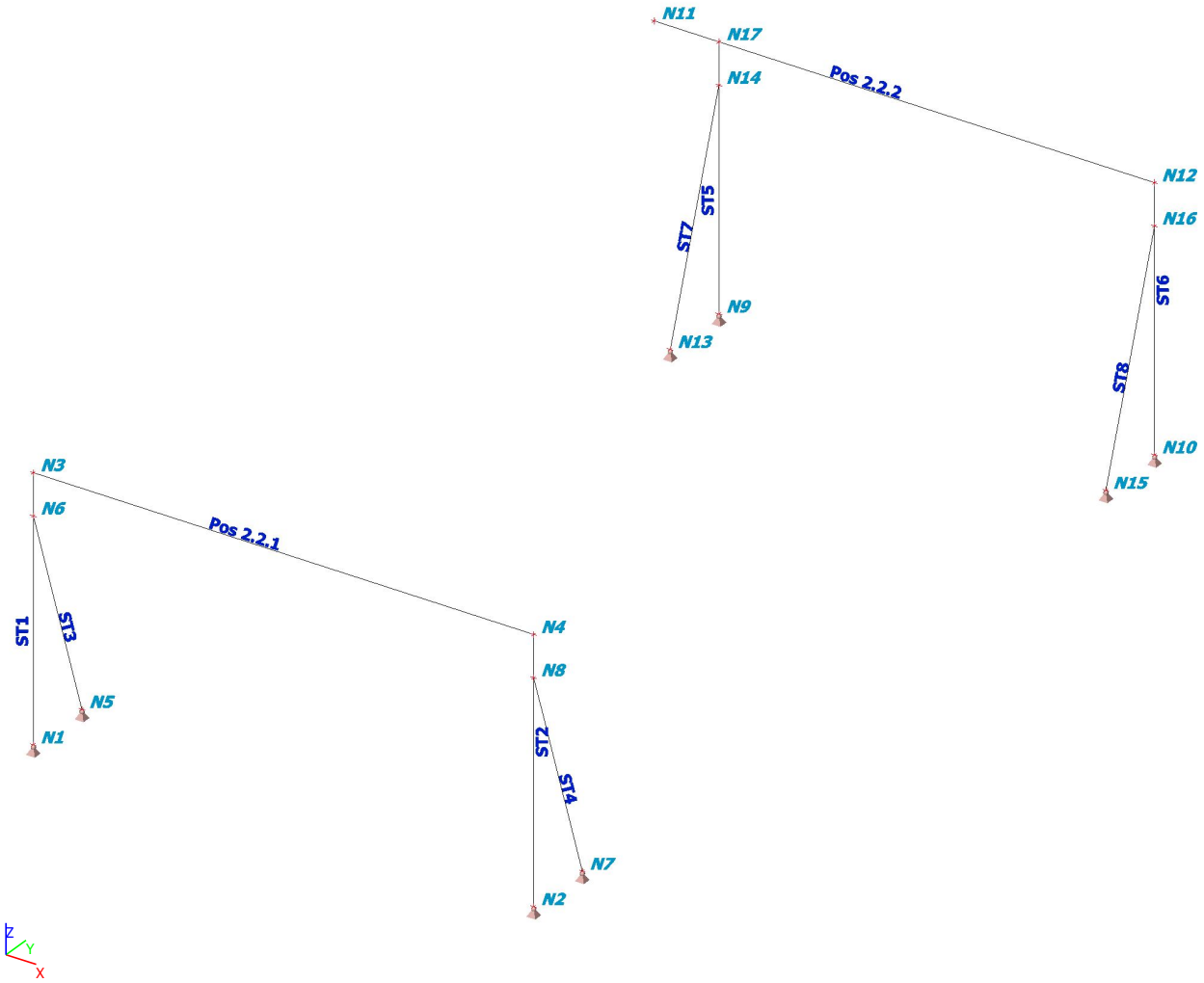
2.1. Analysemodel



2.2. Strukturmodel

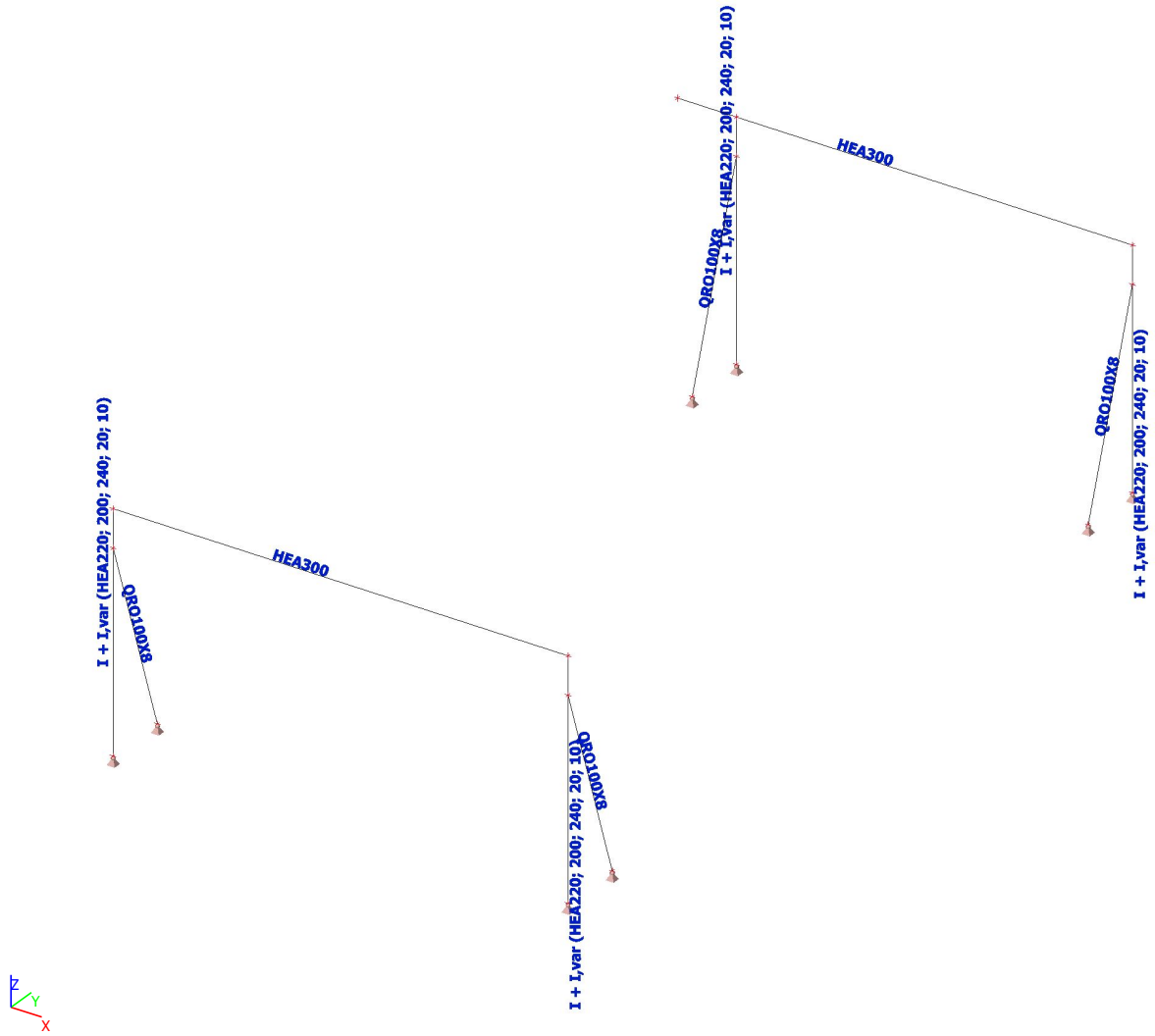


2.3. System mit Stab- und Knotennummern



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

2.4. System mit Profilkennung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

3. Daten

3.1. Material

Stahl EC3

Name	Massendichte [kg/m³]	E-Mod [MPa]	Querdehnzahl	Intere Grenze [mm]	Obere Grenze [mm]	Fy (Bereich) [MPa]	Fu (Bereich) [MPa]
		G-Mod [MPa]	T-Dehnzahl [m/mK]				
S 235	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0

3.2. Knoten

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N1	0,000	0,000	0,000
N2	8,500	0,000	0,000
N3	0,000	0,000	4,400
N4	8,500	0,000	4,400
N5	0,000	1,240	0,000
N6	0,000	0,000	3,700
N7	8,500	1,240	0,000
N8	8,500	0,000	3,700
N9	1,100	15,820	0,000

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N10	8,500	15,820	0,000
N11	0,000	15,820	4,400
N12	8,500	15,820	4,400
N13	1,100	14,580	0,000
N14	1,100	15,820	3,700
N15	8,500	14,580	0,000
N16	8,500	15,820	3,700
N17	1,100	15,820	4,400

3.3. Stäbe

Name	Querschnitt	Layer	Länge [m]	Form	Anf.Knoten	Typ
					Endknoten	FEM-Typ
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 240; 20; 10)	Layer1	4,400	Linie	N1	allgemein (0)
					N3	Standard
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 240; 20; 10)	Layer1	4,400	Linie	N4	allgemein (0)
					N2	Standard
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA300	Layer1	8,500	Linie	N3	allgemein (0)
					N4	Standard
ST3	QRO100x8 - QRO100X8	Layer1	3,902	Linie	N5	allgemein (0)
					N6	Standard
ST4	QRO100x8 - QRO100X8	Layer1	3,902	Linie	N7	allgemein (0)
					N8	Standard
ST5	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 240; 20; 10)	Layer1	4,400	Linie	N9	allgemein (0)
					N17	Standard
ST6	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 240; 20; 10)	Layer1	4,400	Linie	N12	allgemein (0)
					N10	Standard
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA300	Layer1	8,500	Linie	N11	allgemein (0)
					N12	Standard
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	Layer1	3,902	Linie	N13	allgemein (0)
					N14	Standard
ST8	QRO100x8 - QRO100X8	Layer1	3,902	Linie	N15	allgemein (0)
					N16	Standard

3.4. Knotenauflager

Name	Knoten	System	Typ	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	N1	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn2	N2	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn3	N5	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn4	N7	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn5	N9	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn6	N10	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn7	N13	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Sn8	N15	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei

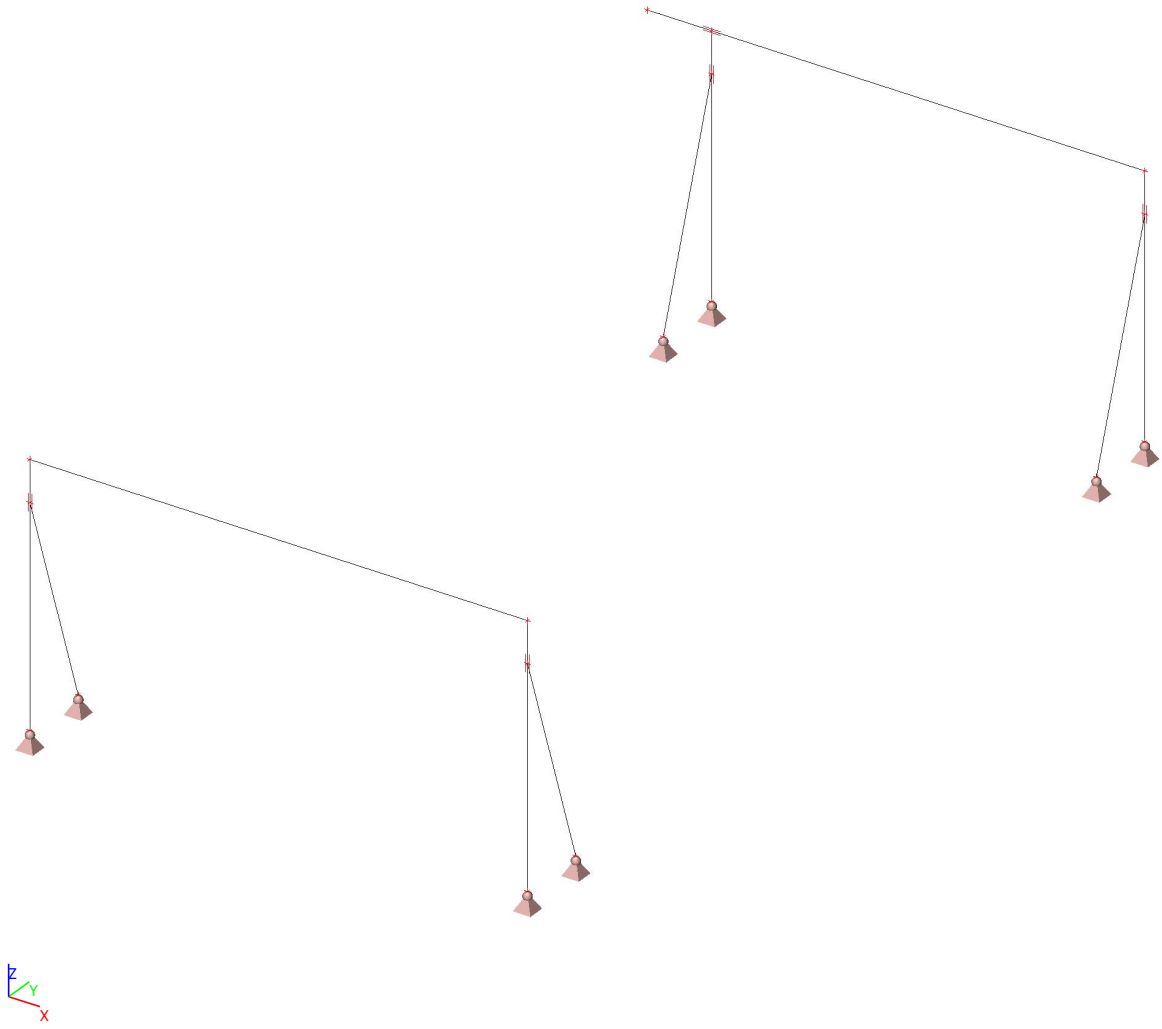
4. Belastung

4.1. Lastfälle

4.1.1. Lastfälle - LC1

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Richtung
	Spez	Lasttyp		
LC1	EG	Ständig	LG1	-Z
		Eigengewicht		

4.1.1.1. Belastung



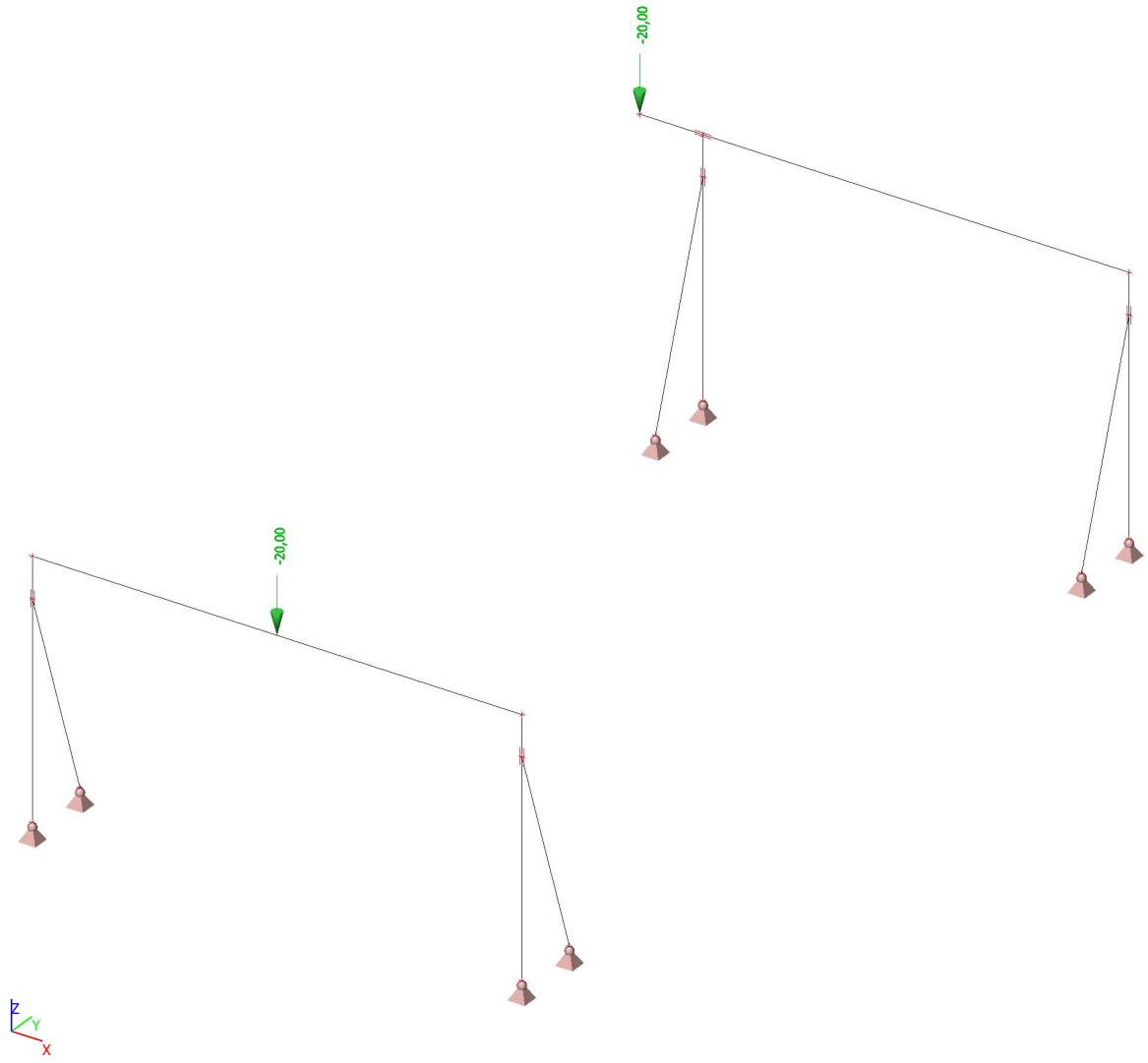
4.1.2. Lastfälle - LC2

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe
	Spez	Lasttyp	
LC2	ständig	Ständig	LG1
		Standard	

4.1.2.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
F1	Pos 2.2.1	GKS	-20,00	0.500	Relativ	1
	LC2 - ständig	Z	Kraft		Von Anfang	
F9	Pos 2.2.2	GKS	-20,00	0.000	Relativ	1
	LC2 - ständig	Z	Kraft		Von Anfang	

4.1.2.2. Belastung



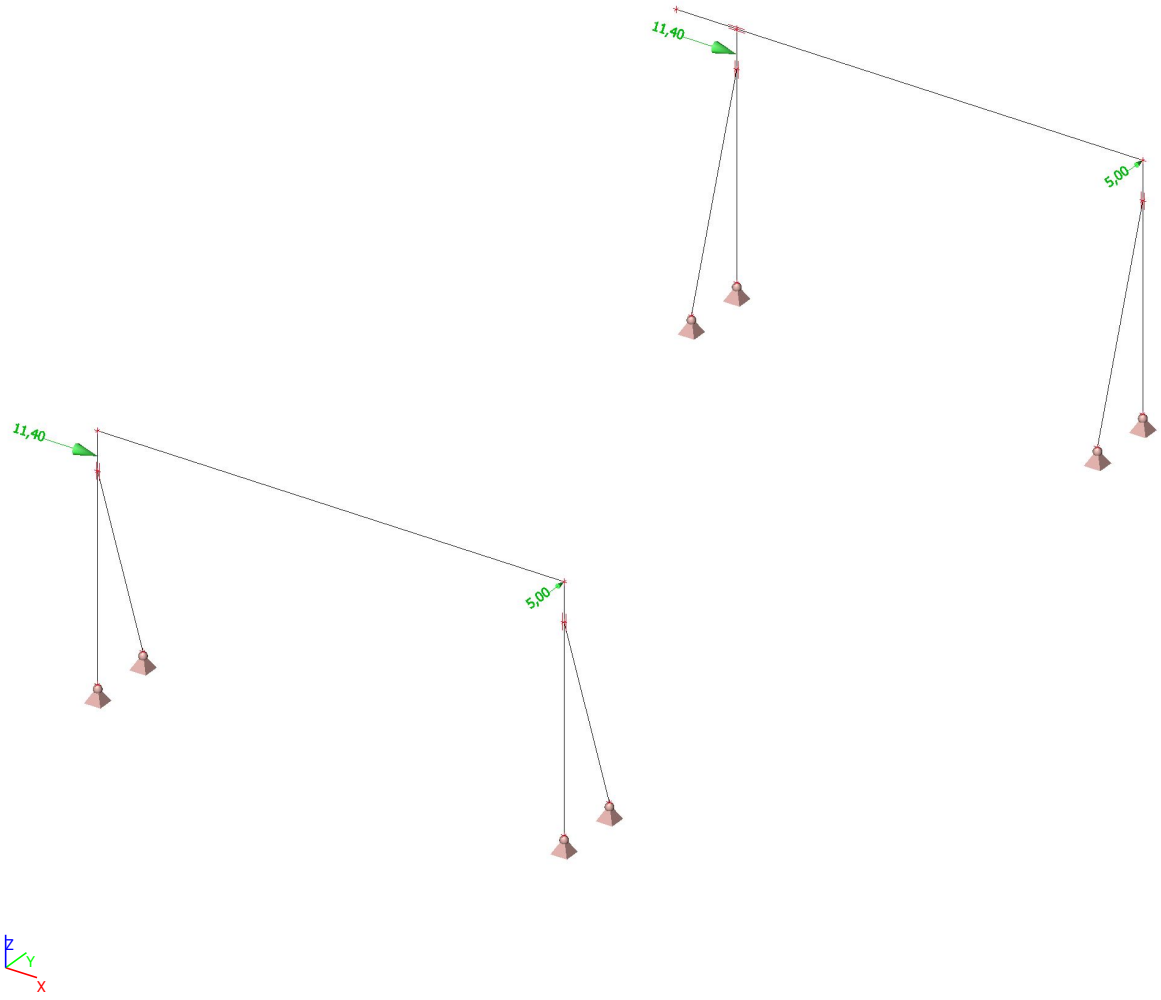
4.1.3. Lastfälle - LC3

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC3	Stabil +x	Variabel	LG3	Kurz	Nein
	Standard	Statisch			

4.1.3.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
F3	ST1	GKS	11,40	0.900	Relativ	1
	LC3 - Stabil +x	X	Kraft		Von Anfang	
F7	ST5	GKS	11,40	0.900	Relativ	1
	LC3 - Stabil +x	X	Kraft		Von Anfang	

4.1.3.2. Belastung



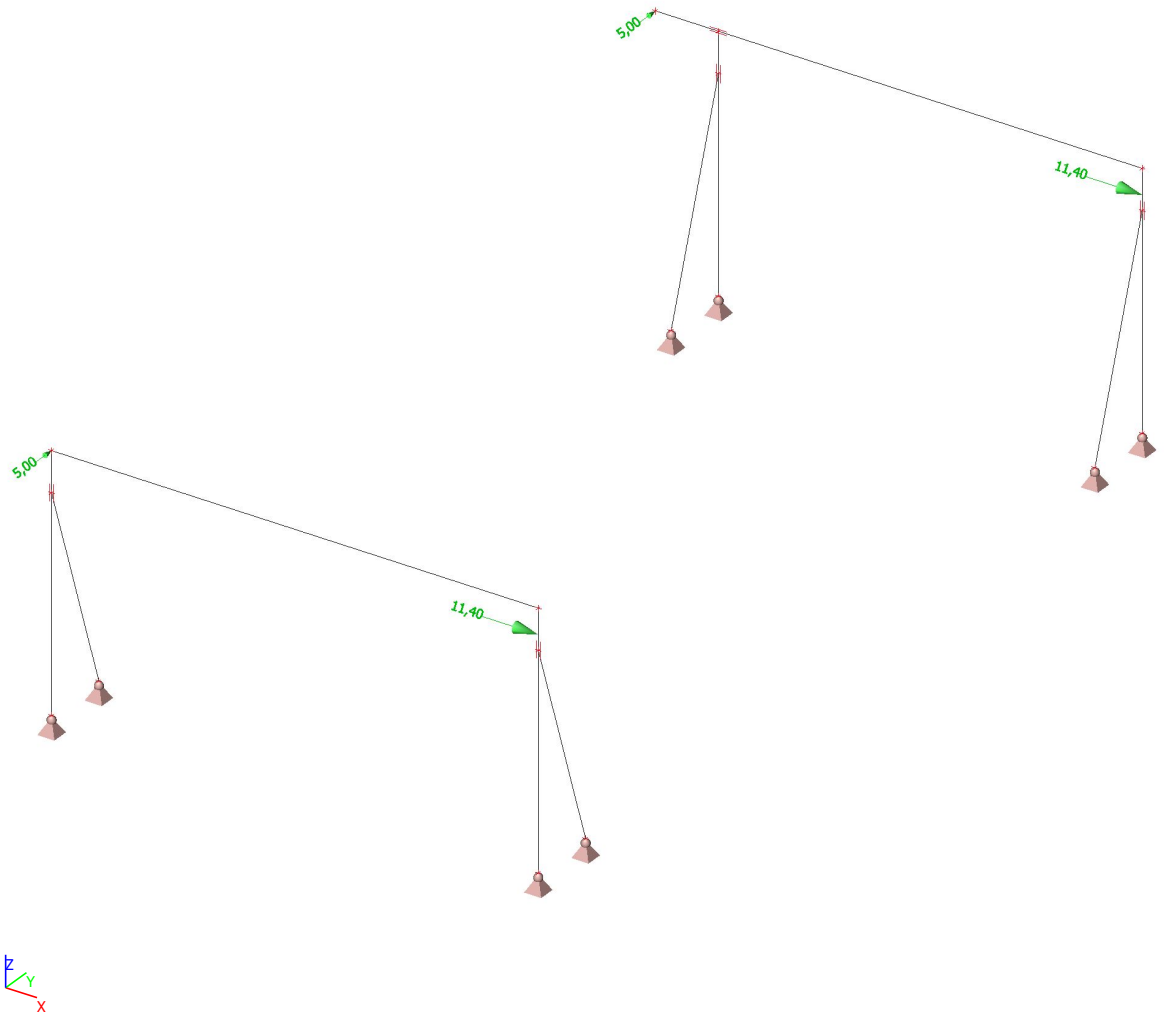
4.1.4. Lastfälle - LC4

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC4	Stabil -x	Variabel	LG3	Kurz	Nein
	Standard	Statisch			

