

STRUCTURAL ANALYSIS / STATISCHE BERECHNUNG

PROJECT-NR.:	20004	STATIK
PROJECT:	Unterkonstruktion Brückenlaufkran Stahlbaukonstruktion 2020	
CUSTOMER/ AUFTRAGGEBER:	Arnold Damm GmbH Metalloberflächenveredelung	
	Hergelsbendenstraße 6-10 D – 52080 Aachen	

Revision00

Zu dieser statischen Berechnung gehört der Übersichtsplan Stahlbau S-01

PREPARED / AUFGESTELLT:   DIPL.-ING. JAN WISNIEWSKI auf der Liste der „Qualifizierten Tragwerksplaner“ der IKBAU-NRW geführt unter der Nummer QT1946	DATE / DATUM: 06.02.2020 PAGES / SEITEN: 1 – 107
THE STRUCTURAL ANALYSIS IS ONLY PREPARED FOR METALLBAU RUF. 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 REFERENCE ON MY HOMEPAGE. DIE STATISCHE BERECHNUNG IST AUSSCHLIESSLICH AUFGESTELLT FÜR METALLBAU RUF. EINE WEITERGABE AN DRITTE IST NUR MIT VORHERIGER GENEHMIGUNG DES AUFSTELLERS MÖGLICH. EINE VERÖFFENTLICHUNG JEDLICHER 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	CBC WELKENRAEDT IBAN: BE54 7320 4502 2397 BIC: CREGBEBB
WWW.AIXINEERING.DE 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: 63
2.3 Position: 2.2.1 Kranbahnträger 1Feldträger HEA220	Seite: 66
2.4 Position: 2.2.2 Kranbahnträger alternativ 1Feldträger+Kragarm HEA220	Seite: 77
3 Verankerungen	
3.1 Position: 3.1 Auflagerverankerung HEA220 Anschlusskräfte aus Pos.2.1	Seite: 88
3.2 Position: 3.2 Auflagerverankerung QRO100x4 Anschlusskräfte aus Pos.2.1	Seite: 98

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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

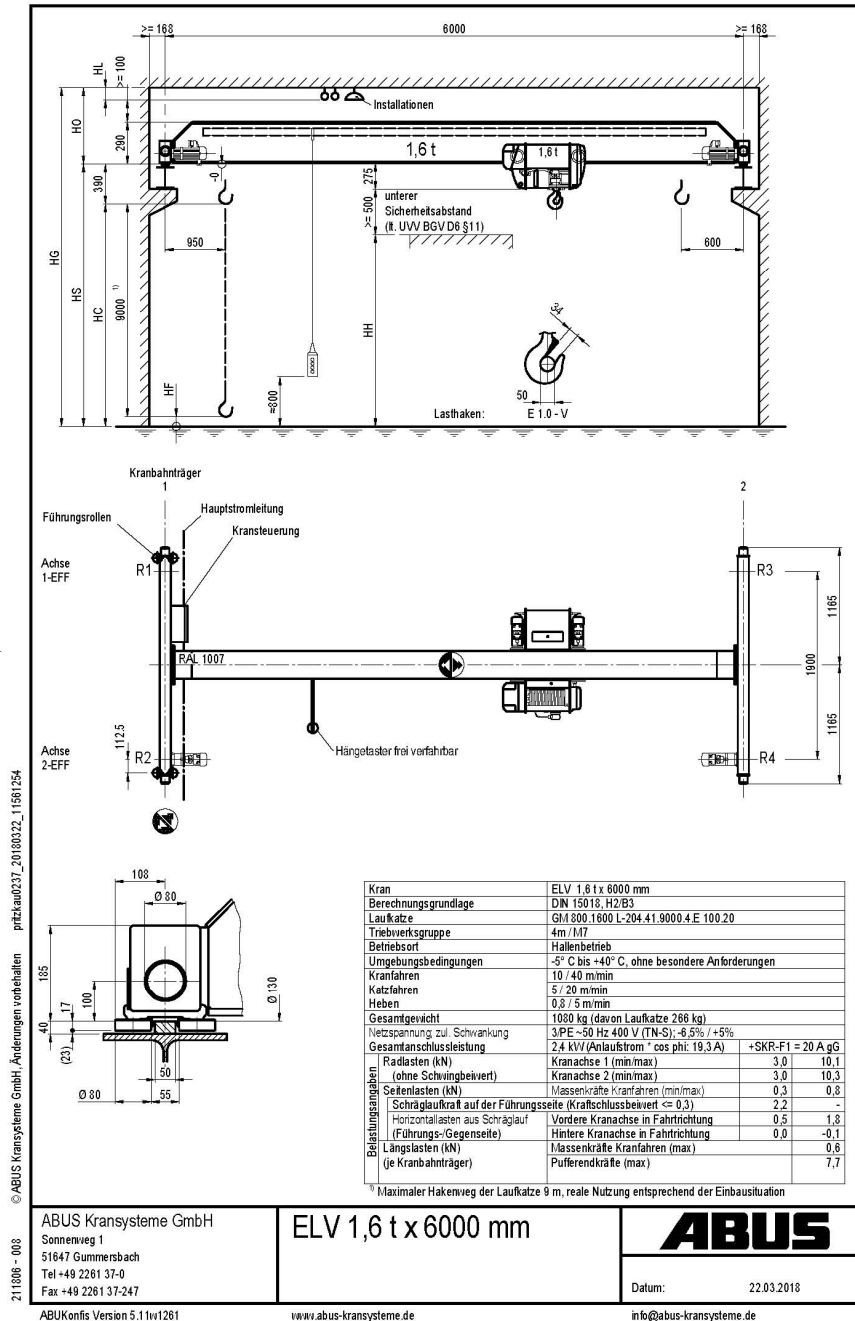
Kahlmeyer: Stahlbau nach DIN 18800

Stahlbau: Grundbegriffe und Bemessungsverfahren, 1. Auflage

Lohse: Stahlbau I, 24. Auflage

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Technisches Datenblatt



PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

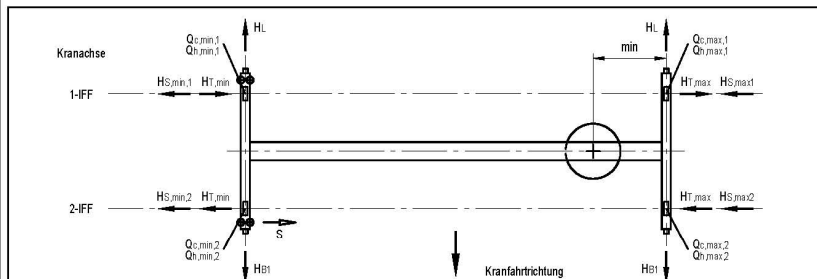
20004

DATE:

06.02.2020

Belastungsangaben nach DIN EN 1991-3

Kran- klassifizierung	S3	(für den Nachweis des Kranbahnträgers)				
Dynamische Beiwerte ψ_i :						
ψ_1	1,10	Auf die Masse des Krans einwirkende Beschleunigung aus Anheben und Gravitation				
ψ_2	1,10	Trägheit und Gravitation beim Anheben einer unbehinderten Last vom Boden				
ψ_3	1,00	Trägheit und Gravitation beim plötzlichen Loslassen eines Teiles der Hublast				
ψ_4	1,00	Lasten aus Fahren über Unebenheiten				
$\psi_{5,Kr}$	1,80	Lasten aus Beschleunigung durch Kranfahrantriebe				
$\psi_{6,dyn}$	1,05	Dynamische Prüflast				
$\psi_{6,stat}$	1,00	Statische Prüflast				
$\psi_{7,Kr}$	1,25	Lasten aus Pufferkräften				
Lasteinwirkungen und relevante Kraftanteile:						
Radlasten (vertikal)	Kraftanteil aus Masse des Krans und der Katze(n) je Kranachse	$Q_{c,min,1}$	2,2	$Q_{c,max,1}$	3,0	[kN]
		$Q_{c,min,2}$	2,2	$Q_{c,max,2}$	3,2	[kN]
	Kraftanteil aus Masse der Hublast je Kranachse	$Q_{h,min,1}$	0,8	$Q_{h,max,1}$	7,1	[kN]
		$Q_{h,min,2}$	0,8	$Q_{h,max,2}$	7,1	[kN]
Seitenlasten (horizontal)	Kraft aus Beschleunigung des Krans mit Hublast (fliegenkraft)	$H_{T,min}$	0,1	$H_{T,max}$	0,5	[kN]
		S			2,2	[kN]
	Horizontalkraft aus Schräglauf je Kranachse	$H_{S,min,1}$	0,0	$H_{S,max,1}$	-0,1	[kN]
		$H_{S,min,2}$	0,5	$H_{S,max,2}$	1,8	[kN]
Längslasten (horizontal) (je Kranbahn- träger)	Kraft aus Beschleunigung des Krans mit Hublast (fliegenkraft)	H_L			0,4	[kN]
		H_{B1}			6,2	[kN]



Die Skizze stellt die Kranfahrtsituation zur Erzeugung der minimalen und maximalen Lasten dar.
Die maßgebende Kranfahrtsituation kann je nach Kranausführung variieren (Fahrtrichtung, Katzstellung und/oder Führungsmittel).

Alle Lastenwirkungen sind charakteristische statische Kraftanteile und müssen mit dem jeweiligen Dynamikbeiwert ψ_i beaufschlagt werden.
Kranbahntoleranzen DIN EN 1090-2, Toleranzklasse 2
Toleranz des Spurmittmaßes der Kranschiene ± 5 mm

ABUS Kransysteme GmbH
Sonnenweg 1
51647 Gummersbach
Tel +49 2261 37-0
Fax +49 2261 37-247

ELV 1,6 t x 6000 mm

ABUS

Datum: 22.03.2018

ABUKonfis Version 5.1.1v1261

www.abus-kransysteme.de

info@abus-kransysteme.de

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

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:

Dicken	t = 3 mm
Dicken	t = 4 mm
Dicken	t = 5 mm
Dicken	t = 6 mm
Dicken	t = 8 mm
Dicken	t = 10 mm
Dicken	t = 20 mm

Edelstahl V2A: EN 1.4301 nach EN 10088-2 (X 5 CrNi 18-10)

Edelstahl V4A: EN 1.4571 nach EN 10088-2 (X 6 CrNiMoTi 17-12-2)

DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE
Providing special steel solutions

Edelstahl Rostfrei – Verfestigungsverhalten

Werkstoff-Nr.	Kurzname	Korrosionsbeständigkeitsklasse / Anforderungen	Festigkeitsklassen (mindest Streckgrenze)				
			S235	S275	S355	S460	S690
1.4003	X2CrNi12	I gering	X	X	X	X	
1.4016	X6Cr17		X				
1.4301	X5CrNi18-10	II mäßig	X	X	X	X	
1.4541	X6CrNiTi18-10		X	X	X	X	
1.4318	X2CrNiN18-7				X	X	
1.4567	X3CrNiCu18-9-4		X	X	X	X	
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	III mittel	X	X	X	X	
1.4404	X2CrNiMo17-12-2		X	X	X	X	X
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2		X	X	X	X	X
1.4439	X2CrNiMoN17-13-5			X			
1.4539	X1NiCrMoCuN25-20-5	IV stark	X	X	X		
1.4462	X2CrNiMoN22-5-3					X	X
1.4565	X3CrNiMnMoNbN23-18-5-4					X	X
1.4529	X1NiCrMoCuN25-20-7			X	X	X	X
1.4547	X1CrNiMoCuN20-18-6			X	X		

CrNi-Stähle:
V2A:
günstig

CrNiMo-Stähle:
V4A:
teurer

Auszug aus Bauaufsichtlicher Zulassung Z 30.3-6

CrNi-Stähle:
V2A:
günstig

CrNiMo-Stähle:
V4A:
teurer

Auszug aus Bauaufsichtlicher Zulassung Z 30.3-6

Korrosionsschutz gemäß DAST 022 bzw. EN ISO 14713
Holzbaustoffe nach DIN 1052:2008-12

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

A.4 ALLGEMEINE TECHNISCHE BESCHREIBUNG

Die vorliegende statische Berechnung behandelt eine Unterkonstruktion aus Stahl für einen Brückenlaufkran wie z.B. den ABUS Kran ELV
Auftraggeber ist die Firma Arnold Damm GmbH in Haaren.
Ausführende Firma: Metallbau Ruf
Die UK-Außenmaße betragen ca. 10,00m x 5,00m x 2,50m (L x B x H).

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 der Stahlstützen erfolgt auf dem Stahlbeton – Boden, der mindestens eine Festigkeitsklasse von C25/30 aufweisen sollte.
Laut Auftraggeber handelt es sich hier um eine 50 cm dicke Bodenplatte.

Die Befestigung wird mit Schwerlastdübeln, deren Angaben 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.

Der Standsicherheitsnachweis gilt nur für den Endzustand und umfasst somit keine Bauzustände.
Für alle nicht nachgewiesenen Bauzustände während der Baumaßnahme ist von ausführenden Unternehmern die Stabilität aller Bauteile durch Abstützungen und Versteifungen sicherzustellen.

Anprall-Lasten sind durch geeignete Maßnahmen abzuwenden.

Die Weiterleitung der Auflagerkräfte der Stahlstützen in den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung.

Die Konstruktion wird nicht unter Berücksichtigung von Erdbebenersatzlasten berechnet; wohl aber mit Stabilisierungslasten.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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 Stumpfstoßen: $U \geq 0,5$ $U < 0,5$	10 % 0 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Querverlaufende Stumpfnähte und teilweise durchgeschweißte Nähte: in Kreuzstoßen in T-Stößen	10 % 5 %	20 % 10 %	100 % 50 %
Zug- oder scherbeanspruchte querverlaufende Kehlnähte: mit $a > 12$ mm oder $t > 20$ mm mit $a \leq 12$ mm und $t \leq 20$ mm	5 % 0 %	10 % 5 %	20 % 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 (Visual Testing): **100%**

Zerstörungsfreie Prüfung:

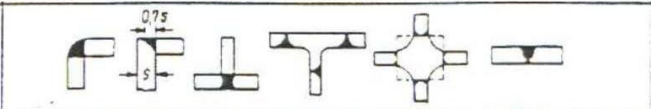
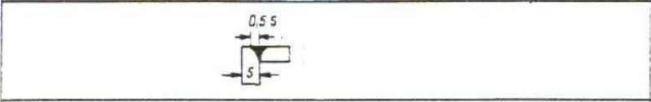
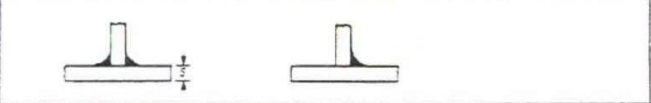
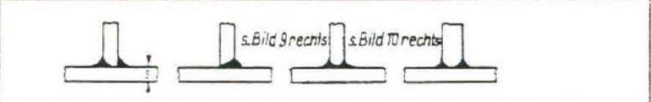
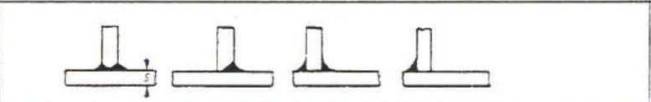
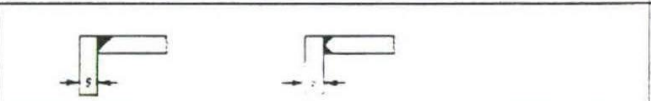
Kehlnähte mit $a \leq 12$ mm und $t \leq 20$ mm => 0%Kehlnähte mit $a > 12$ mm und $t > 20$ mm => 5%[Verbindungsbleche $t > 20$ mm (z.B. First, Fußpunkt oder Rahmenecke)]

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Z-Güte der Schweißnähte

<u>Eingabe</u>	<u>Berechneter Wert</u>	
"a" - Maß in mm :	8	4
oder		
"D" - Maß (wirksame Nahtdicke) in mm :		
Schweißnaht - Form und Lage (1 bis 7) :	4	0
Steifigkeit im Nahtbereich bedingt durch die Blechdicke in mm :	30	6
Steifigkeit im Bauteil :	1	0
wenig steif : freies Schrumpfen möglich = 1 =		
steif : Schrumpfen möglich = 2 =		
sehr steif : hohe Schumpfbinderung = 3 =		
Fertigung (Vorwärmtemperatur eingeben) :	0	0
ohne Vorwärmen = 0°		
oder Vorwärmen mit 50°/80° oder 100°		
Der errechnete Wert für die Z-Güte beträgt :		10
Erforderliche Z-Güte :		0

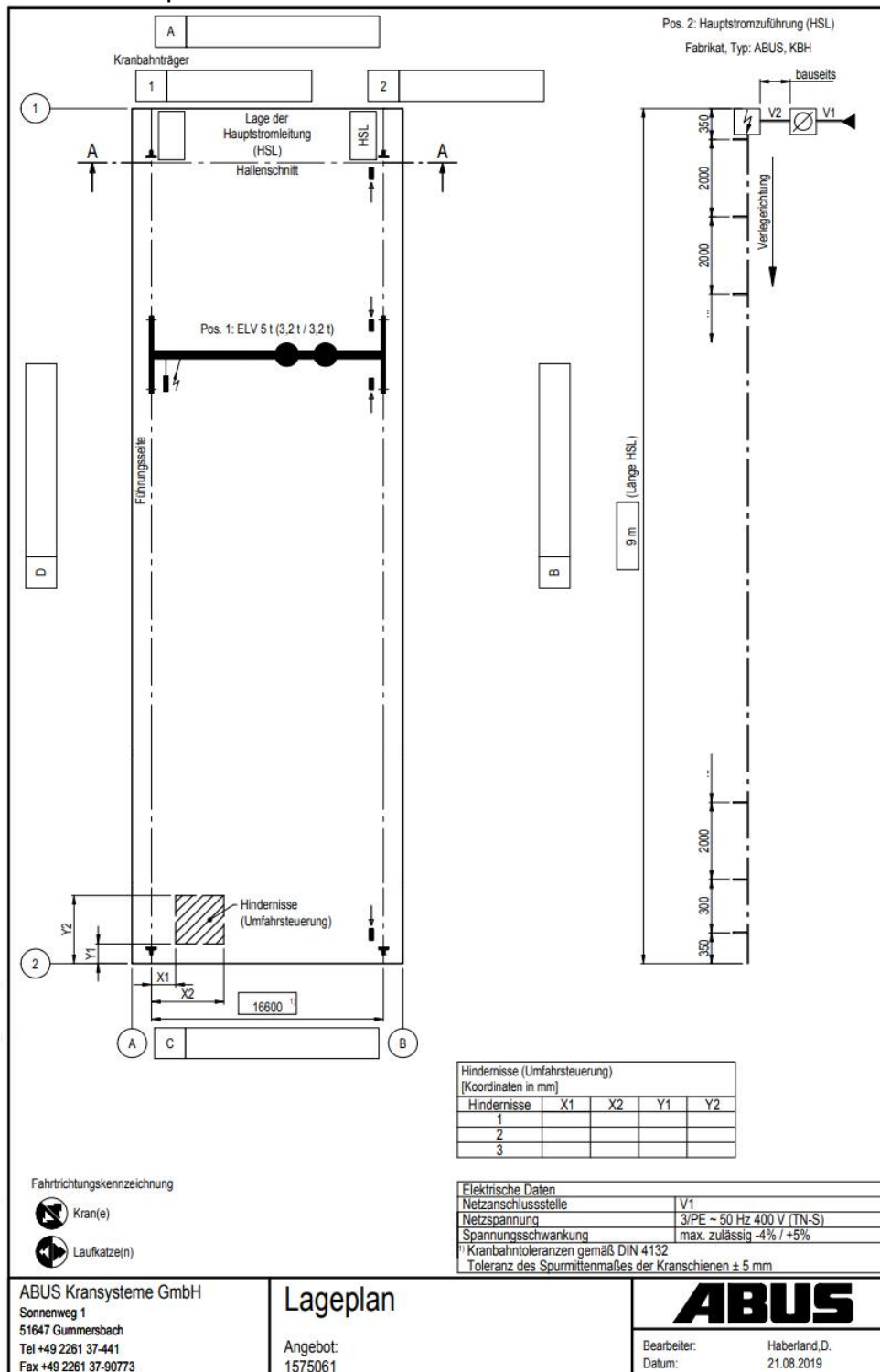
Nahtformen

1		-25
2		-10
3		-5
4		0
5		3
6		5
7		8

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

A.5 ÜBERSICHT - ZEICHNUNG

Hier als Beispiel:



PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

1.1 LASTANNAHMEN

Ständige Lasten

Ständige Lasten für den Einträger Laufkran mit Walzprofil:

ELV 1,6to x 6,00m

Kran Gesamtgewicht g= 10,80 kN
 Katz Gewicht g= 2,66 kN

	Hauptfeld	Endfeld
F1	10,10 kN	3,00 kN
F2	10,30 kN	3,00 kN
Schräg	2,20 kN	2,20 kN
Massen	5,00 kN	1,50 kN
Pufferlast	7,70 kN	

Verkehrslasten

Hublast

Hubklasse:

= HC2

Beanspruchungsklasse:

= S4

Verkehrslast Kategorie: $Q_h =$

= 16,00 kN

Stabilisierungslasten:

1/20 der vertikalen Lasten = V/20

EG Stahlkonstruktion = 18,0 kN

EG Krangewicht = 26,8 kN

Summe = 44,8 kN

1/20 x 45 kN = 2,25 kN

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2. Stahlbau Unterkonstruktion

2.1 Position: 2.1 Stahlbau Unterkonstruktion Berechnungsprotokoll

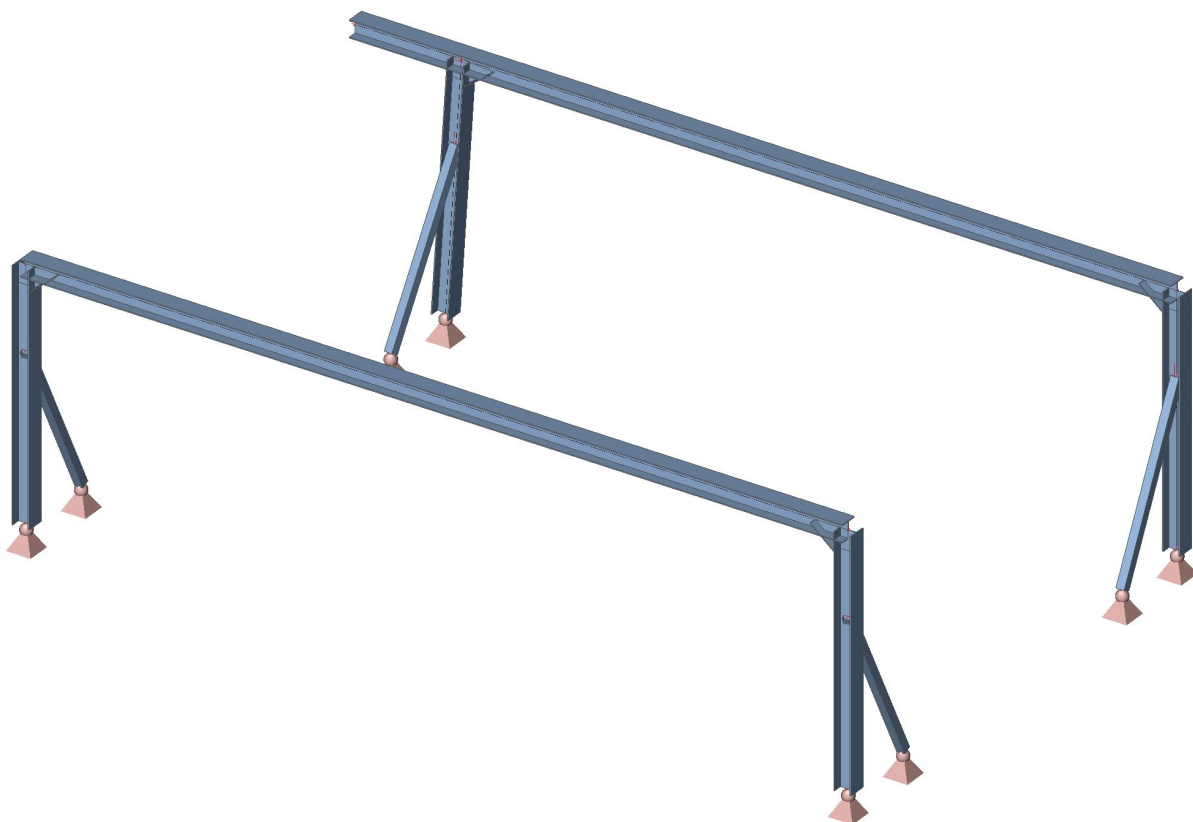
1. Verzeichnistabelle

1. Verzeichnistabelle	1
2. System	2
2.1. Analysemodell	2
2.2. Strukturmodell	3
2.3. System mit Stab- und Knotennummern	4
2.4. System mit Profilkennnung	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
4.1.6. Lastfälle - LC6	18
4.1.6.1. Einzellast auf Stab	18
4.1.6.2. Belastung	19
4.2. Lastgruppen	20
4.3. Kombinationen	20
5. Ergebnisse	22
5.1. Verformungen	22
5.1.1. Stabverformungen	22
5.1.2. Stabverformungen in Z-Richtung	23
5.2. Schnittgrößen	24
5.2.1. Stabschnittgrößen	24
5.2.2. Stabschnittgrößen: N	25
5.2.3. Stabschnittgrößen: Vz	26
5.2.4. Stabschnittgrößen: My	27
5.3. Nachweise gemäß EC	28
5.3.1. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT	28
5.3.2. Auslastung gemäß EC3	29
5.3.3. EC-EN 1993 Stahlnachweis GZT	30
5.4. Auflagerreaktionen	45
5.4.1. Reaktionen	45
5.4.2. 1,0-fache Reaktionen	46
5.4.3. Reaktionen	47
5.4.4. Gamma-fache Reaktionen	48
5.4.5. Fundamenttabelle	49

