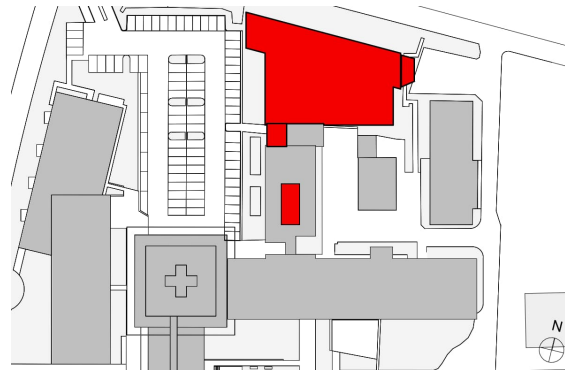




Statische Berechnung



Seiten 6-1 bis 6-91
IN BAUTECHNISCHER HINSICHT GEPRÜFT
PRÜF-NR. **25-PG43**



DIPL.-ING. RÜDIGER GEBHART
PRÜFINGENIEUR FÜR BAUTECHNIK

Fachrichtung Massivbau Palmaille 124b
gem. Prüfverordnung 22767 Hamburg
vom 14.02.2006 Tel. 040 88 88 98-0

Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB
Ingenieurbüro für Bauwesen

Dipl.-Ing. Bernd von Seht
Dr.-Ing. Markus Wetzels
Dipl.-Ing. Wolfgang Keen
Dipl.-Ing. Christian Kühner
Prof. Dr.-Ing. Eric Brehm

Prüfingenieure für Bautechnik VPI

Dipl.-Ing. Bernd von Seht
Dr.-Ing. Markus Wetzels
Dipl.-Ing. Christian Kühner

Heft 6 – Stahlbau

Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung



Bauvorhaben

AKK Altonaer Kinderkrankenhaus
Aufstockung Reha-Gebäude
Bleickenallee 38
22763 Hamburg

Auftraggeber

AKK Altonaer Kinderkrankenhaus gGmbH
Bleickenallee 38
22763 Hamburg

Objektplanung

euroterra GmbH
architekten ingenieure
Ness1
20457 Hamburg

Tragwerksplanung

Wetzels & von Seht
Ingenieurbüro für Bauwesen
Friesenweg 5E | 22763 Hamburg

WvS-Projektnr.

21069-1

Hamburg

10. April 2025



Hamburg

Friesenweg 5E | 22763 Hamburg
Tel/Fax +49 (0)40 88 91 67-0 / 67

Berlin

Gutenbergstraße 4 | 10587 Berlin
Tel/Fax +49 (0)30 74 00 66-0 / 22

Husum

Osterhusumer Straße 130 | 25813 Husum
Tel/Fax +49 (0)4841 80 470-0 / 2

Darmstadt

Rosa-Parks-Straße 4 | 64295 Darmstadt
Tel/Fax +49 (0)6151 78648-0 / 99

München

Pettenkoferstraße 35 | 80336 München
Tel/Fax +49 (0)89 12 14 060-40 / 60

info@wvs.eu
www.wvs.eu

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001



Inhaltsverzeichnis

Position	Inhalt	Seite
	Inhaltsverzeichnis	6-2
	Vorbemerkungen zu Heft 6 – Stahlbau	6-3
	<u>Technikzentrale Übergang Nord</u>	
	Ermittlung und Zusammenstellung der Lasten	6-5
Pos. 6.0	Windlastermittlung	6-6
Pos. 6.1	Querträger Fußbodenebene HEA 200	6-10
Pos. 6.2	Längsträger Fußbodenebene HEA 220	6-15
Pos. 6.3	Stahlrahmen Mitte (Achse 4) HEA 220	6-26
Pos. 6.4	Stahlrahmen Giebel (Achsen 3 und 5) HEA 220	6-64
Pos. 6.5	Dachpfetten HEA 140	6-79
Pos. 6.6	Wandriegel HEA 140	6-83
Pos. 6.7	Aussteifungsverbände in der Wandebene0	6-86
	Schlussblatt	6-90
<u>Anlagen</u>	keine	
6-A1	Technikzentrale Übergang Nord – Positionsübersicht	1 Plan

Die vorliegende statische Berechnung wurde teilweise durch unabhängige Vergleichsrechnung geprüft. Diese beschränkt sich auf die zur Bemessung führenden Werte. Zwischenberechnungen sind unter Umständen nicht geprüft worden und deshalb als nicht gesichert anzusehen.