4.1.4.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
F4	ST2	GKS	11,40	0.100	Relativ	1
	LC4 - Stabil -x	X	Kraft		Von Anfang	
F8	ST6	GKS	11,40	0.100	Relativ	1
	LC4 - Stabil -x	X	Kraft		Von Anfang	

4.1.4.2. Belastung



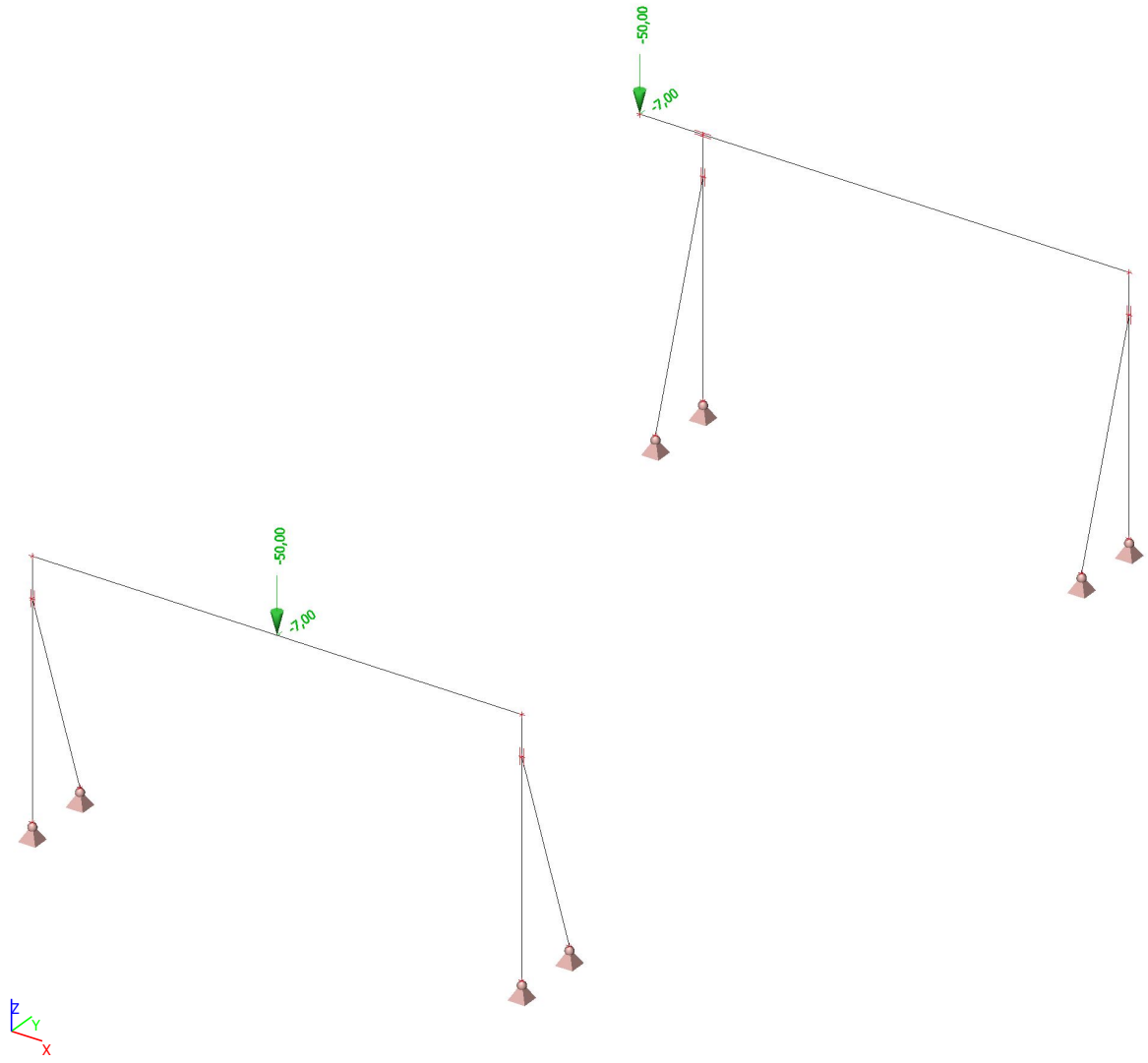
4.1.5. Lastfälle - LC5

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC5	Hublast	Variabel	LG3	Kurz	Nein
	Standard	Statisch			

4.1.5.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
F5	Pos 2.2.1	GKS	-50,00	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast	Z	Kraft		Von Anfang	
F6	Pos 2.2.1	GKS	-7,00	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast	Y	Kraft		Von Anfang	
F10	Pos 2.2.2	GKS	-50,00	0.000	Relativ	1
	LC5 - Hublast	Z	Kraft		Von Anfang	
F11	Pos 2.2.2	GKS	-7,00	0.000	Relativ	1
	LC5 - Hublast	Y	Kraft		Von Anfang	

4.1.5.2. Belastung



4.2. Lastgruppen

Name	Belastung	Status	Typ
LG1	Ständig		
LG2	Variabel	Standard	Kat.E: Lagerräume
LG3	Variabel	Exklusiv	Wind

4.3. Kombinationen

Name	Beschreibung	Typ	Lastfälle	Beiwert [-]
CO1	EN_GZT	EN-GZT (STR/GEO) Satz B	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,00
			LC4 - Stabil -x	1,00
			LC5 - Hublast	1,00
CO2	EN_GZG	EN-GZG charakteristisch	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,00
			LC4 - Stabil -x	1,00
			LC5 - Hublast	1,00

5. Ergebnisse

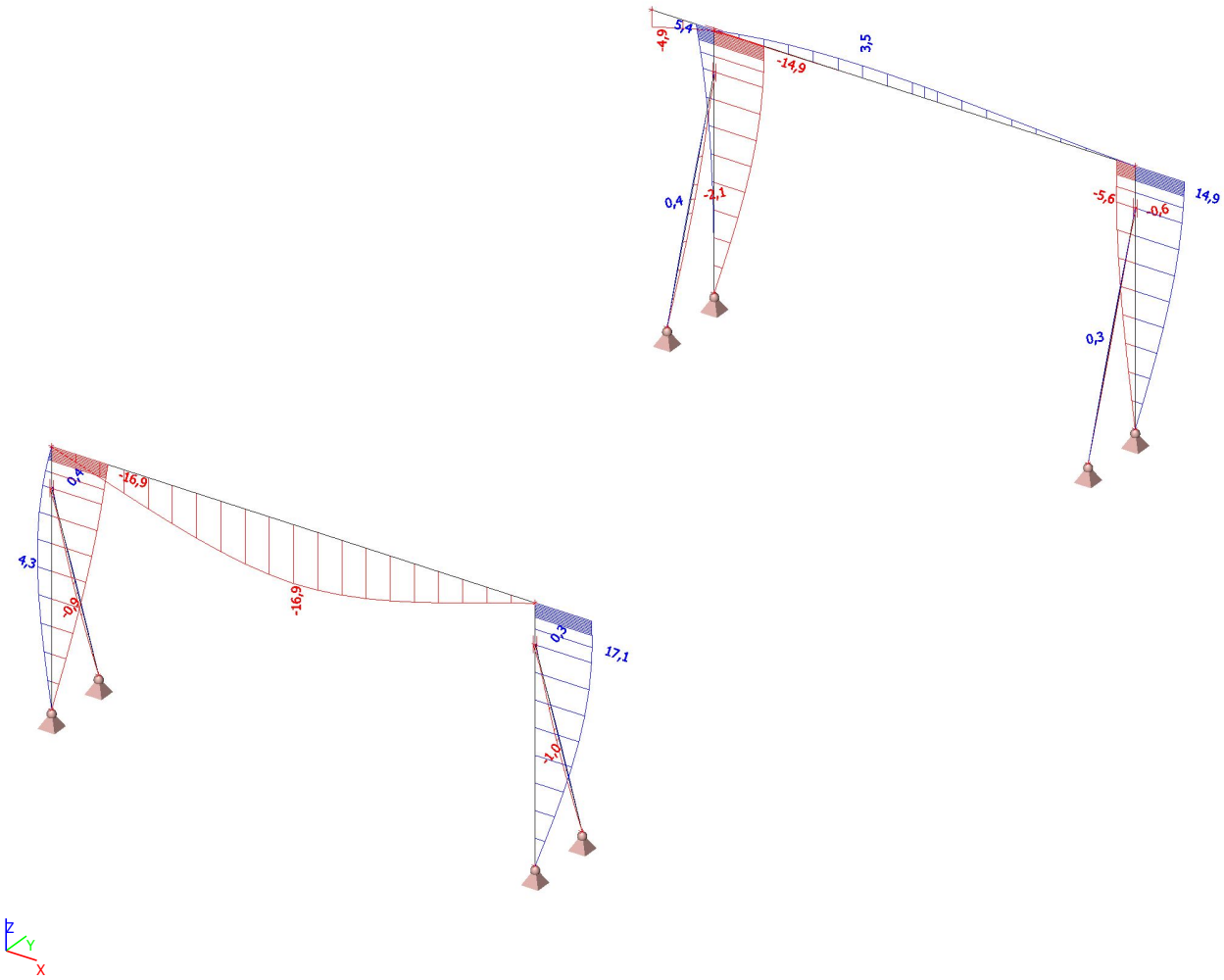
5.1. Verformungen

5.1.1. Stabverformungen

Nichtlineare Analyse, Extremwerte : Global, System : Hauptsystem
Auswahl : Alle
LFK-Klasse : Alle GZG_NL

Teil	dx [m]	LF	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]	Resultierende [mm]
Pos 2.2.2	0,000	NC_CO20	**-5,4**	-4,2	-4,9	2,6	-4,3	2,0	8,4
Pos 2.2.1	8,500	NC_CO19	**16,9**	-0,1	-0,1	-0,2	-0,8	-0,1	16,9
ST7	3,902	NC_CO18	0,0	**-14,6**	-0,2	-4,6	-0,1	-2,8	14,6
ST4	3,902	NC_CO19	0,0	**17,0**	-0,2	6,1	-0,1	3,0	17,0
ST1	4,400	NC_CO19	-0,3	1,5	**-16,9**	-0,2	2,5	1,4	17,0
ST2	0,440	NC_CO19	0,1	-0,1	**17,1**	-3,6	0,1	-0,2	17,1
ST3	0,000	NC_CO20	0,0	0,0	0,0	**-8,8**	-0,2	-1,1	0,0
ST4	0,000	NC_CO20	0,0	0,0	0,0	**8,8**	-0,2	1,1	0,0
Pos 2.2.1	7,650	NC_CO20	0,0	-3,9	-4,5	1,4	**-5,1**	2,5	6,0
ST2	4,400	NC_CO19	0,0	0,0	0,0	-6,7	**6,3**	0,2	0,0
ST7	0,000	NC_CO18	0,0	0,0	0,0	-4,6	0,2	**-4,2**	0,0
ST4	0,000	NC_CO18	0,0	0,0	0,0	4,1	0,8	**5,4**	0,0

5.1.2. Stabverformungen in Z-Richtung



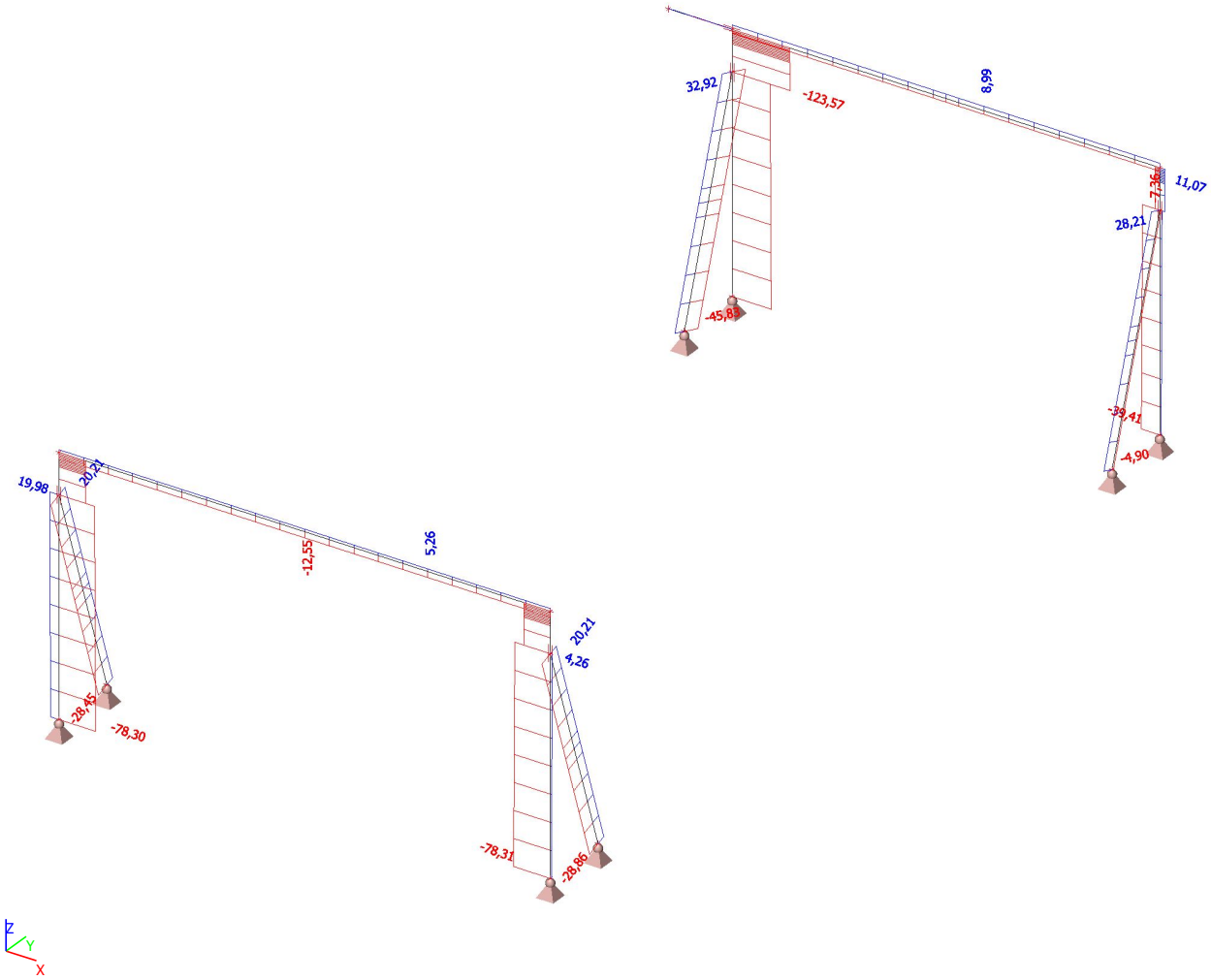
5.2. Schnittgrößen

5.2.1. Stabschnittgrößen

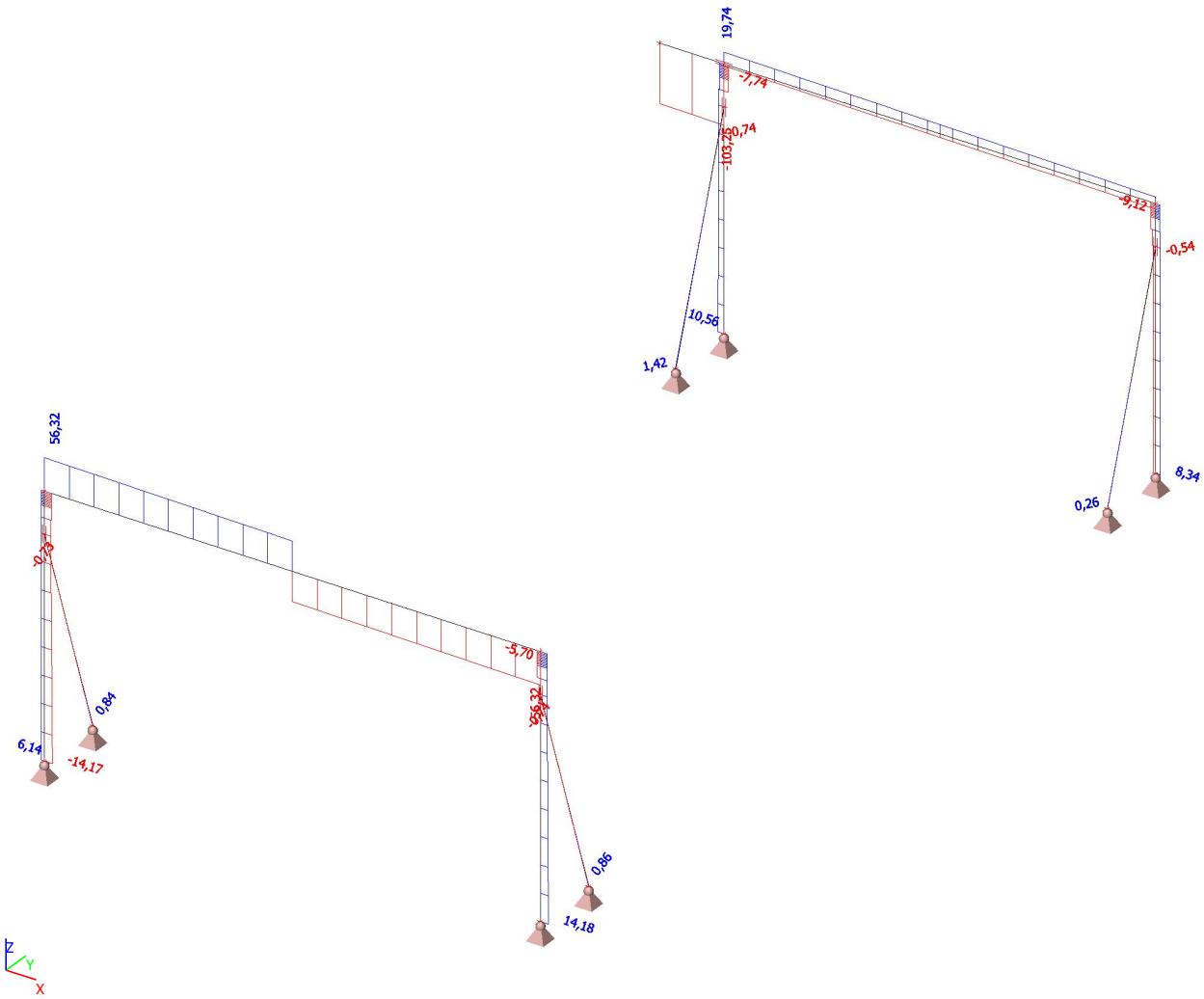
Nichtlineare Analyse, Extremwerte : Querschnitt, System : LKS
Auswahl : Alle
LFK-Klasse : Alle GZT_NL

Teil	css	dx [m]	LF	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
ST5	HEA-VOUTE - I + I,var	3,700	NC_CO13	**-123,57**	13,55	3,64	-0,05	19,52	**-9,72**
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var	3,700	NC_CO15	**19,98**	1,38	5,27	0,05	19,37	5,01
ST5	HEA-VOUTE - I + I,var	4,400	NC_CO12	-27,44	**-9,97**	7,76	0,96	**43,45**	-0,12
ST5	HEA-VOUTE - I + I,var	4,400	NC_CO13	-122,98	**14,19**	2,93	**-1,76**	36,22	0,13
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var	0,000	NC_CO13	-78,30	-2,14	**-14,17**	0,00	0,00	0,00
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var	4,400	NC_CO13	-78,31	2,14	**14,18**	0,00	0,00	0,00
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var	4,352	NC_CO15	-5,65	-7,47	5,25	**0,97**	23,61	0,35
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var	0,240	NC_CO13	-56,32	-6,81	10,78	0,16	**-52,67**	-1,26
ST5	HEA-VOUTE - I + I,var	3,700	NC_CO12	-28,01	-9,61	8,15	-0,22	34,67	**6,56**
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA300	4,250	NC_CO13	**-12,55**	5,36	50,99	0,00	**172,95**	**23,78**
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA300	5,453	NC_CO12	**8,99**	-1,17	-5,94	-0,04	-4,87	3,30
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA300	1,100	NC_CO13	0,51	**-10,91**	**-103,25**	**-0,23**	**-112,86**	**-12,00**
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA300	1,100	NC_CO12	0,01	**7,58**	-28,27	0,06	-30,39	8,33
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA300	0,000	NC_CO13	-12,15	5,67	**56,32**	**0,22**	-55,19	0,30
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	0,000	NC_CO13	**-45,83**	**0,99**	**1,42**	0,00	0,00	0,00
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	3,902	NC_CO12	**32,92**	0,30	-0,63	**0,01**	**-1,48**	0,98
ST4	QRO100x8 - QRO100X8	0,000	NC_CO11	-28,86	**-0,88**	0,86	0,00	0,00	0,00
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	3,469	NC_CO13	-44,84	-0,75	**-0,74**	0,00	1,23	0,44
ST4	QRO100x8 - QRO100X8	3,902	NC_CO13	20,21	-0,24	-0,51	**0,00**	-1,14	-0,82
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	2,168	NC_CO13	-45,22	-0,09	0,09	0,00	**1,66**	0,99
ST4	QRO100x8 - QRO100X8	3,902	NC_CO12	0,38	-0,32	-0,19	0,00	-0,01	**-1,27**
ST7	QRO100x8 - QRO100X8	1,951	NC_CO13	-45,28	0,02	0,23	0,00	1,63	**1,00**