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

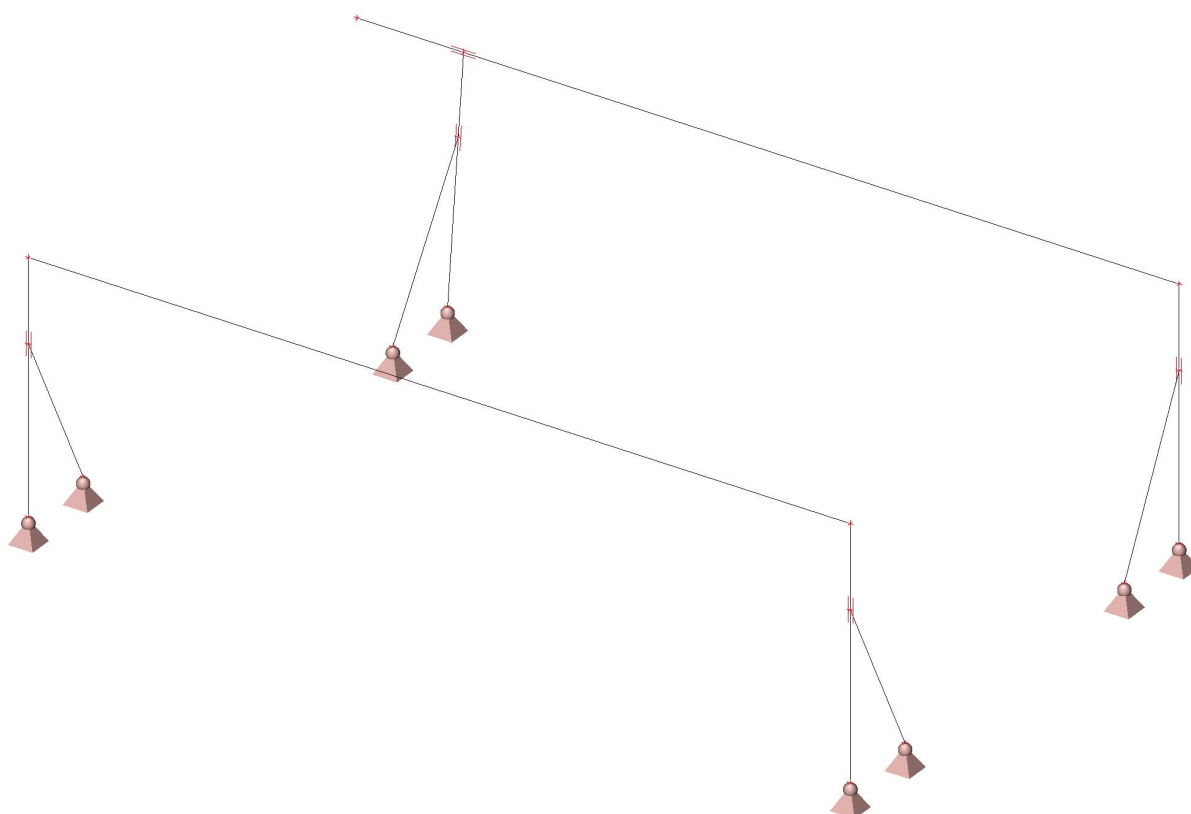
2. System

2.1. Analysemodell



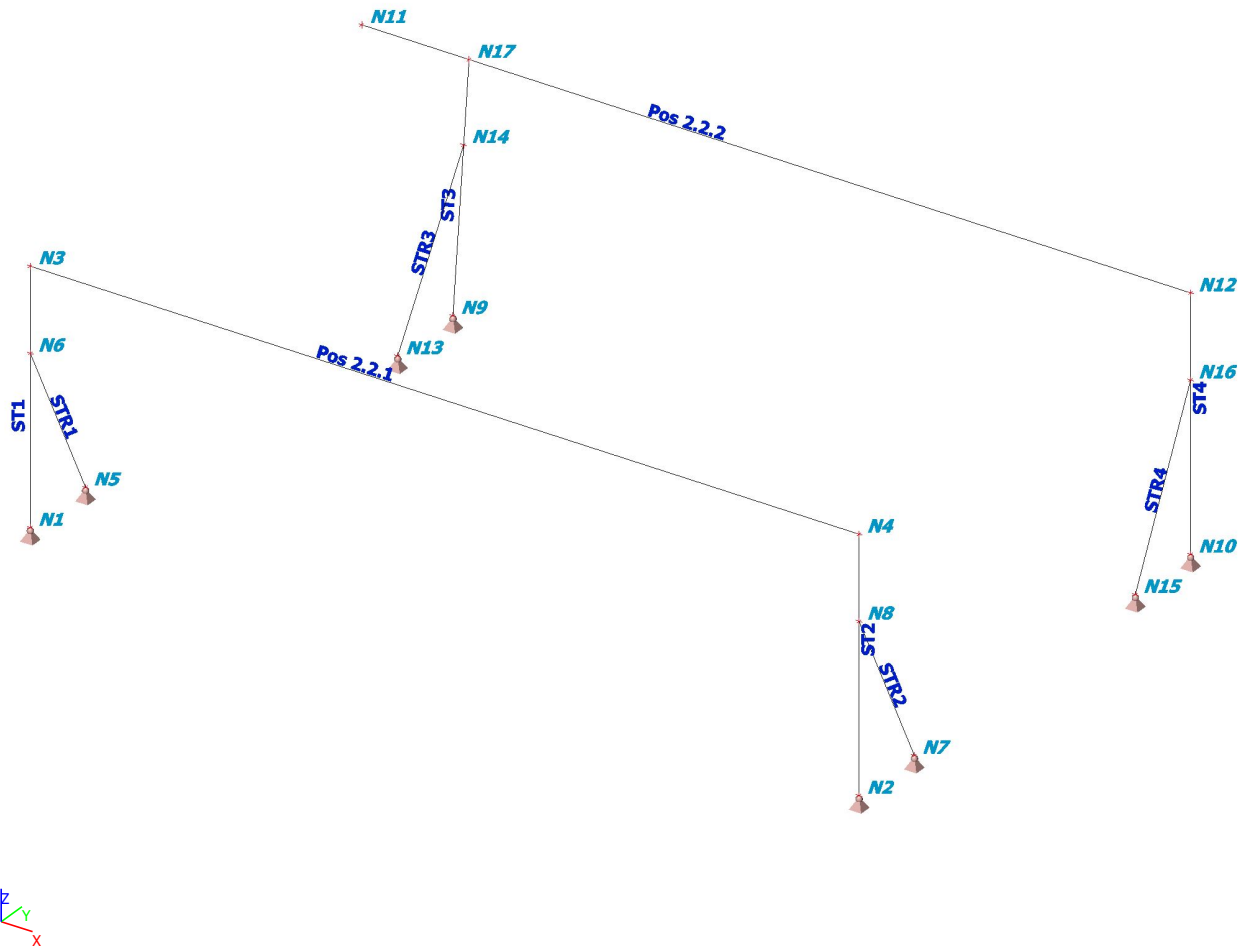
PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2.2. Strukturmodell



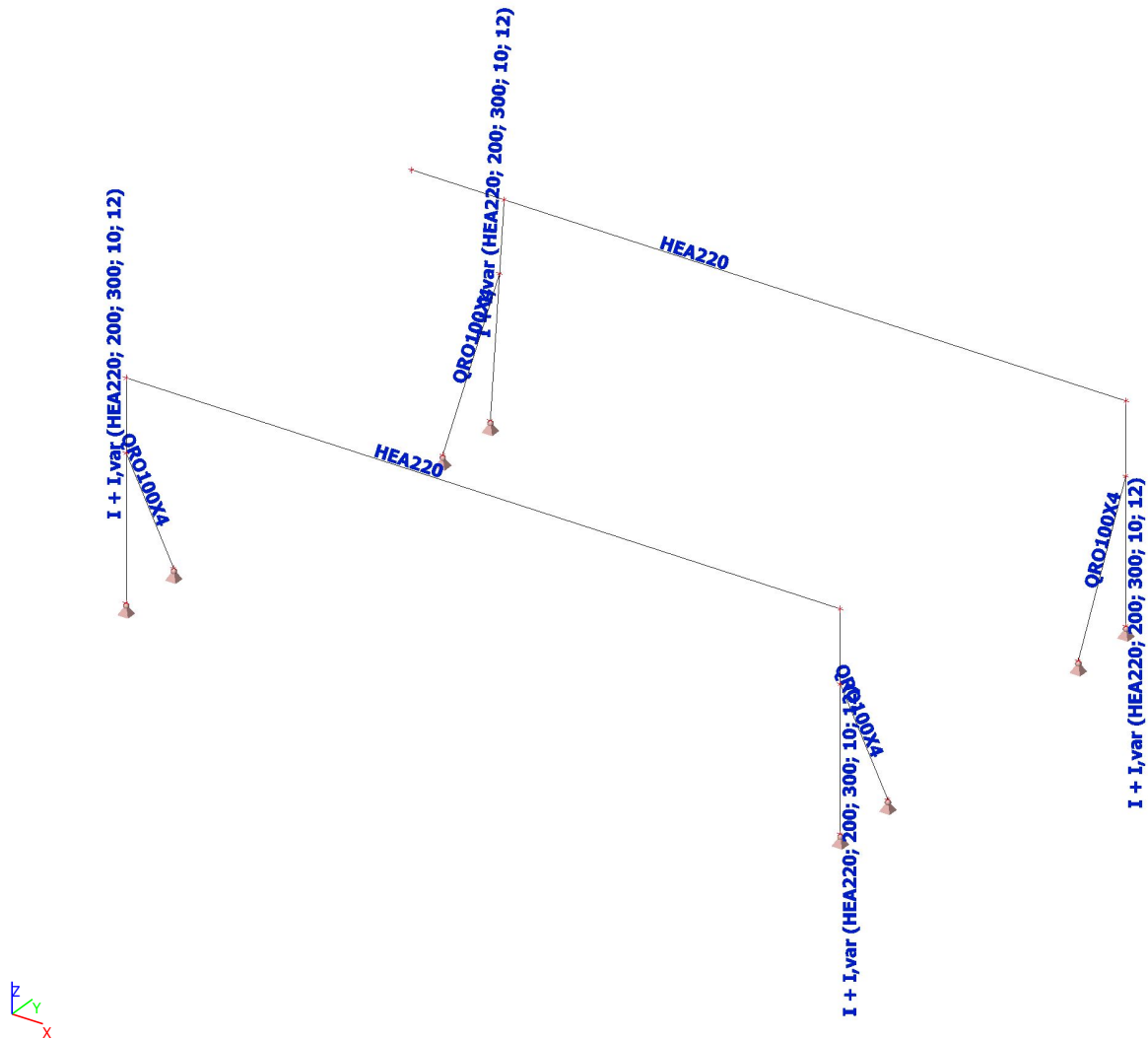
PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2.3. System mit Stab- und Knotennummern



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2.4. System mit Profilkennung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

3. Daten

3.1. Material

Stahl EC3

Name	Massendichte [kg/m ³]	E-Mod [MPa] G-Mod [MPa]	Querdehnzahl T-Dehnzahl [m/mK]	Intere Grenze [mm]	Obere Grenze [mm]	Fy (Bereich) [MPa]	Fu (Bereich) [MPa]
S 235	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0 40	40 80	235,0 215,0	360,0 360,0

3.2. Knoten

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N1	0,000	0,000	0,000
N2	10,000	0,000	0,000
N3	0,000	0,000	3,000
N4	10,000	0,000	3,000
N5	0,000	1,000	0,000
N6	0,000	0,000	2,000
N7	10,000	1,000	0,000
N8	10,000	0,000	2,000
N9	1,100	6,000	0,000

Name	Koord.X [m]	Koord.Y [m]	Koord.Z [m]
N10	10,000	6,000	0,000
N11	0,000	6,000	3,000
N12	10,000	6,000	3,000
N13	1,100	5,000	0,000
N14	1,229	6,000	2,000
N15	10,000	5,000	0,000
N16	10,000	6,000	2,000
N17	1,294	6,000	3,000

3.3. Stäbe

Name	Querschnitt	Layer	Länge [m]	Form	Anf.Knoten Endknoten	Typ FEM-Typ
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 300; 10; 12)	Layer1	3,000	Linie	N1 N3	Stütze (100) Standard
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 300; 10; 12)	Layer1	3,000	Linie	N4 N2	Stütze (100) Standard
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA220	Layer1	10,000	Linie	N3 N4	Träger (80) Standard
STR1	QRO100x4 - QRO100X4	Layer1	2,236	Linie	N5 N6	Wandverband (0) Standard
STR2	QRO100x4 - QRO100X4	Layer1	2,236	Linie	N7 N8	Wandverband (0) Standard
ST3	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 300; 10; 12)	Layer1	3,006	Linie	N9 N17	Stütze (100) Standard
ST4	HEA-VOUTE - I + I,var (HEA220; 200; 300; 10; 12)	Layer1	3,000	Linie	N12 N10	Stütze (100) Standard
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA220	Layer1	10,000	Linie	N11 N12	Träger (80) Standard
STR3	QRO100x4 - QRO100X4	Layer1	2,240	Linie	N13 N14	Wandverband (0) Standard
STR4	QRO100x4 - QRO100X4	Layer1	2,236	Linie	N15 N16	Wandverband (0) Standard

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

3.4. Knotenauflager

Name	Knoten	System	Typ	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Aufl1	N1	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl2	N2	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl5	N5	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl6	N7	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl3	N9	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl4	N10	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl7	N13	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei
Aufl8	N15	GKS	Standard	Starr	Starr	Starr	Frei	Frei	Frei

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4. Belastung

4.1. Lastfälle

4.1.1. Lastfälle - LC1

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

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

PROJECT-NR:

20004

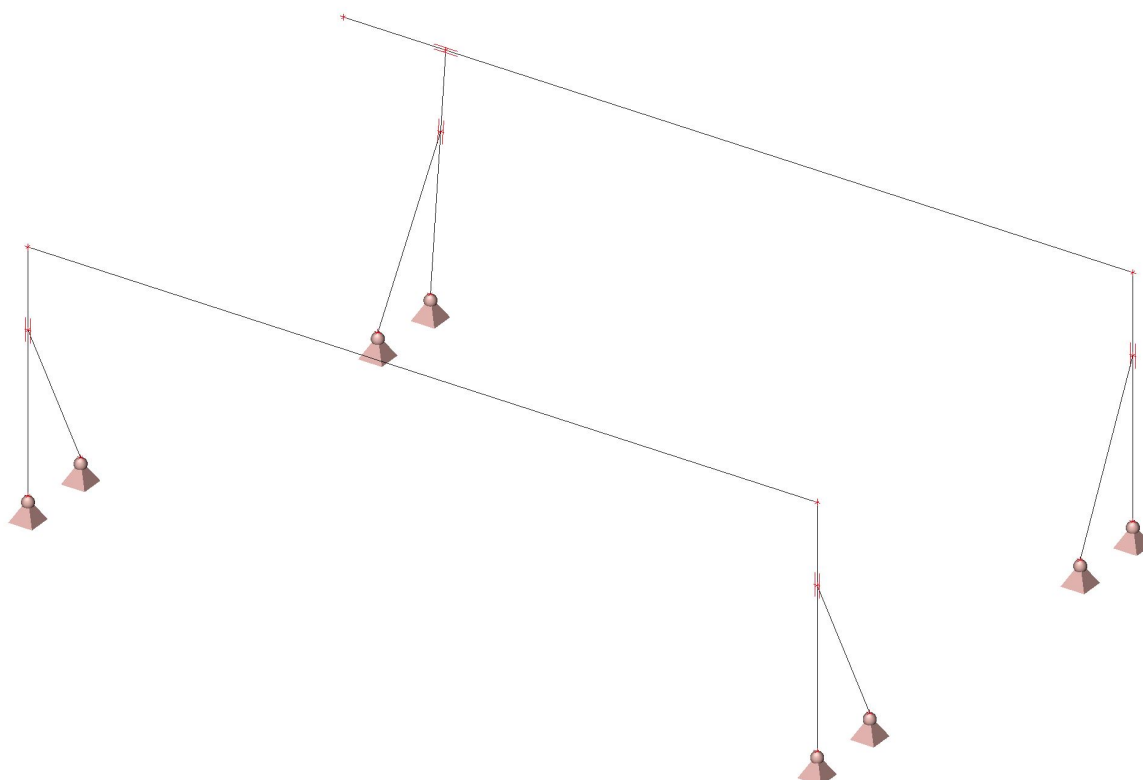
CLIENT:

Arnold Damm GmbH

DATE:

06.02.2020

4.1.1.1. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.2. Lastfälle - LC2

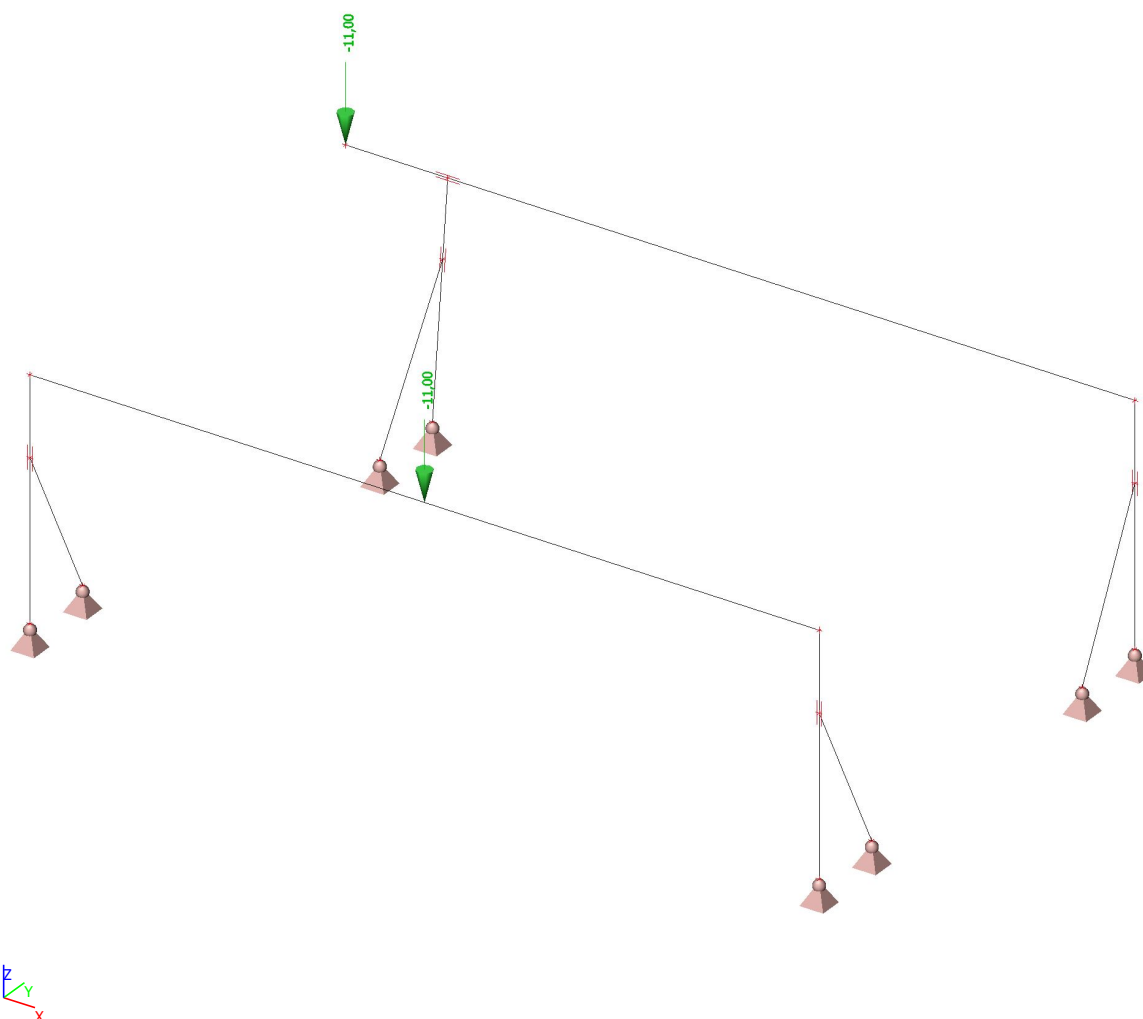
Name	Beschreibung Spez	Einwirkungstyp Lasttyp	Lastgruppe
LC2	ständig	Ständig Standard	LG1

4.1.2.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN] Typ	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich			Ursprung	Gleichmäßig
EG1	Pos 2.2.1	GKS	-11,00	0.500	Relativ	1
	LC2 - ständig	Z	Kraft		Von Anfang	
EG2	Pos 2.2.2	GKS	-11,00	0.000	Relativ	1
	LC2 - ständig	Z	Kraft		Von Anfang	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.2.2. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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
Sta1	ST1	GKS	5,00	0.900	Relativ	1
	LC3 - Stabil +x	X	Kraft		Von Anfang	
Sta2	ST3	GKS	1,50	0.900	Relativ	1
	LC3 - Stabil +x	X	Kraft		Von Anfang	

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

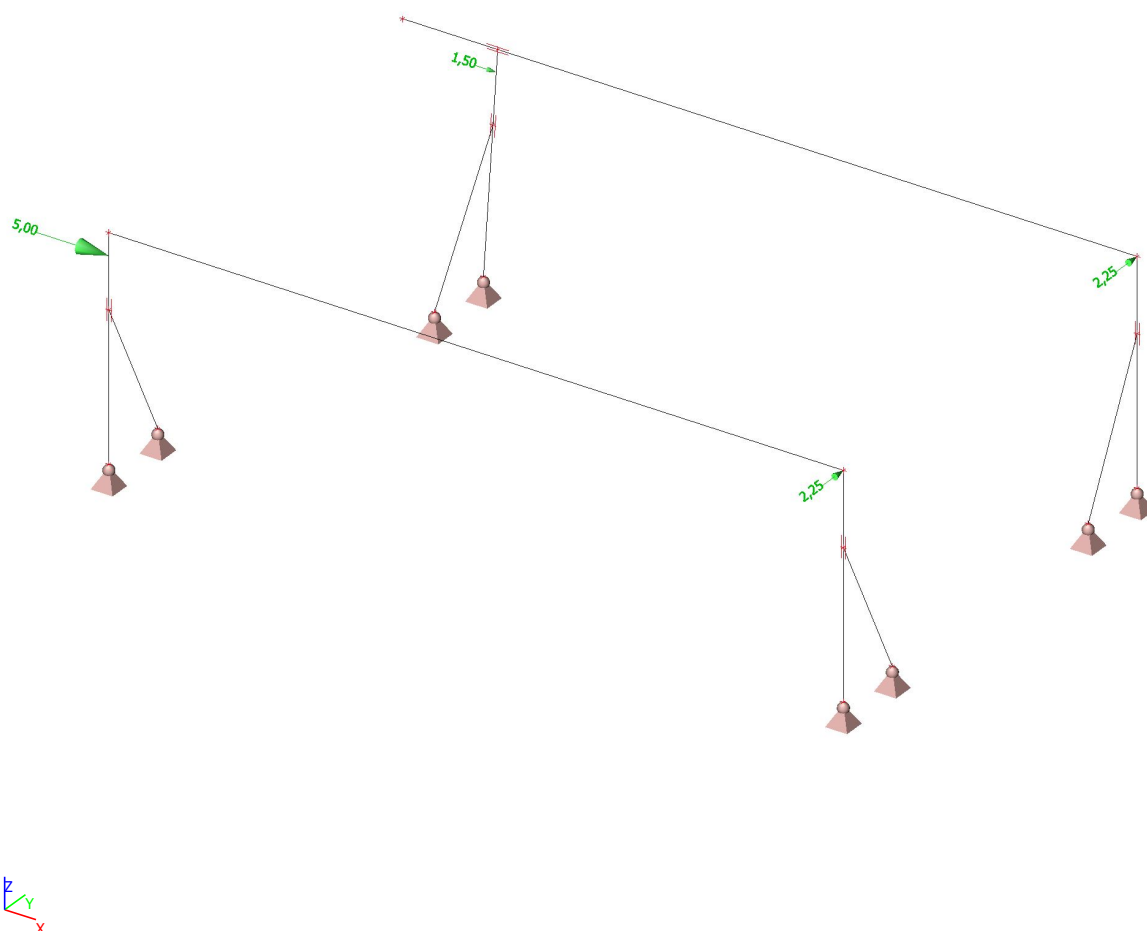
PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