Vorbemerkungen zu Heft 6 – Stahlbau

Das *Heft 6 – Stahlbau* umfasst die statischen Berechnungen und die Bemessung der tragenden Stahlbauteile nach DIN EN 1993-1-1 und -/NA (EC 3). Nachfolgend wird die Stahlkonstruktion der Technikzentrale auf dem benachbarten Bestandsgebäude *Übergang Nord* bemessen und hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit statisch nachgewiesen. ✓

Einhausung der Technikzentrale Übergang Nord

Die tragende Stahlkonstruktion der Einhausung für die Technikzentrale besteht aus einzelnen, biegesteif ausgebildeten Stahlrahmen (Zwei-Gelenk-Rahmen mit biegesteifen Ecken), die im Abstand von ca. 5,37 m unmittelbar auf der Stahlbeton-Dachdecke über dem 3.OG in den Achsen B-C/3+4+5 stehen und über die Rahmenwirkung die Tragkonstruktion in Querrichtung horizontal aussteifen (Pos. 6.3 und Pos. 6.4). In Längsrichtung wird die Technik-Einhausung über zwei Windverbände aussteift, die jeweils in der vertikalen Wandebene angeordnet sind (Pos. 6.7). ✓

Die Dachpfetten (Pos. 6.5) und Wandriegel (Pos. 6.6) spannen als Einfeldträger zwischen den Stahlrahmen. Sie nehmen die Eigengewichtslasten der Dach- und Wandflächen sowie die einwirkenden Windsog- und Winddruckkräfte, die Pfetten darüber hinaus Schneelasten und ggf. die Lasten der an die Dachfläche abgehängten TGA-Installationen auf und leiten diese in die Rahmenriegel bzw. -stützen weiter. ✓

Die Fußbodenebene ist unmittelbar oberhalb der Dachdecke des Bestandes angeordnet und besteht aus Quer- und Längsträgern (Pos. 6.1 und 6.2) sowie aus einer Gitterrostebene. Die Eigengewichts- und Nutzlasten aus der Gitterrostebene werden über die Querträger in die Längsträger abgetragen, die in den Achsen B und C angeordnet sind. Die Längsträger spannen als Einfeldträger jeweils zwischen den Achsen B/3-4 und B/4-5 bzw. C/3-4 und C/4-5 und sind an die Rahmenstützen seitlich angeschlossen. ✓

Die Gesamtlast aus der Stahlkonstruktion der Technikzentrale wird über die Rahmenstützen (Pos. 6.3 und 6.4) unmittelbar über die vorhandene Dachdecke des Bestandes in die Stahlbetonstützen des darunter liegenden Geschosses in den Achsen B/3, B/4 und B/5 bzw. in den Achsen C/3, C/4 und C/5 abgetragen. Die Dachdecke wird infolge der Technikzentrale insofern nicht zusätzlich belastet. Die Nachweise der Bestandskonstruktion, in diesem Zusammenhang die Tragfähigkeitsnachweise der Stützen unter Berücksichtigung der zusätzlichen Lasteinwirkungen, erfolgen gemäß *Heft 1 – Bestandskonstruktion* der statischen Berechnungen. ✓

Die umschließenden Dach- und Wandflächen bilden die thermische Gebäudehülle der Technik-Einhausung ab und werden mit wärmedämmten Sandwich-Elementen ausgeführt. Die Dimensionierung sowie die statischen Nachweise der Sandwich-Elemente sind hersteller- bzw. produktabhängig und daher nicht Teil dieser statischen Berechnungen. Sie werden im Zuge der Werkplanung durch die ausführende Firma (AN) geführt. Dies gilt gleichermaßen für die Gitterroste. ✓