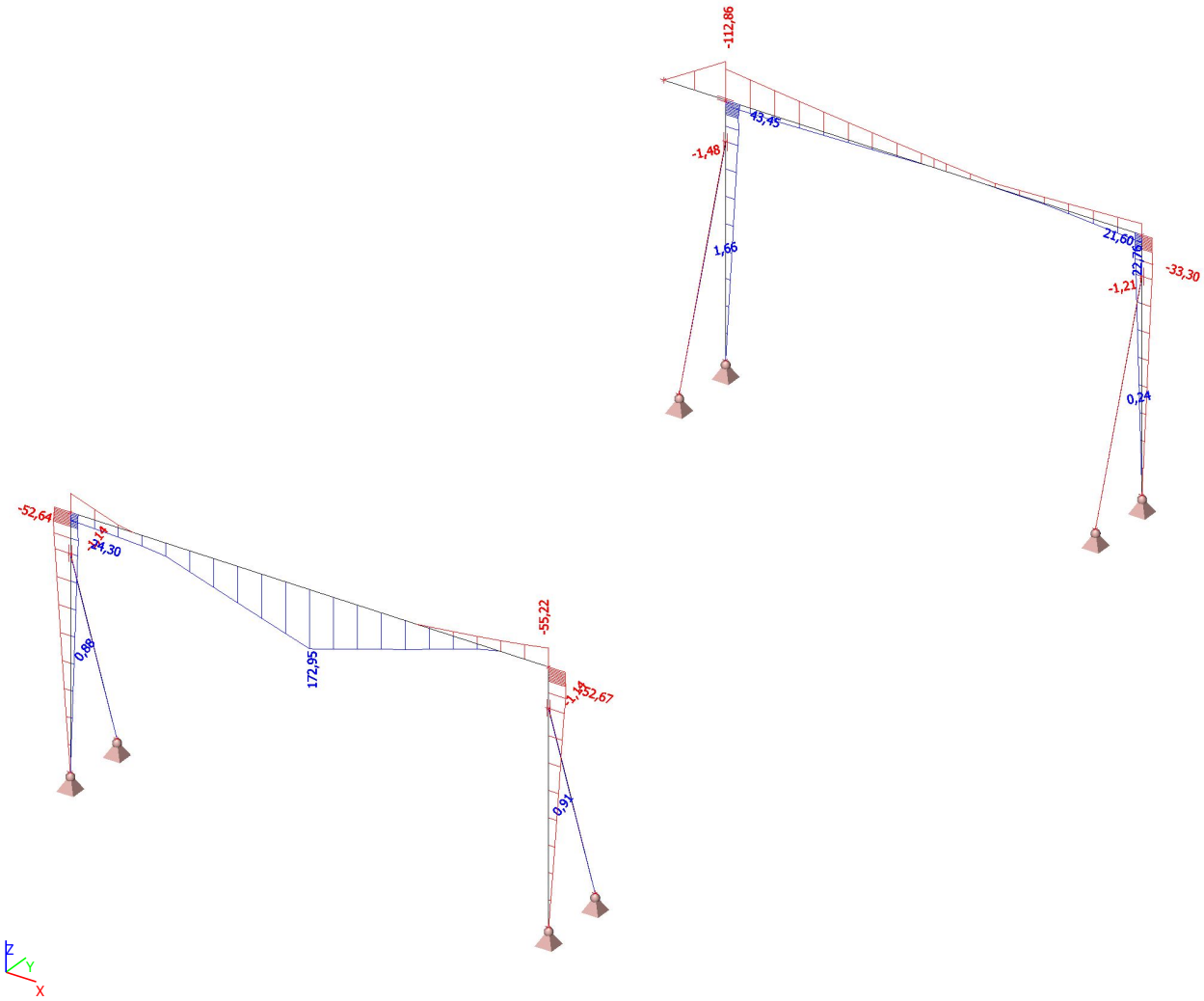
5.2.2. Stabschnittgrößen: N



5.2.3. Stabschnittgrößen: Vz



5.2.4. Stabschnittgrößen: My



5.3. Nachweise gemäß EC

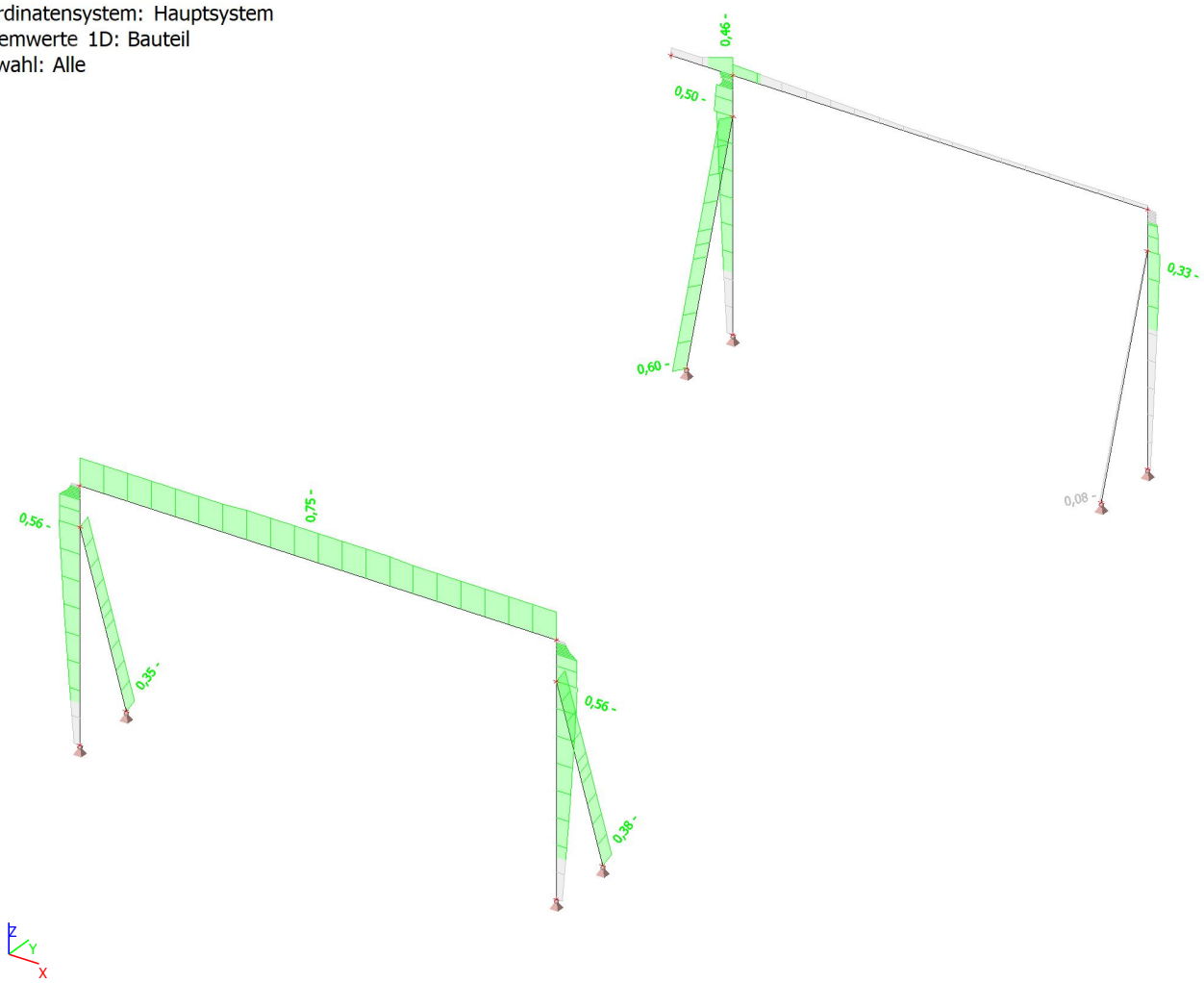
5.3.1. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT

Nichtlineare Analyse
LFK-Klasse: Alle GZT_NL
Koordinatensystem: Hauptsystem
Extremwerte 1D: Bauteil
Auswahl: Alle
Allgemeiner Einheitsnachweis

Name	dx [m]	LF	Querschnitt	Material	$UC_{Overall}$ [-]	UC_{Sec} [-]	UC_{Stab} [-]
ST1	3,700-	NC_CO13	HEA-VOUTE - I + I,var	S 235	**0,56**	0,35	0,56
ST2	0,700+	NC_CO13	HEA-VOUTE - I + I,var	S 235	**0,56**	0,35	0,56
Pos 2.2.1	4,250-	NC_CO13	Riegel HEA - HEA300	S 235	**0,75**	0,53	0,75
ST3	0,000	NC_CO12	QRO100x8 - QRO100X8	S 235	**0,35**	0,04	0,35
ST4	0,000	NC_CO11	QRO100x8 - QRO100X8	S 235	**0,38**	0,04	0,38
ST5	3,700+	NC_CO13	HEA-VOUTE - I + I,var	S 235	**0,50**	0,17	0,50
ST6	0,700+	NC_CO14	HEA-VOUTE - I + I,var	S 235	**0,33**	0,21	0,33
Pos 2.2.2	1,100-	NC_CO13	Riegel HEA - HEA300	S 235	**0,46**	0,35	0,46
ST7	0,000	NC_CO13	QRO100x8 - QRO100X8	S 235	**0,60**	0,07	0,60
ST8	0,000	NC_CO12	QRO100x8 - QRO100X8	S 235	**0,08**	0,01	0,08

5.3.2. Auslastung gemäß EC3

Werte: **UCOverall**
Nichtlineare Analyse
LFK-Klasse: Alle GZT_NL
Koordinatensystem: Hauptsystem
Extremwerte 1D: Bauteil
Auswahl: Alle



5.3.3. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT

Nichtlineare Analyse
LFK-Klasse: Alle GZT_NL
Koordinatensystem: Hauptsystem
Extremwerte 1D: Querschnitt
Auswahl: Alle

Normnachweis EN 1993-1-1
Nationaler Anhang: Standard EN

Teil ST2	**0,700 / 4,400 m**	**HEA220 (HEA220; 200; 0; 20; 10)**	**S 235**	**Alle GZT_NL**	**0,56 -**

Kombinationsvorschrift
Alle GZT_NL / NC_CO13

Teilsicherheitsbeiwerte	
γ_{M0} für die Beanspruchbarkeit der Querschnitte	1,00
γ_{M1} für die Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	1,00
γ_{M2} für die Beanspruchbarkeit der wirksamen Querschnitte	1,25

Material		
Streckgrenze f_y	235,0	MPa
Zugfestigkeit f_u	360,0	MPa
Herstellung	Gewalzt	

...::QUERSCHNITTSNACHWEIS::...

Der kritische Nachweis ist an Position 0,700 m

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N_{Ed}	-75,93	kN
$V_{y,Ed}$	-0,59	kN
$V_{z,Ed}$	10,95	kN
T_{Ed}	-0,07	kNm
$M_{y,Ed}$	-46,85	kNm
$M_{z,Ed}$	-2,94	kNm

Klassifizierung für den Querschnittsnachweis
Klassifizierung gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Klassifizierung von internen und überstehenden Teilen gemäß EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 Blatt 1 und 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	SO	89	11	1,012e+05	1,145e+05	0,88	0,44	1,00	8,05	9,00	10,00	13,92	1
3	SO	89	11	9,473e+04	8,144e+04	0,86	0,48	1,00	8,05	9,00	10,00	14,58	1
4	I	152	7	7,761e+04	-5,401e+04	-0,70		0,65	21,71	52,98	61,01	95,38	1
5	SO	89	11	-7,759e+04	-9,088e+04								
7	SO	89	11	-7,113e+04	-5,784e+04								

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

Querschnitts-Eigenschaften			
A	6,4300e-03 m^2		
A_y/A	0,72	A_z/A	0,24
I{y}	5,4100e-05 m^4	I{z}	1,9600e-05 m^4
I_{yz}	1,3553e-20 m^4	I_t	2,8500e-07 m^4
I_w	1,9327e-07 m^6		
$W_{el,y}$	5,1500e-04 m^3	$W_{el,z}$	1,7800e-04 m^3
$W_{pl,y}$	5,6667e-04 m^3	$W_{pl,z}$	2,7042e-04 m^3
c_y	110 mm	c_z	105 mm
d_y	0 mm	d_z	0 mm

Nachweis bei Druckbeanspruchung
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.2.4 und Formel (6.9)

A	6,4300e-03	m^2
$N_{c,Rd}$	1511,05	kN
Einheitsnachweis	0,05	-

Nachweis bei Biegebeanspruchung M_y
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	5,6667e-04	m^3
$M_{pl,y,Rd}$	133,17	kNm
Einheitsnachweis	0,35	-

Nachweis bei Biegebeanspruchung M_z
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	2,7042e-04	m^3
$M_{pl,z,Rd}$	63,55	kNm
Einheitsnachweis	0,05	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_y
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	5,0150e-03	m^2
$V_{pl,y,Rd}$	680,42	kN
Einheitsnachweis	0,00	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_z
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	2,0630e-03	m^2
$V_{pl,z,Rd}$	279,90	kN
Einheitsnachweis	0,04	-

Nachweis bei Torsionbeanspruchung
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.7 und Formel (6.23)

Faser	2	
τ_{Ed}	2,5	MPa
τ_{Rd}	135,7	MPa
Einheitsnachweis	0,02	-

Bemerkung: Der Nachweiswert für Torsion ist kleiner als der Grenzwert 0,05. Deswegen wird die Torsion als nicht relevant betrachtet und wird in den kombinierten Nachweisen ignoriert.

Kombinierter Nachweis bei Beanspruchung auf Biegung, Normalkraft und Querkraft
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.9.1 und Formel (§6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	133,17	kNm
A	2,00	
$M_{pl,z,Rd}$	63,55	kNm
β	1,00	

Einheitsnachweis (§6.41) = 0,12 + 0,05 = 0,17 -

Bemerkung: Der Einfluss der Querkräfte auf den Biegewiderstand wird vernachlässigt, weil diese kleiner als der halbe plastische Schubwiderstand sind.
Bemerkung: Da die Normalkraft beiden Kriterien (6.33) und (6.34) EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.9.1(4) erfüllt, wird deren Einfluss auf den Biegewiderstand um die y-y Achse nicht berücksichtigt.
Bemerkung: Da die Normalkraft das Kriterium (6.35) EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.9.1(4) erfüllt, wird deren Einfluss auf den Biegewiderstand um die z-z Achse nicht berücksichtigt.

Der Querschnittsnachweis für das Teil wurde erbracht.

...::STABILITÄTSNACHWEIS::...

Klassifizierung für den Biegeknicknachweis
Bemerkung: Die Querschnittsklassifizierung für diesen Querschnitt wird auch für den Biegeknicknachweis angewendet.
=> Querschnitt wird als Klasse 1 für den Knicknachweis klassifiziert

Biegeknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)

Knickparameter	yy	zz	
Verschieblichkeitstyp	Verschieblichkeit	unverschieblich	
Systemlänge L	4,400	4,400	m
Knickbeiwert k	3,01	1,00	
Knicklänge L_{cr}	13,230	4,400	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	640,63	2098,49	kN
Schlankheit λ	144,23	79,69	
Relative Schlankheit λ_{rel}	1,54	0,85	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Knickfigur	b	c	
Imperfektion A	0,34	0,49	
Reduktionsbeiwert χ	0,33	0,63	
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	497,72	954,56	kN

Kontrolle des Biegeknickens		
Querschnittsfläche A	6,4300e-03	m^2
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	497,72	kN
Einheitsnachweis	0,15	-

Biegedrillknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)
Bemerkung: Für dieses I-Profil ist der Widerstand gegen Drillknicken höher als der Widerstand gegen Biegeknicken. Die Ausgabe enthält daher keine Angaben zum Drillknicken.

Biegedrillknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.2.1 und 6.3.2.3 und Formel (6.54)

BDK-Parameter		
Verfahren für BDK-Diagramm	Alternativer Fall	
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	5,6667e-04	m^3
Elastisches kritisches Moment M_{cr}	452,24	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,LT}$	0,54	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	

Bemerkung: Die Schlankheit bzw. die Größe des Biegemoments erlauben die Vernachlässigung der BDK-Einflüsse gemäß EN 1993-1-1 §6.3.2.2(4)

Parameter Mcr		
BDK-Länge L	4,400	m
Einfluss der Lastposition	kein Einfluss	
Korrekturbeiwert k	1,00	
Korrekturbeiwert k_w	1,00	
BDK-Momentenbeiwert C_1	1,49	
BDK-Momentenbeiwert C_2	0,08	
BDK-Momentenbeiwert C_3	1,00	
Schubmittelabstand d_z	0	mm
Abstand der Lastanwendung z_g	0	mm
Einfachsymmetrie-Konstante β_y	0	mm
Einfachsymmetrie-Konstante z_j	0	mm

Bemerkung: C-Parameter werden gemäß ECCS 119 2006 / Galea 2002 ermittelt.

Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.3.3 und Formel (6.61),(6.62)

Parameter für den Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen		
Interaktionsverfahren	Alternatives Verfahren 1	
Querschnittsfläche A	6,4300e-03	m^2
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	5,6667e-04	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	2,7042e-04	m^3
Bemessungsdruckkraft N_{Ed}	75,93	kN
Bemessungsbiegemoment $M_{y,Ed}$	-46,85	kNm
Bemessungsbiegemoment $M_{z,Ed}$	-2,94	kNm
Charakteristischer Widerstand bei Druckbeanspruchung N_{Rk}	1511,05	kN
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{y,Rk}$	133,17	kNm
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{z,Rk}$	63,55	kNm
Reduktionsbeiwert χ_y	0,33	
Reduktionsbeiwert χ_z	0,63	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,05	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	0,87	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	0,63	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,14	

Bemerkung: Dieses Teil ist nicht prismatisch. Daher werden die aktuellen Momente im Querschnitt anstelle der maximalen Momente verwendet.
Für $C_{my,0}$ der Höchstwert des Biegemomentes $M_{y,Ed}$ wurde vom Stab ST2 Position 0,240 m ermittelt.
Für $C_{mz,0}$ der Höchstwert des Biegemomentes $M_{z,Ed}$ wurde vom Stab ST2 Position 0,700 m ermittelt.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	640,63	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	2098,49	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	3813,47	kN
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	5,6667e-04	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,y}$	5,1500e-04	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	2,7042e-04	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,z}$	1,7800e-04	m^3
Flächenträgheitsmoment I{y}	5,4100e-05	m^4
Flächenträgheitsmoment I{z}	1,9600e-05	m^4
Torsionskonstante I_t	2,8500e-07	m^4
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{my,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	-52,30	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	6,2	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{my,0}$	0,96	
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	-3,51	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	-3,1	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{mz,0}$	1,03	
Beiwert μ_y	0,92	
Beiwert μ_z	0,99	
Beiwert ε_y	7,70	
Beiwert a_{LT}	0,99	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	302,85	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,66	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,24	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{my}	0,99	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mz}	1,03	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mLT}	1,00	
Beiwert b_{LT}	0,00	
Beiwert c_{LT}	0,28	
Beiwert d_{LT}	0,03	
Beiwert e_{LT}	0,64	
Beiwert w_y	1,10	
Beiwert w_z	1,50	
Beiwert n_{pl}	0,05	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	1,54	
Beiwert C_{yy}	0,98	
Beiwert C_{yz}	0,79	
Beiwert C_{zy}	0,91	
Beiwert C_{zz}	0,92	

Einheitsnachweis (6.61) = 0,15 + 0,37 + 0,04 = 0,56 -
Einheitsnachweis (6.62) = 0,08 + 0,22 + 0,05 = 0,35 -

Schubbeulnachweis
Gemäß EN 1993-1-5 §5 & 7.1 und Formel (5.10) & (7.1)

Schubbeulparameter		
Beulfeldlänge a	4,400	m
Web	nicht ausgesteift	
Steghöhe h_w	188	mm
Stegdicke t	7	mm
Materialbeiwert ε	1,00	
Korrekturbeiwert für Schub η	1,20	

Kontrolle des Schubbeulens	
Stegschlankheit h_w/t	26,86
Grenzschlankheit des Steges	60,00

Bemerkung: Ein Schubbeulnachweis gemäß EN 1993-1-5 Kapitel 5.1(2) ist wegen der Schlankheit des Flansches nicht erforderlich

Der Stabilitätsnachweis wurde für dieses Teil erbracht

Normnachweis EN 1993-1-1
Nationaler Anhang: Standard EN

Teil Pos 2.2.1	4,250 / 8,500 m	HEA300	S 235	Alle GZT_NL	0,75 -

Kombinationsvorschrift
Alle GZT_NL / NC_CO13

Teilsicherheitsbeiwerte	
γ_{M0} für die Beanspruchbarkeit der Querschnitte	1,00
γ_{M1} für die Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	1,00
γ_{M2} für die Beanspruchbarkeit der wirksamen Querschnitte	1,25

Material		
Streckgrenze f_y	235,0	MPa
Zugfestigkeit f_u	360,0	MPa
Herstellung	Gewalzt	

...::QUERSCHNITTSNACHWEIS::...

Der kritische Nachweis ist an Position 4,250 m

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N_{Ed}	-12,55	kN
$V_{y,Ed}$	5,36	kN
$V_{z,Ed}$	50,99	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	172,95	kNm
$M_{z,Ed}$	23,78	kNm

Klassifizierung für den Querschnittsnachweis
Klassifizierung gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Klassifizierung von internen und überstehenden Teilen gemäß EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 Blatt 1 und 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	SO	119	14	-1,413e+05	-1,861e+05								
3	SO	119	14	-1,178e+05	-7,302e+04								
4	I	208	9	-9,735e+04	9,958e+04	-0,98		0,52	24,47	69,52	80,05	120,90	1
5	SO	119	14	1,435e+05	1,883e+05	0,76	0,45	1,00	8,48	9,00	10,00	14,10	1

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
7	SO	119	14	1,200e+05	7,525e+04	0,63	0,60	1,00	8,48	9,00	10,00	16,23	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

Nachweis bei Druckbeanspruchung
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.2.4 und Formel (6.9)

A	1,1300e-02	m^2
$N_{c,Rd}$	2655,50	kN
Einheitsnachweis	0,00	-

Nachweis bei Biegebeanspruchung M_y
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.13)

$W_{pl,y}$	1,3833e-03	m^3
$M_{pl,y,Rd}$	325,08	kNm
Einheitsnachweis	0,53	-

Nachweis bei Biegebeanspruchung M_z
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.5 und Formel (6.12),(6.13)

$W_{pl,z}$	6,4167e-04	m^3
$M_{pl,z,Rd}$	150,79	kNm
Einheitsnachweis	0,16	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_y
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	8,7017e-03	m^2
$V_{pl,y,Rd}$	1180,63	kN
Einheitsnachweis	0,00	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_z
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	3,7750e-03	m^2
$V_{pl,z,Rd}$	512,18	kN
Einheitsnachweis	0,10	-

Nachweis bei Torsionbeanspruchung
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.7 und Formel (6.23)

Faser	2	
τ_{Ed}	0,0	MPa
τ_{Rd}	135,7	MPa
Einheitsnachweis	0,00	-

Bemerkung: Der Nachweiswert für Torsion ist kleiner als der Grenzwert 0,05. Deswegen wird die Torsion als nicht relevant betrachtet und wird in den kombinierten Nachweisen ignoriert.

Kombinierter Nachweis bei Beanspruchung auf Biegung, Normalkraft und Querkraft
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.9.1 und Formel (§6.41)

$M_{pl,y,Rd}$	325,08	kNm
A	2,00	

$M_{pl,z,Rd}$	150,79	kNm
β	1,00	

Einheitsnachweis (§6.41) = 0,28 + 0,16 = 0,44 -

Bemerkung: Der Einfluss der Querkräfte auf den Biegewiderstand wird vernachlässigt, weil diese kleiner als der halbe plastische Schubwiderstand sind.
Bemerkung: Da die Normalkraft beiden Kriterien (6.33) und (6.34) EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.9.1(4) erfüllt, wird deren Einfluss auf den Biegewiderstand um die y-y Achse nicht berücksichtigt.
Bemerkung: Da die Normalkraft das Kriterium (6.35) EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.9.1(4) erfüllt, wird deren Einfluss auf den Biegewiderstand um die z-z Achse nicht berücksichtigt.

Der Querschnittsnachweis für das Teil wurde erbracht.

...::STABILITÄTSNACHWEIS::...

Klassifizierung für den Biegeknicknachweis
Maßgebender Schnitt für die Stabilitätsklassifizierung: 4,250 m
Klassifizierung gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Klassifizierung von internen und überstehenden Teilen gemäß EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 Blatt 1 und 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	SO	119	14	-1,413e+05	-1,861e+05								
3	SO	119	14	-1,178e+05	-7,302e+04								
4	I	208	9	-9,735e+04	9,958e+04	-0,98		0,52	24,47	69,52	80,05	120,90	1
5	SO	119	14	1,435e+05	1,883e+05	0,76	0,45	1,00	8,48	9,00	10,00	14,10	1
7	SO	119	14	1,200e+05	7,525e+04	0,63	0,60	1,00	8,48	9,00	10,00	16,23	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

Biegeknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)

Knickparameter	yy	zz	
Verschieblichkeitstyp	Verschieblichkeit	unverschieblich	
Systemlänge L	8,500	8,500	m
Knickbeiwert k	1,36	0,67	
Knicklänge L_{cr}	11,558	5,731	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	2839,36	3981,26	kN
Schlankheit λ	90,82	76,70	
Relative Schlankheit λ_{rel}	0,97	0,82	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	

Bemerkung: Die Schlankheit oder Normalkraft sind so beschaffen, dass der Biegeknicknachweis nach EN 1993-1-1 Abschnitt 6.3.1.2(4) entfallen kann.

Biegedrillknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)
Bemerkung: Für dieses I-Profil ist der Widerstand gegen Drillknicken höher als der Widerstand gegen Biegeknicken. Die Ausgabe enthält daher keine Angaben zum Drillknicken.

Biegedrillknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.2.1 und 6.3.2.3 und Formel (6.54)

BDK-Parameter		
Verfahren für BDK-Diagramm	Alternativer Fall	
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	1,3833e-03	m^3
Elastisches kritisches Moment M_{cr}	635,77	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,LT}$	0,72	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
BDK-Diagramm	b	
Imperfektion α_{LT}	0,34	
BDK-Beiwert β	0,75	
Reduktionsbeiwert χ_{LT}	0,86	
Korrekturbeiwert k_c	0,82	
Korrekturbeiwert f	0,91	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	0,94	
Bemessungs-Biegeknickwiderstand $M_{b,Rd}$	306,75	kNm
Einheitsnachweis	0,56	-

Parameter Mcr		
BDK-Länge L	8,500	m
Einfluss der Lastposition	kein Einfluss	
Korrekturbeiwert k	1,00	
Korrekturbeiwert k_w	1,00	
BDK-Momentenbeiwert C_1	1,47	
BDK-Momentenbeiwert C_2	0,93	
BDK-Momentenbeiwert C_3	0,41	
Schubmittelabstand d_z	0	mm
Abstand der Lastanwendung z_g	0	mm
Einfachsymmetrie-Konstante β_y	0	mm
Einfachsymmetrie-Konstante z_j	0	mm

Bemerkung: C-Parameter werden gemäß ECCS 119 2006 / Galea 2002 ermittelt.
Bemerkung: Der Korrekturbeiwert k_c wird aus C_1 ermittelt.

Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.3.3 und Formel (6.61),(6.62)

Parameter für den Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen		
Interaktionsverfahren	Alternatives Verfahren 1	
Querschnittsfläche A	1,1300e-02	m^2
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	1,3833e-03	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	6,4167e-04	m^3
Bemessungsdruckkraft N_{Ed}	12,55	kN
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	172,95	kNm
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	23,78	kNm
Charakteristischer Widerstand bei Druckbeanspruchung N_{Rk}	2655,50	kN
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{y,Rk}$	325,08	kNm
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{z,Rk}$	150,79	kNm
Reduktionsbeiwert χ_y	1,00	

Parameter für den Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen		
Reduktionsbeiwert χ_z	1,00	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	0,94	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,01	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	1,15	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	0,53	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,01	

Maximales Moment $M_{y,Ed}$ ist von Träger Pos 2.2.1 Position 4,250 m abgeleitet.
Maximales Moment $M_{z,Ed}$ ist von Träger Pos 2.2.1 Position 4,250 m abgeleitet.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	2839,36	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	3981,26	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	4740,07	kN
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	1,3833e-03	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,y}$	1,2600e-03	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	6,4167e-04	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,z}$	4,2100e-04	m^3
Flächenträgheitsmoment I{y}	1,8300e-04	m^4
Flächenträgheitsmoment I{z}	6,3100e-05	m^4
Torsionskonstante I_t	8,5200e-07	m^4
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{my,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	172,95	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	-24,3	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{my,0}$	1,00	
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	23,78	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	-10,8	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{mz,0}$	1,00	
Beiwert μ_y	1,00	
Beiwert μ_z	1,00	
Beiwert ε_y	123,61	
Beiwert a_{LT}	1,00	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	432,28	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,87	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,24	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{my}	1,00	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mz}	1,00	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mLT}	1,00	
Beiwert b_{LT}	0,03	
Beiwert c_{LT}	0,78	
Beiwert d_{LT}	0,28	
Beiwert e_{LT}	1,52	
Beiwert w_y	1,10	
Beiwert w_z	1,50	
Beiwert n_{pl}	0,00	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	0,97	

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Beiwert C_{yy}	1,00	
Beiwert C_{yz}	0,61	
Beiwert C_{zy}	0,97	
Beiwert C_{zz}	1,00	

Einheitsnachweis (6.61) = 0,00 + 0,57 + 0,18 = 0,75 -
Einheitsnachweis (6.62) = 0,00 + 0,30 + 0,16 = 0,46 -

Schubbeulnachweis
Gemäß EN 1993-1-5 §5 & 7.1 und Formel (5.10) & (7.1)

Schubbeulparameter		
Beulfeldlänge a	8,500	m
Web	nicht ausgesteift	
Steghöhe h_w	262	mm
Stegdicke t	9	mm
Materialbeiwert ε	1,00	
Korrekturbeiwert für Schub η	1,20	

Kontrolle des Schubbeulens	
Stegschlankheit h_w/t	30,82
Grenzschlankheit des Steges	60,00

Bemerkung: Ein Schubbeulnachweis gemäß EN 1993-1-5 Kapitel 5.1(2) ist wegen der Schlankheit des Flansches nicht erforderlich

Der Stabilitätsnachweis wurde für dieses Teil erbracht

Normnachweis EN 1993-1-1
Nationaler Anhang: Standard EN

Teil ST7	0,000 / 3,902 m	QRO100X8	S 235	Alle GZT_NL	0,60 -

Kombinationsvorschrift
Alle GZT_NL / NC_CO13

Teilsicherheitsbeiwerte	
γ_{M0} für die Beanspruchbarkeit der Querschnitte	1,00
γ_{M1} für die Beanspruchbarkeit bei Stabilitätsversagen	1,00
γ_{M2} für die Beanspruchbarkeit der wirksamen Querschnitte	1,25

Material		
Streckgrenze f_y	235,0	MPa
Zugfestigkeit f_u	360,0	MPa
Herstellung	Gewalzt	

...::QUERSCHNITTSNACHWEIS::...

Der kritische Nachweis ist an Position 0,000 m

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N_{Ed}	-45,83	kN
$V_{y,Ed}$	0,99	kN
$V_{z,Ed}$	1,42	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm
$M_{z,Ed}$	0,00	kNm

Klassifizierung für den Querschnittsnachweis
Klassifizierung gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Klassifizierung von internen und überstehenden Teilen gemäß EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 Blatt 1 und 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	I	76	8	1,587e+04	1,587e+04	1,00		1,00	9,50	33,00	38,00	42,00	1
3	I	76	8	1,587e+04	1,587e+04	1,00		1,00	9,50	33,00	38,00	42,00	1
5	I	76	8	1,587e+04	1,587e+04	1,00		1,00	9,50	33,00	38,00	42,00	1
7	I	76	8	1,587e+04	1,587e+04	1,00		1,00	9,50	33,00	38,00	42,00	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

Nachweis bei Druckbeanspruchung
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.2.4 und Formel (6.9)

A	2,8900e-03	m^2
$N_{c,Rd}$	679,15	kN
Einheitsnachweis	0,07	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_y
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	1,4450e-03	m^2
$V_{pl,y,Rd}$	196,05	kN
Einheitsnachweis	0,01	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_z
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	1,4450e-03	m^2
$V_{pl,z,Rd}$	196,05	kN
Einheitsnachweis	0,01	-

Der Querschnittsnachweis für das Teil wurde erbracht.

...::STABILITÄTSNACHWEIS::...

Klassifizierung für den Biegeknicknachweis
Maßgebender Schnitt für die Stabilitätsklassifizierung: 2,168 m
Klassifizierung gemäß EN 1993-1-1 Artikel 5.5.2
Klassifizierung von internen und überstehenden Teilen gemäß EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 Blatt 1 und 2

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m²]	σ_2 [kN/m²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	I	76	8	-1,250e+04	6,131e+03	-2,04		0,33	9,50	109,38	126,09	268,94	1
3	I	76	8	1,137e+04	4,249e+04	0,27		1,00	9,50	33,00	38,00	55,39	1
5	I	76	8	4,380e+04	2,517e+04	0,57		1,00	9,50	33,00	38,00	48,86	1
7	I	76	8	1,994e+04	-1,118e+04	-0,56		0,64	9,50	54,03	62,22	86,61	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

Biegeknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)

Knickparameter	yy	zz	
Verschieblichkeitstyp	Verschieblichkeit	unverschieblich	
Systemlänge L	3,902	3,902	m
Knickbeiwert k	2,29	0,89	
Knicklänge L_{cr}	8,929	3,470	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	105,55	698,99	kN
Schlankheit λ	238,22	92,57	
Relative Schlankheit λ_{rel}	2,54	0,99	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Knickfigur	a	a	
Imperfektion A	0,21	0,21	
Reduktionsbeiwert χ	0,14	0,68	
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	96,93	458,82	kN

Kontrolle des Biegeknickens		
Querschnittsfläche A	2,8900e-03	m^2
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	96,93	kN
Einheitsnachweis	0,47	-

Biegedrillknicknachweis
Gemäß EN 1993-1-1 §6.3.1.1 und Formel (6.46)
Bemerkung: Der Querschnitt bezieht sich auf ein rechteckiges Hohlprofil, das auf Biegedrillknickeinflüsse nicht empfindlich ist.

Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen
Gemäß EN 1993-1-1 §§6.3.3 und Formel (6.61),(6.62)

Parameter für den Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen		
Interaktionsverfahren	Alternatives Verfahren 1	
Querschnittsfläche A	2,8900e-03	m^2
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	9,9200e-05	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	9,9200e-05	m^3
Bemessungsdruckkraft N_{Ed}	45,83	kN
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	1,66	kNm
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	1,00	kNm
Charakteristischer Widerstand bei Druckbeanspruchung N_{Rk}	679,15	kN
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{y,Rk}$	23,31	kNm
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{z,Rk}$	23,31	kNm
Reduktionsbeiwert χ_y	0,14	
Reduktionsbeiwert χ_z	0,68	
Reduktionsbeiwert χ_{LT}	1,00	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,30	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	0,73	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	2,09	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,23	

Maximales Moment $M_{y,Ed}$ ist von Träger ST7 Position 2,168 m abgeleitet.
Maximales Moment $M_{z,Ed}$ ist von Träger ST7 Position 1,951 m abgeleitet.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	105,55	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	698,99	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	182289,46	kN
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	9,9200e-05	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,y}$	8,1100e-05	m^3
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	9,9200e-05	m^3
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,z}$	8,1100e-05	m^3
Flächenträgheitsmoment I{y}	4,0600e-06	m^4
Flächenträgheitsmoment I{z}	4,0600e-06	m^4
Torsionskonstante I_t	6,3300e-06	m^4
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{my,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	1,66	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	-3,2	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{my,0}$	1,03	
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	1,00	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	-1,9	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{mz,0}$	1,00	
Beiwert μ_y	0,60	
Beiwert μ_z	0,98	
Beiwert ε_y	1,29	
Beiwert a_{LT}	0,00	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	532,01	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,21	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{my}	1,03	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mz}	1,00	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mLT}	1,00	
Beiwert b_{LT}	0,00	
Beiwert c_{LT}	0,00	
Beiwert d_{LT}	0,00	
Beiwert e_{LT}	0,00	
Beiwert w_y	1,22	
Beiwert w_z	1,22	
Beiwert n_{pl}	0,07	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	2,54	
Beiwert C_{yy}	0,84	
Beiwert C_{yz}	0,53	
Beiwert C_{zy}	0,51	
Beiwert C_{zz}	0,85	

Einheitsnachweis (6.61) = 0,47 + 0,09 + 0,03 = 0,60 -
Einheitsnachweis (6.62) = 0,10 + 0,15 + 0,05 = 0,30 -

Der Stabilitätsnachweis wurde für dieses Teil erbracht

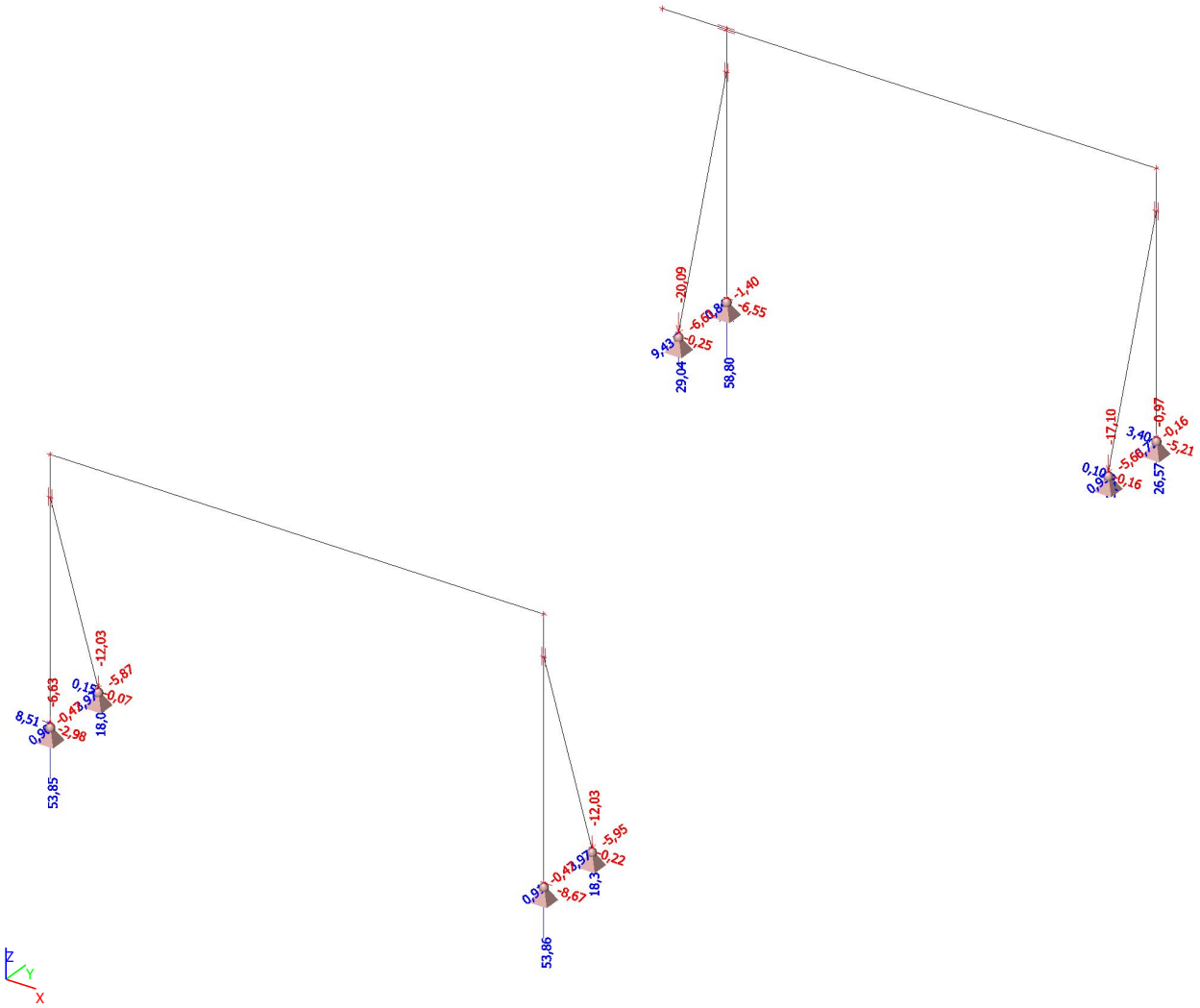
5.4. Auflagerreaktionen

5.4.1. Reaktionen

Nichtlineare Analyse, Extremwerte : Knoten
Auswahl : Alle
LFK-Klasse : Alle GZG_NL

Auflager	LF	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	NC_CO18	**-2,98**	0,01	11,15	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO20	**8,51**	**-0,47**	**53,85**	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO19	-2,57	**0,90**	**-6,63**	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO17	2,83	0,01	16,39	**0,00**	**0,00**
Sn2/N2	NC_CO19	**-8,67**	0,01	21,65	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO17	**-2,83**	0,01	16,39	**0,00**	**0,00**
Sn2/N2	NC_CO20	-8,51	**-0,47**	**53,86**	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO18	-8,24	**0,91**	**3,86**	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO18	**-0,07**	0,03	0,30	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO20	**0,15**	**3,97**	**-12,03**	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO19	0,07	**-5,87**	**18,08**	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO17	0,07	-0,01	0,44	**0,00**	**0,00**
Sn4/N7	NC_CO19	**-0,22**	-0,04	0,54	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO17	**-0,07**	-0,01	0,44	**0,00**	**0,00**
Sn4/N7	NC_CO18	-0,11	**-5,95**	**18,34**	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO20	-0,15	**3,97**	**-12,03**	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO18	**-6,55**	0,01	**23,97**	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO17	**-0,68**	0,01	29,96	**0,00**	**0,00**
Sn5/N9	NC_CO20	-3,46	**-1,40**	**58,80**	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO19	-5,82	**0,84**	44,27	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO19	**-5,21**	**-0,16**	6,29	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO20	**3,40**	0,13	**-0,97**	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO18	-4,52	**0,72**	**26,57**	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO17	0,68	-0,03	2,83	**0,00**	**0,00**
Sn7/N13	NC_CO19	**-0,25**	**-6,61**	**-20,09**	0,00	0,00
Sn7/N13	NC_CO17	**-0,02**	-0,02	0,40	**0,00**	**0,00**
Sn7/N13	NC_CO20	-0,04	**9,43**	**29,04**	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO18	**-0,16**	**-5,66**	**-17,10**	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO20	**0,10**	-1,16	-3,22	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO19	-0,12	**0,93**	**3,18**	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO17	0,02	0,04	0,46	**0,00**	**0,00**

5.4.2. 1,0-fache Reaktionen



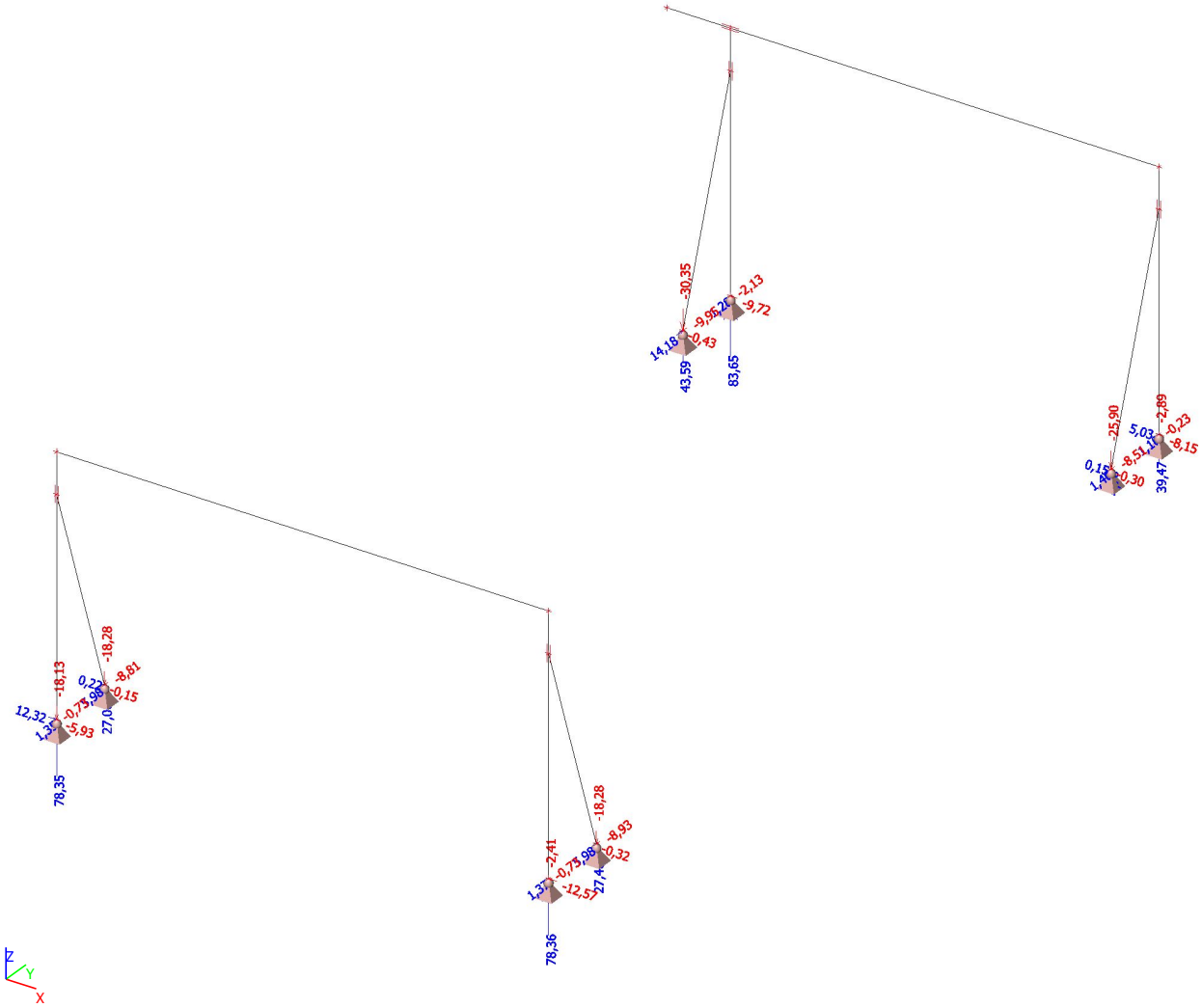
PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

5.4.3. Reaktionen

Nichtlineare Analyse, Extremwerte : Knoten
Auswahl : Alle
LFK-Klasse : Alle GZT_NL

Auflager	LF	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/N1	NC_CO14	**-5,93**	0,02	8,53	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO13	**12,32**	-0,72	**78,35**	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO16	11,34	**-0,73**	72,61	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO12	-4,36	**1,35**	-12,44	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO15	-5,36	1,33	**-18,13**	0,00	0,00
Sn1/N1	NC_CO9	3,82	0,02	22,12	**0,00**	**0,00**
Sn2/N2	NC_CO12	**-12,57**	0,02	30,05	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO10	**-2,83**	0,01	16,39	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO16	-11,34	**-0,73**	72,61	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO11	-11,97	**1,37**	3,35	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO14	-10,96	1,36	**-2,41**	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO13	-12,32	-0,72	**78,36**	0,00	0,00
Sn2/N2	NC_CO9	-3,82	0,02	22,13	**0,00**	**0,00**
Sn3/N5	NC_CO14	**-0,15**	0,05	0,23	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO13	**0,22**	5,97	-18,14	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO12	0,15	**-8,81**	**27,06**	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO16	0,20	**5,98**	**-18,28**	0,00	0,00
Sn3/N5	NC_CO9	0,10	-0,02	0,59	**0,00**	**0,00**
Sn4/N7	NC_CO12	**-0,32**	-0,06	0,75	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO14	**-0,07**	-8,92	27,29	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO11	-0,09	**-8,93**	**27,46**	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO16	-0,20	**5,98**	**-18,28**	0,00	0,00
Sn4/N7	NC_CO9	-0,10	-0,02	0,59	**0,00**	**0,00**
Sn5/N9	NC_CO11	**-9,72**	0,02	31,43	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO10	**-0,68**	0,01	29,96	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO13	-5,11	**-2,13**	**83,65**	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO15	-8,34	**1,28**	51,45	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO14	-9,51	0,01	**20,97**	0,00	0,00
Sn5/N9	NC_CO9	-0,92	0,01	40,45	**0,00**	**0,00**
Sn6/N10	NC_CO15	**-8,15**	-0,22	7,99	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO13	**5,03**	0,19	-1,92	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO12	-7,94	**-0,23**	9,04	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO14	-7,05	**1,10**	38,45	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO16	4,78	0,21	**-2,89**	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO11	-6,84	1,08	**39,47**	0,00	0,00
Sn6/N10	NC_CO9	0,92	-0,04	3,82	**0,00**	**0,00**
Sn7/N13	NC_CO12	**-0,43**	-9,93	-30,21	0,00	0,00
Sn7/N13	NC_CO10	**-0,02**	-0,02	0,40	0,00	0,00
Sn7/N13	NC_CO15	-0,42	**-9,95**	**-30,35**	0,00	0,00
Sn7/N13	NC_CO13	-0,08	**14,18**	**43,59**	0,00	0,00
Sn7/N13	NC_CO9	-0,02	-0,02	0,53	**0,00**	**0,00**
Sn8/N15	NC_CO14	**-0,30**	**-8,51**	**-25,90**	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO13	**0,15**	-1,75	-4,89	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO12	-0,18	**1,40**	**4,70**	0,00	0,00
Sn8/N15	NC_CO9	0,02	0,05	0,63	**0,00**	**0,00**

5.4.4. Gamma-fache Reaktionen



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

5.4.5. Fundamenttabelle

Gruppe Knoten:LF-Gruppe: Gründungstabelle:

LF/Knoten		N1	N2	N5	N7	N9	N10
Ständige Lasten							
LC1,LC2	Rx [kN]	2,87	-2,87	0,07	-0,07	-0,73	0,72
LC1,LC2	Ry [kN]	0,03	0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03
LC1,LC2	Rz [kN]	16,39	16,39	0,43	0,43	29,91	2,87
LC1,LC2	Mx [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC1,LC2	My [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC1,LC2	Mz [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Variable Lasten - exklusiv							
LC3	Rx [kN]	-5,86	-5,25	-0,14	-0,15	-5,85	-5,30
LC3	Ry [kN]	-0,00	0,79	0,05	-5,84	0,01	0,78
LC3	Rz [kN]	-5,17	-12,57	-0,14	17,89	-5,94	23,68
LC3	Mx [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC3	My [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC3	Mz [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Variable Lasten - exklusiv							
LC4	Rx [kN]	-5,28	-5,86	-0,10	-0,15	-5,28	-5,84
LC4	Ry [kN]	0,78	0,01	-5,74	-0,04	0,91	-0,12
LC4	Rz [kN]	-22,91	5,17	17,60	0,14	14,44	3,30
LC4	Mx [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC4	My [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LC4	Mz [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Extremwerte							
	Max Rz [kN]	16,39	21,56	18,04	18,32	44,35	26,55
	Min Rz [kN]	-6,52	3,82	0,29	0,43	23,97	2,87
	Max Rx [kN]	2,87	-2,87	0,07	-0,07	-0,73	0,72
	Min Rx [kN]	-2,99	-8,73	-0,07	-0,22	-6,57	-5,11
	Max Ry [kN]	0,81	0,82	0,02	-0,03	0,88	0,75
	Min Ry [kN]	0,03	0,03	-5,77	-5,87	-0,03	-0,15
	Max Mx [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Min Mx [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max My [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Min My [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Max Mz [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Min Mz [kNm]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

LF/Knoten		N13	N15
Ständige Lasten			
LC1,LC2	Rx [kN]	-0,02	0,02
LC1,LC2	Ry [kN]	0,03	0,03
LC1,LC2	Rz [kN]	0,44	0,43
LC1,LC2	Mx [kNm]	0,00	0,00
LC1,LC2	My [kNm]	0,00	0,00
LC1,LC2	Mz [kNm]	0,00	0,00

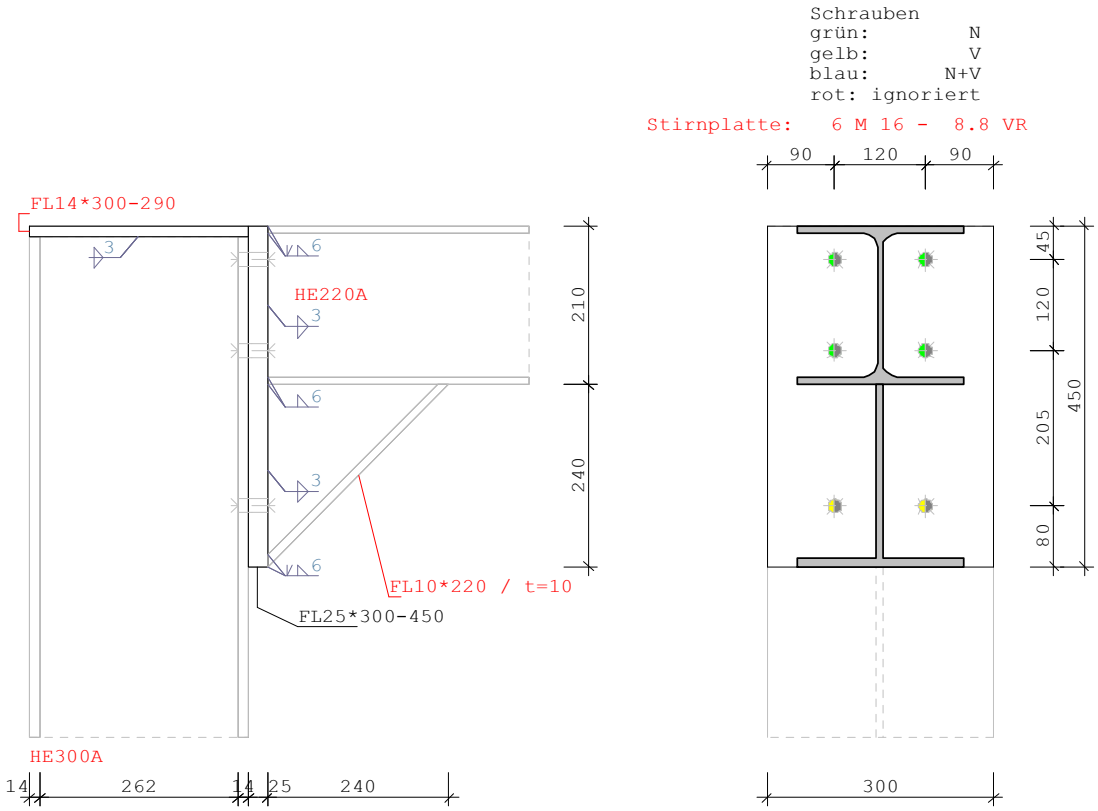
LF/Knoten		N13	N15
Variable Lasten - exklusiv			
LC3	Rx [kN]	-0,15	-0,11
LC3	Ry [kN]	-0,05	-5,74
LC3	Rz [kN]	-0,16	-17,58
LC3	Mx [kNm]	0,00	0,00
LC3	My [kNm]	0,00	0,00
LC3	Mz [kNm]	0,00	0,00
Variable Lasten - exklusiv			
LC4	Rx [kN]	-0,14	-0,15
LC4	Ry [kN]	-6,70	0,91
LC4	Rz [kN]	-20,54	2,80
LC4	Mx [kNm]	0,00	0,00
LC4	My [kNm]	0,00	0,00
LC4	Mz [kNm]	0,00	0,00
Extremwerte			
	Max Rz [kN]	0,44	3,23
	Min Rz [kN]	-20,10	-17,15
	Max Rx [kN]	-0,02	0,02
	Min Rx [kN]	-0,16	-0,13
	Max Ry [kN]	0,03	0,94
	Min Ry [kN]	-6,67	-5,71
	Max Mx [kNm]	0,00	0,00
	Min Mx [kNm]	0,00	0,00
	Max My [kNm]	0,00	0,00
	Min My [kNm]	0,00	0,00
	Max Mz [kNm]	0,00	0,00
	Min Mz [kNm]	0,00	0,00