4.1.3.2. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.4. Lastfälle - LC4

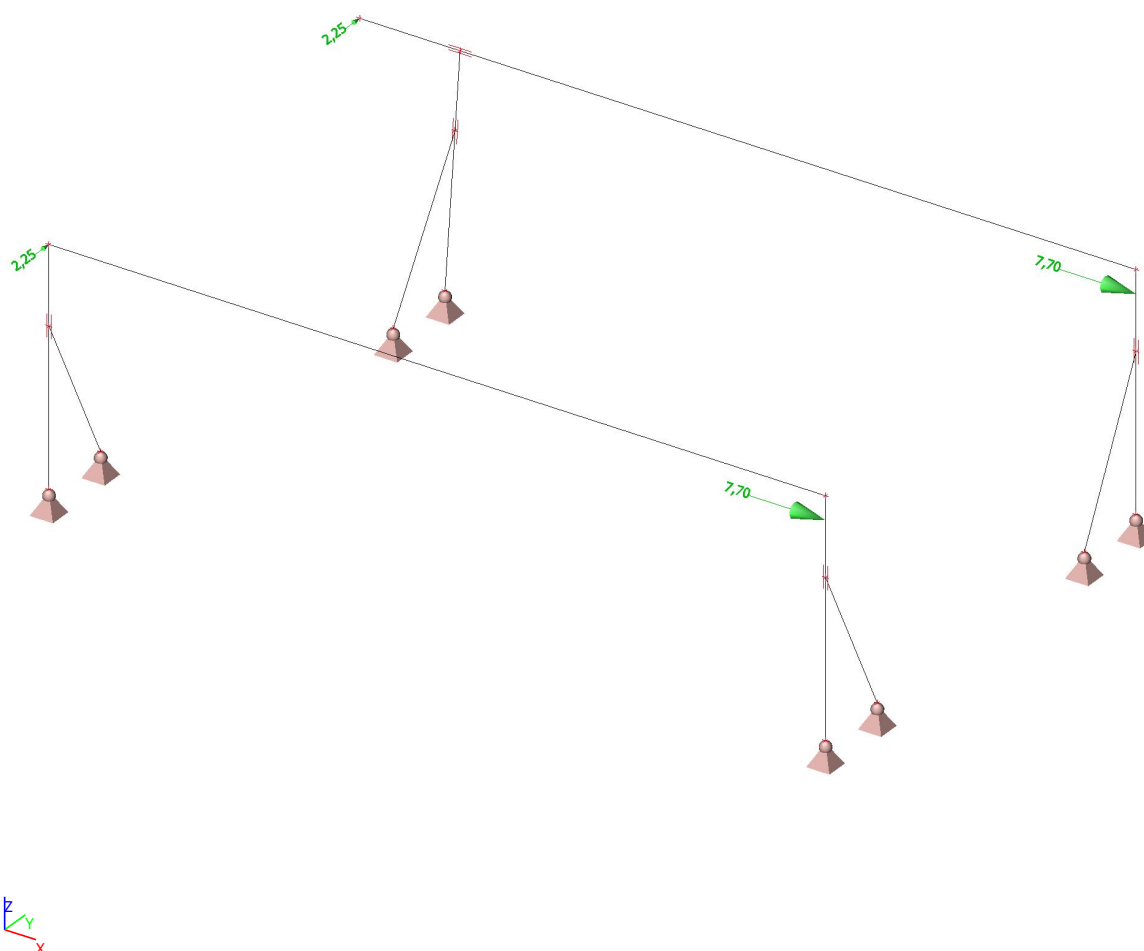
Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC4	Stabil -x	Variabel	LG3	Kurz	Nein
	Standard	Statisch			

4.1.4.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
Sta3	ST2	GKS	7,70	0.100	Relativ	1
	LC4 - Stabil -x	X	Kraft		Von Anfang	
Sta4	ST4	GKS	7,70	0.100	Relativ	1
	LC4 - Stabil -x	X	Kraft		Von Anfang	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.4.2. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.5. Lastfälle - LC5

Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC5	Hublast HF	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
F1	Pos 2.2.1	GKS	-10,10	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast HF	Z	Kraft		Von Anfang	
S1	Pos 2.2.1	GKS	2,20	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast HF	Y	Kraft		Von Anfang	
F2	Pos 2.2.2	GKS	-3,00	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast HF	Z	Kraft		Von Anfang	
S2	Pos 2.2.2	GKS	2,20	0.500	Relativ	1
	LC5 - Hublast HF	Y	Kraft		Von Anfang	

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

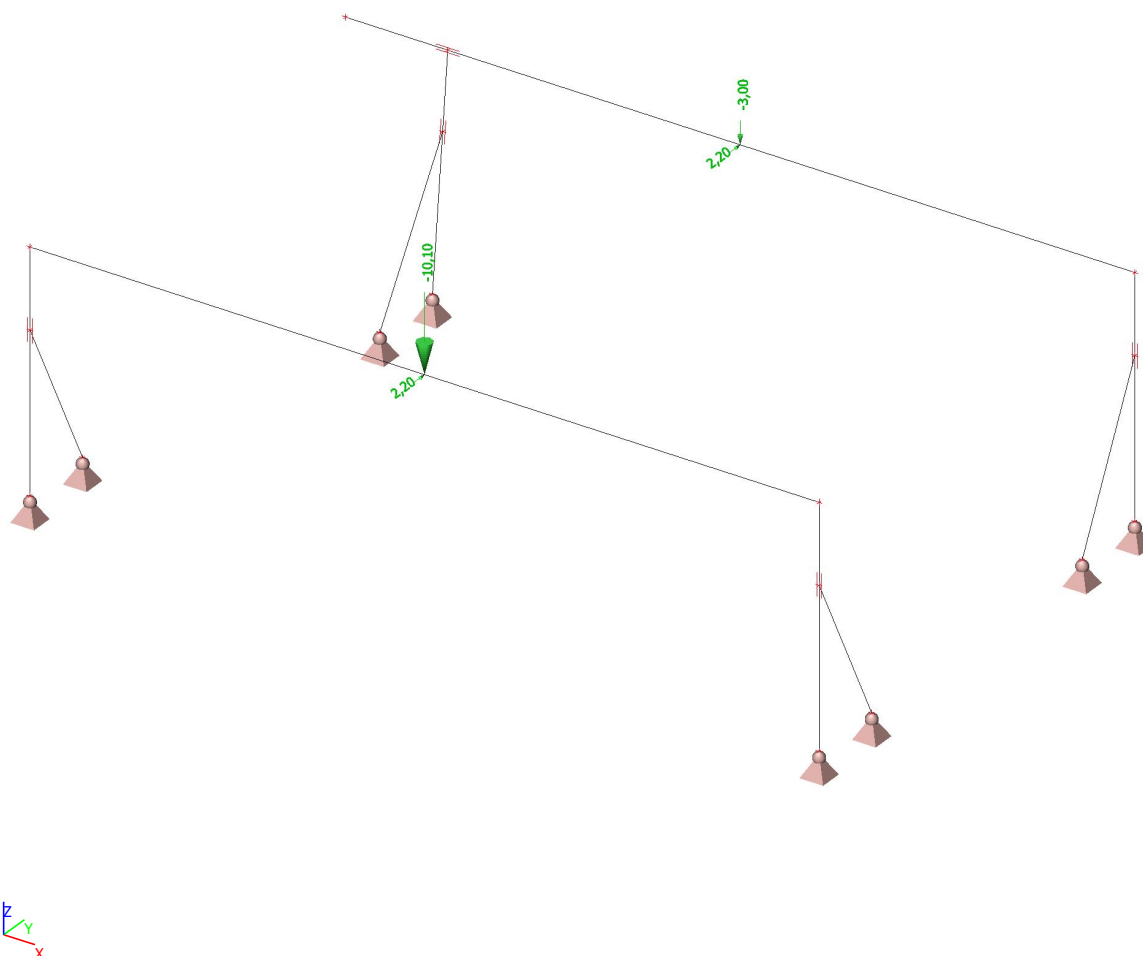
PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

4.1.5.2. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.6. Lastfälle - LC6

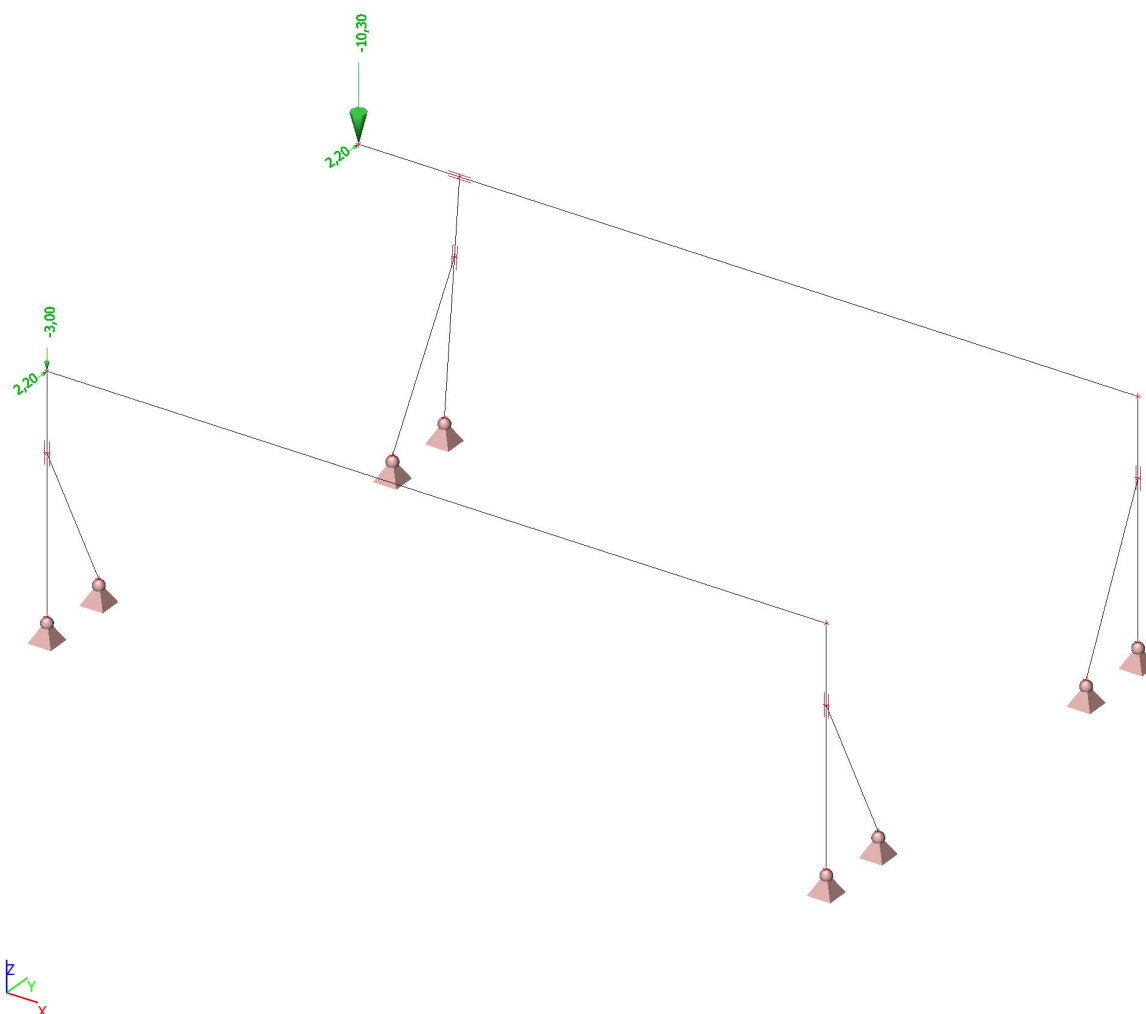
Name	Beschreibung	Einwirkungstyp	Lastgruppe	Dauer	Vorherrschender Lastfall
	Spez	Lasttyp			
LC6	Hublast EF	Variabel	LG3	Kurz	Nein
	Standard	Statisch			

4.1.6.1. Einzellast auf Stab

Name	Stab	System	Wert - F [kN]	Pos.x	Koor	Wieder (n)
	Lastfall	Rich	Typ		Ursprung	Gleichmäßig
F3	Pos 2.2.1	GKS	-3,00	0.000	Relativ	1
	LC6 - Hublast EF	Z	Kraft		Von Anfang	
F4	Pos 2.2.2	GKS	-10,30	0.000	Relativ	1
	LC6 - Hublast EF	Z	Kraft		Von Anfang	
F5	Pos 2.2.1	GKS	2,20	0.000	Relativ	1
	LC6 - Hublast EF	Y	Kraft		Von Anfang	
F6	Pos 2.2.2	GKS	2,20	0.000	Relativ	1
	LC6 - Hublast EF	Y	Kraft		Von Anfang	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

4.1.6.2. Belastung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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 HF	1,00
			LC6 - Hublast EF	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 HF	1,00
			LC6 - Hublast EF	1,00
CO3		GZT - Umhüllende	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
CO4		GZT - Umhüllende	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
CO5		GZT - Umhüllende	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
			LC3 - Stabil +x	1,50
			LC4 - Stabil -x	1,50
			LC5 - Hublast HF	1,50
			LC6 - Hublast EF	1,50
CO6		GZT - Umhüllende	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,50
			LC4 - Stabil -x	1,50
			LC5 - Hublast HF	1,50
			LC6 - Hublast EF	1,50
CO7		GZG - Umhüllende	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
CO8		GZG - Umhüllende	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,00
			LC4 - Stabil -x	1,00
			LC5 - Hublast HF	1,00
			LC6 - Hublast EF	1,00
CO9		GZT - linear	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
CO10		GZT - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
CO11		GZT - linear	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Name	Beschreibung	Typ	Lastfälle	Beiwert [-]
			LC3 - Stabil +x	1,50
CO12		GZT - linear	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
			LC4 - Stabil -x	1,50
CO13		GZT - linear	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
			LC5 - Hublast HF	1,50
CO14		GZT - linear	LC1 - EG	1,35
			LC2 - ständig	1,35
			LC6 - Hublast EF	1,50
CO15		GZT - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,50
CO16		GZT - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC4 - Stabil -x	1,50
CO17		GZT - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC5 - Hublast HF	1,50
CO18		GZT - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC6 - Hublast EF	1,50
CO19		GZG - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
CO20		GZG - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC3 - Stabil +x	1,00
CO21		GZG - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC4 - Stabil -x	1,00
CO22		GZG - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC5 - Hublast HF	1,00
CO23		GZG - linear	LC1 - EG	1,00
			LC2 - ständig	1,00
			LC6 - Hublast EF	1,00

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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_CO23	-3,5	4,6	-4,2	-1,3	-3,8	-2,6	7,1
Pos 2.2.1	0,000	NC_CO21	7,5	0,8	0,0	-0,7	2,8	-0,1	7,5
STR3	2,240	NC_CO21	0,1	-3,9	-0,8	-0,6	0,9	-1,6	4,0
Pos 2.2.1	5,000	NC_CO22	0,1	12,9	-16,6	-0,4	0,0	0,0	21,0
ST2	0,000	NC_CO21	0,0	-0,1	7,4	0,1	0,3	0,1	7,4
ST3	3,006	NC_CO21	-0,1	0,6	-4,9	-2,3	0,4	1,1	4,9
ST2	0,048	NC_CO22	0,3	0,8	0,2	3,9	-2,0	-0,4	0,9
Pos 2.2.1	8,000	NC_CO22	0,1	7,5	-7,4	-0,4	-4,4	-3,2	10,6
Pos 2.2.1	2,000	NC_CO22	0,2	7,5	-7,5	-0,4	4,4	3,2	10,6
Pos 2.2.1	10,000	NC_CO22	0,1	0,4	0,0	-0,4	-2,0	-3,8	0,4
Pos 2.2.1	0,000	NC_CO22	0,2	0,4	0,0	-0,4	2,1	3,8	0,4

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

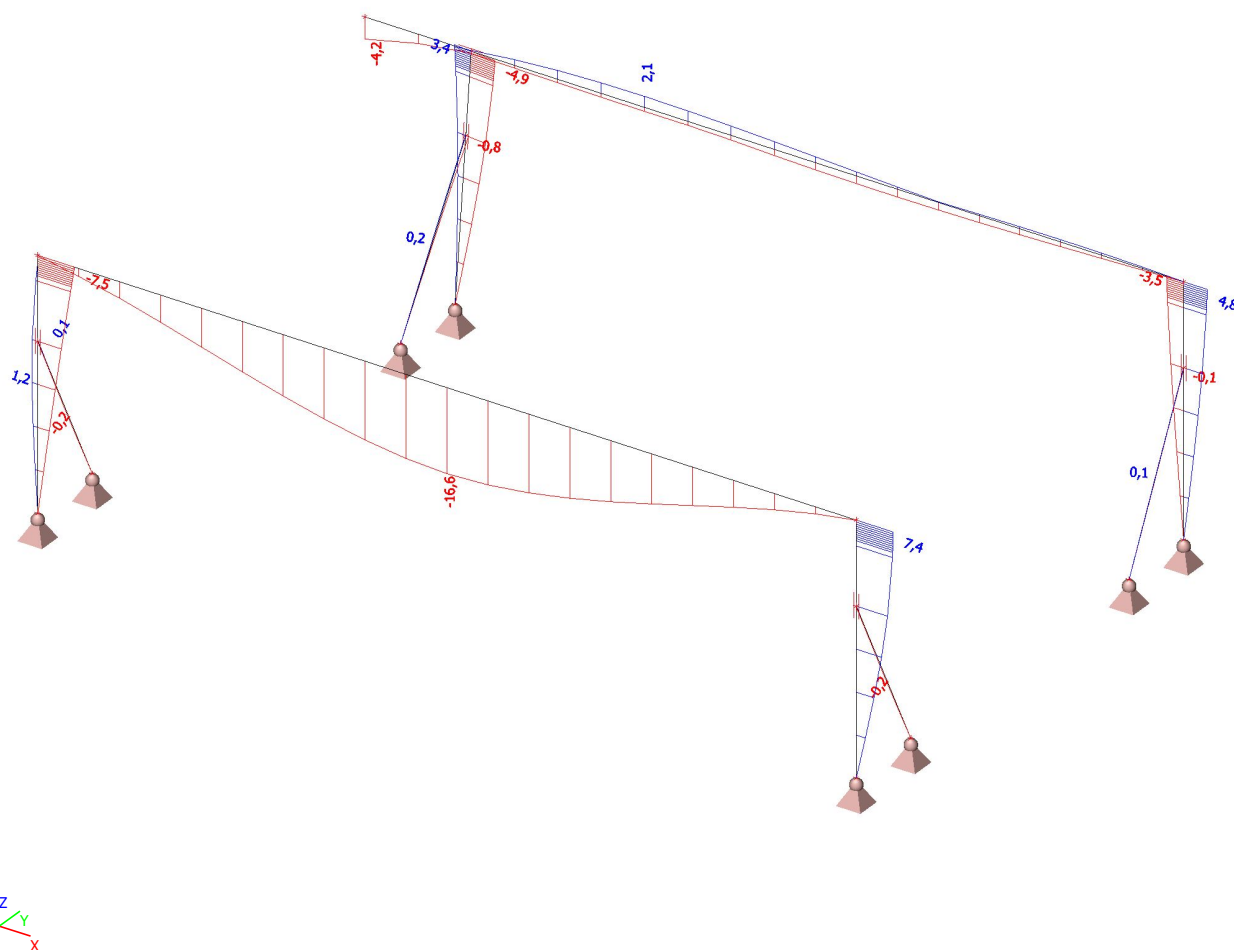
PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

5.1.2. Stabverformungen in Z-Richtung



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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]
ST3	HEA-VOUTE - I + I,var	0,000	NC_CO14	-51,75	3,13	6,55	0,00	0,00	0,00
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var	2,000	NC_CO16	4,73	1,61	0,31	0,01	0,62	3,22
ST3	HEA-VOUTE - I + I,var	3,006	NC_CO14	-37,42	-4,65	4,71	0,60	21,59	1,12
ST4	HEA-VOUTE - I + I,var	0,000	NC_CO11	-1,82	3,64	-0,06	-0,43	-0,37	0,00
ST1	HEA-VOUTE - I + I,var	0,000	NC_CO13	-15,35	1,13	-12,36	0,00	0,00	0,00
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var	3,000	NC_CO12	-15,89	0,21	13,51	0,00	0,00	0,00
ST4	HEA-VOUTE - I + I,var	0,048	NC_CO11	-1,88	3,63	-0,05	-0,43	-0,38	0,17
ST2	HEA-VOUTE - I + I,var	0,240	NC_CO12	-14,20	-0,19	1,38	0,07	-35,92	-0,03
ST3	HEA-VOUTE - I + I,var	3,006	NC_CO12	-16,35	-4,08	7,00	0,54	24,50	1,52
ST4	HEA-VOUTE - I + I,var	1,000	NC_CO12	-4,12	0,22	5,33	0,00	-10,80	-0,56
ST3	HEA-VOUTE - I + I,var	2,004	NC_CO14	-38,18	-3,95	5,47	-0,01	11,65	5,48
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA220	5,000	NC_CO13	-12,35	-1,66	14,94	0,00	47,23	-9,14
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA220	7,000	NC_CO12	6,17	-0,51	-2,68	-0,01	-1,73	1,42
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA220	0,000	NC_CO13	-12,28	-1,98	18,56	-0,21	-36,72	0,00
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA220	1,294	NC_CO12	0,00	3,40	-15,71	0,07	-19,77	4,40
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA220	1,294	NC_CO14	0,11	3,36	-31,16	0,12	-39,76	4,35
Pos 2.2.1	Riegel HEA - HEA220	10,000	NC_CO13	-12,28	1,98	-18,68	0,21	-37,32	0,00
Pos 2.2.2	Riegel HEA - HEA220	1,294	NC_CO12	6,17	-0,54	1,13	-0,01	2,68	4,42
STR2	QRO100x4 - QRO100X4	0,000	NC_CO11	-11,65	-0,30	0,40	0,00	0,00	0,00
STR3	QRO100x4 - QRO100X4	2,240	NC_CO14	13,49	0,06	-0,35	0,00	-0,58	0,12
STR2	QRO100x4 - QRO100X4	0,000	NC_CO13	-6,00	-0,31	0,24	0,00	0,00	0,00
STR1	QRO100x4 - QRO100X4	0,000	NC_CO13	-6,00	0,31	0,24	0,00	0,00	0,00
STR3	QRO100x4 - QRO100X4	2,240	NC_CO12	13,48	0,05	-0,34	0,00	-0,55	0,12
STR2	QRO100x4 - QRO100X4	1,677	NC_CO11	-11,42	0,04	-0,07	0,00	0,28	-0,22
STR2	QRO100x4 - QRO100X4	2,236	NC_CO13	-5,68	-0,09	-0,14	0,00	0,11	-0,44
STR1	QRO100x4 - QRO100X4	2,236	NC_CO13	-5,68	0,09	-0,14	0,00	0,10	0,45