Vorab erfolgt die Ermittlung der auf die Einhausung der Technikzentrale einwirkenden Windlasten (Pos. 6.0). ✓

Stahlbauanschlüsse und Auflagerdetails (Leitdetails)


Für die Anschluss- und Knotenpunkte der Stahlkonstruktion, sowie deren Auflager und Anschlüsse an die lastweiterleitenden Stahlbetonbauteile, werden im Rahmen dieser Genehmigungsstatik Leitdetails als Ausführungsvorschlag angegeben und dargestellt, sowie hierfür die wesentlichen statischen Nachweise geführt. Die erforderlichen Nachweise der Knoten und Anschlussverbindungen des Stahl- und Stahlverbundbaus sowie die Werkplanung erfolgen jedoch grundsätzlich durch die ausführende Firma (AN). Dies gilt im Besonderen, wenn im Rahmen der Ausführung von den dargestellten Leitdetails oder der Stahlbaubemessung abgewichen wird. ✓

Deltabeam®-Verbundträger

→ Siehe *Heft 3 – Decken und Balken* ✓



Auftragnehmerseitig zu erstellende Unterlagen

Die vom Auftragnehmer zu erstellenden Unterlagen sind in Eigenregie rechtzeitig vor Baubeginn in prüffähiger Form zu erstellen und zur bautechnischen Prüfung beim zuständigen Prüfsachverständigen einzureichen. Eine bautechnische Freigabe ist herbeizuführen. Alle zu erstellenden Unterlagen und Bescheinigungen sind ferner dem Bauherrn, dem Objektplaner und dem Ingenieurbüro *Wetzel & von Seht* jeweils zur Kenntnisnahme zu übergeben (→ s.a. *Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen*, Abs. 18): 

- Knoten- und Detailnachweise für die Verbindungen im Stahlbau und der Sandwich-Elemente (od. dgl.) in Abstimmung mit der Tragwerks- und Objektplanung
- Erstellung von Übersichts-, Montage- und Werkstattzeichnungen für den Stahlbau
- Erstellung von Verlege-, Montage- und Werkstattzeichnungen für Trapezbleche / Sandwich-Elemente (und dgl.)
- Abstimmung von Ausführungsdetails mit der Objektplanung
- Planung von Sicherungsmaßnahmen während der Montage der Stahlkonstruktionen mit Anweisung an den Richtmeister

Die Stahlträger und Stahlverbundträger sind in der Regel so bemessen, dass alle Bauteile auch im Bauzustand ohne Unterstützungen ausreichende Tragfähigkeiten besitzen.

Der zuständige Prüfsachverständige für dieses Bauvorhaben ist:



(N.N)

Die Angaben und Erläuterungen gemäß *Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen* der statischen Berechnung sind zu beachten.



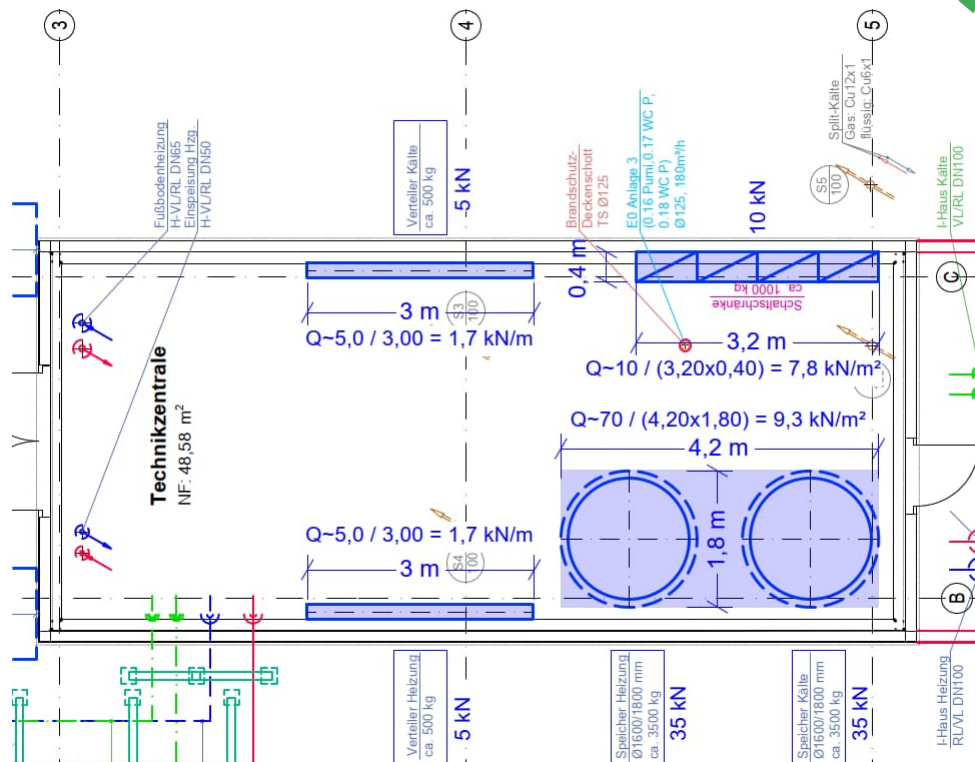
Ermittlung und Zusammenstellung der Lasten