2.2 Position: 2.1.1 Rahmenecke Geschraubte Vouten Verbindung

Geschraubte Rahmenecke ST10 01/2020 (Frilo R-2020-1/P02)

GESCHRAUBTES K-ECK

Maßstab 1 : 10



MATERIAL S235	fyk = 235 N/mm²	E-Mod = 210000 N/mm²
	fuk = 360 N/mm²	βW = 0,80
Teilsicherheitsbeiwerte	γM0 = 1,00	γM1 = 1,10 γM2 = 1,25

QUERSCHNITTE	h	b	s	t	r
Stütze HE 300 A	290,0	300,0	8,5	14,0	27,0 mm
Riegel HE 220 A	210,0	220,0	7,0	11,0	18,0 mm

AUSSTEIFUNG	l	h	s	b	t	r
Eckaussteifung mit Gurt unten	240,0	240,0	10,0	220,0	10,0	0,0 mm

STIRNPLATTE	h	b	t	awo	aws	awu
	450,0	300,0	25,0	6,0	3,0	6,0 mm
Abstand OK-Stirnplatte zu OK-Riegel				a =		0,0 mm

SCHRAUBE M 16 VR	(N/mm²,kN)	fybk	fubk	F_Klasse	Fv
Schaft in Fuge		640	800	8.8	70

SCHRAUBENBILD Stirnplatte	3 Reihen je 2 Schrauben			dL = 18,0 mm
Abstand e (Reihen , v. oben)	45,0 /	120,0 /	205,0 /	80,0 mm
Abstand w (Spalten, v. links)	90,0 /	120,0 /	90,0	mm

KOPFPLATTE	h	b	t	awf	aws	
orthogonal	290,0	300,0	14,0	3,0	3,0	mm

SCHNITTGRÖSSEN	(kN,m)	Nd	Vzd	Myd
rechts (Riegel, im Bezugspunkt C)		13,00	56,00	-57,00

Anschlußschnittgrößen rechts (im Schwerpunkt Anschnitt)
Moment Myd = -49,0 horizontal Nd = 33,4 vertikal Vzd = 46,8

NACHWEIS ANSCHLUSS nach Komponentenverfahren (Druck negativ)

Berechnungsoptionen (Vorgaben)

nach DIN EN 1993 **el-pl für negatives Moment**

Übertragungsparameter (Tab. 5.4) für Anschlussart β = 1,00
Zugschrauben MRd im Bereich Anschlusshöhe * f ansetzen : f = 0,50

wirksame Schraubenreihen von OK Stirnplatte gezählt

plastische Grenzzugkraft Schraubenreihe 1 Ft_{Rd} = 180,86 kN
plastische Grenzzugkraft Schraubenreihe 2 Ft_{Rd} = 47,86 kN

Grenzmoment $Ma_{Rd,elastisch}$ = 56,85 **MaRd,plastisch = 85,27 kNm**
η = 0,66

zuerst versagende Komponente: **Riegelsteg auf Druck**

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)
Schubkraft VwpEd = 156,72 VwpRd = 460,96 kN η = 0,34

Grenzquerkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Stirnplatte gezählt

Schraubenreihe	Va_{Rd}	$Vl_{Rd,gurt}$	$Vl_{Rd,platte}$
3	154,37	322,56	576,00 kN

Grenzquerkraft Anschluss **VRd = 154,37 kN**
η = 0,30

Schweißnaht Steg σw,v = 42,1 N/mm² η = 0,21
Druckgurt σw,v = -47,7 N/mm² η = 0,23
Zuggurt Riegel o. konstr erf.aw = 3,0 mm
Zuggurt Riegel u. konstr erf.aw = 3,0 mm

Rotationssteifigkeit/Klassifizierung unter Momentenbeanspruchung :				
Steifigkeit Sj_{ini}=	38999,62	Sj_n=	19499,81	kNm/rad
Klassifizierung nach Tragfähigkeit		**teiltragfähig**		
Klassifizierung nach Steifigkeit		**verformbar**		
Rahmen seitlich	verschieblich, mit	L,riegel	=	8,50 m

MAXIMALE AUSLASTUNG AUS ALLEN NACHWEISEN				
aus Grenzmoment Anschluss	η	= 0,66	<	1

2.3 Position: 2.2.1 Kranbahnträger 1Feldträger HEA300

Kranbahnträger S9+ 01/2020 (FRILO R-2020-1/P02)

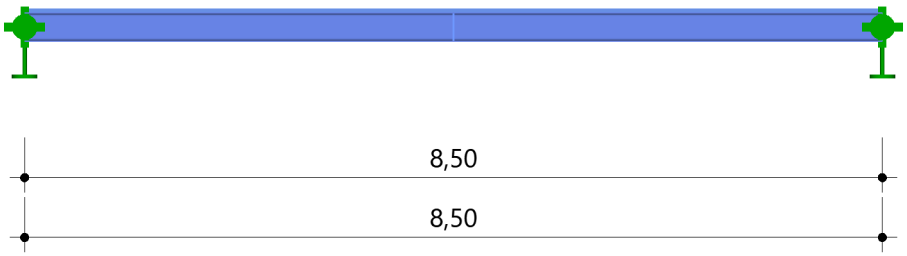
Grundparameter

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		:	3
Schubspannungen infolge primärer Torsion		:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion		:	berücksichtigt
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung in y mit	δ_{lim}	=	1,4 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	δ_{lim}	=	1,7 cm

System

Kranbahnträger

Maßstab 1 : 75



Gesamtlänge = 8,50 m
Material S235

Querschnitt HE 300 A

Statische Werte

Bezeichnung	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max_w [cm²]	A [cm²]	z_S [mm]	z_M [mm]
HE 300 A	22971,0	6352,2	162,8	1218676	-207,1	132,9	-25	25
Schiene 75 %	21719,7	6341,8	131,6	1215041	-207,1	127,9	-19	19
Schiene 87,5 %	22337,6	6347,0	146,4	1216827	-207,1	130,4	-22	22

Abmessungen

Profil HEA 300	h	=	290	mm				
Steg (lichte Höhe)	h_1	=	208	mm	s	=	9	mm
Obergurt	b_o	=	300	mm	t_o	=	14	mm
Untergurt	b_u	=	300	mm	t_u	=	14	mm
Kranschiene 40/50 (mittragend)								
Schweißnahtdicke	aw	=	10	mm				
Abmessungen	h	=	40	mm	b	=	50	mm
Abnutzung	h_{red}	=	30	mm	$h_{red,fat}$	=	35	mm

Spannungspunkte

Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung	Kerbfallart	Kerbfall		
	y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]		σ_x [N/mm²]	σ_z [N/mm²]	τ_{xz} [N/mm²]
1	-150	-145	-150	-120	-150	-170	-206,9	Profil	160	160	100
2	0	-145	0	-120	0	-170	0,0				
3	150	-145	150	-120	150	-170	206,9	Profil	160	160	100
4	-150	145	-150	170	-150	120	207,1	Profil	160	160	100
5	0	145	0	170	0	120	0,0				
6	150	145	150	170	150	120	-207,1	Profil	160	160	100
7	-4	-104	-4	-79	-4	-129	0,0	Profil	160	160	100
8	-4	104	-4	129	-4	79	0,0	Profil	160	160	100
9	-4	0	-4	25	-4	-25	0,0				
17	4	-104	4	-79	4	-129	0,0	Profil	160	160	100
18	4	104	4	129	4	79	0,0	Profil	160	160	100
19	4	0	4	25	4	-25	0,0				
20	25	-185	25	-160	25	-210	0,0				
21	-25	-185	-25	-160	-25	-210	0,0				
22	25	-145	25	-120	25	-170	0,0	Schweißnaht	125	36	80
23	-25	-145	-25	-120	-25	-170	0,0	Schweißnaht	125	36	80
24	0	-185	0	-160	0	-210	0,0				

Quersteifen

Nr	x_0 [m]	t_0 [mm]	aw [mm]	Kerbfall,Schweißnaht Steg [N/mm²]	Flansch [N/mm²]
1	4,25	15	4	80	80
2	8,50	10	4	80	80

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen *) v [kN/m]	w [kN/m]	Abstände y [mm]	z [mm]
1	0,00	-1	-1	0	0
2	8,50	-1	-1	0	0

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

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	Verwölbung *) $\Omega_{y,z}$ [kNm³]
1	0,00	-1	-1	-1	0,00
2	8,50	-1	-1	-1	0,00

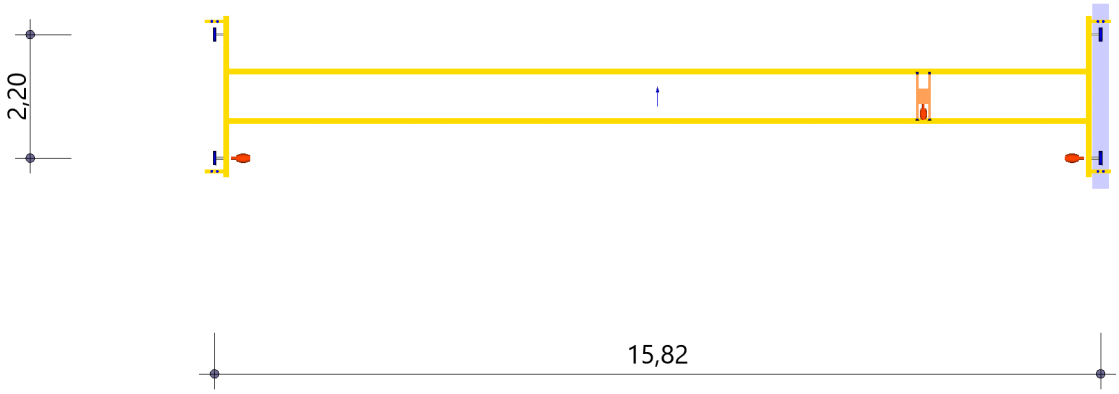
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Kransystem und Krane

Kranparameter

Kranart : Aufgesetzter Brückenlaufkran
Anzahl Krane = 1
Spannweite Kranbrücke = 15,82 m
Erdbebenlasten : nicht berücksichtigt



Kran

Kran [Nr]	Bezeichnung	HC	Si	System	Spurführung	v0 [m/min]	vh [m/min]
1	Kran 1	2	4	IFF	Rollen außen	40,00	5,00

Kranlasten

Kran [Nr]	Achse [j]	ai [m]	ei [m]	Qc [kN]	Qh [kN]	Qr [kN]	Qr,min [kN]	HT [kN]	HS [kN]
1	1 2	0,00 2,20	0,24 2,44	10,2 9,9	33,6 33,7	43,8 43,6	9,1 9,1	5,4 -1,5	7,0 -0,5

Lastdefinitionen

Art	1	=	Gleichlast kN/m	5	=	Dreieckslast über l kN/m
	2	=	Einzellast kN	6	=	Trapezlast über l kN/m
	3	=	Einzelmoment kNm	7	=	Bereichstorsionsmoment kNm/m
	4	=	Trapezlast kN/m	8	=	Normalkraftverlauf kN/m

Lastfall 1: Eigengewicht

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1 1	z z	0,89 0,16				0 0	0 -165	Träger-g0 Schiene-g1
Einwirkungsgruppe 99 - ständig								

Lastfall 2: Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2 2	z z	10,2 9,9	2,20 0,00				-185 -185	Qc,2,1,max,ncrane=1 Qc,2,2,max,ncrane=1
Einwirkungsgruppe 120 - Kranlastgruppe - Qc Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 3: Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	33,6	2,20				-185	Qh,2,1,max,ncrane=1
2	z	33,7	0,00				-185	Qh,2,2,max,ncrane=1
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh 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	5,4	2,20			0		HT,2,1,ncrane=1
3	x	1,00	2,20					Mx(HT,2,1,ncrane= 1)
2	y	-1,5	0,00			0		HT,2,2,ncrane=1
3	x	-0,28	0,00					Mx(HT,2,2,ncrane= 1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh 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	7,0	2,20			0		HS,2,1,ncrane=1
3	x	1,30	2,20					Mx(HS,2,1,ncrane=1)
2	y	-0,5	0,00			0		HS,2,2,ncrane=1
3	x	-0,09	0,00					Mx(HS,2,2,ncrane=1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Berechnung nach DIN EN 1993-6/NA-2010-12

Kranfahrt 1: LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
1	Eigengewicht		1,00	1,35	1,00	1,35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	1	1,10	1,35	1,00	1,49
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	1	1,13	1,35	1,00	1,52
4	Kran 1 - Massekräfte HT	1	1,50	1,35	1,00	2,03

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung γ_{M0} = 1,10

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm²]	τ [N/mm²]	σ_v [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
0,00	6	1	-91,5	7,4	92,4	213,6	0,43
0,42	6	1	-74,2	7,4	75,3	213,6	0,35
0,59	21	1	60,0	-19,6	68,9	213,6	0,32
2,70	8	1	16,3	-23,3	43,5	213,6	0,20
3,96	4	1	74,3	4,5	74,7	213,6	0,35
4,05	4	1	73,2	4,3	73,5	213,6	0,34
4,13	4	1	72,0	4,1	72,4	213,6	0,34
4,22	4	1	70,9	3,9	71,2	213,6	0,33
4,30	4	1	69,8	3,7	70,1	213,6	0,33
4,38	4	1	68,7	3,4	68,9	213,6	0,32
4,47	1	1	-68,5	3,1	68,8	213,6	0,32
4,55	1	1	-69,0	2,8	69,1	213,6	0,32

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	fyd [N/mm²]	η
5,14	1	1	-72,2	0,4	72,2	213,6	0,34
5,22	1	1	-72,8	0,01	72,8	213,6	0,34
5,31	1	1	-73,3	0,4	73,3	213,6	0,34
5,39	1	1	-73,9	0,9	74,0	213,6	0,35
5,48	1	1	-74,6	1,4	74,6	213,6	0,35
5,56	1	1	-75,2	1,9	75,3	213,6	0,35
5,64	1	1	-75,9	2,4	76,0	213,6	0,36
5,73	1	1	-76,7	2,9	76,8	213,6	0,36
5,81	1	1	-77,5	3,5	77,7	213,6	0,36
5,90	1	1	-78,3	4,1	78,6	213,6	0,37
5,98	1	1	-79,2	4,7	79,6	213,6	0,37
6,06	1	1	-80,2	5,4	80,7	213,6	0,38
6,15	1	1	-81,2	6,1	81,9	213,6	0,38
6,23	1	1	-73,1	6,8	74,0	213,6	0,35
6,32	19	1	3,6	40,1	69,5	213,6	0,33
6,40	19	1	2,9	40,5	70,2	213,6	0,33
6,48	19	1	2,2	40,9	70,9	213,6	0,33
6,57	19	1	1,6	41,3	71,5	213,6	0,33
6,65	19	1	0,9	41,6	72,1	213,6	0,34
6,74	19	1	0,2	42,0	72,7	213,6	0,34
6,82	9	1	-0,7	42,3	73,2	213,6	0,34
6,90	9	1	-1,3	42,6	73,7	213,6	0,35
6,99	19	1	-1,9	42,8	74,2	213,6	0,35
6,99	19	1	-1,9	42,9	74,2	213,6	0,35
7,07	19	1	-2,5	43,1	74,7	213,6	0,35
7,16	19	1	-3,2	43,4	75,2	213,6	0,35
7,24	19	1	-3,9	43,6	75,6	213,6	0,35
7,32	18	1	-28,9	40,8	76,4	213,6	0,36
7,41	18	1	-33,1	41,0	78,4	213,6	0,37
7,49	18	1	-37,4	41,2	80,6	213,6	0,38
7,58	18	1	-41,6	41,4	82,9	213,6	0,39
7,66	18	1	-45,8	41,5	85,3	213,6	0,40
7,66	18	1	-45,8	41,6	85,3	213,6	0,40
7,74	6	1	-88,0	13,5	91,1	213,6	0,43
7,83	6	1	-94,2	13,7	97,1	213,6	0,45
7,91	6	1	-100,4	13,8	103,2	213,6	0,48
8,00	6	1	-106,5	13,9	109,2	213,6	0,51
8,08	6	1	-112,7	14,0	115,3	213,6	0,54
8,16	6	1	-118,9	14,0	121,3	213,6	0,57
8,25	6	1	-125,0	14,1	127,4	213,6	0,60
8,33	6	1	-131,2	14,1	133,4	213,6	0,62
8,42	6	1	-137,3	14,1	139,5	213,6	0,65
8,50	6	1	-143,5	14,1	145,5	213,6	0,68

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,08 m

η = 0,53 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene : Höhe h_{eff} = 30 mm
Breite b_r = 50 mm
Querschnitt : Fläche A_{eff} = 28,2 cm^2
Schwerpunkt e_1 = 22 mm
Stegdicke t_w = 9 mm
Lastausbreitungslänge : effektiv l_{eff} = 124 mm
gesamt x_w = 178 mm

Obergurt : Breite b_{eff} = 94 mm
Dicke t_o = 14 mm
I_y effektiv : gesamt I_{rf} = 47,3 cm^4
Kranschiene I_r = 11,3 cm^4
Obergurt $I_{f,eff}$ = 2,1 cm^4
Unterkante Obergurt z = 27 mm

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{\|\|Ed}$	$\tau_{\|\|}$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm²]						
0,08	66,0	43,6	8,7	58,5	67,2	38,2	124,5	0,53
8,42	66,3	43,8	8,8	51,3	60,0	33,1	112,2	0,48

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage	**19060**
CLIENT:	DATE:
DTG-GmbH	**02.12.2019**

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 6,15 m

η = 0,17 <= 1 Nachweis erfüllt

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd}$	=	207,8	N/mm²	f_u * sqr(3) / (β_w * γ_{M2})
Schweißnahtdicke	aw	=	10	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	ss	=	96	mm	leff - 2 * $t_{Flansch}$
	l_{eff}	=	124	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene}$	=	22,5	cm³	
Zugfestigkeit des Stahls	f_u	=	360,0	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M2}	=	1,25		
Korrelationsbeiwert	β_w	=	0,80		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm²]	$\sigma_{Vgl,d}$ [N/mm²]	η
3,96	66,0	34,4	3,0	1,6	126,6	0,7	34,4	0,17
6,15	66,3	34,5	11,0	5,7	126,6	0,7	35,0	0,17

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei x = 8,42 m

Abmessungen	a	=	4250	mm	Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld:	b	=	262	mm	Breite = Steghöhe
	t_W	=	9	mm	Dicke = Stegdicke
Bemessungswerte:	F_{Ed}	=	66,3	kN	Radlast einschließlich Schwingbeiwert
	$M_{y,Ed}$	=	-83,81	kNm	Biegemoment
	$V_{z,Ed}$	=	-126,6	kN	Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei QuerbelastungEN1993-1-5 Abs.6 γ_{M1} = 1,10

	$F_{R,d}$	=	527,4	kN	
$F_{Ed}/F_{R,d}$ =	η_2	=	0,13	<= 1	
Ideale Verzweigungslast	F_{cr}	=	2661,5		
starre Lastausbreitungslänge	s	=	96	mm	leff-2*$t_{Flansch}$
Beiwerte	m_1	=	35,29		
	m_2	=	0,00		
Beulwert	k_F	=	6,01		
Schlankheitsgrad	Λ_F	=	0,47		
Abminderungsfaktor	χ_F	=	1,00		
	l_y	=	290	mm	
wirksame Lastausbreitungslänge	L_{eff}	=	290	mm	l_y*χ_F

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 γ_{M1} = 1,10

	$V_{b,Rd}$	=	329,6	kN	
$V_{Ed}/V_{b,Rd}$ =	η_3	=	0,38	<= 1	
	M_{Rd}	=	272,41	kNm	Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad	Λ_W	=	0,025		
Abminderungsfaktor	χ_W	=	1,20		

Nachweis der Längspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen γ_{M0} = 1,00

	η_1	=	0,27	<= 1	
	W_{eff}	=	1326,3	cm³	

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

$\eta_{7.2}$ = 0,24 <= 1 (η_1 + 0.8 * η_2)/1.4

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

η_{DIN} = 0,00 <= 1

Nachweisführung η_{max} = 0,38 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranfahrt 2: LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
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 - Schräglaufkräfte HS	5	1,00	1,35	1,00	1,35

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung γ_{M0} = 1,10

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
0,00	6	1	-84,7	8,2	85,9	213,6	0,40
0,08	6	1	-81,5	8,2	82,7	213,6	0,39
0,17	6	1	-78,3	8,2	79,6	213,6	0,37
0,25	6	1	-75,2	8,2	76,5	213,6	0,36
0,34	6	1	-72,0	8,2	73,4	213,6	0,34
0,42	6	1	-68,9	8,2	70,3	213,6	0,33
0,51	6	1	-65,7	8,2	67,2	213,6	0,31
0,59	21	1	53,1	-21,2	64,6	213,6	0,30
0,68	21	1	50,2	-21,2	62,2	213,6	0,29
0,76	21	1	47,3	-21,2	59,9	213,6	0,28
0,85	21	1	44,5	-21,2	57,6	213,6	0,27
0,93	21	1	41,6	-21,1	55,4	213,6	0,26
1,02	21	1	38,7	-21,1	53,2	213,6	0,25
1,10	21	1	35,8	-21,1	51,1	213,6	0,24
1,18	21	1	33,0	-21,0	49,1	213,6	0,23
1,27	21	1	30,1	-20,9	47,2	213,6	0,22
1,35	2	1	21,2	23,2	45,5	213,6	0,21
1,44	2	1	19,0	23,2	44,4	213,6	0,21
1,52	2	1	16,7	23,1	43,4	213,6	0,20
1,61	2	1	14,5	23,1	42,5	213,6	0,20
1,69	2	1	12,2	23,0	41,6	213,6	0,19
1,78	2	1	10,0	22,9	40,9	213,6	0,19
1,86	19	1	-1,3	-23,4	40,6	213,6	0,19
1,95	19	1	-0,9	-23,3	40,4	213,6	0,19
2,03	19	1	-0,6	-23,2	40,2	213,6	0,19
2,12	19	1	-0,2	-23,1	40,1	213,6	0,19
2,20	9	1	0,2	-23,0	39,9	213,6	0,19
2,28	9	1	0,5	-22,9	39,7	213,6	0,19
2,37	9	1	0,9	-22,8	39,6	213,6	0,19
2,45	9	1	1,2	-22,7	39,4	213,6	0,18
2,54	9	1	1,5	-22,6	39,2	213,6	0,18
2,62	9	1	1,8	-22,5	39,0	213,6	0,18
2,70	19	1	2,1	-22,4	38,8	213,6	0,18
2,79	18	1	15,8	-20,8	39,3	213,6	0,18
2,87	18	1	17,9	-20,6	40,0	213,6	0,19
2,96	18	1	20,0	-20,5	40,8	213,6	0,19
3,04	18	1	22,1	-20,4	41,6	213,6	0,19
3,12	18	1	24,2	-20,2	42,6	213,6	0,20
3,21	21	1	-33,8	-15,9	43,6	213,6	0,20
3,29	21	1	-36,5	-15,4	45,3	213,6	0,21
3,38	21	1	-39,2	-14,9	47,0	213,6	0,22
3,96	1	1	-66,0	4,0	66,4	213,6	0,31
4,05	1	1	-69,2	3,8	69,5	213,6	0,33
4,38	1	1	-68,3	2,6	68,5	213,6	0,32
4,89	1	1	-67,3	0,6	67,3	213,6	0,32
4,97	1	1	-67,2	0,2	67,2	213,6	0,31
5,06	1	1	-67,1	0,1	67,1	213,6	0,31
5,14	1	1	-67,0	0,5	67,0	213,6	0,31