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

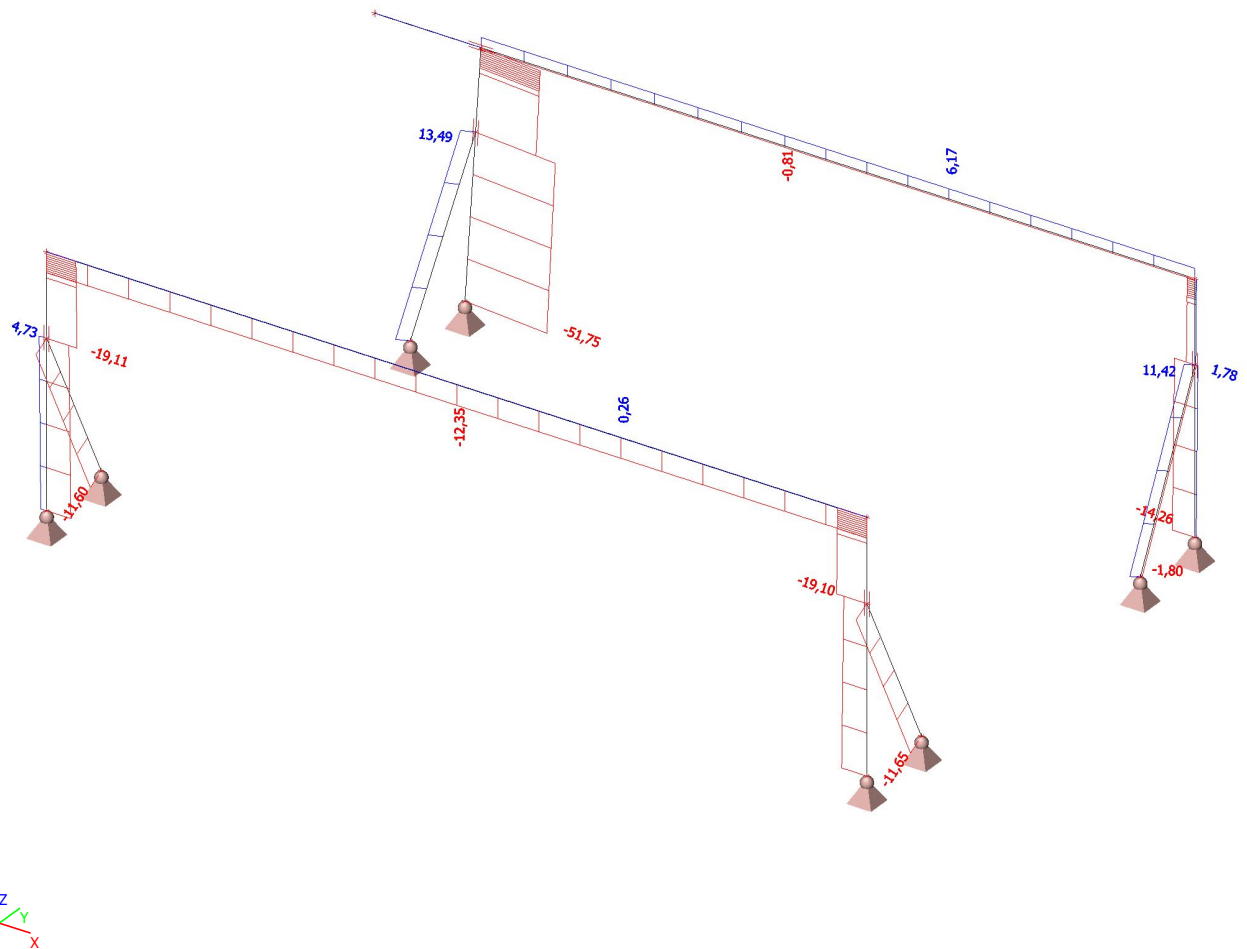
PROJECT-NR:

20004

DATE:

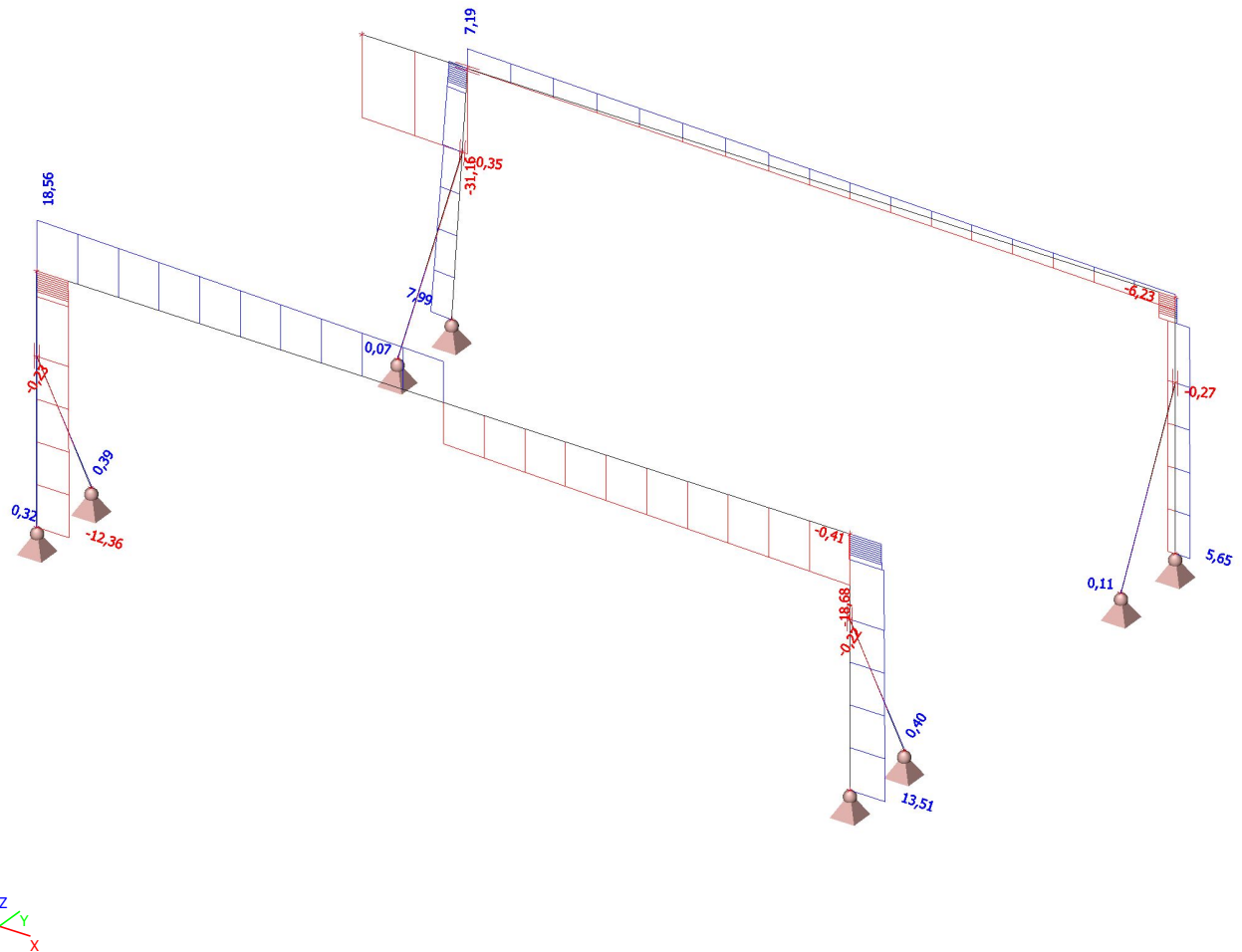
06.02.2020

5.2.2. Stabschnittgrößen: N



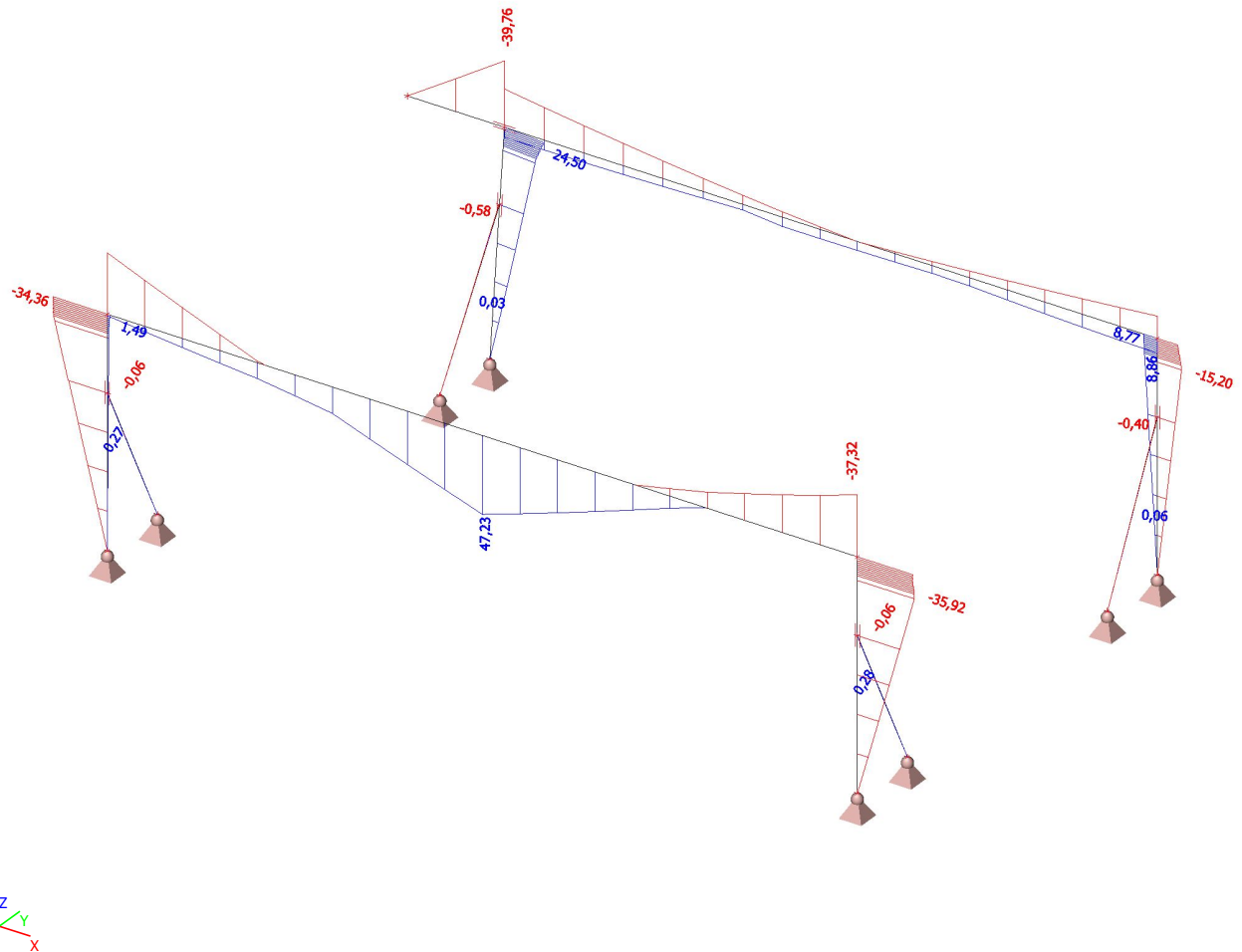
PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

5.2.3. Stabschnittgrößen: Vz



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

5.2.4. Stabschnittgrößen: My



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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	2,760-	NC_CO13	HEA-VOUTE - I + I _{var}	S 235	0,33	0,25	0,33
ST2	0,240+	NC_CO13	HEA-VOUTE - I + I _{var}	S 235	0,34	0,26	0,34
Pos 2.2.1	5,000-	NC_CO13	Riegel HEA - HEA220	S 235	0,58	0,35	0,58
STR1	0,000	NC_CO14	QRO100x4 - QRO100X4	S 235	0,09	0,03	0,09
STR2	0,000	NC_CO11	QRO100x4 - QRO100X4	S 235	0,10	0,03	0,10
ST3	2,004-	NC_CO14	HEA-VOUTE - I + I _{var}	S 235	0,31	0,09	0,31
ST4	0,300-	NC_CO16	HEA-VOUTE - I + I _{var}	S 235	0,12	0,11	0,12
Pos 2.2.2	1,294-	NC_CO14	Riegel HEA - HEA220	S 235	0,45	0,30	0,45
STR3	2,240	NC_CO14	QRO100x4 - QRO100X4	S 235	0,04	0,04	0,00
STR4	2,236	NC_CO11	QRO100x4 - QRO100X4	S 235	0,03	0,03	0,00

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

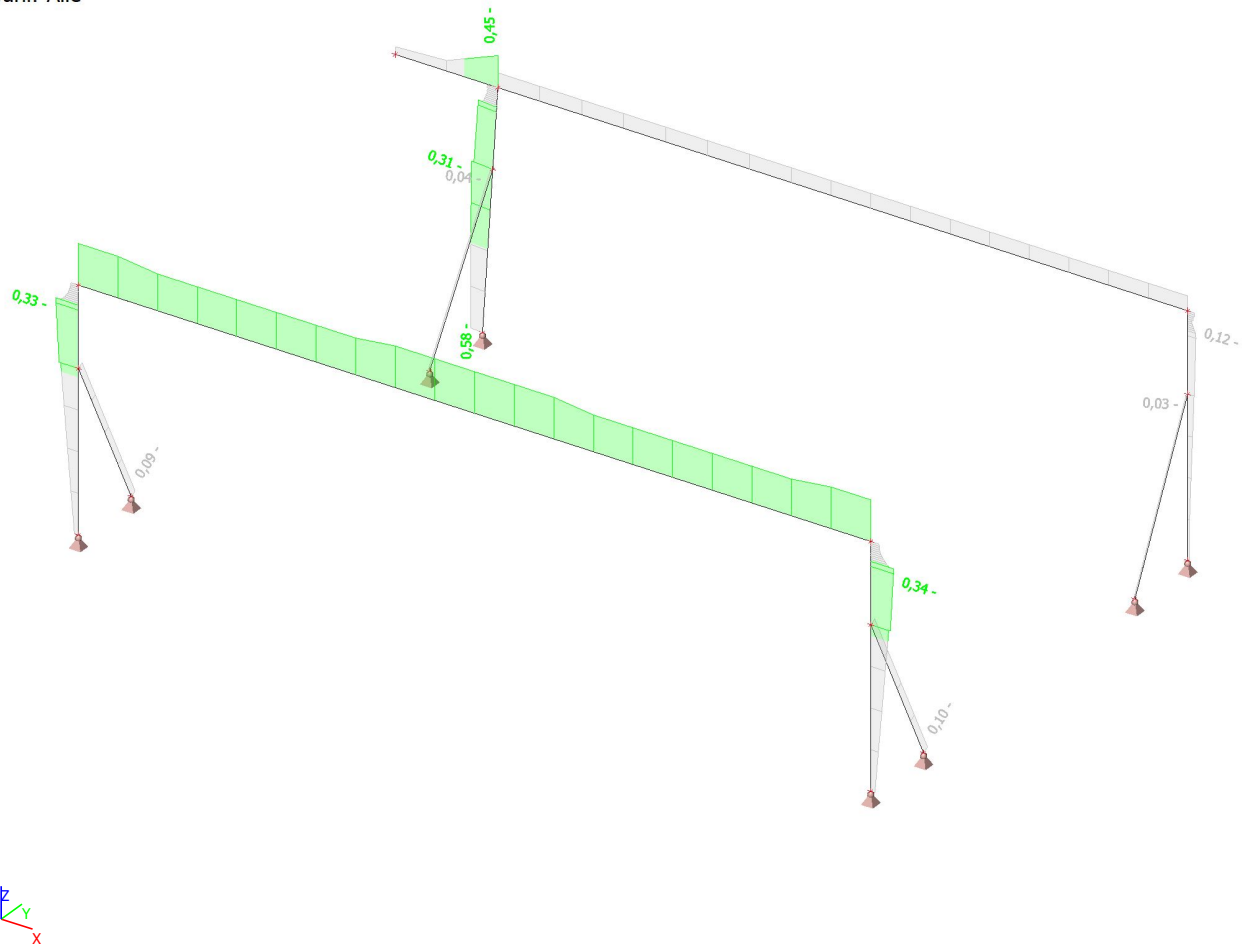
20004

DATE:

06.02.2020

5.3.2. Auslastung gemäß EC3

Werte: **UC_{Overall}**
Nichtlineare Analyse
LFK-Klasse: Alle GZT_NL
Koordinatensystem: Hauptsystem
Extremwerte 1D: Bauteil
Auswahl: Alle



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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	0,240 / 3,000 m	HEA220 (HEA220; 200; 0; 10; 12)	S 235	Alle GZT_NL	0,34 -
-----------------	------------------------	--	--------------	--------------------	---------------

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 0,240 m

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N_{Ed}	-18,62	kN
$V_{y,Ed}$	2,06	kN
$V_{z,Ed}$	12,13	kN
T_{Ed}	0,22	kNm
$M_{y,Ed}$	-34,43	kNm
$M_{z,Ed}$	0,31	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	6,587e+04	6,449e+04	0,98	0,44	1,00	8,05	9,00	10,00	13,90	1
3	SO	89	11	6,654e+04	6,793e+04	0,98	0,43	1,00	8,05	9,00	10,00	13,79	1
4	I	152	7	5,125e+04	-4,547e+04	-0,89		0,54	21,71	66,18	76,20	111,33	1
5	SO	89	11	-6,009e+04	-5,870e+04								
7	SO	89	11	-6,076e+04	-6,214e+04								

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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	0,01	-

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	0,26	-

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	0,00	-

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	
T _{Ed}	8,4	MPa
T _{Rd}	135,7	MPa
Einheitsnachweis	0,06	-

Nachweis der zusammengesetzten Beanspruchung durch Schub und Torsion für V_y und T_{t,Ed}

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 & 6.2.7 und Formel (6.25),(6.26)

.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

$V_{pl,T,y,Rd}$	663,28	kN
Einheitsnachweis	0,00	-

Nachweis der zusammengesetzten Beanspruchung durch Schub und Torsion für V_z und $\tau_{t,Ed}$
Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 & 6.2.7 und Formel (6.25),(6.26)

$V_{pl,T,z,Rd}$	272,85	kN
Einheitsnachweis	0,04	-

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) = 0,07 + 0,00 = 0,07 -

Bemerkung: Der Einfluss der Querkraft auf den Biegezugwiderstand 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 Biegezugwiderstand 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 Biegezugwiderstand 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	3,000	3,000	m
Knickbeiwert k	6,38	1,00	
Knicklänge L_{cr}	19,151	3,000	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	305,71	4513,92	kN
Schlankheit λ	208,79	54,34	
Relative Schlankheit λ_{rel}	2,22	0,58	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Knickfigur	b	c	
Imperfektion A	0,34	0,49	
Reduktionsbeiwert χ	0,17	0,80	
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	261,67	1205,83	kN

Kontrolle des Biegeknickens		
Querschnittsfläche A	6,4300e-03	m ²
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	261,67	kN
Einheitsnachweis	0,07	-

Biegedrillknicknachweis

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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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}	902,27	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,LT}$	0,38	
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 M_{cr}		
BDK-Länge L	3,000	m
Einfluss der Lastposition	kein Einfluss	
Korrekturbeiwert k	1,00	
Korrekturbeiwert k_w	1,00	
BDK-Momentenbeiwert C_1	1,63	
BDK-Momentenbeiwert C_2	0,04	
BDK-Momentenbeiwert C_3	1,00	
Schubmittellabstand 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}	18,62	kN
Bemessungsbiegemoment $M_{y,Ed}$	-34,43	kNm
Bemessungsbiegemoment $M_{z,Ed}$	0,31	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	0,17	
Reduktionsbeiwert χ_z	0,80	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	1,00	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,02	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	0,75	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	0,57	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,06	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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 0,000 m ermittelt.

Für $C_{mz,0}$ der Höchstwert des Biegemomentes $M_{z,Ed}$ wurde vom Stab ST2 Position 1,000 m ermittelt.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	305,71	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	4513,92	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	5891,40	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 Momentenbeiwert $C_{my,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	-34,96	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	1,8	mm
Äquivalenter Momentenbeiwert $C_{my,0}$	0,98	
Verfahren für äquivalenten Momentenbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	1,93	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	1,3	mm
Äquivalenter Momentenbeiwert $C_{mz,0}$	1,01	
Beiwert μ_y	0,95	
Beiwert μ_z	1,00	
Beiwert ε_y	23,09	
Beiwert a_{LT}	0,99	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	552,08	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,49	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,26	
Äquivalenter Momentenbeiwert C_{my}	1,00	
Äquivalenter Momentenbeiwert C_{mz}	1,01	
Äquivalenter Momentenbeiwert C_{mLT}	1,00	
Beiwert b_{LT}	0,00	
Beiwert c_{LT}	0,12	
Beiwert d_{LT}	0,01	
Beiwert e_{LT}	1,02	
Beiwert w_y	1,10	
Beiwert w_z	1,50	
Beiwert n_{pl}	0,01	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	2,22	
Beiwert C_{yy}	0,99	
Beiwert C_{yz}	0,89	
Beiwert C_{zy}	0,95	
Beiwert C_{zz}	0,96	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Einheitsnachweis (6.61) = $0,07 + 0,26 + 0,00 = 0,34$ -

Einheitsnachweis (6.62) = $0,02 + 0,15 + 0,01 = 0,17$ -

Schubbeulnachweis

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

Schubbeulparameter		
Beulfeldlänge a	3,000	m
Web	nicht ausgesteift	
Steghöhe h_w	188	mm
Stegdickte t	7	mm
Materialbeiwert ϵ	1,00	
Korrekturbeiwert für Schub η	1,20	

Kontrolle des Schubbeulens	
Stegschlankheit h_w/t	26,86
Grenزشlankheit 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	5,000 / 10,000 m	HEA220	S 235	Alle GZT_NL	0,58 -
-----------------------	-------------------------	---------------	--------------	--------------------	---------------

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 5,000 m

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
N_{Ed}	-12,35	kN
$V_{y,Ed}$	-1,66	kN
$V_{z,Ed}$	14,94	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	47,23	kNm
$M_{z,Ed}$	-9,14	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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Id	Typ	c [mm]	t [mm]	σ_1 [kN/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	SO	89	11	-7,488e+04	-3,349e+04								
3	SO	89	11	-9,499e+04	-1,364e+05								
4	I	152	7	-6,442e+04	6,826e+04	-0,94		0,52	21,71	68,03	78,34	117,14	1
5	SO	89	11	7,871e+04	3,733e+04	0,47	0,71	1,00	8,05	9,00	10,00	17,69	1
7	SO	89	11	9,882e+04	1,402e+05	0,70	0,46	1,00	8,05	9,00	10,00	14,19	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

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	0,01	-

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	0,14	-

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	0,05	-

Nachweis bei Torsionsbeanspruchung

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

Faser	2	
T _{Ed}	0,0	MPa
T _{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.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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) = $0,13 + 0,14 = 0,27$ -**Bemerkung:** Der Einfluss der Querkraft auf den Biegezugwiderstand 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 Biegezugwiderstand 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 Biegezugwiderstand um die z-z Achse nicht berücksichtigt.

Der Querschnittsnachweis für das Teil wurde erbracht.

....:STABILITÄTSNACHWEIS:....**Klassifizierung für den Biegeknicknachweis**

Maßgebender Schnitt für die Stabilitätsklassifizierung: 5,000 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/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	SO	89	11	-7,488e+04	-3,349e+04								
3	SO	89	11	-9,499e+04	-1,364e+05								
4	I	152	7	-6,442e+04	6,826e+04	-0,94		0,52	21,71	68,03	78,34	117,14	1
5	SO	89	11	7,871e+04	3,733e+04	0,47	0,71	1,00	8,05	9,00	10,00	17,69	1
7	SO	89	11	9,882e+04	1,402e+05	0,70	0,46	1,00	8,05	9,00	10,00	14,19	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	10,000	10,000	m
Knickbeiwert k	1,35	0,70	
Knicklänge L_{cr}	13,533	6,954	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	612,23	839,97	kN
Schlankheit λ	147,54	125,96	
Relative Schlankheit λ_{rel}	1,57	1,34	
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.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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}	170,70	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,LT}$	0,88	
Grenزشlankheit $\lambda_{rel,LT,0}$	0,40	
BDK-Diagramm	b	
Imperfektion α_{LT}	0,34	
BDK-Beiwert β	0,75	
Reduktionsbeiwert χ_{LT}	0,77	
Korrekturbeiwert k_c	0,78	
Korrekturbeiwert f	0,89	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	0,86	
Bemessungs-Biegeknickwiderstand $M_{b,Rd}$	114,77	kNm
Einheitsnachweis	0,41	-

Parameter M_{cr}		
BDK-Länge L	10,000	m
Einfluss der Lastposition	kein Einfluss	
Korrekturbeiwert k	1,00	
Korrekturbeiwert k_w	1,00	
BDK-Momentenbeiwert C_1	1,63	
BDK-Momentenbeiwert C_2	1,42	
BDK-Momentenbeiwert C_3	0,41	
Schubmittellabstand 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	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}	12,35	kN
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	47,23	kNm
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	-9,14	kNm
Charakteristischer Widerstand bei Druckbeanspruchung N_{Rk}	1511,05	kN
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{y,Rk}$	133,17	kNm
Charakteristischer Momentwiderstand	63,55	kNm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Parameter für den Nachweis der Biege- und Drucknormalkraftspannungen		
$M_{z,Rk}$		
Reduktionsbeiwert χ_y	1,00	
Reduktionsbeiwert χ_z	1,00	
Modifizierter Reduktionsbeiwert $\chi_{LT,mod}$	0,86	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,03	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	1,05	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	0,54	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,02	

Maximales Moment $M_{y,Ed}$ ist von Träger Pos 2.2.1 Position 5,000 m abgeleitet.