Eigengewichtslasten der Konstruktion (Ständige Lasten)

- Gitterroste: $G \leq 0,30 \text{ kN/m}^2$ ✓
- Dach- und Fassade: $G \leq 0,40 \text{ kN/m}^2$ ✓ (Sandwich-Elemente produkt- bzw. herstellerabhängig)
- Stahlprofile: → in Abhängigkeit vom gewählten Profilquerschnitt (siehe Berechnungen) ✓

Nutzlasten (veränderliche Lasten)

- TGA-Geräte: $Q = 5,0 \text{ kN/m}^2$ (im Mittel über alles) *
 - Laufstege / Zugänge: $Q = 2,0 \text{ kN/m}^2$ ✓ (DIN EN ISO 14122-2)
- * Gemäß Angabe TGA: Kälte-Speicher (2x 3.500 kg, Abmessungen L/B ~ 4,20 m / 1,80 m)
Verteiler Kälte und Heizung (je 500 kg, Abmessungen L ~ 3,00 m)
Schaltschränke 1.000 kg, Abmessungen L/B ~ 3,20 m / 0,40m) ✓



Auszug Plan-Nr. 579-2.3-E-GR-DA Übergang Nord – Dachaufsicht Technikzentrale

Schneelast

$$s = \mu \cdot s_k = 0,80 \cdot 0,85 = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

(Schneelastzone 2)

Windlasten

→ Siehe Windlastermittlung folgende Seiten (Pos. 6.0)

$$\text{Basisgeschwindigkeitsdruck } q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

(Windzone 2)

Pos. 6.0 Technikzentrale Übergang Nord - Windlastermittlung

Lasten aus Wind und Schnee (x64) LWS+ 02/23C (FRILO R-2023-2/P09)

System

Basiswerte

Land Deutschland
Schnee-Norm DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04
Wind-Norm DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Gemeinde 2**** Hamburg
Geländehöhe $h_{NN} = 36.00$ m
Klimaregion Zentral-Ost
Schneezone 2
Windzone 2
Geländekategorie Mischkategorie Binnenland
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