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	fyd [N/mm²]	η
5,22	1	1	-67,0	0,9	67,0	213,6	0,31
5,31	1	1	-66,9	1,3	67,0	213,6	0,31
5,39	1	1	-66,9	1,7	67,0	213,6	0,31
5,48	1	1	-67,0	2,2	67,1	213,6	0,31
5,56	1	1	-67,0	2,6	67,2	213,6	0,31
5,64	1	1	-67,2	3,1	67,4	213,6	0,32
5,73	1	1	-67,3	3,6	67,6	213,6	0,32
5,81	1	1	-67,5	4,1	67,9	213,6	0,32
5,90	1	1	-67,7	4,6	68,2	213,6	0,32
5,98	1	1	-68,0	5,2	68,6	213,6	0,32
6,06	1	1	-68,4	5,7	69,1	213,6	0,32
6,15	1	1	-68,8	6,3	69,6	213,6	0,33
6,23	1	1	-69,2	7,0	70,3	213,6	0,33
6,32	19	1	3,5	37,1	64,3	213,6	0,30
6,40	19	1	2,9	37,5	65,0	213,6	0,30
6,48	19	1	2,2	37,8	65,6	213,6	0,31
6,57	19	1	1,6	38,2	66,2	213,6	0,31
6,65	19	1	1,0	38,5	66,8	213,6	0,31
6,65	19	1	1,0	38,6	66,8	213,6	0,31
6,74	19	1	0,3	38,9	67,3	213,6	0,32
6,82	9	1	-0,4	39,2	67,8	213,6	0,32
6,82	9	1	-0,4	39,2	67,9	213,6	0,32
6,90	9	1	-1,0	39,5	68,4	213,6	0,32
6,99	19	1	-1,5	39,7	68,8	213,6	0,32
7,07	19	1	-2,2	40,0	69,3	213,6	0,32
7,16	19	1	-2,8	40,2	69,7	213,6	0,33
7,24	19	1	-3,4	40,4	70,1	213,6	0,33
7,24	19	1	-3,4	40,5	70,1	213,6	0,33
7,32	19	1	-4,1	40,7	70,5	213,6	0,33
7,41	18	1	-29,2	38,1	72,2	213,6	0,34
7,49	18	1	-33,0	38,3	74,1	213,6	0,35
7,58	2	1	37,6	-38,4	76,4	213,6	0,36
7,66	21	1	53,8	34,4	80,2	213,6	0,38
7,74	6	1	-81,1	13,4	84,3	213,6	0,39
7,83	6	1	-86,8	13,5	89,9	213,6	0,42
7,91	6	1	-92,5	13,6	95,5	213,6	0,45
8,00	6	1	-98,3	13,7	101,1	213,6	0,47
8,08	6	1	-104,0	13,8	106,7	213,6	0,50
8,16	6	1	-109,7	13,9	112,3	213,6	0,53
8,25	6	1	-115,5	13,9	118,0	213,6	0,55
8,33	6	1	-121,2	13,9	123,6	213,6	0,58
8,42	6	1	-126,9	14,0	129,2	213,6	0,60
8,50	6	1	-132,6	14,0	134,8	213,6	0,63

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,08 m

η = 0,47 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene : Höhe h_{eff} = 30 mm
Breite b_r = 50 mm
Querschnitt : Fläche A_{eff} = 28,2 cm²
Schwerpunkt e_1 = 22 mm
Stegdicke t_w = 9 mm
Lastausbreitungslänge : effektiv l_{eff} = 124 mm
gesamt x_w = 178 mm

Obergurt : Breite b_{eff} = 94 mm
Dicke t_o = 14 mm
I_y effektiv : gesamt I_{rf} = 47,3 cm⁴
Kranschiene I_r = 11,3 cm⁴
Obergurt $I_{f,eff}$ = 2,1 cm⁴
Unterkante Obergurt z = 27 mm

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{\|\|Ed}$	$\tau_{\|\|}$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm²]						
0,08	58,9	38,9	7,8	52,1	59,9	34,4	111,1	0,47
8,42	59,1	39,1	7,8	45,5	53,3	29,7	99,8	0,42

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 6,23 m

η = 0,15 <= 1 Nachweis erfüllt

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd}$	=	207,8	N/mm²	f_u * sqr(3) / (β_w * γ_{M2})
Schweißnahtdicke	aw	=	10	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	ss	=	96	mm	leff - 2 * $t_{Flansch}$
	l_{eff}	=	124	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene}$	=	22,5	cm³	
Zugfestigkeit des Stahls	f_u	=	360,0	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M2}	=	1,25		
Korrelationsbeiwert	β_w	=	0,80		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm²]	$\sigma_{Vgl,d}$ [N/mm²]	η
4,05	58,9	30,6	0,7	0,4	113,4	0,6	30,6	0,15
6,23	59,1	30,8	9,5	4,9	113,5	0,6	31,2	0,15

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei x = 8,42 m

Abmessungen	a	=	4250	mm	Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld:	b	=	262	mm	Breite = Steghöhe
	t_W	=	9	mm	Dicke = Stegdicke
Bemessungswerte:	F_{Ed}	=	59,1	kN	Radlast einschließlich Schwingbeiwert
	$M_{y,Ed}$	=	-75,58	kNm	Biegemoment
	$V_{z,Ed}$	=	-113,5	kN	Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei QuerbelastungEN1993-1-5 Abs.6 γ_{M1} = 1,10

	$F_{R,d}$	=	527,4	kN	
$F_{Ed}/F_{R,d}$ =	η_2	=	0,11	<= 1	
Ideale Verzweigungslast	F_{cr}	=	2661,5		
starre Lastausbreitungslänge	s	=	96	mm	leff-2*$t_{Flansch}$
Beiwerte	m_1	=	35,29		
	m_2	=	0,00		
Beulwert	k_F	=	6,01		
Schlankheitsgrad	Λ_F	=	0,47		
Abminderungsfaktor	χ_F	=	1,00		
	l_y	=	290	mm	
wirksame Lastausbreitungslänge	L_{eff}	=	290	mm	l_y*χ_F

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 γ_{M1} = 1,10

	$V_{b,Rd}$	=	329,6	kN	
$V_{Ed}/V_{b,Rd}$ =	η_3	=	0,34	<= 1	
	M_{Rd}	=	272,41	kNm	Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad	Λ_W	=	0,025		
Abminderungsfaktor	χ_W	=	1,20		

Nachweis der Längspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen γ_{M0} = 1,00

	η_1	=	0,24	<= 1	
	W_{eff}	=	1326,3	cm³	

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

	$\eta_{7.2}$	=	0,22	<= 1	(η_1 + 0.8 * η_2)/1.4

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

	η_{DIN}	=	0,00	<= 1	

Nachweisführung	η_{max}	=	0,34	<= 1	Nachweis erfüllt

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

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
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

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f}$	=	1,00	
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	x_{dy}	=	4,30	m
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	d_{y0}	=	0,1	cm
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	ϕ_x	=	0,0166	rad
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z}$	=	175	mm
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	δ_y	=	0,4	cm
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim}$	=	1,4	cm
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim}$	=	0,29	
Nachweisstelle für vertikale Verformungen	x_{dz}	=	4,22	m
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	δ_z	=	0,5	cm
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim}$	=	1,7	cm
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim}$	=	0,32	

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	8,50	1,7	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise

Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe	h_w	=	208	mm
Stegdicke	t_w	=	9	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : h_w / t_w = 24 < 120 Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung	L	=	8,50	m
Trägheitsradius	$i_{z,fu}$	=	83	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu}$ = 102 < 250 Nachweis erfüllt

Kranfahrt 4: LG 13: Qc+Qh+HS - SERV

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
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 - Schräglaufkräfte HS	13	1,00	1,00	1,00	1,00

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f}$	=	1,00	
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	x_{dy}	=	4,38	m
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	d_{y0}	=	0,2	cm
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	ϕ_x	=	0,0234	rad
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z}$	=	175	mm
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	δ_y	=	0,6	cm
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim}$	=	1,4	cm
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim}$	=	0,42	
Nachweisstelle für vertikale Verformungen	x_{dz}	=	4,22	m
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	δ_z	=	0,5	cm
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim}$	=	1,7	cm
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim}$	=	0,32	

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	8,50	1,7	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise

Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe	h_w	=	208	mm
Stegdicke	t_w	=	9	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : h_w / t_w = 24 < 120 Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung	L	=	8,50	m
Trägheitsradius	$i_{z,fu}$	=	83	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu}$ = 102 < 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 Qc,max	14	1,05	1,00	1,00	1,05
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	14	1,06	1,00	1,00	1,06

Eingangswerte Ermüdungsnachweis

Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f}$	=	1,15
Teilsicherheitsfaktor für Einwirkungen	$\gamma_{F,f}$	=	1,00

Ermüdungsnachweis am Querschnitt

Querschnittspunkt 6(Profil) Kerbfall σ_x 160 σ_y 160 τ_{xz} 100 bei x =8,50 m

η = 0,28 <= 1 Nachweis erfüllt

x [m]	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
				[N/mm²]					
8,50	6	σ	0,500	160,0	-4,7	-82,7	39,0	0,28	
		τ	0,660	100,0	1,3	0,1	0,8	0,01	0,02

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 8,42 m

η = 0,39 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene :	Höhe	h_{eff}	=	35	mm	Obergurt :	Breite	b_{eff}	=	99 mm
	Breite	b_r	=	50	mm		Dicke	t_o	=	14 mm
Querschnitt :	Fläche	A_{eff}	=	31,4	cm^2	I_y effektiv :	gesamt	I_{rf}	=	66,6 cm^4
	Schwerpunkt	e_1	=	25	mm		Kranschiene	I_r	=	17,9 cm^4
	Stegdicke	t_w	=	9	mm		Obergurt	$I_{f,eff}$	=	2,3 cm^4
Lastausbreitungslänge :	effektiv	l_{eff}	=	139	mm					
	gesamt	x_w	=	193	mm	Unterkante	Obergurt	z	=	27 mm

Werte für die Ermittlung der Spannungen infolge exzentrischer Radlast

Quersteifen	Abstand	α	=	4,25	m	Exzentrizität	Radlast	e_y	=	13 mm
	Steghöhe	h_w	=	262	mm	Kranschiene		I_t	=	67,2 cm^4
Beiwert		η	=	3,37						
		T_{Ed}	=	0,58	kNm			σ_{TEd}	=	38,1 N/mm^2

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]		λ_σ	$\Delta\sigma_C$	σ_{max}	σ_{min}	$\Delta\sigma_{E,2}$	η_σ	λ_τ	$\Delta\tau_C$	τ_{max}	τ_{min}	$\Delta\tau_{E,2}$	η_τ
				[N/mm²]						[N/mm²]				
0,08	46,3	z	0,630	160,0	66,1	-9,8	47,8	0,34	0,758	100,0	35,5	1,8	34,1	0,39
		x	0,630	160,0	38,6	2,1	22,9	0,16						
8,42	46,3	z	0,630	160,0	66,4	-9,8	48,0	0,35	0,758	100,0	35,5	1,8	34,2	0,39
		x	0,630	160,0	38,6	2,1	22,9	0,16						

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 6,57 m

Schweißnahtdicke	aw	=	10	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	ss	=	111	mm	leff - 2 * $t_{Flansch}$
	l_{eff}	=	139	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene}$	=	30,6	cm^3	
Schadensäquivalenzfaktor	λ_σ	=	0,630		
konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall	$\Delta\sigma_C$	=	36,0	N/mm^2	
maximale Normalspannung	σ_{max}	=	20,9	N/mm^2	
minimale Normalspannung	σ_{min}	=	0,0	N/mm^2	
schadensäquivalente Spannungsschwingbreite	$\Delta\sigma_{E,2}$	=	13,2	N/mm^2	$\lambda*(\sigma_{max}-\sigma_{min})$
$\gamma_{F,f}*\Delta\sigma_{E,2}/(\Delta\sigma_C/\gamma_{M,f})$ =	η_σ	=	0,42	<= 1	Nachweis erfüllt

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Stegbeulen
1	LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T	0,68	0,53	0,38
2	LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T	0,63	0,47	0,34

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	0,42	1,42	0,29	0,54	1,70	0,32
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	0,59	1,42	0,42	0,54	1,70	0,32

Auslastung - Ermüdung

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Schweißnaht Schiene
5	LG 14: Qc+Qh - FAT	0,28	0,39	0,42

2.4 Position: 2.2.2 Kranbahnträger 1Feldträger HEA300 mit Kragarm

Kranbahnträger S9+ 01/2020 (FRILO R-2020-1/P02)

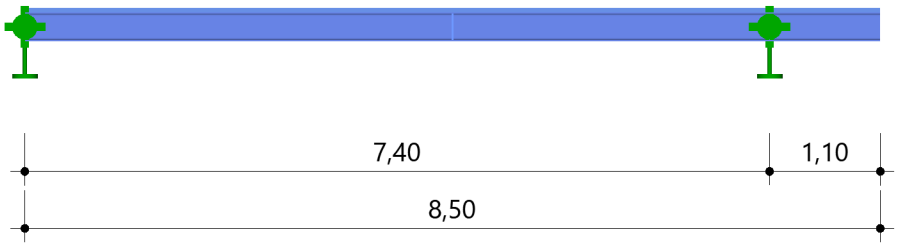
Grundparameter

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		:	3
Schubspannungen infolge primärer Torsion		:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion		:	berücksichtigt
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung in y mit	δ_{lim}	=	1,2 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit	δ_{lim}	=	1,5 cm

System

Kranbahnträger

Maßstab 1 : 75



Gesamtlänge = 8,50 m
Material S235

Querschnitt HE 300 A

Statische Werte

Bezeichnung	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	I_t [cm⁴]	I_w [cm⁶]	max_w [cm²]	A [cm²]	z_S [mm]	z_M [mm]
HE 300 A	22971,0	6352,2	162,8	1218676	-207,1	132,9	-25	25
Schiene 75 %	21719,7	6341,8	131,6	1215041	-207,1	127,9	-19	19
Schiene 87,5 %	22337,6	6347,0	146,4	1216827	-207,1	130,4	-22	22

Abmessungen

Profil HEA 300	h	=	290 mm				
Steg (lichte Höhe)	h_1	=	208 mm	s	=	9 mm	
Obergurt	b_o	=	300 mm	t_o	=	14 mm	
Untergurt	b_u	=	300 mm	t_u	=	14 mm	
Kranschiene 40/50 (mittragend)							
Schweißnahtdicke	aw	=	10 mm				
Abmessungen	h	=	40 mm	b	=	50 mm	
Abnutzung	h_{red}	=	30 mm	$h_{red,fat}$	=	35 mm	

Spannungspunkte

Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung	Kerbfallart	Kerbfall		
	y_O [mm]	z_O [mm]	y_S [mm]	z_S [mm]	y_M [mm]	z_M [mm]	ω [cm²]		σ_x [N/mm²]	σ_z [N/mm²]	τ_{xz} [N/mm²]
1	-150	-145	-150	-120	-150	-170	-206,9	Profil	125	71	80
2	0	-145	0	-120	0	-170	0,0				
3	150	-145	150	-120	150	-170	206,9	Profil	125	71	80
4	-150	145	-150	170	-150	120	207,1	Profil	160	160	100
5	0	145	0	170	0	120	0,0				
6	150	145	150	170	150	120	-207,1	Profil	160	160	100
7	-4	-104	-4	-79	-4	-129	0,0	Profil	160	160	100
8	-4	104	-4	129	-4	79	0,0	Profil	160	160	100
9	-4	0	-4	25	-4	-25	0,0				
17	4	-104	4	-79	4	-129	0,0	Profil	160	160	100
18	4	104	4	129	4	79	0,0	Profil	160	160	100
19	4	0	4	25	4	-25	0,0				
20	25	-185	25	-160	25	-210	0,0				
21	-25	-185	-25	-160	-25	-210	0,0				
22	25	-145	25	-120	25	-170	0,0	Schweißnaht	125	36	80
23	-25	-145	-25	-120	-25	-170	0,0	Schweißnaht	125	36	80
24	0	-185	0	-160	0	-210	0,0				

Quersteifen

Nr	x_0 [m]	t_0 [mm]	aw [mm]	Kerbfall,Schweißnaht Steg [N/mm²]	Flansch [N/mm²]
1	4,25	15	4	80	80
2	7,40	10	4	80	80

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen *) v [kN/m]	w [kN/m]	Abstände y [mm]	z [mm]
1	0,00	-1	-1	0	0
2	7,40	-1	-1	0	0

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

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	Verwölbung *) $\Omega_{y,z}$ [kNm³]
1	0,00	-1	-1	-1	0,00
2	7,40	-1	-1	-1	0,00

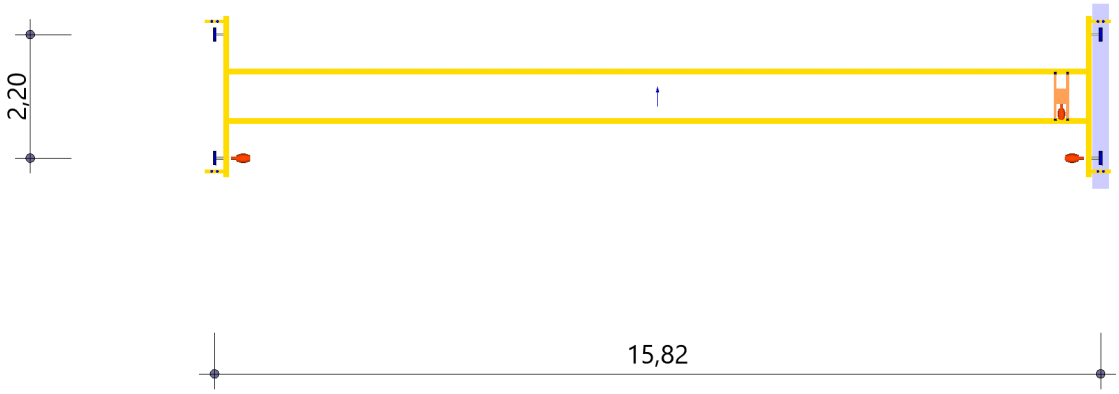
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

Belastung

Kransystem und Krane

Kranparameter

Kranart : Aufgesetzter Brückenlaufkran
Anzahl Krane = 1
Spannweite Kranbrücke = 15,82 m
Erdbebenlasten : nicht berücksichtigt



Kran

Kran [Nr]	Bezeichnung	Qcb [kN]	Qcrab [kN]	Qc [kN]	emin [m]	Qh [kN]	HC	Si	System	Spurführung	v0 [m/min]	vh [m/min]
1	Kran 1	36,0	2,5	38,5	0,70	50,0	2	4	IFF	Rollen außen	40,00	5,00

Kranlasten

Kran [Nr]	Achse [j]	ai [m]	ei [m]	Kranbahn [k]	Qc [kN]	Qh [kN]	Qr [kN]	Qr,min [kN]	HT [kN]	HS [kN]
1	1	0,00	0,24	2	10,2	23,9	34,1	9,1	5,4	5,3
				1	9,1	1,1	10,2	10,2	1,6	1,6
	2	2,20	2,44	2	10,2	23,9	34,1	9,1	-5,4	-0,5
				1	9,1	1,1	10,2	10,2	-1,6	-0,2

Lastdefinitionen

Art	1	=	Gleichlast kN/m	5	=	Dreieckslast über l kN/m
	2	=	Einzellast kN	6	=	Trapezlast über l kN/m
	3	=	Einzelmoment kNm	7	=	Bereichstorsionsmoment kNm/m
	4	=	Trapezlast kN/m	8	=	Normalkraftverlauf kN/m

Lastfall 1: Eigengewicht

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	z	0,89				0	0	Träger-g0
1	z	0,16				0	-165	Schiene-g1
Einwirkungsgruppe 99 - ständig								

Lastfall 2: Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	10,2	2,20				-185	Qc,2,1,max,ncrane=1
2	z	10,2	0,00				-185	Qc,2,2,max,ncrane=1
Einwirkungsgruppe 120 - Kranlastgruppe - Qc Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 3: Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	z	23,9	2,20				-185	Qh,2,1,max,ncrane=1
2	z	23,9	0,00				-185	Qh,2,2,max,ncrane=1
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh 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	5,4	2,20			0		HT,2,1,ncrane=1
3	x	1,00	2,20					Mx(HT,2,1,ncrane= 1)
2	y	-5,4	0,00			0		HT,2,2,ncrane=1
3	x	-1,00	0,00					Mx(HT,2,2,ncrane= 1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh 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	5,3	2,20			0		HS,2,1,ncrane=1
3	x	0,98	2,20					Mx(HS,2,1,ncrane=1)
2	y	-0,5	0,00			0		HS,2,2,ncrane=1
3	x	-0,09	0,00					Mx(HS,2,2,ncrane=1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Berechnung nach DIN EN 1993-6/NA-2010-12

Kranfahrt 1: LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
1	Eigengewicht		1,00	1,35	1,00	1,35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	1	1,10	1,35	1,00	1,49
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	1	1,13	1,35	1,00	1,52
4	Kran 1 - Massekräfte HT	1	1,50	1,35	1,00	2,03

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung γ_{M0} = 1,10

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
0,00	4	1	-84,4	1,8	84,5	213,6	0,40
0,08	4	1	-80,1	1,8	80,2	213,6	0,38
0,17	4	1	-75,8	1,7	75,9	213,6	0,36
0,25	4	1	-71,5	1,7	71,6	213,6	0,33
0,34	4	1	-67,2	1,7	67,2	213,6	0,31
0,42	4	1	-62,8	1,6	62,9	213,6	0,29
0,51	4	1	-58,5	1,5	58,5	213,6	0,27
0,59	8	1	-35,1	-24,4	54,9	213,6	0,26
0,68	8	1	-32,1	-24,3	52,9	213,6	0,25
0,76	8	1	-29,1	-24,2	51,0	213,6	0,24
1,44	19	1	-1,0	-25,1	43,6	213,6	0,20
1,61	9	1	0,3	-25,3	43,8	213,6	0,21

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm²]	τ [N/mm²]	σ_v [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
1,69	9	1	0,7	-25,4	44,0	213,6	0,21
1,78	9	1	1,2	-25,5	44,2	213,6	0,21
1,86	9	1	1,7	-25,7	44,5	213,6	0,21
1,95	9	1	2,1	-25,8	44,7	213,6	0,21
2,03	9	1	2,6	-25,9	45,0	213,6	0,21
2,12	3	1	-47,4	2,2	47,6	213,6	0,22
2,20	3	1	-52,3	2,6	52,5	213,6	0,25
2,28	3	1	-57,2	3,0	57,4	213,6	0,27
2,37	3	1	-54,5	3,3	54,8	213,6	0,26
2,45	3	1	-51,8	3,7	52,2	213,6	0,24
2,54	3	1	-49,2	3,9	49,7	213,6	0,23
2,62	3	1	-46,6	4,2	47,2	213,6	0,22
2,70	3	1	-44,1	4,4	44,7	213,6	0,21
2,79	3	1	-41,5	4,6	42,3	213,6	0,20
2,87	3	1	-39,0	4,8	39,9	213,6	0,19
2,95	20	1	-34,2	11,8	39,9	213,6	0,19
3,04	20	1	-34,4	12,0	40,3	213,6	0,19
3,12	20	1	-34,6	12,2	40,6	213,6	0,19
3,21	20	1	-34,8	12,2	40,8	213,6	0,19
3,29	21	1	-35,1	-12,4	41,1	213,6	0,19
3,37	21	1	-35,7	-12,2	41,5	213,6	0,19
3,46	21	1	-36,3	-12,0	41,9	213,6	0,20
3,54	21	1	-36,9	-11,8	42,2	213,6	0,20
3,63	1	1	-42,1	4,6	42,9	213,6	0,20
3,71	1	1	-45,2	4,4	45,8	213,6	0,21
3,79	1	1	-48,2	4,2	48,8	213,6	0,23
3,88	1	1	-51,3	4,0	51,8	213,6	0,24
3,96	1	1	-54,4	3,7	54,8	213,6	0,26
4,05	1	1	-57,5	3,4	57,8	213,6	0,27
4,13	1	1	-60,6	3,1	60,9	213,6	0,28
4,21	1	1	-63,8	2,7	63,9	213,6	0,30
4,38	1	1	-70,1	1,9	70,2	213,6	0,33
4,46	1	1	-73,3	1,4	73,4	213,6	0,34
4,55	1	1	-68,8	0,9	68,8	213,6	0,32
4,63	1	1	-64,3	0,5	64,3	213,6	0,30
4,72	1	1	-59,8	0,04	59,8	213,6	0,28
4,80	1	1	-55,4	0,4	55,4	213,6	0,26
4,88	1	1	-51,0	0,7	51,0	213,6	0,24
5,05	1	1	-42,2	1,4	42,3	213,6	0,20
5,39	19	1	1,3	21,2	36,7	213,6	0,17
5,47	19	1	0,9	21,4	37,0	213,6	0,17
5,55	19	1	0,5	21,6	37,3	213,6	0,17
5,64	19	1	0,1	21,7	37,6	213,6	0,18
5,72	9	1	-0,4	21,9	37,9	213,6	0,18
5,81	9	1	-0,7	22,0	38,1	213,6	0,18
5,89	9	1	-1,1	22,1	38,4	213,6	0,18
5,97	9	1	-1,4	22,3	38,6	213,6	0,18
6,06	19	1	-1,7	22,4	38,8	213,6	0,18
6,14	19	1	-2,1	22,5	39,0	213,6	0,18
6,23	18	1	-16,0	20,9	39,6	213,6	0,19
6,31	18	1	-18,4	21,0	40,8	213,6	0,19
6,39	18	1	-20,7	21,1	42,0	213,6	0,20
6,48	18	1	-23,1	21,1	43,3	213,6	0,20
6,56	18	1	-25,4	21,2	44,7	213,6	0,21
6,65	18	1	-27,8	21,2	46,1	213,6	0,22
6,73	6	1	-47,2	4,1	47,8	213,6	0,22
6,81	6	1	-50,7	4,1	51,2	213,6	0,24
6,90	6	1	-54,1	4,1	54,6	213,6	0,26
6,98	6	1	-57,6	4,0	58,0	213,6	0,27