Maximales Moment $M_{z,Ed}$ ist von Träger Pos 2.2.1 Position 5,000 m abgeleitet.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	612,23	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	839,97	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	2357,80	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) $M_{y,Ed}$	47,23	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	-23,4	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{my,0}$	0,99	
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	-9,14	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	18,9	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{mz,0}$	1,00	
Beiwert μ_y	1,00	
Beiwert μ_z	1,00	
Beiwert ε_y	47,76	
Beiwert a_{LT}	0,99	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	104,78	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	1,13	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,25	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{my}	1,00	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mz}	1,00	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{mLT}	1,00	
Beiwert b_{LT}	0,04	
Beiwert c_{LT}	0,63	
Beiwert d_{LT}	0,04	
Beiwert e_{LT}	0,24	
Beiwert w_y	1,10	
Beiwert w_z	1,50	

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Beiwert n_{pl}	0,01	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	1,57	
Beiwert C_{yy}	0,99	
Beiwert C_{yz}	0,67	
Beiwert C_{zy}	0,98	
Beiwert C_{zz}	0,99	

Einheitsnachweis (6.61) = $0,01 + 0,42 + 0,15 = 0,58$ -

Einheitsnachweis (6.62) = $0,01 + 0,22 + 0,15 = 0,38$ -

Schubbeulnachweis

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

Schubbeulparameter		
Beulfeldlänge a	10,000	m
Web	nicht ausgesteift	
Steghöhe h_w	188	mm
Stegdick t	7	mm
Materialbeiwert ε	1,00	
Korrekturbeiwert für Schub η	1,20	

Kontrolle des Schubbeulens	
Stegschlankheit h_w/t	26,86
Grenزشlankheit 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 STR2	0,000 / 2,236 m	QRO100X4	S 235	Alle GZT_NL	0,10 -
-----------	-----------------	----------	-------	-------------	--------

Kombinationsvorschrift	
Alle GZT_NL / NC_CO11	

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}	-11,65	kN
$V_{y,Ed}$	-0,30	kN
$V_{z,Ed}$	0,40	kN
T_{Ed}	0,00	kNm
$M_{y,Ed}$	0,00	kNm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Schnittgrößen	Ermittelt	[Dim]
$M_{z,Ed}$	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/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	I	88	4	7,657e+03	7,657e+03	1,00		1,00	22,00	33,00	38,00	42,00	1
3	I	88	4	7,657e+03	7,657e+03	1,00		1,00	22,00	33,00	38,00	42,00	1
5	I	88	4	7,657e+03	7,657e+03	1,00		1,00	22,00	33,00	38,00	42,00	1
7	I	88	4	7,657e+03	7,657e+03	1,00		1,00	22,00	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	1,5200e-03	m ²
$N_{c,Rd}$	357,20	kN
Einheitsnachweis	0,03	-

Nachweis bei Querkraftbeanspruchung V_y

Gemäß EN 1993-1-1 §6.2.6 und Formel (6.17)

η	1,20	
A_v	7,6000e-04	m ²
$V_{pl,y,Rd}$	103,11	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	7,6000e-04	m ²
$V_{pl,z,Rd}$	103,11	kN
Einheitsnachweis	0,00	-

Der Querschnittsnachweis für das Teil wurde erbracht.

...:STABILITÄTSNACHWEIS:...:**Klassifizierung für den Biegeknicknachweis**

Maßgebender Schnitt für die Stabilitätsklassifizierung: 1,677 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/m ²]	σ_2 [kN/m ²]	Ψ [-]	k_σ [-]	α [-]	c/t [-]	Klasse 1 Grenze [-]	Klasse 2 Grenze [-]	Klasse 3 Grenze [-]	LFK-Klasse
1	I	88	4	5,896e+03	-2,410e+03	-0,41		0,71	22,00	48,13	55,42	78,49	1
3	I	88	4	-2,307e+03	8,250e+03	-0,28		0,78	22,00	43,24	49,79	72,70	1
5	I	88	4	9,108e+03	1,741e+04	0,52		1,00	22,00	33,00	38,00	49,85	1
7	I	88	4	1,731e+04	6,753e+03	0,39		1,00	22,00	33,00	38,00	52,58	1

Der Querschnitt ist als Klasse 1 klassifiziert

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Biegeknicknachweis

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

Knickparameter	yy	zz	
Verschieblichkeitstyp	Verschieblichkeit	unverschieblich	
Systemlänge L	2,236	2,236	m
Knickbeiwert k	2,02	0,97	
Knicklänge L_{cr}	4,513	2,164	m
Ideale Verzweigungslast N_{cr}	237,09	1031,55	kN
Schlankheit λ	115,27	55,26	
Relative Schlankheit λ_{rel}	1,23	0,59	
Grenzschlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,20	0,20	
Knickfigur	a	a	
Imperfektion A	0,21	0,21	
Reduktionsbeiwert χ	0,51	0,89	
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	183,22	319,45	kN

Kontrolle des Biegeknickens		
Querschnittsfläche A	1,5200e-03	m ²
Knickwiderstand $N_{b,Rd}$	183,22	kN
Einheitsnachweis	0,06	-

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 Biegedrillknickbeeinflüsse 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	1,5200e-03	m ²
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	5,4700e-05	m ³
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	5,4700e-05	m ³
Bemessungsdruckkraft N_{Ed}	11,65	kN
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	0,28	kNm
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	-0,22	kNm
Charakteristischer Widerstand bei Druckbeanspruchung N_{Rk}	357,20	kN
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{y,Rk}$	12,85	kNm
Charakteristischer Momentwiderstand $M_{z,Rk}$	12,85	kNm
Reduktionsbeiwert χ_y	0,51	
Reduktionsbeiwert χ_z	0,89	
Reduktionsbeiwert χ_{LT}	1,00	
Interaktionsbeiwert k_{yy}	1,04	
Interaktionsbeiwert k_{yz}	0,62	
Interaktionsbeiwert k_{zy}	0,66	
Interaktionsbeiwert k_{zz}	1,02	

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

Maximales Moment $M_{y,Ed}$ ist von Träger STR2 Position 1,677 m abgeleitet.

Maximales Moment $M_{z,Ed}$ ist von Träger STR2 Position 1,677 m abgeleitet.

Parameter für Interaktionsverfahren 1		
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,y}$	237,09	kN
Ideale Verzweigungslast $N_{cr,z}$	1031,55	kN
Elastische kritische Last $N_{cr,T}$	94503,52	kN
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,y}$	5,4700e-05	m ³
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,y}$	4,6600e-05	m ³
Plastischer Querschnittsmodul $W_{pl,z}$	5,4700e-05	m ³
Elastischer Querschnittsmodul $W_{el,z}$	4,6600e-05	m ³
Flächenträgheitsmoment $I_{\{y\}}$	2,3300e-06	m ⁴
Flächenträgheitsmoment $I_{\{z\}}$	2,3300e-06	m ⁴
Torsionskonstante I_t	3,5700e-06	m ⁴
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{my,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{y,Ed}$	0,28	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_z	-0,3	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{my,0}$	1,00	
Verfahren für äquivalenten Momentbeiwert $C_{mz,0}$	Tabelle A.2 Linie 2 (allgemein)	
Bemessungsbiegemoment (maximal) $M_{z,Ed}$	-0,22	kNm
Maximale relative Durchbiegung δ_y	0,2	mm
Äquivalenter Momentbeiwert $C_{mz,0}$	1,00	
Beiwert μ_y	0,98	
Beiwert μ_z	1,00	
Beiwert ε_y	0,78	
Beiwert a_{LT}	0,00	
Kritisches Moment für konstantes Biegen $M_{cr,0}$	528,99	kNm
Relative Schlankheit $\lambda_{rel,0}$	0,16	
Relative Schlankheitsgrenze $\lambda_{rel,0,lim}$	0,21	
Äquivalenter Momentbeiwert C_{my}	1,00	
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	1,17	
Beiwert w_z	1,17	
Beiwert n_{pl}	0,03	
Maximale relative Schlankheit $\lambda_{rel,max}$	1,23	
Beiwert C_{yy}	0,99	
Beiwert C_{yz}	0,96	
Beiwert C_{zy}	0,96	
Beiwert C_{zz}	0,99	

Einheitsnachweis (6.61) = 0,06 + 0,02 + 0,01 = 0,10 -

Einheitsnachweis (6.62) = 0,04 + 0,01 + 0,02 = 0,07 -

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Der Stabilitätsnachweis wurde für dieses Teil erbracht

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

5.4. Auflagerreaktionen

5.4.1. Reaktionen

Nichtlineare Analyse, Extremwerte : Knoten

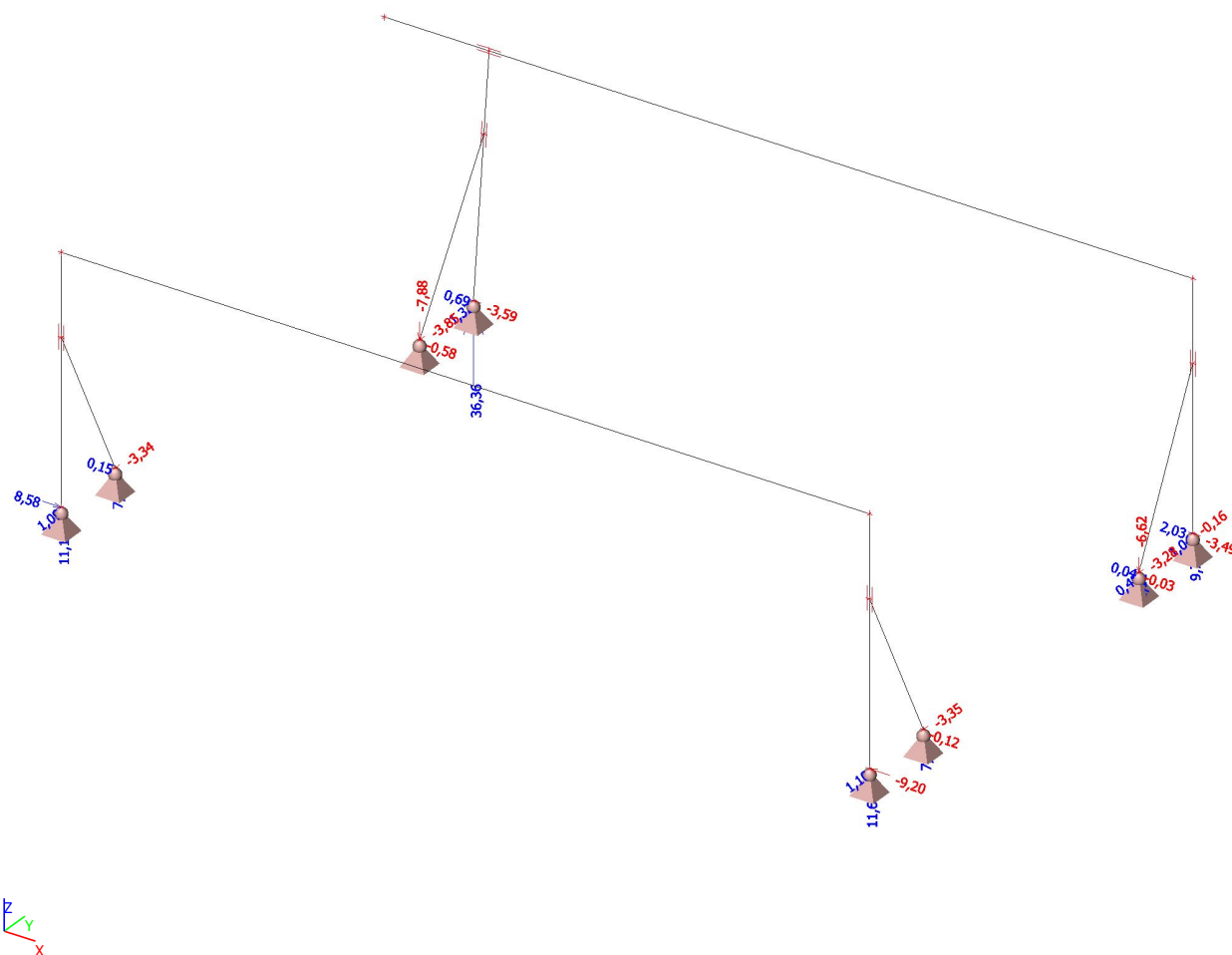
Auswahl : Alle

LFK-Klasse : Alle GZG_NL

Auflager	LF	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	Mz [kNm]
Auf11/N1	NC_CO21	1,48	1,08	0,67	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO22	8,58	0,60	11,16	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO20	2,41	0,06	8,16	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO23	5,05	1,09	5,85	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO19	5,10	0,09	9,50	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO21	-9,20	0,10	11,63	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO19	-5,10	0,09	9,56	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO20	-7,42	1,10	4,14	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO20	0,01	-0,06	0,25	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO22	0,15	-1,70	3,64	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO21	0,07	-3,34	7,00	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO19	0,02	-0,09	0,26	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO22	-0,12	-1,70	3,64	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO20	0,00	-3,35	7,04	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO19	-0,02	-0,09	0,26	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO21	-3,59	1,26	22,44	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO22	0,69	0,69	22,53	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO20	-1,40	0,11	16,60	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO23	-1,46	1,32	36,36	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO19	-0,58	0,12	17,05	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO21	-3,49	-0,15	3,92	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO23	2,03	-0,16	0,32	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO20	-0,06	1,04	9,76	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO19	0,60	0,00	2,55	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO21	-0,58	-3,85	-7,87	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO19	-0,02	-0,12	-0,13	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO20	-0,03	-0,12	-0,14	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO23	-0,56	-3,85	-7,88	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO21	-0,03	0,49	1,11	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO22	0,04	-1,37	-2,73	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO20	-0,01	-3,28	-6,62	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO19	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

5.4.2. 1,0-fache Reaktionen



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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]
Auf11/N1	NC_CO16	-0,35	1,59	-3,74	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO13	12,12	0,90	15,31	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO15	1,07	0,06	7,49	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO14	6,82	1,63	7,34	0,00	0,00
Auf11/N1	NC_CO9	6,88	0,12	12,83	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO12	-13,04	0,14	16,02	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO10	-5,10	0,09	9,56	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO11	-10,38	1,65	4,78	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO15	-8,59	1,62	1,43	0,00	0,00
Auf12/N2	NC_CO9	-6,88	0,12	12,90	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO15	0,00	-0,06	0,24	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO13	0,22	-2,55	5,43	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO12	0,12	-5,00	10,47	0,00	0,00
Auf15/N5	NC_CO9	0,03	-0,12	0,36	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO13	-0,17	-2,55	5,43	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO15	0,02	-4,99	10,42	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO11	0,01	-5,02	10,52	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO10	-0,02	-0,09	0,26	0,00	0,00
Auf16/N7	NC_CO9	-0,03	-0,12	0,36	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO12	-5,29	1,88	31,11	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO17	1,33	0,99	25,28	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO15	-1,81	0,11	16,37	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO14	-2,12	1,98	52,01	0,00	0,00
Auf13/N9	NC_CO9	-0,78	0,16	23,02	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO16	-5,53	-0,22	4,59	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO14	2,96	-0,25	0,09	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO15	-0,39	1,56	13,36	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO18	2,75	-0,25	-0,80	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO11	-0,18	1,55	14,25	0,00	0,00
Auf14/N10	NC_CO9	0,81	0,00	3,44	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO12	-0,89	-5,77	-11,79	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO10	-0,02	-0,12	-0,13	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO15	-0,03	-0,12	-0,14	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO14	-0,83	-5,77	-11,82	0,00	0,00
Auf17/N13	NC_CO9	-0,03	-0,16	-0,18	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO16	-0,05	0,74	1,61	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO13	0,07	-2,06	-4,10	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO15	-0,02	-4,92	-10,00	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO12	-0,05	0,74	1,64	0,00	0,00
Auf18/N15	NC_CO9	0,00	0,01	0,17	0,00	0,00

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

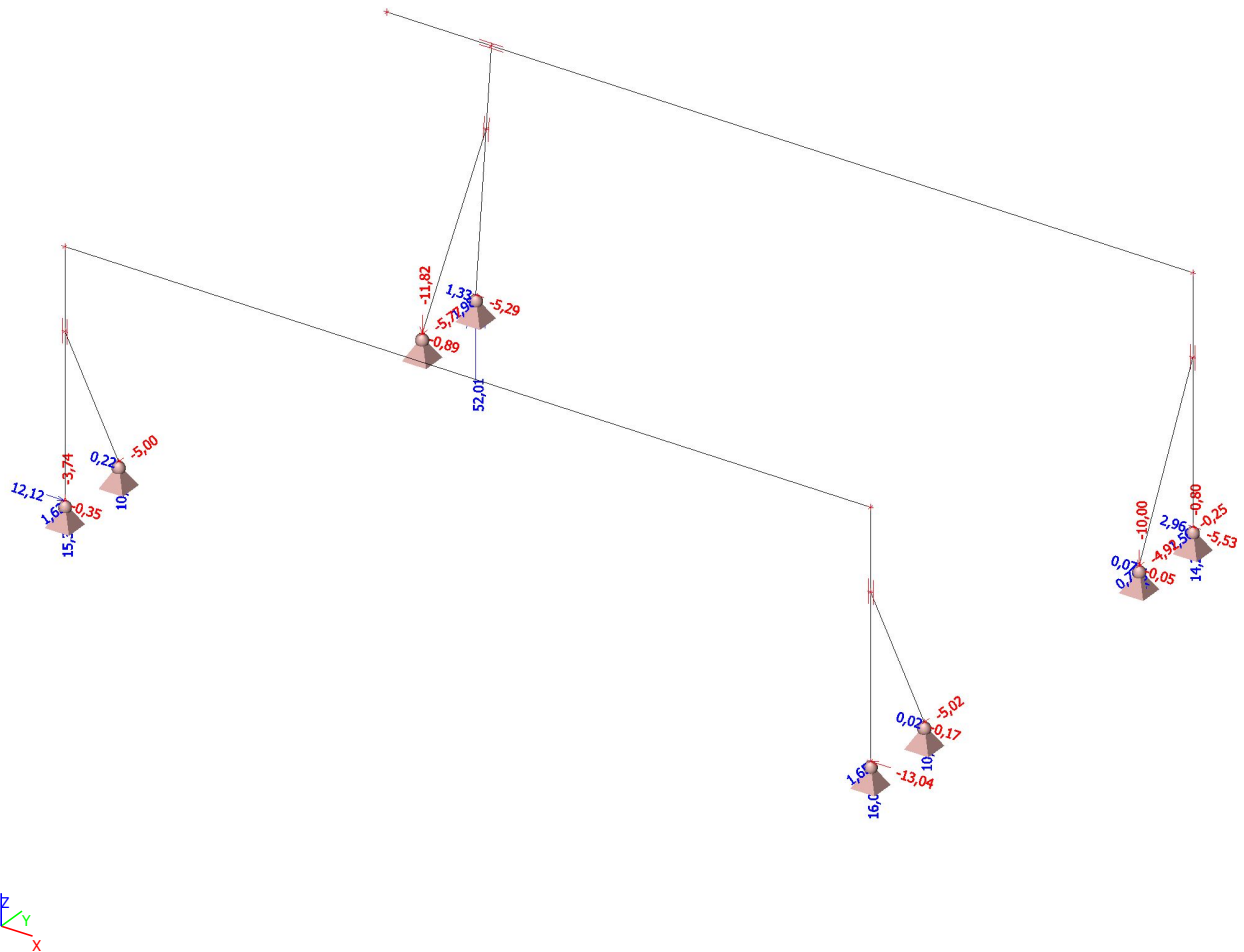
PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

5.4.4. Gamma-fache Reaktionen



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

5.4.5. Fundamenttabelle

Gruppe Knoten:LF-Gruppe: Gründungstabelle:

LF/Knoten		N1	N2	N5	N7	N9	N10
Ständige Lasten							
LC1,LC2	Rx [kN]	5,04	-5,04	0,03	-0,03	-0,63	0,63
LC1,LC2	Ry [kN]	0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
LC1,LC2	Rz [kN]	9,66	9,66	0,13	0,13	16,81	2,52
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]	-2,70	-2,25	-0,01	-0,03	-0,82	-0,69
LC3	Ry [kN]	-0,00	1,01	0,01	-3,27	0,00	1,01
LC3	Rz [kN]	-1,34	-5,41	-0,01	6,76	-0,46	7,21
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]	-3,52	-4,16	0,00	-0,02	-3,09	-4,06
LC4	Ry [kN]	1,01	0,00	-3,26	-0,00	1,16	-0,15
LC4	Rz [kN]	-8,82	2,07	6,74	0,01	5,43	1,32
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]	9,66	11,74	6,87	6,89	22,24	9,72
	Min Rz [kN]	0,84	4,25	0,12	0,13	16,36	2,52
	Max Rx [kN]	5,04	-5,04	0,03	-0,03	-0,63	0,63
	Min Rx [kN]	1,53	-9,21	0,01	-0,06	-3,72	-3,43
	Max Ry [kN]	1,03	1,03	-0,01	-0,01	1,15	1,00
	Min Ry [kN]	0,01	0,01	-3,27	-3,28	-0,01	-0,17
	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]	-0,01	0,00
LC1,LC2	Ry [kN]	0,01	0,02
LC1,LC2	Rz [kN]	0,13	0,13
LC1,LC2	Mx [kNm]	0,00	0,00
LC1,LC2	My [kNm]	0,00	0,00
LC1,LC2	Mz [kNm]	0,00	0,00

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

LF/Knoten		N13	N15
Variable Lasten - exklusiv			
LC3	Rx [kN]	-0,01	0,02
LC3	Ry [kN]	0,00	-3,26
LC3	Rz [kN]	0,00	-6,75
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]	-0,50	-0,04
LC4	Ry [kN]	-3,75	0,49
LC4	Rz [kN]	-7,77	1,02
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]	0,13	1,15
	Min Rz [kN]	-7,64	-6,62
	Max Rx [kN]	-0,01	0,02
	Min Rx [kN]	-0,51	-0,04
	Max Ry [kN]	0,01	0,51
	Min Ry [kN]	-3,74	-3,25
	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

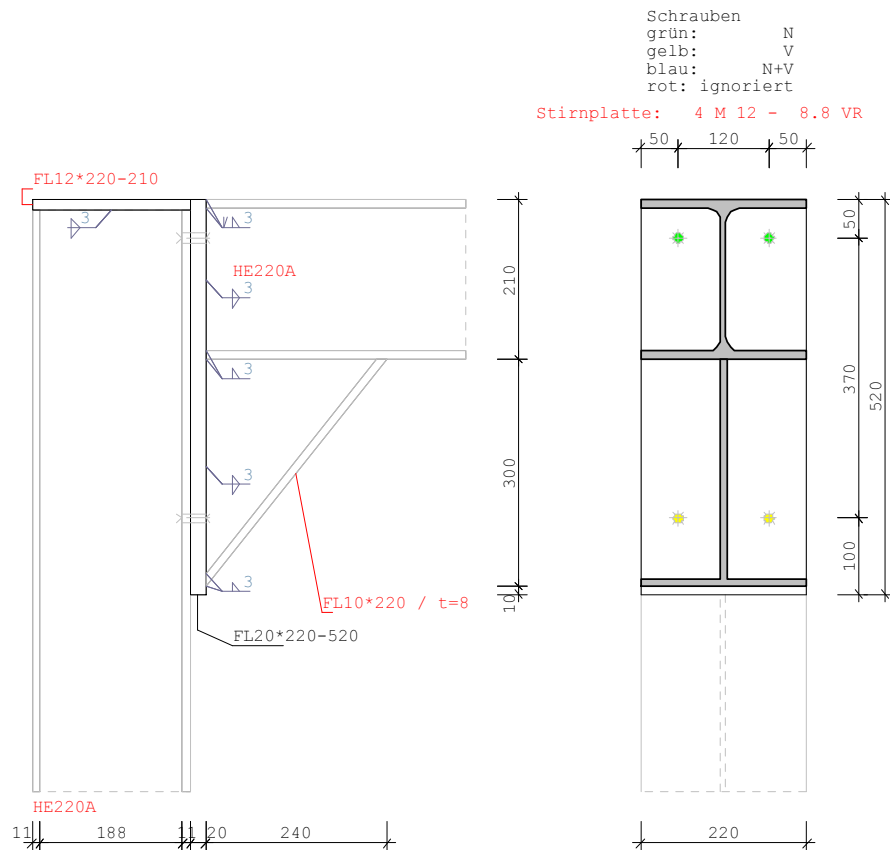
PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2.2 Position: 2.1.1 Rahmenecke Geschraubte Vouten Verbindung

Geschraubte Rahmenecke ST10 01/2020/A (Frilo R-2020-1/P05)

GESCHRAUBTES K-ECK

Maßstab 1 : 10



MATERIAL	S235	$f_{yk} =$	235 N/mm ²	$E\text{-Mod} =$	210000 N/mm ²
Teilsicherheitsbeiwerte		$f_{uk} =$	360 N/mm ²	$\beta_W =$	0,80
		$\gamma_{M0} =$	1,00	$\gamma_{M1} =$	1,10
				$\gamma_{M2} =$	1,25

QUERSCHNITTE			h	b	s	t	r
Stütze	HE	220 A	210,0	220,0	7,0	11,0	18,0 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	300,0	8,0	220,0	10,0	0,0 mm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

STIRNPLATTE	h	b	t	awo	aws	awu
	520,0	220,0	20,0	3,0	3,0	3,0 mm
Abstand OK-Stirnplatte zu OK-Riegel				a =		0,0 mm

SCHRAUBE	M 12 VR	(N/mm ² ,kN)	fybk	fubk	F_Klasse	Fv
Schaft in Fuge			640	800	8.8	35

SCHRAUBENBILD	Stirnplatte	2 Reihen je 2 Schrauben	dL =	13,0 mm
Abstand e (Reihen, v. oben)	50,0 /	370,0 /	100,0	mm
Abstand w (Spalten, v. links)	50,0 /	120,0 /	50,0	mm

KOPFPLATTE	h	b	t	awf	aws	
orthogonal	210,0	220,0	12,0	3,0	3,0	mm

SCHNITTGRÖSSEN	(kN,m)	Nd	Vzd	Myd
rechts (Riegel, im Bezugspunkt C)		-20,00	20,00	-40,00
Anschlußschnittgrößen	rechts	(im Schwerpunkt Anschnitt)		
Moment Myd = -37,3	horizontal Nd	= -9,4	vertikal Vzd	= 26,7

NACHWEIS ANSCHLUSS nach Komponentenverfahren		(Druck negativ)
Berechnungsoptionen (Vorgaben)		
nach DIN EN	1993	el-pl für negatives Moment
Der Winkel zwischen Vouten- und Trägerflansch sollte nicht größer als 45° sein!		
Übertragungsparameter (Tab. 5.4) für Anschlussart		$\beta = 1,00$
Zugschrauben MRd im Bereich Anschlusshöhe * f ansetzen :		$f = 0,50$

wirksame Schraubenreihen von OK Stirnplatte gezählt			
plastische Grenzzugkraft Schraubenreihe	1	$F_{t,Rd}$	= 93,73 kN

Grenzmoment MaRd,elastisch	=	28,24	MaRd,plastisch	=	42,37 kNm
			η	=	0,82
zuerst versagende Komponente:		Stützenflansch auf Biegung			

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)				
Schubkraft VwpEd = 77,95	VwpRd =	251,91 kN	η =	0,31

Grenzquerkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Stirnplatte gezählt			
Schraubenreihe	Va Rd	VRd,gurt	VRd,platte
2	86,78	190,08	345,60 kN
Grenzquerkraft Anschluss		VRd =	86,78 kN
		n =	0.31

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Schweißnaht	Steg	$\sigma_{w,v}$	=	47,9 N/mm ²	η	=	0,23
	Druckgurt	$\sigma_{w,v}$	=	-63,9 N/mm ²	η	=	0,31
Zuggurt Riegel o.	konstr erf.aw		=	3,0 mm			
Zuggurt Riegel u.	konstr erf.aw		=	3,0 mm			

Rotationssteifigkeit/Klassifizierung unter Momentenbeanspruchung :
 Steifigkeit $S_{j\text{ini}}$ = 28442,35 S_{jn} = 14221,17 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 $\eta = 0,82 < 1$

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

2.3 Position: 2.2.1 Kranbahnträger 1Feldträger HEA220

Kranbahnträger S9+ 01/2020 (FRILO R-2020-1/P05)

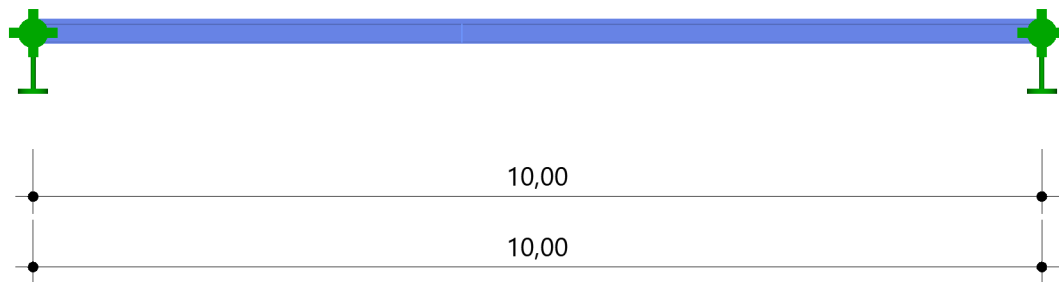
Grundparameter

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}	=	1,7 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit δ_{lim}	=	2,0 cm

System

Kranbahnträger

Maßstab 1 : 75



Gesamtlänge = 10,00 m
Material S235

Querschnitt HE 220 A

Statische Werte

Bezeichnung	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	$\max w$ [cm ²]	A [cm ²]	z_s [mm]	z_M [mm]
HE 220 A	7834,6	1996,4	100,7	202515	-109,9	84,5	-30	27
Schiene 75 %	7186,2	1986,0	70,5	200423	-109,7	79,5	-23	21
Schiene 87,5 %	7506,0	1991,2	84,8	201443	-109,8	82,0	-26	24

Abmessungen

Profil HEA 220	h = 210 mm	
Steg (lichte Höhe)	h_1 = 152 mm	s = 7 mm
Obergurt	b_o = 220 mm	t_o = 11 mm
Untergurt	b_u = 220 mm	t_u = 11 mm
Kranschiene 40/50 (mittragend)		
Schweißnahtdicke	a_w = 10 mm	
Abmessungen	h = 40 mm	b = 50 mm
Abnutzung	h_{red} = 30 mm	$h_{red,fat}$ = 35 mm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Spannungspunkte

Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]	Kerbfallart	Kerbfall		
	y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _M [mm]	z _M [mm]			σ_x	σ_z	τ_{xz}
1	-110	-105	-110	-75	-110	-132	-109,0	Profil	160	160	100
2	0	-105	0	-75	0	-132	0,0				
3	110	-105	110	-75	110	-132	109,0	Profil	160	160	100
4	-110	105	-110	135	-110	78	109,9	Profil	160	160	100
5	0	105	0	135	0	78	0,0				
6	110	105	110	135	110	78	-109,9	Profil	160	160	100
7	-4	-76	-4	-46	-4	-103	0,0	Profil	160	160	100
8	-4	76	-4	106	-4	49	0,0	Profil	160	160	100
9	-4	0	-4	30	-4	-27	0,0				
17	4	-76	4	-46	4	-103	0,0	Profil	160	160	100
18	4	76	4	106	4	49	0,0	Profil	160	160	100
19	4	0	4	30	3	-27	0,0				
20	25	-145	25	-115	25	-172	0,0				
21	-25	-145	-25	-115	-25	-172	0,0				
22	25	-105	25	-75	25	-132	0,0	Schweißnaht	125	36	80
23	-25	-105	-25	-75	-25	-132	0,0	Schweißnaht	125	36	80
24	0	-145	0	-115	0	-172	0,0				

Querstreifen

Nr	x ₀ [m]	t ₀ [mm]	a _w [mm]	Kerbfall, Schweißnaht	
				Steg [N/mm ²]	Flansch [N/mm ²]
1	4,25	15	4	80	80
2	10,00	10	4	80	80

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen *)		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0,00	-1	-1	0	0
2	10,00	-1	-1	0	0

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

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen *)			Verwölbung *) $\Omega_{y,z}$ [kNm ³]
		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	
1	0,00	-1	-1	-1	0,00
2	10,00	-1	-1	-1	0,00

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

Belastung

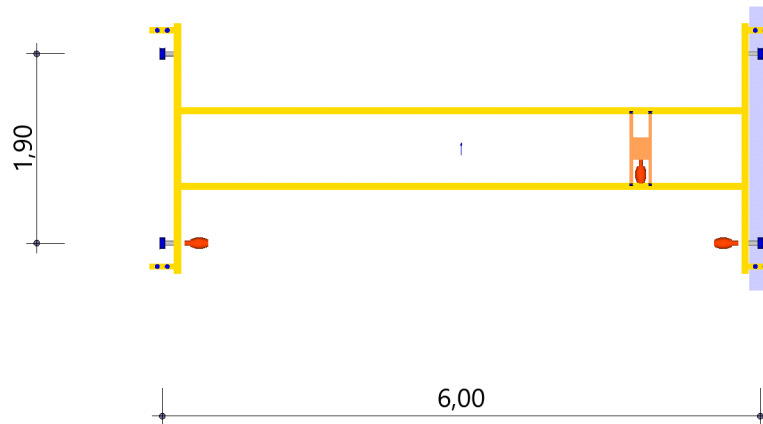
Kransystem und Krane

Kranparameter

Kranart : Aufgesetzter Brückenlaufkran
 Anzahl Krane = 1
 Spannweite Kranbrücke = 6,00 m
 Erdbebenlasten : nicht berücksichtigt

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Maßstab 1 : 75


Kran

Kran [Nr]	Bezeichnung	HC	Si	System	Spurführung	v0 [m/min]	vh [m/min]
1	ELV 1,6 t x6000 mm	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	0,00	0,24	3,0	7,1	10,1	2,2	0,5	0,0
	2	1,90	2,14	3,2	7,1	10,3	2,2	-1,8	-0,1

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	0,50				0	0	Träger-g0
1	z	0,16				0	-125	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	3,0	1,90				-145	Qc,2,1,max,ncrane=1
2	z	3,2	0,00				-145	Qc,2,2,max,ncrane=1

Einwirkungsgruppe 120 - Kranlastgruppe - Qc
Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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	7,1	1,90				-145	Qh,2,1,max,ncrane=1
2	z	7,1	0,00				-145	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	0,5	1,90			0		HT,2,1,ncrane=1
3	x	0,07	1,90					Mx(HT,2,1,ncrane= 1)
2	y	-1,8	0,00			0		HT,2,2,ncrane=1
3	x	-0,26	0,00					Mx(HT,2,2,ncrane= 1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 5: Kran 1 - Schräglaufräfte HS

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	y	-0,1	0,00			0		HS,2,2,ncrane=1
3	x	-0,01	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	$\phi*\gamma*\psi$
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 $\gamma_{M0} = 1,10$

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
0,00	4	1	-111,3	4,6	111,6	213,6	0,52
0,10	4	1	-106,1	4,6	106,4	213,6	0,50
0,20	4	1	-100,9	4,5	101,2	213,6	0,47
0,30	4	1	-95,5	4,5	95,9	213,6	0,45
0,40	4	1	-90,2	4,5	90,5	213,6	0,42
0,50	4	1	-84,8	4,4	85,2	213,6	0,40
0,60	4	1	-79,4	4,4	79,8	213,6	0,37
0,70	4	1	-74,0	4,3	74,4	213,6	0,35
0,80	4	1	-68,6	4,2	68,9	213,6	0,32
0,90	4	1	-63,1	4,1	63,5	213,6	0,30
1,00	4	1	-57,7	4,1	58,1	213,6	0,27
1,10	4	1	-52,2	4,0	52,7	213,6	0,25
1,20	4	1	-46,8	3,9	47,3	213,6	0,22
1,30	4	1	-41,4	3,8	41,9	213,6	0,20

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
1,40	8	1	-22,0	-17,1	36,9	213,6	0,17
1,50	8	1	-18,7	-17,0	34,9	213,6	0,16
1,60	8	1	-15,5	-16,8	33,0	213,6	0,15
1,70	9	1	-2,8	-18,2	31,7	213,6	0,15
1,80	19	1	-2,1	-18,0	31,3	213,6	0,15
1,90	19	1	-1,4	-17,9	31,0	213,6	0,15
2,00	19	1	-0,7	-17,7	30,7	213,6	0,14
2,10	9	1	0,3	-17,5	30,4	213,6	0,14
2,20	9	1	1,1	-17,3	30,1	213,6	0,14
2,60	3	1	-34,5	1,4	34,5	213,6	0,16
2,80	3	1	-44,8	0,6	44,8	213,6	0,21
2,90	3	1	-50,1	0,2	50,1	213,6	0,23
3,00	3	1	-48,7	0,3	48,7	213,6	0,23
3,70	4	1	50,0	2,1	50,1	213,6	0,23
4,70	4	1	58,4	2,2	58,5	213,6	0,27
4,80	4	1	59,1	2,1	59,2	213,6	0,28
5,30	4	1	48,0	1,6	48,1	213,6	0,23
7,10	19	1	1,4	9,0	15,6	213,6	0,07
9,10	4	1	-44,4	1,1	44,4	213,6	0,21
10,00	4	1	-67,8	1,3	67,8	213,6	0,32

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 9,90 m
 $\eta = 0,23 \leq 1$ Nachweis erfüllt

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 30$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 91$	mm
	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 11$	mm
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 25,0$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 37,5$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 21$	mm		Kranschiene	$I_r = 11,3$	cm ⁴
	Stegdicke	$t_w = 7$	mm		Obergurt	$I_{f,eff} = 1,0$	cm ⁴
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 123$	mm	Unterkante	Obergurt	$z = 18$	mm
	gesamt	$x_w = 159$	mm				

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{ ,Ed}$	$\tau_{\perp}$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm ²]						
0,10	15,6	14,0	2,8	23,4	26,2	21,3	51,2	0,22
9,90	15,3	13,8	2,8	26,2	29,0	19,7	54,1	0,23

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 2,90 m
 $\eta = 0,04 \leq 1$ Nachweis erfüllt

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd} = 207,8$	N/mm ²	$f_u \cdot \sqrt{3} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$
Schweißnahtdicke	$a_w = 10$	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	$s_s = 101$	mm	$l_{eff} - 2 \cdot t_{Flansch}$
	$l_{eff} = 123$	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene} = 22,5$	cm ³	
Zugfestigkeit des Stahls	$f_u = 360,0$	N/mm ²	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{M2} = 1,25$		
Korrelationsbeiwert	$\beta_w = 0,80$		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm ²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm ²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vgl,d}$ [N/mm ²]	η
2,90	15,6	7,7	3,6	1,8	33,6	0,5	8,0	0,04
4,80	15,3	7,6	1,0	0,5	33,6	0,5	7,6	0,04

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 4,80$ m

Abmessungen a = 5750 mm Länge = Abstand der Quersteifen
 Beulfeld: b = 188 mm Breite = Steghöhe
 t_w = 7 mm Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte: F_{Ed} = 15,6 kN Radlast einschließlich Schwingbeiwert
 M_{y,Ed} = 30,57 kNm Biegemoment
 V_{z,Ed} = -3,2 kN Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelaugung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1,10$

F_{R,d} = 367,6 kN
 $F_{Ed}/F_{R,d} = \eta_2 = 0,04 \leq 1$
 Ideale Verzweigungslast F_{cr} = 2069,7
 starre Lastausbreitungslänge s = 101 mm $l_{eff} = 2 \cdot t_{Flansch}$
 Beiwerte m₁ = 31,43
 m₂ = 0,00
 Beulwert k_F = 6,00
 Schlankheitsgrad $\Lambda_F = 0,44$
 Abminderungsfaktor $\chi_F = 1,00$
 l_y = 246 mm
 wirksame Lastausbreitungslänge L_{eff} = 246 mm $l_y \cdot \chi_F$

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

V_{b,Rd} = 194,8 kN
 $V_{Ed}/V_{b,Rd} = \eta_3 = 0,02 \leq 1$
 M_{Rd} = 113,17 kNm Interaktion M/N nicht erforderlich
 Schlankheitsgrad $\Lambda_w = 0,012$
 Abminderungsfaktor $\chi_w = 1,20$

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1,00$

$\eta_1 = 0,23 \leq 1$
 W_{eff} = 563,0 cm³

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

$\eta_{7.2} = 0,16 \leq 1$ $(\eta_1 + 0,8 \cdot \eta_2)/1,4$

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

$\eta_{DIN} = 0,00 \leq 1$

Nachweisführung $\eta_{max} = 0,23 \leq 1$

Nachweis erfüllt

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

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi \cdot \gamma \cdot \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,35	1,00	1,35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Q _{c,max}	5	1,00	1,35	1,00	1,35
3	Kran 1 - Kranbetrieb Q _{h,max}	5	1,00	1,35	1,00	1,35
5	Kran 1 - Schräglaufräfte HS	5	1,00	1,35	1,00	1,35

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

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f _{yd} [N/mm ²]	η
0,00	4	1	-82,2	0,5	82,2	213,6	0,38
0,10	4	1	-78,0	0,5	78,0	213,6	0,37
0,80	4	1	-48,4	0,6	48,4	213,6	0,23
2,50	8	1	16,5	-14,3	29,7	213,6	0,14
2,50	4	1	22,0	0,8	22,0	213,6	0,10
3,00	4	1	29,3	0,8	29,3	213,6	0,14
3,40	4	1	34,8	0,6	34,8	213,6	0,16

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
4,40	4	1	47,1	0,2	47,1	213,6	0,22
4,50	4	1	45,8	0,1	45,8	213,6	0,21
4,60	4	1	44,4	0,1	44,4	213,6	0,21
4,70	4	1	43,1	0,01	43,1	213,6	0,20
5,00	4	1	38,9	0,1	38,9	213,6	0,18
5,80	4	1	27,1	0,5	27,1	213,6	0,13
7,10	9	1	0,9	7,1	12,3	213,6	0,06
7,20	9	1	0,6	7,2	12,4	213,6	0,06
9,10	4	1	-32,8	0,5	32,8	213,6	0,15
10,00	5	1	-51,0	-3,3	51,3	213,6	0,24

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,10 m

$$\eta = 0,19 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 30$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 91$	mm
	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 11$	mm
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 25,0$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 37,5$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 21$	mm	Kranschiene	$I_r = 11,3$	cm ⁴	
	Stegdicke	$t_w = 7$	mm	Obergurt	$I_{f,eff} = 1,0$	cm ⁴	
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 123$	mm	Unterkannte	Obergurt	$z = 18$	mm
	gesamt	$x_w = 159$	mm				

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{oxz,Ed}$	$\tau_{ ,Ed}$	$\tau_{ }$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm ²]						
0,10	13,9	12,5	2,5	20,7	23,2	19,5	45,7	0,19
9,90	13,6	12,3	2,5	20,5	23,0	17,5	44,2	0,19

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 2,50 m

$$\eta = 0,03 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd} = 207,8$	N/mm ²	$f_u \cdot \sqrt{3} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$
Schweißnahtdicke	$a_w = 10$	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	$s_s = 101$	mm	$l_{eff} - 2 \cdot t_{\text{Flansch}}$
	$l_{eff} = 123$	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene} = 22,5$	cm ³	
Zugfestigkeit des Stahls	$f_u = 360,0$	N/mm ²	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{M2} = 1,25$		
Korrelationsbeiwert	$\beta_w = 0,80$		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm ²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm ²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm ²]	$\sigma_{vgI,d}$ [N/mm ²]	η
2,50	13,9	6,9	0,1	0,1	30,5	0,5	6,9	0,03
4,40	13,6	6,8	0,0	0,0	30,5	0,5	6,8	0,03

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 4,80$ m

Abmessungen $a = 5750$ mm Länge = Abstand der Quersteifen
 Beulfeld: $b = 188$ mm Breite = Steghöhe
 $t_w = 7$ mm Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte: $F_{Ed} = 13,9$ kN Radlast einschließlich Schwingbeiwert
 $M_{y,Ed} = 27,75$ kNm Biegemoment
 $V_{z,Ed} = 11,0$ kN Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelaugung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1,10$

$F_{R,d} = 367,6$ kN
 $F_{Ed}/F_{R,d} = \eta_2 = 0,04 \leq 1$
 Ideale Verzweigungslast $F_{cr} = 2069,7$
 starre Lastausbreitungslänge $s = 101$ mm $I_{eff} = 2 \cdot t \cdot \text{Flansch}$
 Beiwerte $m_1 = 31,43$
 $m_2 = 0,00$
 Beulwert $k_F = 6,00$
 Schlankheitsgrad $\Lambda_F = 0,44$
 Abminderungsfaktor $\chi_F = 1,00$
 $I_y = 246$ mm
 wirksame Lastausbreitungslänge $L_{eff} = 246$ mm $I_y \cdot \chi_F$

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

$V_{b,Rd} = 194,8$ kN
 $V_{Ed}/V_{b,Rd} = \eta_3 = 0,06 \leq 1$
 $M_{Rd} = 113,17$ kNm Interaktion M/N nicht erforderlich
 Schlankheitsgrad $\Lambda_w = 0,012$
 Abminderungsfaktor $\chi_w = 1,20$

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1,00$

$\eta_1 = 0,21 \leq 1$
 $W_{eff} = 563,0$ cm³

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

$\eta_{7.2} = 0,15 \leq 1$ $(\eta_1 + 0,8 \cdot \eta_2)/1,4$

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

$\eta_{DIN} = 0,00 \leq 1$

Nachweisführung $\eta_{max} = 0,21 \leq 1$ Nachweis erfüllt

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

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi \cdot \gamma \cdot \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	12	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	12	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Kran 1 - Massekräfte HT	12	1,00	1,00	1,00	1,00

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f} = 1,00$
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	$x_{dy} = 5,10 \text{ m}$
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$d_{y0} = 0,2 \text{ cm}$
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	$\phi_x = 0,0075 \text{ rad}$
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z} = 133 \text{ mm}$
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	$\delta_y = 0,3 \text{ cm}$
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim} = 1,7 \text{ cm}$
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0,17$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	$x_{dz} = 5,00 \text{ m}$
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$\delta_z = 0,8 \text{ cm}$
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim} = 2,0 \text{ cm}$
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0,38$

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	10,00	2,0	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise**Nachweis auf Stegblechatmen**

Steghöhe	$h_w = 152 \text{ mm}$
Stegdicke	$t_w = 7 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 22 < 120$ Nachweis erfüllt**Schwingungsbeschränkung des Unterflansches**

Abstand der seitlichen Halterung	$L = 10,00 \text{ m}$
Trägheitsradius	$i_{z,fu} = 61 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu} = 164 < 250$ Nachweis erfüllt**Kranfahrt 4: LG 13: Qc+Qh+HS - SERV****Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi^* \gamma^* \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	13	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	13	1,00	1,00	1,00	1,00
5	Kran 1 - Schräglaufräfte HS	13	1,00	1,00	1,00	1,00

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f} = 1,00$
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	$x_{dy} = 5,20 \text{ m}$
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$d_{y0} = 0,01 \text{ cm}$
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	$\phi_x = 0,0027 \text{ rad}$
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z} = 133 \text{ mm}$
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	$\delta_y = 0,03 \text{ cm}$
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim} = 1,7 \text{ cm}$
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0,02$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	$x_{dz} = 5,00 \text{ m}$
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$\delta_z = 0,8 \text{ cm}$
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim} = 2,0 \text{ cm}$
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0,38$

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	10,00	2,0	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise**Nachweis auf Stegblechatmen**

Steghöhe $h_w = 152 \text{ mm}$
 Stegdicke $t_w = 7 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 22 < 120$ Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung $L = 10,00 \text{ m}$
 Trägheitsradius $i_{z, fu} = 61 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z, fu} = 164 < 250$ Nachweis erfüllt

Kranfahrt 5: LG 14: Qc+Qh - FAT**Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi * \gamma * \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht $Q_{c, max}$	14	1,05	1,00	1,00	1,05
3	Kran 1 - Kranbetrieb $Q_{h, max}$	14	1,06	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 $\sigma_x 160 \sigma_y 160 \tau_{xz} 100$ bei $x = 0,00 \text{ m}$**

$\eta = 0,19 \leq 1$ Nachweis erfüllt

x	Nr.		λ_σ λ_τ	$\Delta\sigma_c$ $\Delta\tau_c$	σ_{max} τ_{max}	σ_{min} τ_{min}	$\Delta\sigma_{E,2}$ $\Delta\tau_{E,2}$	η_σ η_τ	η_I
[m]					[N/mm ²]				
0,00	6	σ τ	0,500 0,660	160,0 100,0	-9,6 0,5	-62,3 0,1	26,4 0,3	0,19 0,00	0,01

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei $x = 0,10 \text{ m}$

$\eta = 0,15 \leq 1$ Nachweis erfüllt

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 35 \text{ mm}$	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 96 \text{ mm}$
	Breite	$b_r = 50 \text{ mm}$		Dicke	$t_o = 11 \text{ mm}$
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 28,1 \text{ cm}^2$	I_y effektiv :	gesamt	$I_r = 53,8 \text{ cm}^4$
	Schwerpunkt	$e_1 = 23 \text{ mm}$		Kranschiene	$I_r = 17,9 \text{ cm}^4$
	Stegdicke	$t_w = 7 \text{ mm}$		Obergurt	$I_{f, eff} = 1,1 \text{ cm}^4$
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 138 \text{ mm}$			
	gesamt	$x_w = 174 \text{ mm}$	Unterkante	Obergurt	$z = 18 \text{ mm}$

Werte für die Ermittlung der Spannungen infolge exzentrischer Radlast
 Querstreifen Abstand $\alpha = 4,25 \text{ m}$ Exzentrizität
 Steghöhe $h_w = 188 \text{ mm}$ Kranschiene
 Beiwert $\eta = 3,44$
 $T_{Ed} = 0,14 \text{ kNm}$

Radlast $e_y = 13 \text{ mm}$
 $I_t = 50,0 \text{ cm}^4$
 $\sigma_{T, Ed} = 13,5 \text{ N/mm}^2$