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	fyd [N/mm²]	η
7,06	6	1	-61,1	4,0	61,5	213,6	0,29
7,15	6	1	-64,6	3,9	64,9	213,6	0,30
7,23	6	1	-68,1	3,8	68,4	213,6	0,32
7,32	6	1	-71,6	3,7	71,9	213,6	0,34
7,40	6	1	-75,1	3,6	75,3	213,6	0,35
7,40	2	1	0,5	-9,6	16,7	213,6	0,08
7,48	2	1	0,4	-8,7	15,1	213,6	0,07
7,74	2	1	0,2	-8,0	13,9	213,6	0,07
7,99	2	1	0,1	-7,7	13,3	213,6	0,06
8,08	2	1	0,1	-7,6	13,1	213,6	0,06
8,50	2	1	0,0	-7,2	12,5	213,6	0,06

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,08 m

η = 0,40 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene : Höhe h_{eff} = 30 mm
Breite b_r = 50 mm
Querschnitt : Fläche A_{eff} = 28,2 cm^2
Schwerpunkt e_1 = 22 mm
Stegdicke t_w = 9 mm
Lastausbreitungslänge : effektiv l_{eff} = 124 mm
gesamt x_w = 178 mm

Obergurt : Breite b_{eff} = 94 mm
Dicke t_o = 14 mm
I_y effektiv : gesamt I_{rf} = 47,3 cm^4
Kranschiene I_r = 11,3 cm^4
Obergurt $I_{f,eff}$ = 2,1 cm^4
Unterkante Obergurt z = 27 mm

x [m]	Qr,Ed [kN]	σoz,Ed	τoxz,Ed	τ||Ed	τ||	σx,Ed	σv	η
		[N/mm²]						
0,08	51,5	34,0	6,8	44,6	51,4	27,0	94,4	0,40
7,32	51,5	34,0	6,8	42,4	49,2	23,8	89,8	0,38

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 4,46 m

η = 0,13 <= 1 Nachweis erfüllt

Scherfestigkeit der Schweißnaht $f_{w,Rd}$ = 207,8 N/mm^2 $f_u * sqr(3) / (\beta_w * \gamma_{M2})$
Schweißnahtdicke aw = 10 mm
effektive Lastausbreitungslänge s_s = 96 mm leff - 2 * $t_{Flansch}$
l_{eff} = 124 mm
statisches Moment der Schiene $S_{Schiene}$ = 22,5 cm^3
Zugfestigkeit des Stahls f_u = 360,0 N/mm^2
Teilsicherheitsbeiwert γ_{M2} = 1,25
Korrelationsbeiwert β_w = 0,80

x [m]	Qr,d [kN]	σw,Qr [N/mm²]	Hr,d [kN]	σw,Hr [N/mm²]	Vz,d [kN]	τw,Vz [N/mm²]	σVgl,d [N/mm²]	η
2,28	51,5	26,8	11,0	5,7	96,6	0,5	27,4	0,13
4,46	51,5	26,8	11,0	5,7	96,7	0,5	27,4	0,13

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei x = 7,32 m

Abmessungen	a	=	3150	mm	Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld:	b	=	262	mm	Breite = Steghöhe
	t_W	=	9	mm	Dicke = Stegdicke
Bemessungswerte:	F_{Ed}	=	51,5	kN	Radlast einschließlich Schwingbeiwert
	$M_{y,Ed}$	=	-58,71	kNm	Biegemoment
	$V_{z,Ed}$	=	-96,7	kN	Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelastung EN1993-1-5 Abs.6 γ_{M1} = 1,10

	$F_{R,d}$	=	527,4	kN	
$F_{Ed}/F_{R,d}$ =	η_2	=	0,10	<= 1	
Ideale Verzweigungslast	F_{cr}	=	2664,2		
starre Lastausbreitungslänge	s	=	96	mm	l_{eff}-2*$t_{Flansch}$
Beiwerte	m_1	=	35,29		
	m_2	=	0,00		
Beulwert	k_F	=	6,01		
Schlankheitsgrad	Λ_F	=	0,47		
Abminderungsfaktor	χ_F	=	1,00		
	l_y	=	290	mm	
wirksame Lastausbreitungslänge	L_{eff}	=	290	mm	l_y*χ_F

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 γ_{M1} = 1,10

	$V_{b,Rd}$	=	329,6	kN	
$V_{Ed}/V_{b,Rd}$ =	η_3	=	0,29	<= 1	
	M_{Rd}	=	272,41	kNm	Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad	Λ_W	=	0,034		
Abminderungsfaktor	χ_W	=	1,20		

Nachweis der Längspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen γ_{M0} = 1,00

	η_1	=	0,19	<= 1	
	W_{eff}	=	1326,3	cm^3	

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

	$\eta_{7.2}$	=	0,18	<= 1	(η_1 + 0.8 * η_2)/1.4

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

	η_{DIN}	=	0,00	<= 1	

Nachweisführung	η_{max}	=	0,29	<= 1	Nachweis erfüllt

Kranfahrt 2: LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
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 - Schräglaufkräfte HS	5	1,00	1,35	1,00	1,35

Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung γ_{M0} = 1,10

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
0,00	6	1	-84,9	6,9	85,7	213,6	0,40
0,08	6	1	-80,0	6,9	80,8	213,6	0,38
0,17	6	1	-75,0	6,9	75,9	213,6	0,36
0,25	6	1	-70,1	6,9	71,1	213,6	0,33
0,34	18	1	-38,9	-31,1	66,5	213,6	0,31
0,42	18	1	-35,5	-31,1	64,4	213,6	0,30
0,51	18	1	-32,0	-31,0	62,5	213,6	0,29

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm²]	τ [N/mm²]	σ_v [N/mm²]	f_{yd} [N/mm²]	η
0,59	18	1	-28,6	-30,9	60,8	213,6	0,28
0,68	18	1	-25,2	-30,9	59,1	213,6	0,28
0,76	18	1	-21,8	-30,8	57,7	213,6	0,27
0,85	19	1	-3,0	-33,1	57,4	213,6	0,27
0,93	19	1	-2,5	-33,0	57,3	213,6	0,27
1,02	19	1	-2,0	-33,0	57,1	213,6	0,27
1,10	19	1	-1,4	-32,9	57,0	213,6	0,27
1,18	19	1	-0,9	-32,8	56,8	213,6	0,27
1,27	19	1	-0,4	-32,7	56,6	213,6	0,26
1,35	9	1	0,4	-32,6	56,4	213,6	0,26
1,35	2	1	-2,0	17,6	30,6	213,6	0,14
1,44	2	1	-3,2	17,4	30,4	213,6	0,14
1,52	2	1	-4,3	17,2	30,1	213,6	0,14
1,61	2	1	-5,5	16,9	29,8	213,6	0,14
1,69	2	1	-6,6	16,6	29,5	213,6	0,14
1,78	2	1	-7,7	16,3	29,3	213,6	0,14
1,86	2	1	-8,9	15,9	29,0	213,6	0,14
1,95	2	1	-10,0	15,6	28,7	213,6	0,13
2,03	2	1	-11,1	15,1	28,5	213,6	0,13
2,12	2	1	-12,2	14,7	28,2	213,6	0,13
2,20	2	1	-13,4	14,2	28,0	213,6	0,13
2,28	1	1	-27,9	4,7	29,1	213,6	0,14
2,37	1	1	-30,4	4,5	31,4	213,6	0,15
2,45	1	1	-32,9	4,3	33,8	213,6	0,16
2,54	1	1	-35,5	4,1	36,2	213,6	0,17
2,62	1	1	-38,1	3,8	38,6	213,6	0,18
2,70	1	1	-40,7	3,6	41,1	213,6	0,19
2,79	1	1	-43,3	3,3	43,6	213,6	0,20
3,29	1	1	-59,5	1,3	59,5	213,6	0,28
3,37	1	1	-62,3	0,9	62,3	213,6	0,29
3,46	1	1	-65,1	0,4	65,1	213,6	0,30
3,54	1	1	-68,0	0,01	68,0	213,6	0,32
3,63	1	1	-64,9	0,5	64,9	213,6	0,30
3,71	1	1	-61,9	0,9	61,9	213,6	0,29
3,79	1	1	-58,9	1,3	59,0	213,6	0,28
3,88	1	1	-56,0	1,6	56,0	213,6	0,26
4,21	1	1	-44,4	3,0	44,7	213,6	0,21
4,46	1	1	-36,0	3,8	36,6	213,6	0,17
4,55	1	1	-33,2	4,0	33,9	213,6	0,16
4,63	1	1	-30,5	4,2	31,4	213,6	0,15
4,72	1	1	-27,8	4,4	28,8	213,6	0,13
4,80	1	1	-25,1	4,6	26,3	213,6	0,12
4,88	2	1	-9,7	-14,0	26,1	213,6	0,12
4,97	2	1	-8,3	-14,4	26,4	213,6	0,12
5,05	2	1	-7,0	-14,8	26,6	213,6	0,12
5,14	2	1	-5,7	-15,1	26,8	213,6	0,13
5,22	2	1	-4,3	-15,5	27,1	213,6	0,13
5,30	2	1	-3,0	-15,7	27,4	213,6	0,13
5,39	2	1	-1,6	-16,0	27,7	213,6	0,13
5,47	2	1	-0,2	-16,2	28,0	213,6	0,13
5,55	2	1	1,1	-16,4	28,4	213,6	0,13
5,64	2	1	2,5	-16,5	28,7	213,6	0,13
5,72	2	1	3,9	-16,7	29,1	213,6	0,14
5,81	2	1	5,3	-16,8	29,5	213,6	0,14
5,89	2	1	6,7	-16,8	29,9	213,6	0,14
5,97	2	1	8,1	-16,9	30,3	213,6	0,14
6,06	2	1	9,5	-16,9	30,7	213,6	0,14
6,14	2	1	10,9	-16,9	31,2	213,6	0,15
6,23	2	1	12,3	-16,8	31,7	213,6	0,15

x [m]	Pkt	Qkl	σx [N/mm²]	τ [N/mm²]	σv [N/mm²]	fyd [N/mm²]	η
6,31	2	1	13,7	-16,8	32,1	213,6	0,15
6,39	21	1	20,0	15,1	32,9	213,6	0,15
6,48	21	1	21,9	15,0	34,0	213,6	0,16
6,56	21	1	23,8	14,9	35,1	213,6	0,16
6,65	21	1	25,7	14,7	36,2	213,6	0,17
6,73	21	1	27,6	14,6	37,4	213,6	0,18
6,81	21	1	29,5	14,4	38,6	213,6	0,18
6,90	1	1	39,5	5,5	40,6	213,6	0,19
6,98	1	1	42,0	5,4	43,0	213,6	0,20
7,06	1	1	44,6	5,3	45,5	213,6	0,21
7,15	1	1	47,1	5,2	48,0	213,6	0,22
7,23	1	1	49,7	5,0	50,5	213,6	0,24
7,32	1	1	52,3	4,9	53,0	213,6	0,25
7,40	1	1	54,9	4,7	55,5	213,6	0,26
7,40	2	1	0,5	-12,5	21,6	213,6	0,10
7,48	2	1	0,4	-11,6	20,1	213,6	0,09
7,74	2	1	0,2	-10,7	18,5	213,6	0,09
7,99	2	1	0,1	-10,2	17,6	213,6	0,08
8,08	2	1	0,1	-10,0	17,3	213,6	0,08
8,50	2	1	0,0	-9,6	16,6	213,6	0,08

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,08 m

η = 0,35 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene : Höhe h_{eff} = 30 mm
Breite b_r = 50 mm
Querschnitt : Fläche A_{eff} = 28,2 cm²
Schwerpunkt e_1 = 22 mm
Stegdicke t_w = 9 mm
Lastausbreitungslänge : effektiv l_{eff} = 124 mm
gesamt x_w = 178 mm

Obergurt : Breite b_{eff} = 94 mm
Dicke t_o = 14 mm
I_y effektiv : gesamt I_{rf} = 47,3 cm⁴
Kranschiene I_r = 11,3 cm⁴
Obergurt $I_{f,eff}$ = 2,1 cm⁴
Unterkante Obergurt z = 27 mm

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{\|\|Ed}$	$\tau_{\|\|}$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm²]						
0,08	46,0	30,4	6,1	38,8	44,9	24,3	83,0	0,35
7,32	46,0	30,4	6,1	34,6	40,7	20,9	75,5	0,32

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 3,54 m

η = 0,12 <= 1 Nachweis erfüllt

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd}$	= 207,8	N/mm²	f_u * sqr(3) / (β_w * γ_{M2})
Schweißnahtdicke	aw	= 10	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	ss	= 96	mm	leff - 2 * $t_{Flansch}$
	l_{eff}	= 124	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene}$	= 22,5	cm³	
Zugfestigkeit des Stahls	f_u	= 360,0	N/mm²	
Teilsicherheitsbeiwert	γ_{M2}	= 1,25		
Korrelationsbeiwert	β_w	= 0,80		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm²]	$\sigma_{Vgl,d}$ [N/mm²]	η
1,35	46,0	23,9	0,7	0,4	86,7	0,4	24,0	0,12
3,54	46,0	23,9	7,1	3,7	86,8	0,4	24,2	0,12

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei x = 7,32 m

Abmessungen	a	=	3150	mm	Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld:	b	=	262	mm	Breite = Steghöhe
	t_W	=	9	mm	Dicke = Stegdicke
Bemessungswerte:	F_{Ed}	=	46,0	kN	Radlast einschließlich Schwingbeiwert
	$M_{y,Ed}$	=	-53,11	kNm	Biegemoment
	$V_{z,Ed}$	=	-86,8	kN	Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei QuerbelastungEN1993-1-5 Abs.6 γ_{M1} = 1,10

	$F_{R,d}$	=	527,4	kN	
$F_{Ed}/F_{R,d}$ =	η_2	=	0,09	<= 1	
Ideale Verzweigungslast	F_{cr}	=	2664,2		
starre Lastausbreitungslänge	s	=	96	mm	l_{eff}-2*$t_{Flansch}$
Beiwerte	m_1	=	35,29		
	m_2	=	0,00		
Beulwert	k_F	=	6,01		
Schlankheitsgrad	Λ_F	=	0,47		
Abminderungsfaktor	χ_F	=	1,00		
	l_y	=	290	mm	
wirksame Lastausbreitungslänge	L_{eff}	=	290	mm	l_y*χ_F

Beanspruchbarkeit des Steges : Schubbeulen EN1993-1-5 Abs.5 γ_{M1} = 1,10

	$V_{b,Rd}$	=	329,6	kN	
$V_{Ed}/V_{b,Rd}$ =	η_3	=	0,26	<= 1	
	M_{Rd}	=	272,41	kNm	Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad	Λ_W	=	0,034		
Abminderungsfaktor	χ_W	=	1,20		

Nachweis der Längspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen γ_{M0} = 1,00

	η_1	=	0,17	<= 1	
	W_{eff}	=	1326,3	cm^3	

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

	$\eta_{7.2}$	=	0,16	<= 1	(η_1 + 0.8 * η_2)/1.4

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

	η_{DIN}	=	0,00	<= 1	

Nachweisführung	η_{max}	=	0,26	<= 1	Nachweis erfüllt

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

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
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

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f}$	=	1,00	
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	x_{dy}	=	3,04	m
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	d_{y0}	=	0,1	cm
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	ϕ_x	=	0,0087	rad
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z}$	=	175	mm
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	δ_y	=	0,2	cm
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim}$	=	1,2	cm
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim}$	=	0,18	

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	x_{dz}	=	3,71	m
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	δ_z	=	0,3	cm
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim}$	=	1,5	cm
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim}$	=	0,18	

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	7,40	1,5	0,0	0,0
2	7,40	8,50	-0,2	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise

Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe	h_w	=	208	mm
Stegdicke	t_w	=	9	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : h_w / t_w = 24 < 120 Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung	L	=	7,40	m
Trägheitsradius	$i_{z,fu}$	=	83	mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu}$ = 89 < 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 - Schräglaufkräfte HS	13	1,00	1,00	1,00	1,00

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f}$	=	1,00	
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	x_{dy}	=	3,63	m
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	d_{y0}	=	0,1	cm
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	ϕ_x	=	0,0110	rad
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z}$	=	175	mm
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	δ_y	=	0,3	cm
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim}$	=	1,2	cm
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim}$	=	0,22	

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	x_{dz}	=	3,71	m
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	δ_z	=	0,3	cm
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim}$	=	1,5	cm
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim}$	=	0,18	

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	7,40	1,5	0,0	0,0
2	7,40	8,50	-0,2	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise

Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe h_w = 208 mm
Stegdicke t_w = 9 mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : h_w / t_w = 24 < 120 Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung L = 7,40 m
Trägheitsradius $i_{z,fu}$ = 83 mm

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu}$ = 89 < 250 Nachweis erfüllt

Kranfahrt 5: LG 14: Qc+Qh - FAT

Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	ϕ*γ*ψ
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	14	1,05	1,00	1,00	1,05
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	14	1,06	1,00	1,00	1,06

Eingangswerte Ermüdungsnachweis

Teilsicherheitsbeiwerte

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände $\gamma_{M,f}$ = 1,15
Teilsicherheitsfaktor für Einwirkungen $\gamma_{F,f}$ = 1,00

Ermüdungsnachweis am Querschnitt

Querschnittspunkt 7(Profil) Kerbfall σ_x 160 σ_y 160 τ_{xz} 100 bei x =0,00 m

η = 0,19 <= 1 Nachweis erfüllt

x [m]	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
				[N/mm²]					
0,00	7	σ	0,500	160,0	26,8	1,8	12,5	0,09	
		τ	0,660	100,0	-1,5	-27,1	16,9	0,19	0,00

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,08 m

η = 0,30 <= 1 Nachweis erfüllt

Kranschiene :	Höhe	h_{eff}	=	35	mm	Obergurt :	Breite	b_{eff}	=	99 mm
	Breite	b_r	=	50	mm		Dicke	t_o	=	14 mm
Querschnitt :	Fläche	A_{eff}	=	31,4	cm^2	I_y effektiv :	gesamt	I_{rf}	=	66,6 cm^4
	Schwerpunkt	e_1	=	25	mm		Kranschiene	I_r	=	17,9 cm^4
	Stegdicke	t_w	=	9	mm		Obergurt	$I_{f,eff}$	=	2,3 cm^4
Lastausbreitungslänge :	effektiv	l_{eff}	=	139	mm					
	gesamt	x_w	=	193	mm	Unterkante	Obergurt	z	=	27 mm

Werte für die Ermittlung der Spannungen infolge exzentrischer Radlast

Quersteifen	Abstand	α	=	4,25	m	Exzentrizität	Radlast	e_y	=	13 mm
	Steghöhe	h_w	=	262	mm	Kranschiene		I_t	=	67,2 cm^4
Beiwert		η	=	3,37						
		T_{Ed}	=	0,45	kNm			σ_{TEd}	=	29,6 N/mm^2

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]		λ_σ	$\Delta\sigma_C$	σ_{max}	σ_{min}	$\Delta\sigma_{E,2}$	η_σ	λ_τ	$\Delta\tau_C$	τ_{max}	τ_{min}	$\Delta\tau_{E,2}$	η_τ
				[N/mm²]						[N/mm²]				
0,08	36,1	z	0,630	160,0	51,7	-7,6	37,4	0,27	0,758	100,0	-1,5	-27,1	26,0	0,30
		x	0,630	160,0	26,8	1,8	15,8	0,11						
7,32	36,1	z	0,630	160,0	51,4	-7,4	37,0	0,27	0,758	100,0	-1,5	-27,1	26,0	0,30
		x	0,630	160,0	26,8	1,8	15,8	0,11						

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 1,61 m

Schweißnahtdicke	aw	=	10	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	ss	=	111	mm	leff - 2 * $t_{Flansch}$
	l_{eff}	=	139	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene}$	=	30,6	cm^3	
Schadensäquivalenzfaktor	λ_σ	=	0,630		
konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall	$\Delta\sigma_C$	=	36,0	N/mm^2	
maximale Normalspannung	σ_{max}	=	16,3	N/mm^2	
minimale Normalspannung	σ_{min}	=	0,0	N/mm^2	
schadensäquivalente Spannungsschwingbreite	$\Delta\sigma_{E,2}$	=	10,3	N/mm^2	$\lambda*(\sigma_{max}-\sigma_{min})$
$\gamma_{F,f}*\Delta\sigma_{E,2}/(\Delta\sigma_C/\gamma_{M,f})$ =	η_σ	=	0,33	<= 1	Nachweis erfüllt

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Stegbeulen
1	LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T	0,40	0,40	0,29
2	LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T	0,40	0,35	0,26

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	0,22	1,23	0,18	0,27	1,48	0,18
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	0,28	1,23	0,22	0,27	1,48	0,18

Auslastung - Ermüdung

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Schweißnaht Schiene
5	LG 14: Qc+Qh - FAT	0,19	0,30	0,33

3. Verankerungen

3.1 Position: 3.1 Auflagerverankerung HEA220 Anschlusskräfte aus Pos.2.1

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Kunde	Ingenieurbüro	www.fischer.de
DTG GmbH	**AIXINEERING**	
Qin Zhang	Jan Wisniewski	
Grabenstr. 70	Königin Astrid Str. 18	
D - 52382 Niederzier	B - 4710 Herbesthal	
Telefon: +49 2428 90567-38	Telefon: +32 87 656058	
Fax: +49 2428 90567-67	info@aixineering.be	
QZhang@d-t-gmbh.de	www.aixineering.be	
www.d-t-gmbh.de		

Bemessungsgrundlagen

Anker

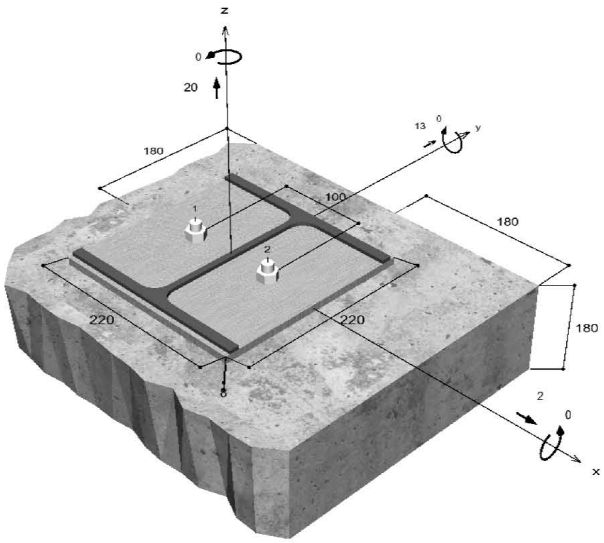
Ankersystem	fischer Superbond-System
Injektionsmörtel	FIS SB 390 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 160 A4, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse A4-70
Verankerungstiefe	120 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-12/0258, Option 1, Erteilungsdatum 23.03.2015

Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	ETAG 001, Technical Report TR029
Verankerungsgrund	Normalbeton, C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Gerade Randbewehrung (Ø ≥ 12 mm) mit Bügelbewehrung (a < 100 mm). Ohne Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	220 mm x 220 mm x 8 mm
Profiltyp	HEA 220

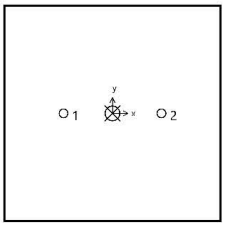
Bemessungslasten *)

#	N_{Sd} kN	$V_{Sd,x}$ kN	$V_{Sd,y}$ kN	$M_{Sd,x}$ kNm	$M_{Sd,y}$ kNm	$M_{T,Sd}$ kNm	Belastungsart
1	20,00	2,00	13,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	10,00	6,58	1,00	6,50
2	10,00	6,58	1,00	6,50



Max. Betonstauchung :	0,00	‰
Max. Betondruckspannung :	0,0	N/mm²
Resultierende Zugkraft :	20,00	kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0,00	kN , X/Y Position (0 / 0)

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

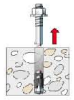
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	10,00	31,55	31,7
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	20,00	31,92	**62,7**
Betonausbruch	20,00	40,31	49,6
Versagen durch Spalten	20,00	33,27	60,1

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,s}$ %
59,00	1,87	31,55	10,00	31,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	31,7	1	$\beta_{N,s;1}$
2	31,7	2	$\beta_{N,s;2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \quad \text{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,p} = 33{,}93kN \cdot \frac{131.456mm^2}{99.856mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}072 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 47{,}87kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 12mm \cdot 120mm \cdot 7{,}5N/mm^2 = 33{,}93kN \quad \text{Gl. (5.2a)}$$

$$s_{cr,Np} = min\left(20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,ucr}}{7{,}5}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot h_{ef}\right) \quad \text{Gl. (5.2c)}$$

$$s_{cr,Np} = min\left(20 \cdot 12mm \cdot \left(\frac{13{,}0N/mm^2}{7{,}5}\right)^{0{,}5};\ 3 \cdot 120mm\right) = 316mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{S_{cr,Np}}{2} = \frac{316mm}{2} = 158mm \quad \text{Gl. (5.2d)}$$