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

x [m]	Q _{r,Ed} [kN]		λ _σ	Δσ _C	σ _{max}	σ _{min}	Δσ _{E,2}	η _σ	λ _τ	Δτ _C	τ _{max}	τ _{min}	Δτ _{E,2}	η _τ
				[N/mm ²]						[N/mm ²]				
0,10	10,9	z	0,630	160,0	22,4	-4,5	17,0	0,12	0,758	100,0	-2,2	-16,0	13,1	0,15
		x	0,630	160,0	23,7	3,7	12,6	0,09						
9,90	10,9	z	0,630	160,0	22,0	-4,5	16,7	0,12	0,758	100,0	-2,2	-16,0	13,1	0,15
		x	0,630	160,0	23,7	3,7	12,6	0,09						

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 2,50 m

Schweißnahtdicke	aw =	10 mm	
effektive Lastausbreitungsänge	s _S =	116 mm	l _{eff} - 2 * t Flansch
	l _{eff} =	138 mm	
statisches Moment der Schiene	S _{Schiene} =	30,6 cm ³	
Schadensäquivalenzfaktor	λ _σ =	0,630	
konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall	Δσ _C =	36,0 N/mm ²	
maximale Normalspannung	σ _{max} =	4,7 N/mm ²	
minimale Normalspannung	σ _{min} =	0,0 N/mm ²	
schadensäquivalente Spannungsschwingbreite	Δσ _{E,2} =	3,0 N/mm ²	λ*(σ _{max} -σ _{min})
γ _{F,t} *Δσ _{E,2} /(Δσ _C /γ _{M,t}) =	η _σ =	0,09 <= 1	Nachweis erfüllt

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse**Auslastung - Tragsicherheit**

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Stegbeulen
1	LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T	0,52	0,23	0,23
2	LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T	0,38	0,19	0,21

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	0,29	1,67	0,17	0,75	2,00	0,38
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	0,03	1,67	0,02	0,75	2,00	0,38

Auslastung - Ermüdung

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Schweißnaht Schiene
5	LG 14: Qc+Qh - FAT	0,19	0,15	0,09

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

2.4 Position: 2.2.2 Kranbahnträger alternativ 1Feldträger+Kragarm HEA220

Kranbahnträger S9+ 01/2020 (FRILO R-2020-1/P05)

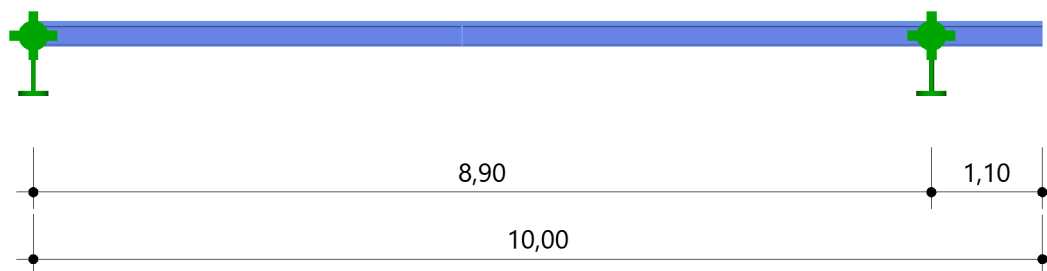
Grundparameter

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}	=	1,5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit δ_{lim}	=	1,8 cm

System

Kranbahnträger

Maßstab 1 : 75



Gesamtlänge = 10,00 m
Material S235

Querschnitt HE 220 A

Statische Werte

Bezeichnung	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	I_t [cm ⁴]	I_w [cm ⁶]	$\max_w$ [cm ²]	A [cm ²]	z_s [mm]	z_M [mm]
HE 220 A	7834,6	1996,4	100,6	202515	-109,9	84,5	-30	27
Schiene 75 %	7186,2	1986,0	70,4	200423	-109,7	79,5	-23	21
Schiene 87,5 %	7506,0	1991,2	84,7	201443	-109,8	82,0	-26	24

Abmessungen

Profil HEA 220	h = 210 mm	
Steg (lichte Höhe)	h ₁ = 152 mm	s = 7 mm
Obergurt	b _o = 220 mm	t _o = 11 mm
Untergurt	b _u = 220 mm	t _u = 11 mm
Kranschiene 40/50 (mittragend)		
Schweißnahtdicke	a _w = 10 mm	
Abmessungen	h = 40 mm	b = 50 mm
Abnutzung	h _{red} = 30 mm	h _{red,fat} = 35 mm

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Spannungspunkte

Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung ω [cm ²]	Kerbfallart	Kerbfall		
	y ₀ [mm]	z ₀ [mm]	y _s [mm]	z _s [mm]	y _M [mm]	z _M [mm]			σ_x	σ_z	τ_{xz}
1	-110	-105	-110	-75	-110	-132	-109,0	Profil	160	160	100
2	0	-105	0	-75	0	-132	0,0				
3	110	-105	110	-75	110	-132	109,0	Profil	160	160	100
4	-110	105	-110	135	-110	78	109,9	Profil	160	160	100
5	0	105	0	135	0	78	0,0				
6	110	105	110	135	110	78	-109,9	Profil	160	160	100
7	-4	-76	-4	-46	-4	-103	0,0	Profil	160	160	100
8	-4	76	-4	106	-4	49	0,0	Profil	160	160	100
9	-4	0	-4	30	-4	-27	0,0				
17	4	-76	4	-46	4	-103	0,0	Profil	160	160	100
18	4	76	4	106	4	49	0,0	Profil	160	160	100
19	4	0	4	30	3	-27	0,0				
20	25	-145	25	-115	25	-172	0,0				
21	-25	-145	-25	-115	-25	-172	0,0				
22	25	-105	25	-75	25	-132	0,0	Schweißnaht	125	36	80
23	-25	-105	-25	-75	-25	-132	0,0	Schweißnaht	125	36	80
24	0	-145	0	-115	0	-172	0,0				

Querstreifen

Nr	x ₀ [m]	t ₀ [mm]	a _w [mm]	Kerbfall, Schweißnaht	
				Steg [N/mm ²]	Flansch [N/mm ²]
1	4,25	15	4	80	80
2	8,90	10	4	80	80

Auflager

Lagerbedingungen - Verschiebung

Nr	x [m]	Verschiebungen *)		Abstände	
		v [kN/m]	w [kN/m]	y [mm]	z [mm]
1	0,00	-1	-1	0	0
2	8,90	-1	-1	0	0

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

Lagerbedingungen - Verdrehungen

Nr	x [m]	Verdrehungen *)			Verwölbung *) $\Omega_{y,z}$ [kNm ³]
		Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]	
1	0,00	-1	-1	-1	0,00
2	8,90	-1	-1	-1	0,00

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

Belastung

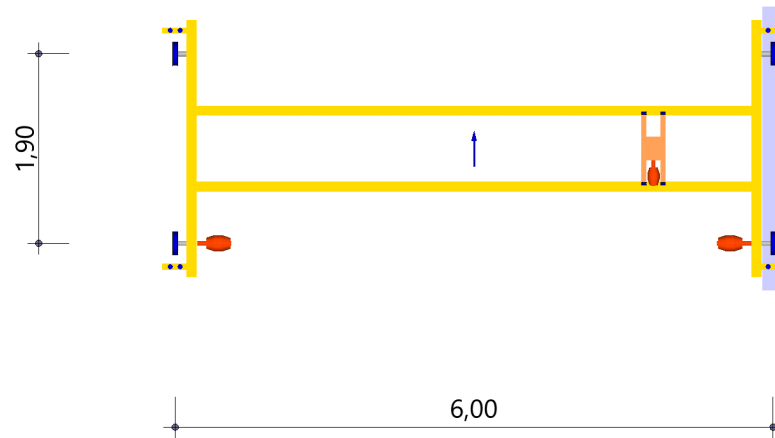
Kransystem und Krane

Kranparameter

Kranart : Aufgesetzter Brückenlaufkran
 Anzahl Krane = 1
 Spannweite Kranbrücke = 6,00 m
 Erdbebenlasten : nicht berücksichtigt

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Maßstab 1 : 75


Kran

Kran [Nr]	Bezeichnung	HC	Si	System	Spurführung	v0 [m/min]	vh [m/min]
1	ELV 1,6 t x6000 mm	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	0,00	0,24	3,0	7,1	10,1	2,2	0,5	0,0
	2	1,90	2,14	3,2	7,1	10,3	2,2	-1,8	-0,1

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	0,50				0	0	Träger-g0
1	z	0,16				0	-125	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	3,0	1,90				-145	Qc,2,1,max,ncrane=1
2	z	3,2	0,00				-145	Qc,2,2,max,ncrane=1

Einwirkungsgruppe 120 - Kranlastgruppe - Qc
Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

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	7,1	1,90				-145	Qh,2,1,max,ncrane=1
2	z	7,1	0,00				-145	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	0,5	1,90			0		HT,2,1,ncrane=1
3	x	0,07	1,90					Mx(HT,2,1,ncrane= 1)
2	y	-1,8	0,00			0		HT,2,2,ncrane=1
3	x	-0,26	0,00					Mx(HT,2,2,ncrane= 1)
Einwirkungsgruppe 121 - Kranlastgruppe - Qh Einzellasten werden als bewegte Lasten angesetzt								

Lastfall 5: Kran 1 - Schräglaufräfte HS

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
2	y	-0,1	0,00			0		HS,2,2,ncrane=1
3	x	-0,01	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	$\phi*\gamma*\psi$
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 $\gamma_{M0} = 1,10$

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
0,00	4	1	-96,7	4,3	97,0	213,6	0,45
0,10	4	1	-91,5	4,3	91,8	213,6	0,43
0,20	4	1	-86,3	4,2	86,7	213,6	0,41
0,30	4	1	-81,1	4,2	81,4	213,6	0,38
0,40	4	1	-75,9	4,2	76,2	213,6	0,36
0,50	4	1	-70,6	4,1	70,9	213,6	0,33
0,60	4	1	-65,3	4,0	65,7	213,6	0,31
0,70	4	1	-60,0	4,0	60,4	213,6	0,28
0,80	4	1	-54,7	3,9	55,1	213,6	0,26
0,90	4	1	-49,4	3,8	49,8	213,6	0,23
1,00	4	1	-44,1	3,7	44,5	213,6	0,21
1,10	4	1	-38,8	3,6	39,3	213,6	0,18
1,20	8	1	-20,3	-16,7	35,3	213,6	0,17
1,30	8	1	-17,0	-16,6	33,4	213,6	0,16

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
1,40	8	1	-13,8	-16,4	31,6	213,6	0,15
1,50	9	1	-2,4	-17,7	30,8	213,6	0,14
1,60	19	1	-1,8	-17,6	30,5	213,6	0,14
1,70	19	1	-1,1	-17,4	30,1	213,6	0,14
1,80	19	1	-0,4	-17,2	29,8	213,6	0,14
1,90	9	1	0,6	-17,0	29,4	213,6	0,14
2,30	3	1	-32,9	1,1	32,9	213,6	0,15
2,50	3	1	-43,3	0,2	43,4	213,6	0,20
2,60	3	1	-41,9	0,2	41,9	213,6	0,20
3,20	4	1	39,8	1,8	39,9	213,6	0,19
4,20	4	1	48,5	2,1	48,6	213,6	0,23
4,30	4	1	49,2	2,1	49,3	213,6	0,23
4,40	4	1	49,8	2,0	50,0	213,6	0,23
4,60	4	1	45,4	1,8	45,5	213,6	0,21
7,60	4	1	-25,2	0,8	25,2	213,6	0,12
8,90	4	1	-57,0	0,6	57,0	213,6	0,27
8,90	2	1	0,6	2,3	4,0	213,6	0,02
9,00	20	1	0,7	1,8	3,3	213,6	0,02
9,20	2	1	0,3	1,7	3,0	213,6	0,01
9,40	2	1	0,2	1,5	2,5	213,6	0,01
9,60	2	1	0,1	1,3	2,2	213,6	0,01
9,70	2	1	0,05	1,2	2,1	213,6	0,01
9,90	2	1	0,01	1,1	2,0	213,6	0,01
10,00	2	1	0,0	1,1	1,9	213,6	0,01

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 8,80 m

$$\eta = 0,21 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 30$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 91$	mm
	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 11$	mm
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 25,0$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 37,5$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 21$	mm	Kranschiene	$I_r = 11,3$	cm ⁴	
	Stegdicke	$t_w = 7$	mm	Obergurt	$I_{f,eff} = 1,0$	cm ⁴	
Lastausbreitungsänge :	effektiv	$l_{eff} = 123$	mm				
	gesamt	$x_w = 159$	mm	Unterkante	Obergurt	$z = 18$	mm

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{ox,Ed}$	$\tau_{ ,Ed}$	$\tau_{ }$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm ²]						
0,10	15,6	14,0	2,8	22,8	25,6	19,3	49,2	0,21
8,80	15,3	13,8	2,8	24,1	26,9	17,7	50,1	0,21

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 2,50 m

$$\eta = 0,04 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd} = 207,8$	N/mm ²	$f_u \cdot \sqrt{3} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$
Schweißnahtdicke	$a_w = 10$	mm	
effektive Lastausbreitungsänge	$s_s = 101$	mm	$l_{eff} - 2 \cdot t_{\text{Flansch}}$
	$l_{eff} = 123$	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene} = 22,5$	cm ³	
Zugfestigkeit des Stahls	$f_u = 360,0$	N/mm ²	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{M2} = 1,25$		
Korrelationsbeiwert	$\beta_w = 0,80$		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm ²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm ²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm ²]	$\sigma_{Vgl,d}$ [N/mm ²]	η
2,50	15,6	7,7	3,6	1,8	32,8	0,5	8,0	0,04
4,40	15,3	7,6	1,0	0,5	32,7	0,5	7,6	0,04

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 4,30$ m

Abmessungen a = 4650 mm Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld: b = 188 mm Breite = Steghöhe
t_w = 7 mm Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte: F_{Ed} = 15,6 kN Radlast einschließlich Schwingbeiwert
M_{y,Ed} = 25,92 kNm Biegemoment
V_{z,Ed} = -3,9 kN Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelaugung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1,10$

F_{R,d} = 367,6 kN
F_{Ed}/F_{R,d} = $\eta_2 = 0,04 \leq 1$
Ideale Verzweigungslast F_{cr} = 2070,1
starre Lastausbreitungslänge s = 101 mm $l_{eff} = 2 \cdot t_{Flansch}$
Beiwerte m₁ = 31,43
m₂ = 0,00
Beulwert k_F = 6,00
Schlankheitsgrad $\Lambda_F = 0,44$
Abminderungsfaktor $\chi_F = 1,00$
l_y = 246 mm
wirksame Lastausbreitungslänge L_{eff} = 246 mm $l_y \cdot \chi_F$

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

V_{b,Rd} = 194,8 kN
V_{Ed}/V_{b,Rd} = $\eta_3 = 0,02 \leq 1$
M_{Rd} = 113,17 kNm Interaktion M/N nicht erforderlich
Schlankheitsgrad $\Lambda_W = 0,014$
Abminderungsfaktor $\chi_W = 1,20$

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1,00$

$\eta_1 = 0,20 \leq 1$
W_{eff} = 563,0 cm³

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

$\eta_{7.2} = 0,14 \leq 1$ $(\eta_1 + 0,8 \cdot \eta_2)/1,4$

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

$\eta_{DIN} = 0,00 \leq 1$

Nachweisführung $\eta_{max} = 0,20 \leq 1$ Nachweis erfüllt

Kranfahrt 2: LG 5: Q_c+Q_h+HS - STR P/T
Überlagerungsfaktoren

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi \cdot \gamma \cdot \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,35	1,00	1,35
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Q _{c,max}	5	1,00	1,35	1,00	1,35
3	Kran 1 - Kranbetrieb Q _{h,max}	5	1,00	1,35	1,00	1,35
5	Kran 1 - Schräglaufräfte HS	5	1,00	1,35	1,00	1,35

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

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f _{yd} [N/mm ²]	η
0,00	4	1	-46,3	0,3	46,3	213,6	0,22
0,90	4	1	-27,6	0,4	27,6	213,6	0,13
3,70	4	1	24,9	0,3	24,9	213,6	0,12
4,40	4	1	35,8	0,1	35,8	213,6	0,17
4,50	4	1	37,3	0,1	37,3	213,6	0,17
4,60	4	1	38,8	0,03	38,8	213,6	0,18
4,70	4	1	40,2	0,0	40,2	213,6	0,19

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

x [m]	Pkt	Qkl	σ_x [N/mm ²]	τ [N/mm ²]	σ_v [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	η
4,80	4	1	41,6	0,04	41,6	213,6	0,19
4,90	4	1	40,5	0,1	40,5	213,6	0,19
5,30	4	1	36,0	0,2	36,0	213,6	0,17
5,90	4	1	28,6	0,4	28,6	213,6	0,13
6,60	4	1	18,9	0,6	19,0	213,6	0,09
6,70	4	1	17,5	0,6	17,5	213,6	0,08
6,70	8	1	13,2	13,7	27,1	213,6	0,13
6,80	9	1	2,4	15,1	26,3	213,6	0,12
8,50	4	1	-55,2	0,4	55,2	213,6	0,26
8,80	4	1	-67,5	0,3	67,5	213,6	0,32
8,90	4	1	-71,6	0,2	71,6	213,6	0,34
8,90	4	1	-1,6	0,2	1,7	213,6	0,01
9,00	2	1	0,5	0,8	1,4	213,6	0,01
9,10	2	1	0,4	0,7	1,3	213,6	0,01
9,20	2	1	0,3	-0,7	1,3	213,6	0,01
9,50	20	1	0,2	0,5	0,8	213,6	0,00
9,90	20	1	0,01	0,4	0,7	213,6	0,00
10,00	22	1	0,0	0,4	0,7	213,6	0,00

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,10 m

$$\eta = 0,19 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Kranschiene :	Höhe	$h_{eff} = 30$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{eff} = 91$	mm
	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 11$	mm
Querschnitt :	Fläche	$A_{eff} = 25,0$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 37,5$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 21$	mm	Kranschiene	$I_r = 11,3$	cm ⁴	
	Stegdicke	$t_w = 7$	mm	Obergurt	$I_{f,eff} = 1,0$	cm ⁴	
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{eff} = 123$	mm	Unterkannte	Obergurt	$z = 18$	mm
	gesamt	$x_w = 159$	mm				

x [m]	$Q_{r,Ed}$ [kN]	$\sigma_{oz,Ed}$	$\tau_{ox,Ed}$	$\tau_{ ,Ed}$	$\tau_{\perp}$	$\sigma_{x,Ed}$	σ_v	η
		[N/mm ²]						
0,10	13,9	12,5	2,5	20,1	22,6	17,6	43,8	0,19
8,80	13,6	12,3	2,5	19,9	22,4	15,6	42,4	0,18

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 4,80 m

$$\eta = 0,03 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Scherfestigkeit der Schweißnaht	$f_{w,Rd} = 207,8$	N/mm ²	$f_u \cdot \sqrt{3} / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})$
Schweißnahtdicke	$a_w = 10$	mm	
effektive Lastausbreitungslänge	$s_s = 101$	mm	$l_{eff} - 2 \cdot t_{\text{Flansch}}$
	$l_{eff} = 123$	mm	
statisches Moment der Schiene	$S_{Schiene} = 22,5$	cm ³	
Zugfestigkeit des Stahls	$f_u = 360,0$	N/mm ²	
Teilsicherheitsbeiwert	$\gamma_{M2} = 1,25$		
Korrelationsbeiwert	$\beta_w = 0,80$		

x [m]	$Q_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Qr}$ [N/mm ²]	$H_{r,d}$ [kN]	$\sigma_{w,Hr}$ [N/mm ²]	$V_{z,d}$ [kN]	$\tau_{w,Vz}$ [N/mm ²]	$\sigma_{Vgl,d}$ [N/mm ²]	η
4,80	13,9	6,9	0,1	0,1	29,7	0,5	6,9	0,03
6,70	13,6	6,8	0,0	0,0	29,6	0,5	6,8	0,03

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Nachweis auf Stegbeulen im Feld bei $x = 4,30$ m

Abmessungen a = 4650 mm Länge = Abstand der Quersteifen
Beulfeld: b = 188 mm Breite = Steghöhe
t_w = 7 mm Dicke = Stegdicke

Bemessungswerte: F_{Ed} = 13,9 kN Radlast einschließlich Schwingbeiwert
M_{y,Ed} = 23,51 kNm Biegemoment
V_{z,Ed} = -3,5 kN Querkraft

Beanspruchbarkeit des Steges : Plattenbeulen bei Querbelaugung EN1993-1-5 Abs.6 $\gamma_{M1} = 1,10$

F_{Ed}/F_{R,d} = F_{R,d} = 367,6 kN
Ideale Verzweigungslast $\eta_2 = 0,04 \leq 1$
starre Lastausbreitungslänge F_{cr} = 2070,1
Beiwerte s = 101 mm $I_{eff} = 2 \cdot t \cdot \text{Flansch}$
m₁ = 31,43
m₂ = 0,00
Beulwert k_F = 6,00
Schlankheitsgrad $\Lambda_F = 0,44$
Abminderungsfaktor $\chi_F = 1,00$
wirksame Lastausbreitungslänge l_y = 246 mm $I_y \cdot \chi_F$
L_{eff} = 246 mm

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

V_{b,Rd} = 194,8 kN
V_{Ed}/V_{b,Rd} = $\eta_3 = 0,02 \leq 1$
Schlankheitsgrad M_{Rd} = 113,17 kNm Interaktion M/N nicht erforderlich
Abminderungsfaktor $\Lambda_W = 0,014$
 $\chi_W = 1,20$

Nachweis der Längsspannungen mit wirksamen Querschnittsgrößen $\gamma_{M0} = 1,00$

$\eta_1 = 0,18 \leq 1$
W_{eff} = 563,0 cm³

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

$\eta_{7.2} = 0,13 \leq 1$ ($\eta_1 + 0,8 \cdot \eta_2$)/1.4

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

$\eta_{DIN} = 0,00 \leq 1$

Nachweisführung $\eta_{max} = 0,18 \leq 1$ Nachweis erfüllt

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

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi \cdot \gamma \cdot \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	12	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	12	1,00	1,00	1,00	1,00
4	Kran 1 - Massekräfte HT	12	1,00	1,00	1,00	1,00

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f} = 1,00$
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	$x_{dy} = 4,60 \text{ m}$
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$d_{y0} = 0,1 \text{ cm}$
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	$\phi_x = 0,0063 \text{ rad}$
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z} = 133 \text{ mm}$
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	$\delta_y = 0,2 \text{ cm}$
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim} = 1,5 \text{ cm}$
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0,15$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	$x_{dz} = 4,40 \text{ m}$
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$\delta_z = 0,5 \text{ cm}$
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim} = 1,8 \text{ cm}$
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0,29$

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	8,90	1,8	0,0	0,0
2	8,90	10,00	-0,2	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise**Nachweis auf Stegblechatmen**

Steghöhe	$h_w = 152 \text{ mm}$
Stegdickte	$t_w = 7 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 22 < 120$ Nachweis erfüllt**Schwingungsbeschränkung des Unterflansches**

Abstand der seitlichen Halterung	$L = 8,90 \text{ m}$
Trägheitsradius	$i_{z,fu} = 61 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z,fu} = 146 < 250$ Nachweis erfüllt**Kranfahrt 4: LG 13: Qc+Qh+HS - SERV****Überlagerungsfaktoren**

Nr.	Lastfall	LG	ϕ	γ	ψ	$\phi * \gamma * \psi$
1	Eigengewicht		1,00	1,00	1,00	1,00
2	Kran 1 - Kraneigengewicht Qc,max	13	1,00	1,00	1,00	1,00
3	Kran 1 - Kranbetrieb Qh,max	13	1,00	1,00	1,00	1,00
5	Kran 1 - Schräglaufräfte HS	13	1,00	1,00	1,00	1,00

Verformungsnachweis

Teilsicherheitsfaktor für Widerstände	$\gamma_{M,f} = 1,00$
Nachweisstelle für horizontale Verformungen	$x_{dy} = 4,60 \text{ m}$
Horizontale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$d_{y0} = 0,0 \text{ cm}$
Verdrehung des Trägers um die x-Achse	$\phi_x = 0,0018 \text{ rad}$
Abstand zwischen Schubmittelpunkt und Lastangriffspunkt	$e_{M,z} = 133 \text{ mm}$
Horizontale Verformung am Lastangriffspunkt	$\delta_y = 0,02 \text{ cm}$
Grenzwert für die horizontale Verformung	$\delta_{y,lim} = 1,5 \text{ cm}$
Nachweis für horizontale Verformung	$\delta_y / \delta_{y,lim} = 0,01$

Nachweisstelle für vertikale Verformungen	$x_{dz} = 4,40 \text{ m}$
Vertikale Verschiebung des Schubmittelpunktes	$\delta_z = 0,5 \text{ cm}$
Grenzwert für die vertikale Verformung	$\delta_{z,lim} = 1,8 \text{ cm}$
Nachweis für vertikale Verformung	$\delta_z / \delta_{z,lim} = 0,29$

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Vorverformungen: parabelförmig

Nr.	min x[m]	max x[m]	max y[cm]	max z[cm]	max theta[rad]
1	0,00	8,90	1,8	0,0	0,0
2	8,90	10,00	-0,2	0,0	0,0

Kranbahnspezifische Nachweise
Nachweis auf Stegblechatmen

Steghöhe $h_w = 152 \text{ mm}$
Stegdicke $t_w = 7 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.4 : $h_w / t_w = 22 < 120$ Nachweis erfüllt

Schwingungsbeschränkung des Unterflansches

Abstand der seitlichen Halterung $L = 8,90 \text{ m}$
Trägheitsradius $i_{z, fu} = 61 \text{ mm}$

nach EN 1993-6, Absatz 7.6 : $L / i_{z, fu} = 146 < 250$ 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 4(Profil) Kerbfall $\sigma_x 160 \sigma_y 160 \tau_{xz} 100$ bei $x = 8,90 \text{ m}$

$\eta = 0,17 \leq 1$ Nachweis erfüllt

x	Nr.		λ_σ λ_τ	$\Delta\sigma_c$ $\Delta\tau_c$	$\sigma_{\max}$ $\tau_{\max}$	$\sigma_{\min}$ $\tau_{\min}$	$\Delta\sigma_{E,2}$ $\Delta\tau_{E,2}$	η_σ η_τ	η_I
[m]				[N/mm ²]					
8,90	4	σ τ	0,500 0,660	160,0 100,0	-7,7 0,2	-54,3 0,0	23,3 0,1	0,17 0,00	0,00

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

Lokale Radlasteinleitung am Obergurt bei x = 0,10 m

$$\eta = 0,15 \leq 1 \quad \text{Nachweis erfüllt}$$

Kranschiene :	Höhe	$h_{\text{eff}} = 35$	mm	Obergurt :	Breite	$b_{\text{eff}} = 96$	mm
	Breite	$b_r = 50$	mm		Dicke	$t_o = 11$	mm
Querschnitt :	Fläche	$A_{\text{eff}} = 28,1$	cm ²	I_y effektiv :	gesamt	$I_{rf} = 53,8$	cm ⁴
	Schwerpunkt	$e_1 = 23$	mm	Kranschiene	$I_r = 17,9$		cm ⁴
	Stegdicke	$t_w = 7$	mm	Obergurt	$I_{f,\text{eff}} = 1,1$		cm ⁴
Lastausbreitungslänge :	effektiv	$l_{\text{eff}} = 138$	mm				
	gesamt	$x_w = 174$	mm	Unterkante	Obergurt	$z = 18$	mm

Werte für die Ermittlung der Spannungen infolge exzentrischer Radlast

Querstreifen	Abstand	$\alpha = 4,25$	m	Exzentrizität	Radlast	$e_y = 13$	mm
	Steghöhe	$h_w = 188$	mm	Kranschiene		$I_t = 50,0$	cm ⁴
Beiwert		$\eta = 3,44$					
		$T_{\text{Ed}} = 0,14$	kNm			$\sigma_{T\text{Ed}} = 13,5$	N/mm ²

x	$Q_{r,\text{Ed}}$		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
[m]	[kN]				[N/mm ²]						[N/mm ²]			
0,10	10,9	z	0,630	160,0	22,4	-4,5	17,0	0,12	0,758	100,0	-2,0	-15,6	13,0	0,15
		x	0,630	160,0	20,4	2,9	11,0	0,08						
8,80	10,9	z	0,630	160,0	22,0	-4,5	16,7	0,12	0,758	100,0	-2,0	-15,6	13,0	0,15
		x	0,630	160,0	20,4	2,9	11,0	0,08						

Nachweis der Schweißnaht zwischen Schiene und Obergurt bei x = 4,80 m

Schweißnahtdicke	$a_w = 10$	mm
effektive Lastausbreitungslänge	$s_s = 116$	mm
	$l_{\text{eff}} = 138$	mm
statisches Moment der Schiene	$S_{\text{Schiene}} = 30,6$	cm ³

Schadensäquivalenzfaktor	λ_{σ}	=	0,630	
konstante Spannungsschwingbreite Kerbfall	$\Delta\sigma_C$	=	36,0	N/mm ²
maximale Normalspannung	$\sigma_{\max}$	=	4,7	N/mm ²
minimale Normalspannung	$\sigma_{\min}$	=	0,0	N/mm ²
schadensäquivalente Spannungsschwingbreite	$\Delta\sigma_{E,2}$	=	3,0	N/mm ²
$\gamma_{F,f} \cdot \Delta\sigma_{E,2} / (\Delta\sigma_C / \gamma_{M,f}) =$	η_{σ}	=	0,09	≤ 1
				$\lambda^*(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$
				Nachweis erfüllt

Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse**Auslastung - Tragsicherheit**

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Stegbeulen
1	LG 1: Qc+Qh+HT - STR P/T	0,45	0,21	0,20
2	LG 5: Qc+Qh+HS - STR P/T	0,34	0,19	0,18

Auslastung - Gebrauchstauglichkeit

Nr	Kranüberfahrt	Verformungsnachweis Y			Verformungsnachweis Z		
		v_{max}	δ_{lim}	η	w_{max}	δ_{lim}	η
		[cm]	[cm]		[cm]	[cm]	
3	LG 12: Qc+Qh+HT - SERV	0,22	1,48	0,15	0,51	1,78	0,29
4	LG 13: Qc+Qh+HS - SERV	0,02	1,48	0,01	0,51	1,78	0,29

Auslastung - Ermüdung

Nr	Kranüberfahrt	Querschnitt	Lokale Lasteinleitung	Schweißnaht Schiene
5	LG 14: Qc+Qh - FAT	0,17	0,15	0,09

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020

3. Verankerungen

3.1 Position: 3.1 Auflagerverankerung HEA220 Anschlusskräfte aus Pos.2.1



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Ausführender Metallbau-Ruf
Udo Ruf
Von Plettenbergstraße 21
D - 52146 Würselen
Telefon: +49 173 9417469
info@rufmetallbau.de
www.rufmetallbau.de

Ingenieurbüro AIXINEERING
Jan Wisniewski
Königin Astrid Str. 18
B - 4710 Herbesthal
Telefon: +32 87 656058
info@aixineering.be
www.aixineering.be

www.fischer.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

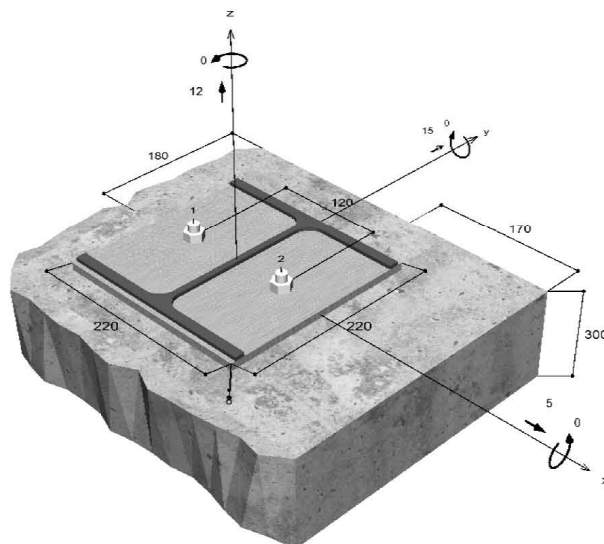


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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 ($\varnothing \geq 12$ 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

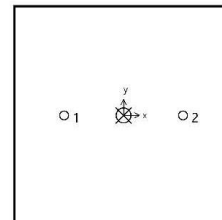
Bemessungslasten *)

#	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	12,00	5,00	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	6,00	7,91	2,50	7,50
2	6,00	7,91	2,50	7,50



Max. Betonstauchung :	0,00 %
Max. Betondruckspannung :	0,0 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	12,00 kN, X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0,00 kN, X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	6,00	31,55	19,0
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	12,00	33,17	36,2
Betonausbruch	12,00	40,50	29,6

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

* 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	6,00	19,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	19,0	1	$\beta_{N,s,1}$
2	19,0	2	$\beta_{N,s,2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

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



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

$$N_{Rk,p} = 33,93 \text{ kN} \cdot \frac{137,776 \text{ mm}^2}{99,856 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,063 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 49,76 \text{ kN}$$

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

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

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

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

$$\Psi_{s,Np} = \min \left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \right) = \min \left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{170 \text{ mm}}{158 \text{ mm}} \right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1) = 1,164 - \sqrt{\frac{120 \text{ mm}}{316 \text{ mm}}} \cdot (1,164 - 1) = 1,063 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.2f)}$$

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

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

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.2h)

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

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Gl. (5.2i)

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{sd} kN	$\beta_{N,p}$ %
49,76	1,50	33,17	12,00	36,2

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	36,2	1	$\beta_{N,p,1}$

Betonausbruch

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



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Gl. (5.3)

$$N_{Rk,c} = 47,32kN \cdot \frac{169.200mm^2}{129.600mm^2} \cdot 0,983 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 60,75kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (120mm)^{1,5} = 47,32kN$$

Gl. (5.3a)

$$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{170mm}{180mm} = 0,983 \leq 1$$

Gl. (5.3c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Gl. (5.3d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.3e)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{390mm}} = 1,000 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
60,75	1,50	40,50	12,00	29,6

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	29,6	1	$\beta_{N,c,1}$

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	7,91	19,23	41,1
Rückseitiger Betonausbruch	15,81	66,35	23,8
Betonkantenbruch	15,81	28,85	54,8

* Ungünstigster Anker

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	7,91	41,1

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	41,1	1	$\beta_{Vs,1}$
2	41,1	2	$\beta_{Vs,2}$

Rückseitiger Betonausbruch

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



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 49,76 \text{ kN} = 99,52 \text{ kN} \quad \text{Gl. (5.7)}$$

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

$$N_{Rk,p} = 33,93 \text{ kN} \cdot \frac{137,776 \text{ mm}^2}{99,856 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,063 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 49,76 \text{ kN}$$

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

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{170 \text{ mm}}{158 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

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

$$\Psi_{g,Np} = 1,164 - \sqrt{\frac{120 \text{ mm}}{316 \text{ mm}}} \cdot (1,164 - 1) = 1,063 \geq 1$$

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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{ex}}{s_{ex,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.2h)

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Gl. (5.2i)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
99,52	1,50	66,35	15,81	23,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	23,8	1	$\beta_{V,cp,1}$

Betonkantenbruch

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



$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$

Gl. (5.8)

$$V_{Rk,c} = 32,10kN \cdot \frac{151.200mm^2}{145.800mm^2} \cdot 0,889 \cdot 1,000 \cdot 1,045 \cdot 1,000 \cdot 1,400 = 43,28kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot d^\alpha \cdot h_{ef}^\beta \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5}$$

Gl. (5.8a)

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

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{h_{ef}}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{96mm}{180mm}} = 0,073 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d}{c_1} \right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{12mm}{180mm} \right)^{0,2} = 0,058$$

Gl. (5.8b/c)

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

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{170mm}{1,5 \cdot 180mm} = 0,889 \leq 1$$

Gl. (5.8e)

$$\Psi_{h,V} = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}}\right) = \max\left(1; \sqrt{\frac{1,5 \cdot 180mm}{300mm}}\right) = 1,000 \geq 1$$

Gl. (5.8f)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{2,5}\right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 18,4)^2 + \left(\frac{\sin 18,4}{2,5}\right)^2}} = 1,045 \geq 1$$

Gl. (5.8g)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2e_e}{3c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 180mm}} = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.8h)

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

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

PROJECT-NR:

20004

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{sd} kN	$\beta_{V,c}$ %
43,28	1,50	28,85	15,81	54,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	54,8	1	$\beta_{V,c;1}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %	Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen *	19,0	Stahlversagen ohne Hebelarm *	41,1
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	36,2	Rückseitiger Betonausbruch	23,8
Betonausbruch	29,6	Betonkantenbruch	54,8

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$\beta_N = \beta_{N;p;1} = 0,36 \leq 1$ $\beta_V = \beta_{V;c;1} = 0,55 \leq 1$ $\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N;p;1}^{1,5} + \beta_{V;c;1}^{1,5} = 0,62 \leq 1$		Nachweis erfolgreich	Gl. (5.9a) Gl. (5.9b) Gl. (5.10)
---	---	-----------------------------	--

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

$t = 8 \text{ mm}$

Profiltyp

HEA 220

Technische Hinweise

Wenn der Randabstand eines Ankers kleiner als der charakteristische Randabstand $C_{cr,N} = 180 \text{ mm}$ (Bemessungsverfahren A) ist, ist eine Längsbewehrung mit einem Durchmesser von $d = 6 \text{ mm}$ 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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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 Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Angaben zur Montage

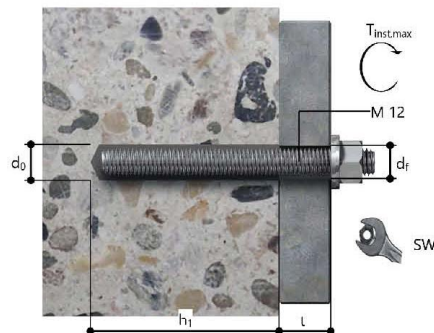
Anker

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



Montagedetails

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



PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagekräfte in die Bodenplatte / Baugrund ist nicht Gegenstand dieser statischen Berechnung!

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Ankerplattendetails

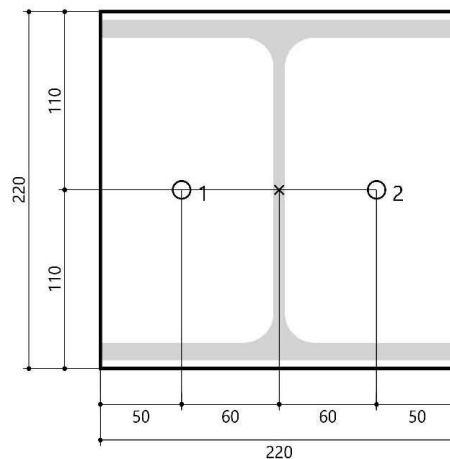
Material der Ankerplatte S 235 (St 37)
Ankerplattendicke $t = 8 \text{ mm}$
Durchgangsloch im Anbauteil $d_i = 14 \text{ mm}$

Anbauteil

Profiltyp HEA 220

Ankerkoordinaten

Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-60	0
2	60	0



PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020

3.2 Position: 3.2 Auflagerverankerung QRO100x4 Anschlusskräfte aus Pos.2.1



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Ausführender Metallbau-Ruf
Udo Ruf
Von Plettenbergstraße 21
D - 52146 Würselen

Telefon: +49 173 9417469
info@rufmetallbau.de
www.rufmetallbau.de

Ingenieurbüro AIXINEERING
Jan Wisniewski
Königin Astrid Str. 18
B - 4710 Herbesthal
Telefon: +32 87 656058
info@aixineering.be
www.aixineering.be

www.fischer.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

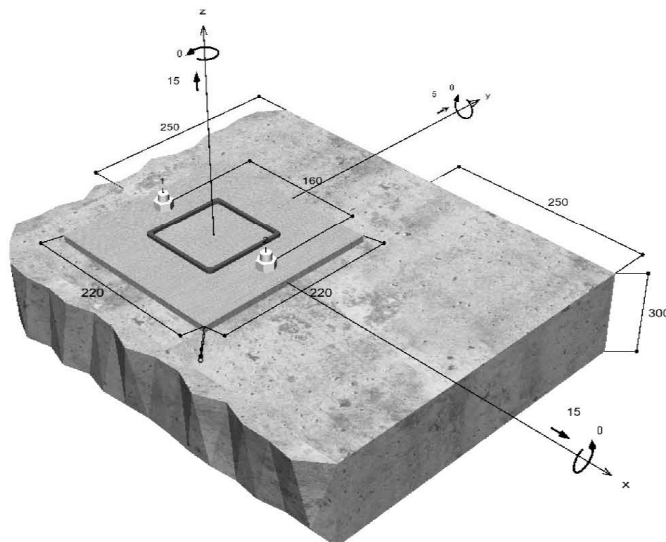


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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 ($\varnothing \geq 12$ 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 100x4)

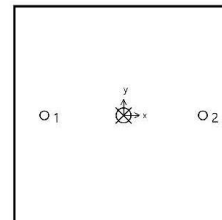
Bemessungslasten *)

#	N _{sd} kN	V _{sd,x} kN	V _{sd,y} kN	M _{sd,x} kNm	M _{sd,y} kNm	M _{r,sd} kNm	Belastungsart
1	15,00	15,00	5,00	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	7,50	7,91	7,50	2,50
2	7,50	7,91	7,50	2,50



Max. Betonstauchung :	0,00 %
Max. Betondruckspannung :	0,0 N/mm ²
Resultierende Zugkraft :	15,00 kN, X/Y Position (0 / 0)
Resultierende Druckkraft :	0,00 kN, X/Y Position (0 / 0)

Widerstand gegenüber Zugbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	7,50	31,55	23,8
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	15,00	35,68	42,0
Betonausbruch	15,00	45,57	32,9

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

* 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	7,50	23,8

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	23,8	1	$\beta_{N,s,1}$
2	23,8	2	$\beta_{N,s,2}$

Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch

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



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

$$N_{Rk,p} = 33,93 \text{ kN} \cdot \frac{150,416 \text{ mm}^2}{99,856 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,047 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 53,53 \text{ kN}$$

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

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

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

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

$$\Psi_{s,Np} = \min \left(1 ; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \right) = \min \left(1 ; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{250 \text{ mm}}{158 \text{ mm}} \right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

$$\Psi_{g,Np} = \Psi_{g,Np}^0 - \sqrt{\frac{s}{s_{cr,Np}}} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1) = 1,164 - \sqrt{\frac{160 \text{ mm}}{316 \text{ mm}}} \cdot (1,164 - 1) = 1,047 \geq 1 \quad \text{Gl. (5.2f)}$$

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

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

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.2h)

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

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Gl. (5.2i)

$N_{Rk,p}$ kN	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{sd} kN	$\beta_{N,p}$ %
53,53	1,50	35,68	15,00	42,0

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	42,0	1	$\beta_{N,p,1}$

Betonausbruch

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



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Gl. (5.3)

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

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (120mm)^{1,5} = 47,32kN$$

Gl. (5.3a)

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

Gl. (5.3c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Gl. (5.3d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.3e)

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

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
68,36	1,50	45,57	15,00	32,9

Anker-Nr.	$\beta_{N,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	32,9	1	$\beta_{N,c,1}$

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Widerstand gegenüber Querbeanspruchungen

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	7,91	19,23	41,1
Rückseitiger Betonausbruch	15,81	71,37	22,2
Betonkantenbruch	15,21	31,83	47,8

* Ungünstigster Anker

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	7,91	41,1

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	41,1	1	$\beta_{Vs,1}$
2	41,1	2	$\beta_{Vs,2}$

Rückseitiger Betonausbruch

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



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,p} = 2 \cdot 53,53 \text{ kN} = 107,05 \text{ kN} \quad \text{Gl. (5.7)}$$

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

$$N_{Rk,p} = 33,93 \text{ kN} \cdot \frac{150,416 \text{ mm}^2}{99,856 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,047 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 53,53 \text{ kN}$$

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

$$\Psi_{s,Np} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{250 \text{ mm}}{158 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (5.2e)}$$

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

$$\Psi_{g,Np} = 1,164 - \sqrt{\frac{160 \text{ mm}}{316 \text{ mm}}} \cdot (1,164 - 1) = 1,047 \geq 1$$

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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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

$$\Psi_{ec,Np} = \frac{1}{1 + \frac{2e_{ex}}{s_{ex,Np}}} = \Psi_{ec,Npx} \cdot \Psi_{ec,Npy} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.2h)

$$\Psi_{re,Np} = 1,000$$

Gl. (5.2i)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
107,05	1,50	71,37	15,81	22,2

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2	22,2	1	$\beta_{V,cp,1}$

Betonkantenbruch

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



$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$$

Gl. (5.8)

$$V_{Rk,c} = 50,26kN \cdot \frac{187.500mm^2}{281.250mm^2} \cdot 0,900 \cdot 1,118 \cdot 1,012 \cdot 1,000 \cdot 1,400 = 47,74kN$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot d^{\alpha} \cdot h_{ef}^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot c_1^{1,5}$$

Gl. (5.8a)

$$V_{Rk,c}^0 = 1,7 \cdot (12mm)^{0,062} \cdot (96mm)^{0,054} \cdot \sqrt{25,0N/mm^2} \cdot (250mm)^{1,5} = 50,26kN$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{h_{ef}}{c_1}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{96mm}{250mm}} = 0,062 \quad \beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d}{c_1} \right)^{0,2} = 0,1 \cdot \left(\frac{12mm}{250mm} \right)^{0,2} = 0,054$$

Gl. (5.8b/c)

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

$$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{250mm}{1,5 \cdot 250mm} = 0,900 \leq 1$$

Gl. (5.8e)

$$\Psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1,5c_1}{h}} = \sqrt{\frac{1,5 \cdot 250mm}{300mm}} = 1,118 \geq 1$$

Gl. (5.8f)

$$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{2,5} \right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{(\cos 9,5)^2 + \left(\frac{\sin 9,5}{2,5} \right)^2}} = 1,012 \geq 1$$

Gl. (5.8g)

$$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot e_e}{3 \cdot c_1}} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{3 \cdot 250mm}} = 1,000 \leq 1$$

Gl. (5.8h)

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

PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

$V_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ kN	V_{sd} kN	$\beta_{V,c}$ %
47,74	1,50	31,83	15,21	47,8

Anker-Nr.	$\beta_{V,c}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	40,0	1	$\beta_{V,c;1}$
2	47,8	2	$\beta_{V,c;2}$

Ausnutzung für Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %	Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen *	23,8	Stahlversagen ohne Hebelarm *	41,1
Kombiniertes Versagen durch Herausziehen und Betonausbruch	42,0	Rückseitiger Betonausbruch	22,2
Betonausbruch	32,9	Betonkantenbruch	47,8

* Ungünstigster Anker

Ausnutzung für kombinierte Zug- und Querbelastung

$\beta_N = \beta_{N;p;1} = 0,42 \leq 1$	 Nachweis erfolgreich	Gl. (5.9a)
$\beta_V = \beta_{V;c;2} = 0,48 \leq 1$		Gl. (5.9b)
$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N;p;1}^{1,5} + \beta_{V;c;2}^{1,5} = 0,60 \leq 1$		Gl. (5.10)

Angaben zur Ankerplatte

Ankerplattendetails

Vom Anwender ohne Nachweis festgelegte Ankerplattendicke

$t = 8 \text{ mm}$

Profiltyp

Quadratische Hohlprofile warmgefertigt (QSH 100x4)

Technische Hinweise

Wenn der Randabstand eines Ankers kleiner als der charakteristische Randabstand $C_{cr,N} = 180 \text{ mm}$ (Bemessungsverfahren A) ist, ist eine Längsbewehrung mit einem Durchmesser von $d = 6 \text{ mm}$ 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

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

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 Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten oder Programme.

PROJECT:	PROJECT-NR:
Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren	20004
CLIENT:	DATE:
Arnold Damm GmbH	06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Angaben zur Montage

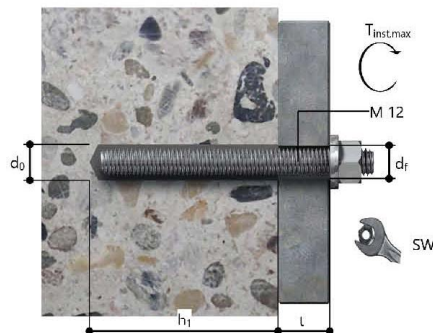
Anker

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



Montagedetails

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



PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020



Die Weiterleitung der Auflagerkräfte in die Bodenplatte / den Baugrund ist nicht Gegenstand dieser Statischen Berechnung !

20004_Metallbau-Ruf_Brueckenlaufkran_Haaren

Ankerplattendetails

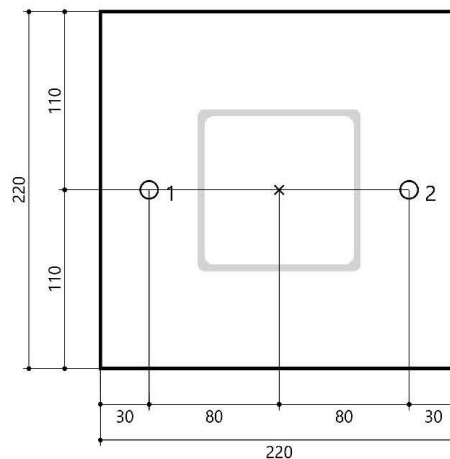
Material der Ankerplatte S 235 (St 37)
Ankerplattendicke $t = 8 \text{ mm}$
Durchgangsloch im Anbauteil $d_i = 14 \text{ mm}$

Anbauteil

Profiltyp Quadratische Hohlprofile
warmgefertigt (QSH 100x4)

Ankerkoordinaten

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



PROJECT:

Unterkonstruktion Kranbahnanlage Haaren

CLIENT:

Arnold Damm GmbH

PROJECT-NR:

20004

DATE:

06.02.2020