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{180mm}{158mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right) = 1{,}164 - \sqrt{\frac{100mm}{316mm}} \cdot \left(1{,}164 - 1\right) = 1{,}072 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.2f)}$$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5} \quad \text{Gl. (5.2g)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{12mm \cdot 7{,}5N/mm^2}{2{,}3 \cdot \sqrt{120mm \cdot 25{,}0N/mm^2}}\right)^{1,5} = 1{,}164 \geq 1$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_a}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2h)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{316mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{316mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (5.2i)}$$

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,p}$ %
47,87	1,50	31,92	20,00	62,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	62,7	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Gl. (5.3)}$$

$$N_{Rk,c} = 47{,}32kN \cdot \frac{165.600mm^2}{129.600mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 60{,}47kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}2 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(120mm\right)^{1,5} = 47{,}32kN \quad \text{Gl. (5.3a)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{180mm}{180mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.3c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (5.3d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_a}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.3e)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
60,47	1,50	40,31	20,00	49,6

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	49,6	1	$\beta_{N,c;1}$

Versagen durch Spalten bei Belastung

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad (N_{Rd,sp})$$

$$N_{Rk,sp} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{h,sp} \qquad \text{Gl. (5.4)}$$

$$N_{Rk,sp} = 47{,}32kN \cdot \frac{207.264mm^2}{207.936mm^2} \cdot 0{,}937 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}129 = 49{,}90kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}2 \cdot \sqrt{25.0N/mm^2} \cdot \left(120mm\right)^{1,5} = 47{,}32kN \qquad \text{Gl. (5.3a)}$$

$$\Psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{180mm}{228mm} = 0{,}937 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.3c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (5.3d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,sp}}} = \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.3e)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{456mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{456mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} = \left(\frac{180mm}{150mm}\right)^{2/3} = 1{,}129 \geq 1 \qquad \text{Gl. (5.4a)}$$

$N_{Rk,sp}$ kN	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,sp}$ %
49,90	1,50	33,27	20,00	60,1

Anker-Nr.	$\beta_{N,sp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	60,1	1	$\beta_{N,sp;1}$

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	6,58	19,23	34,2
Rückseitiger Betonausbruch	13,15	63,83	20,6
Betonkantenbruch	13,15	22,64	**58,1**

* Ungünstigster Anker

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
30,00	1,56	19,23	6,58	34,2

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	34,2	1	$\beta_{Vs,1}$
2	34,2	2	$\beta_{Vs,2}$

Rückseitiger Betonausbruch

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 47{,}87kN = 95{,}75kN \qquad \text{Gl. (5.7)}$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \qquad \text{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,p} = 33{,}93kN \cdot \frac{131.456mm^2}{99.856mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}072 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 47{,}87kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 12mm \cdot 120mm \cdot 7{,}5N/mm^2 = 33{,}93kN \qquad \text{Gl. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{180mm}{158mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right) \qquad \text{Gl. (5.2f)}$$

$$\Psi_{g,Np} = 1{,}164 - \sqrt{\frac{100mm}{316mm}} \cdot \left(1{,}164 - 1\right) = 1{,}072 \geq 1$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5} \qquad \text{Gl. (5.2g)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{12mm \cdot 7{,}5N/mm^2}{2{,}3 \cdot \sqrt{120mm \cdot 25{,}0N/mm^2}}\right)^{1,5} = 1{,}164 \geq 1$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.2h)}$$

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (5.2i)}$$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
95,75	1,50	63,83	13,15	20,6

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	20,6	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (5.8)}$$

$$V_{Rk,c} = 32{,}10kN \cdot \frac{99.000mm^2}{145.800mm^2} \cdot 0{,}900 \cdot 1{,}225 \cdot 1{,}010 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}400 = 33{,}96kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_1 \cdot d^{\alpha} \cdot h_{ef}^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (5.8a)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(12mm\right)^{0{,}073} \cdot \left(96mm\right)^{0{,}058} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(180mm\right)^{1{,}5} = 32{,}10kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{h_{ef}}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{96mm}{180mm}} = 0{,}073 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0{,}2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{12mm}{180mm}\right)^{0{,}2} = 0{,}058 \quad \text{Gl. (5.8b/c)}$$

$$h_{ef} = min\left(h_{ef};\ 8 \cdot d\right) = min\left(120mm;\ 8 \cdot 12mm\right) = 96mm$$

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{180mm}{1{,}5 \cdot 180mm} = 0{,}900 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.8e)}$$

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 180mm}{180mm}} = 1{,}225 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.8f)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(\frac{sin\ \alpha_V}{2{,}5}\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 8{,}7\right)^2 + \left(\frac{sin\ 8{,}7}{2{,}5}\right)^2}} = 1{,}010 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.8g)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2\ e_z}{3\ c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 180mm}} = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.8h)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1{,}400$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,c}$ %
33,96	1,50	22,64	13,15	58,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	58,1	1	$\beta_{V,c;1}$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	31,7
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	**62,7**
Betonausbruch	49,6
Versagen durch Spalten	60,1

* Ungünstigster Anker

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	34,2
Rückseitiger Betonausbruch	20,6
Betonkantenbruch	**58,1**

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_N = \beta_{N,p;1} = 0{,}63 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.9a)}$$
$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 0{,}58 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.9b)}$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,p;1}^{1,5} + \beta_{V,c;1}^{1,5} = 0{,}94 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.10)}$$

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke	t = 8 mm
Profiltyp	HEA 220

Technische Hinweise

Wenn der Randabstand eines Ankers kleiner als der charakteristische Randabstand $c_{cr,N}$ = 180 mm (Bemessungsverfahren A) ist, ist eine Längsbewehrung mit einem Durchmesser von d = 6mm im Bereich der Verankerungstiefe des Ankers erforderlich.
Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung.
Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

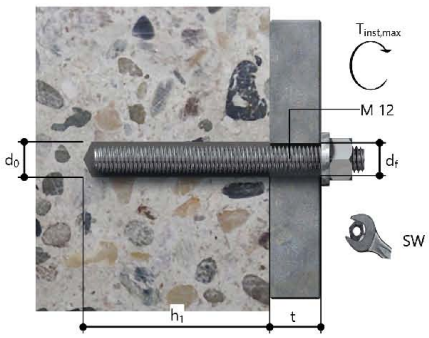
Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem	**fischer Superbond-System**	
Injektionsmörtel	FIS SB 390 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 518830
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 12 x 160 A4, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse A4-70	Art.-Nr. 90451
Zubehör	Statikmischer FIS MR rot	Art.-Nr. 96448
	Auspressgerät FIS DM S	Art.-Nr. 511118
	Druckluft-Reinigungsgerät	Art.-Nr. 93286
	Ölfreie Druckluft, min. 6 bar	Bauseits
	Reinigungsbürste BS 14	Art.-Nr. 78180
	Hammerbohrer SDS Plus IV 14/150/210	Art.-Nr. 504153
Alternative Kartuschen	FIS SB 1500 S	Art.-Nr. 519453
	FIS SB 585 S	Art.-Nr. 520526
	FIS SB 390 High Speed S	Art.-Nr. 523300
	Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	

Montagedetails

Gewindegröße	M 12
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 14 mm
Bohrlochtiefe	h_1 = 120 mm
Verankerungstiefe	h_{ef} = 120 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	2 x mit Druckluft ausblasen, 2 x bürsten, 2 x mit Druckluft ausblasen
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max}$ = 40,0 Nm
Schlüsselweite SW	19 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke Tfix,max	t_{fix} = 8 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	10 ml/5 Skalenteile



PROJECT: **Unterkonstruktion Kranbahnanlage**	PROJECT-NR: **19060**
CLIENT: **DTG-GmbH**	DATE: **02.12.2019**

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Ankerplattendetails

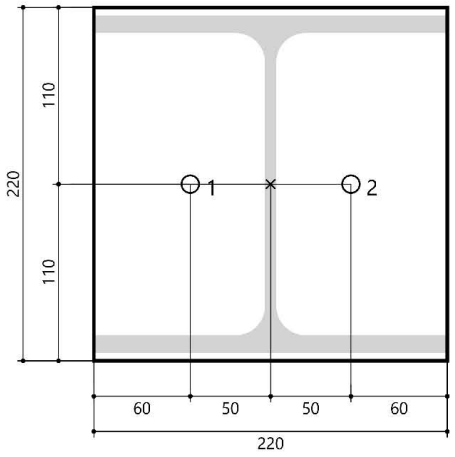
Material der Ankerplatte	S 235 (St 37)
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_l=14 mm

Anbauteil

Profiltyp	HEA 220

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-50	0
2	50	0



PROJECT: **Unterkonstruktion Kranbahnanlage**	PROJECT-NR: **19060**
CLIENT: **DTG-GmbH**	DATE: **02.12.2019**

3.2 Position: 3.2 Auflagerverankerung QRO100x8 Anschlusskräfte aus Pos.2.1

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Kunde	Ingenieurbüro	www.fischer.de
DTG GmbH	**AIXINEERING**	
Qin Zhang	Jan Wisniewski	
Grabenstr. 70	Königin Astrid Str. 18	
D - 52382 Niederzier	B - 4710 Herbesthal	
Telefon: +49 2428 90567-38	Telefon: +32 87 656058	
Fax: +49 2428 90567-67	info@aixineering.be	
QZhang@d-t-gmbh.de	www.aixineering.be	
www.d-t-gmbh.de		

Bemessungsgrundlagen

Anker

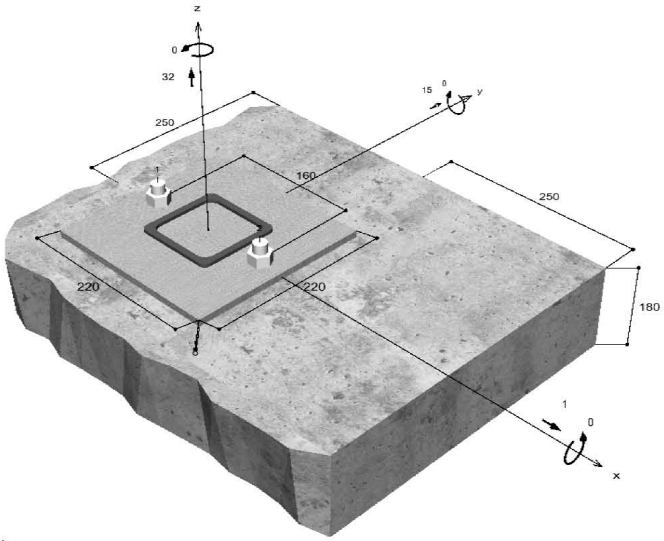
Ankersystem	fischer Superbond-System
Injektionsmörtel	FIS SB 390 S
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 A4, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse A4-70
Verankerungstiefe	120 mm
Bemessungsdaten	Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer Bewertung ETA-12/0258, Option 1, Erteilungsdatum 23.03.2015

Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Eingabedaten

Bemessungsverfahren	ETAG 001, Technical Report TR029
Verankerungsgrund	Normalbeton, C20/25, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Temperaturbereich	24 °C Langzeittemperatur, 40 °C Kurzzeittemperatur
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Gerade Randbewehrung (Ø ≥ 12 mm) mit Bügelbewehrung (a < 100 mm). Ohne Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	220 mm x 220 mm x 8 mm
Profiltyp	Quadratische Hohlprofile warmgefertigt (QSH 100x8)

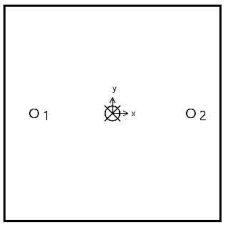
Bemessungslasten *)

#	N_{Sd} kN	$V_{Sd,x}$ kN	$V_{Sd,y}$ kN	$M_{Sd,x}$ kNm	$M_{Sd,y}$ kNm	$M_{T,Sd}$ kNm	Belastungsart
1	32,00	1,00	15,00	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Resultierende Ankerkräfte

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	16,00	7,52	0,50	7,50
2	16,00	7,52	0,50	7,50



Max. Betonstauchung :	0,00	‰
Max. Betondruckspannung :	0,0	N/mm²
Resultierende Zugkraft :	32,00	kN , X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0,00	kN , X/Y Position (0 / 0)

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

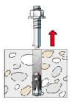
Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	16,00	58,82	27,2
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	32,00	43,99	**72,7**
Betonausbruch	32,00	45,57	70,2
Versagen durch Spalten	32,00	46,88	68,3

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,s}$ %
110,00	1,87	58,82	16,00	27,2

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	27,2	1	$\beta_{N,s;1}$
2	27,2	2	$\beta_{N,s;2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \qquad \text{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,p} = 45{,}24kN \cdot \frac{187.200mm^2}{129.600mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}010 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 65{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 16mm \cdot 120mm \cdot 7{,}5N/mm^2 = 45{,}24kN \qquad \text{Gl. (5.2a)}$$

$$s_{cr,Np} = min\left(20 \cdot d \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,ucr}}{7{,}5}\right)^{0,5};\ 3 \cdot h_{ef}\right) \qquad \text{Gl. (5.2c)}$$

$$s_{cr,Np} = min\left(20 \cdot 16mm \cdot \left(\frac{13{,}0N/mm^2}{7{,}5}\right)^{0,5};\ 3 \cdot 120mm\right) = 360mm$$

$$c_{cr,Np} = \frac{S_{cr,Np}}{2} = \frac{360mm}{2} = 180mm \qquad \text{Gl. (5.2d)}$$

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{250mm}{180mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right) = 1{,}029 - \sqrt{\frac{160mm}{360mm}} \cdot \left(1{,}029 - 1\right) = 1{,}010 \geq 1 \qquad \text{Gl. (5.2f)}$$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5} \quad \text{Gl. (5.2g)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{16mm \cdot 7{,}5N/mm^2}{2{,}3 \cdot \sqrt{120mm \cdot 25{,}0N/mm^2}}\right)^{1,5} = 1{,}029 \geq 1$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_a}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2h)}$$

$$\Psi_{ec,Npx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Npy} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (5.2i)}$$

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,p}$ %
65,98	1,50	43,99	32,00	72,7

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	72,7	1	$\beta_{N,p;1}$

Betonausbruch

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Gl. (5.3)}$$

$$N_{Rk,c} = 47{,}32kN \cdot \frac{187.200mm^2}{129.600mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 68{,}36kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}2 \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(120mm\right)^{1,5} = 47{,}32kN \quad \text{Gl. (5.3a)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{250mm}{180mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.3c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (5.3d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_a}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.3e)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{360mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
68,36	1,50	45,57	32,00	70,2

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	70,2	1	$\beta_{N,c;1}$

Versagen durch Spalten bei Belastung

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}} \quad (N_{Rd,sp})$$

$$N_{Rk,sp} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{h,sp} \qquad \text{Gl. (5.4)}$$

$$N_{Rk,sp} = 47{,}32kN \cdot \frac{280.896mm^2}{207.936mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}100 = 70{,}33kN$$

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7{,}2 \cdot \sqrt{25.0N/mm^2} \cdot \left(120mm\right)^{1,5} = 47{,}32kN \qquad \text{Gl. (5.3a)}$$

$$\Psi_{s,N} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{250mm}{228mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.3c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1{,}000 \qquad \text{Gl. (5.3d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,sp}}} = \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \qquad \text{Gl. (5.3e)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{456mm}} = 1{,}000 \leq 1 \qquad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{456mm}} = 1{,}000 \leq 1$$

$$\Psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} = \left(\frac{180mm}{156mm}\right)^{2/3} = 1{,}100 \geq 1 \qquad \text{Gl. (5.4a)}$$

$N_{Rk,sp}$ kN	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,sp}$ %
70,33	1,50	46,88	32,00	68,3

Anker-Nr.	$\beta_{N,sp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	68,3	1	$\beta_{N,sp;1}$

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	7,52	35,26	21,3
Rückseitiger Betonausbruch	15,03	87,97	17,1
Betonkantenbruch	15,03	32,75	**45,9**

* Ungünstigster Anker

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
55,00	1,56	35,26	7,52	21,3

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	21,3	1	$\beta_{Vs,1}$
2	21,3	2	$\beta_{Vs,2}$

Rückseitiger Betonausbruch

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mcp}} \quad (V_{Rd,cp})$$

$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 65{,}98kN = 131{,}96kN \quad \text{Gl. (5.7)}$$

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \Psi_{s,Np} \cdot \Psi_{g,Np} \cdot \Psi_{ec,Np} \cdot \Psi_{re,Np} \quad \text{Gl. (5.2)}$$

$$N_{Rk,p} = 45{,}24kN \cdot \frac{187.200mm^2}{129.600mm^2} \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}010 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 65{,}98kN$$

$$N^0_{Rk,p} = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} = \pi \cdot 16mm \cdot 120mm \cdot 7{,}5N/mm^2 = 45{,}24kN \quad \text{Gl. (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,Np} = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = min\left(1;\ 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{250mm}{180mm}\right) = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi^0_{g,Np} - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot \left(\Psi^0_{g,Np} - 1\right) \quad \text{Gl. (5.2f)}$$

$$\Psi_{g,Np} = 1{,}029 - \sqrt{\frac{160mm}{360mm}} \cdot \left(1{,}029 - 1\right) = 1{,}010 \geq 1$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - \left(\sqrt{n} - 1\right) \cdot \left(\frac{d \cdot \tau_{Rk}}{k \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck,cube}}}\right)^{1,5} \quad \text{Gl. (5.2g)}$$

$$\Psi^0_{g,Np} = \sqrt{2} - \left(\sqrt{2} - 1\right) \cdot \left(\frac{16mm \cdot 7{,}5N/mm^2}{2{,}3 \cdot \sqrt{120mm \cdot 25{,}0N/mm^2}}\right)^{1,5} = 1{,}029 \geq 1$$

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1{,}000 \cdot 1{,}000 = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2h)}$$

$$\Psi_{re,Np} = 1{,}000 \quad \text{Gl. (5.2i)}$$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
131,96	1,50	87,97	15,03	17,1

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	17,1	1	$\beta_{V,cp;1}$

Betonkantenbruch

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,c})$$

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad \text{Gl. (5.8)}$$

$$V_{Rk,c} = 53{,}67kN \cdot \frac{141.300mm^2}{281.250mm^2} \cdot 0{,}900 \cdot 1{,}443 \cdot 1{,}002 \cdot 1{,}000 \cdot 1{,}400 = 49{,}13kN$$

$$V^0_{Rk,c} = k_1 \cdot d^{\alpha} \cdot h_{ef}^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{Gl. (5.8a)}$$

$$V^0_{Rk,c} = 1{,}7 \cdot \left(16mm\right)^{0{,}069} \cdot \left(120mm\right)^{0{,}058} \cdot \sqrt{25{,}0N/mm^2} \cdot \left(250mm\right)^{1{,}5} = 53{,}67kN$$

$$\alpha = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{h_{ef}}{c_1}} = 0{,}1 \cdot \sqrt{\frac{120mm}{250mm}} = 0{,}069 \qquad \beta = 0{,}1 \cdot \left(\frac{d}{c_1}\right)^{0{,}2} = 0{,}1 \cdot \left(\frac{16mm}{250mm}\right)^{0{,}2} = 0{,}058 \quad \text{Gl. (5.8b/c)}$$

$$\Psi_{s,V} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c_2}{1{,}5c_1} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{250mm}{1{,}5 \cdot 250mm} = 0{,}900 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.8e)}$$

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1{,}5c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 250mm}{180mm}} = 1{,}443 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.8f)}$$

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ \alpha_V\right)^2 + \left(\frac{sin\ \alpha_V}{2{,}5}\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{\left(cos\ 3{,}8\right)^2 + \left(\frac{sin\ 3{,}8}{2{,}5}\right)^2}} = 1{,}002 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.8g)}$$

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2\ e_x}{3\ c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 250mm}} = 1{,}000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.8h)}$$

$$\Psi_{re,V} = 1{,}400$$

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,c}$ %
49,13	1,50	32,75	15,03	45,9

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	45,9	1	$\beta_{V,c;1}$

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung βN %
Stahlversagen *	27,2
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	**72,7**
Betonausbruch	70,2
Versagen durch Spalten	68,3

Querlasten	Ausnutzung βV %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	21,3
Rückseitiger Betonausbruch	17,1
Betonkantenbruch	**45,9**

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$$\beta_N = \beta_{N,p;1} = 0{,}73 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.9a)}$$
$$\beta_V = \beta_{V,c;1} = 0{,}46 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.9b)}$$
$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,p;1}^{1,5} + \beta_{V,c;1}^{1,5} = 0{,}93 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.10)}$$

Nachweis erfolgreich

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke t = 8 mm

Profiltyp Quadratische Hohlprofile warmgefertigt (QSH 100x8)

Technische Hinweise

Wenn der Randabstand eines Ankers kleiner als der charakteristische Randabstand $c_{cr,N}$ = 180 mm (Bemessungsverfahren A) ist, ist eine Längsbewehrung mit einem Durchmesser von d = 6mm im Bereich der Verankerungstiefe des Ankers erforderlich.
Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte unter den einwirkenden Schnittkräften eben bleibt. Deshalb muss sie ausreichend steif sein. Die in C-Fix enthaltene Ankerplattenbemessung basiert auf einem Spannungsnachweis, erlaubt aber keine direkte Aussage über die Plattensteifigkeit.
Die Lastweiterleitung im Beton ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit sowie den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nachzuweisen. Hierfür sind die erforderlichen Nachweise für das Bauteil incl. den Ankerlasten zu führen. Die weitergehenden Bestimmungen des Bemessungsverfahrens hierfür sind zu beachten.
Die Nachweise gelten nur für die Kaltbemessung.

Allgemeine Hinweise

Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von fischer-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz und Montageanleitungen usw. von fischer, die vom Anwender genau eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen fischer-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleine dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Das Bemessungsprogramm dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Eignung für eine bestimmte Anwendung.
Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch das Bemessungsprogramm zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Programmen und Daten sorgen sowie regelmäßig ggf. von fischer angebotene Updates des Bemessungsprogramms durchführen. Sofern Sie nicht die automatische Update-Funktion der Software nutzen, müssen Sie durch manuelle Updates über die fischer Internetseite sicherstellen, dass Sie jeweils die aktuelle und somit gültige Version des Bemessungsprogramms verwenden. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet fischer nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

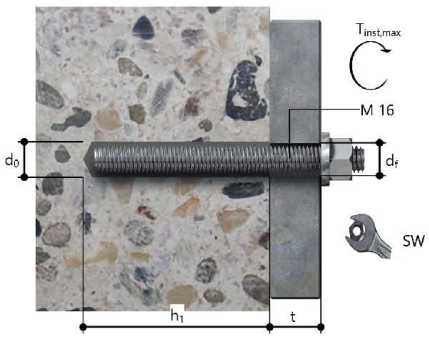
Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem	**fischer Superbond-System**	
Injektionsmörtel	FIS SB 390 S (auch in weiteren Kartuschengrößen verfügbar)	Art.-Nr. 518830
Befestigungselement	Ankerstange FIS A M 16 x 175 A4, nicht rostender Stahl, Festigkeitsklasse A4-70	Art.-Nr. 90455
Zubehör	Statikmischer FIS MR rot	Art.-Nr. 96448
	Auspressgerät FIS DM S	Art.-Nr. 511118
	Druckluft-Reinigungsgerät	Art.-Nr. 93286
	Ölfreie Druckluft, min. 6 bar	Bauseits
	Reinigungsbürste BS 16/18	Art.-Nr. 78181
	Hammerbohrer SDS Plus IV 18/200/250	Art.-Nr. 504162
Alternative Kartuschen	FIS SB 1500 S	Art.-Nr. 519453
	FIS SB 585 S	Art.-Nr. 520526
	FIS SB 390 High Speed S	Art.-Nr. 523300
	Die dargestellten Kartuschen können alternativ zu den hervorgehobenen Kartuschen mit der gleichen Zulassungsnummer verwendet werden.	

Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	d_0 = 18 mm
Bohrlochtiefe	h_1 = 120 mm
Verankerungstiefe	h_{ef} = 120 mm
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	2 x mit Druckluft ausblasen, 2 x bürsten, 2 x mit Druckluft ausblasen
Montageart	Vorsteckmontage
Ringspalt	Ringspalt nicht verfüllt
Maximales Anzugsmoment	$T_{inst,max}$ = 60,0 Nm
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Gesamte Befestigungsdicke Tfix,max	t_{fix} = 8 mm
Mörtelvolumen je Bohrloch	14 ml/7 Skalenteile



PROJECT: **Unterkonstruktion Kranbahnanlage**	PROJECT-NR: **19060**
CLIENT: **DTG-GmbH**	DATE: **02.12.2019**

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in das Bauwerk ist nicht Gegenstand der statischen Berechnung.

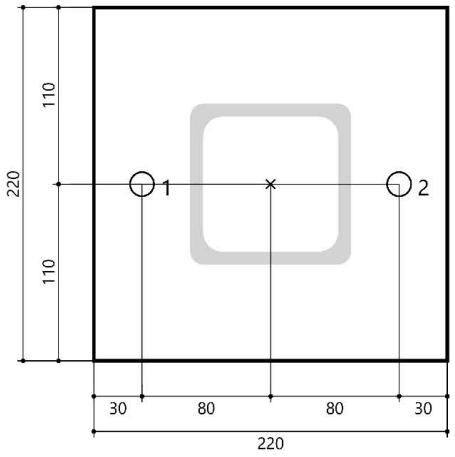
19060_DTG-GmbH_Unterkonstruktion-Krananlage_Ellinghaus

Ankerplattendetails

Material der Ankerplatte	S 235 (St 37)
Ankerplattendicke	t = 8 mm
Durchgangsloch im Anbauteil	d_l=18 mm

Anbauteil

Profiltyp	Quadratische Hohlprofile warmgefertigt (QSH 100x8)



Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-80	0
2	80	0