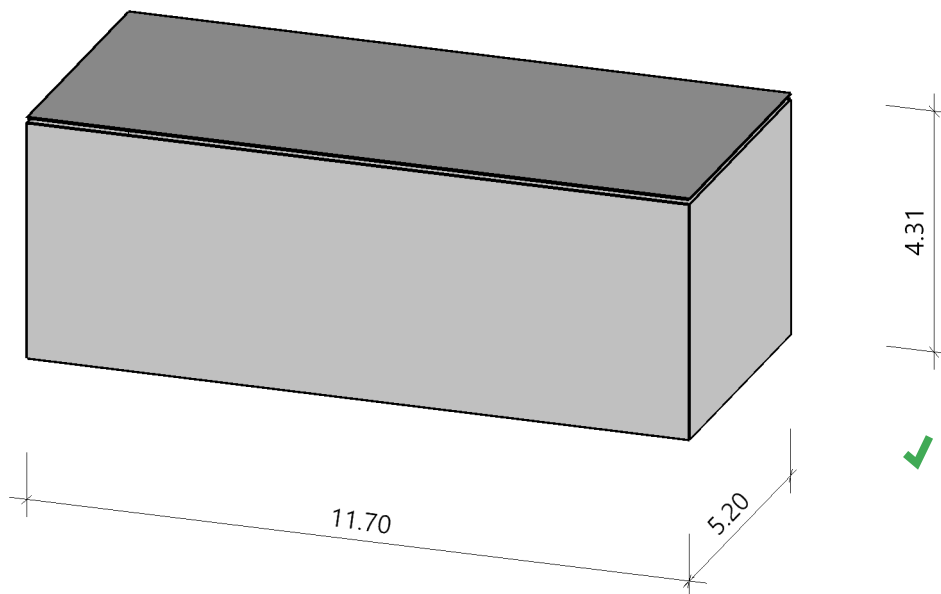
Beiwerte

$C_{esl} = 2.300$ Faktor für Schneetraulast $k = 0.40$

Geometrie Flachdach

Gebäudehöhe $h = 4.31$ m
Gebäuelänge $l = 5.20$ m
Gebäudebreite $b = 11.70$ m
Fusspunkthöhe $= 14.26$ m
mit Flachdach - scharfkantig
Dachneigung $\alpha_{li} = 0.0^\circ$
Überstand $\ddot{u}_{li} = 0.00$ m $\ddot{u}_{re} = 0.00$ m
Überstand $\ddot{u}_1 = 0.00$ m $\ddot{u}_2 = 0.00$ m
Dachbreite/länge $dx = 11.70$ m $dy = 5.20$ m

Grafik



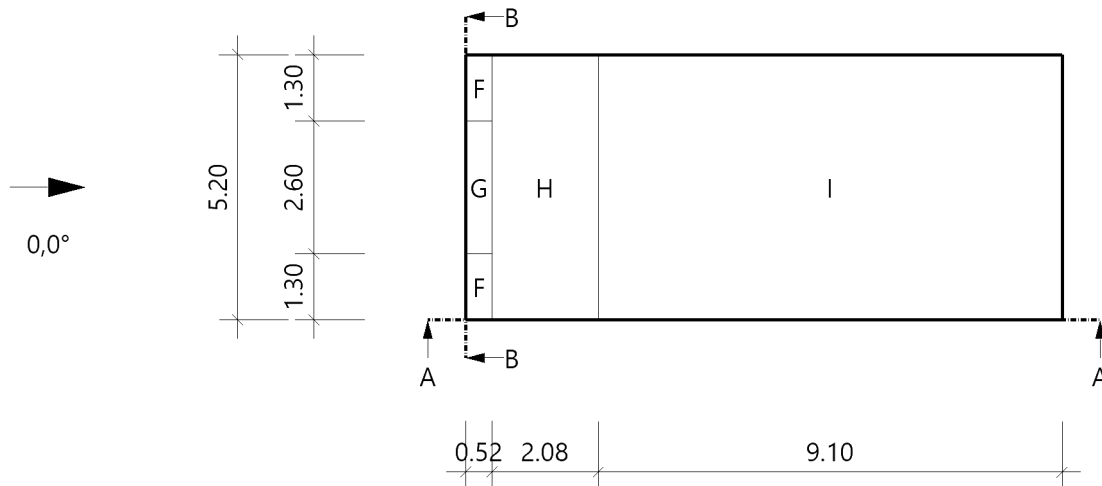
Lasten

Bodenschneelast $s_k = 0.85$ kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit $v_{b0} = 25.0$ m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b0} = 0.39$ kN/m²
Referenzhöhe $z_e = 18.57$ m
Geschwindigkeitsstaudruck $q_{p,0}(h) = 0.84$ kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck $q_{p,90}(h) = 0.84$ kN/m²

Ergebnisse

Wind

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

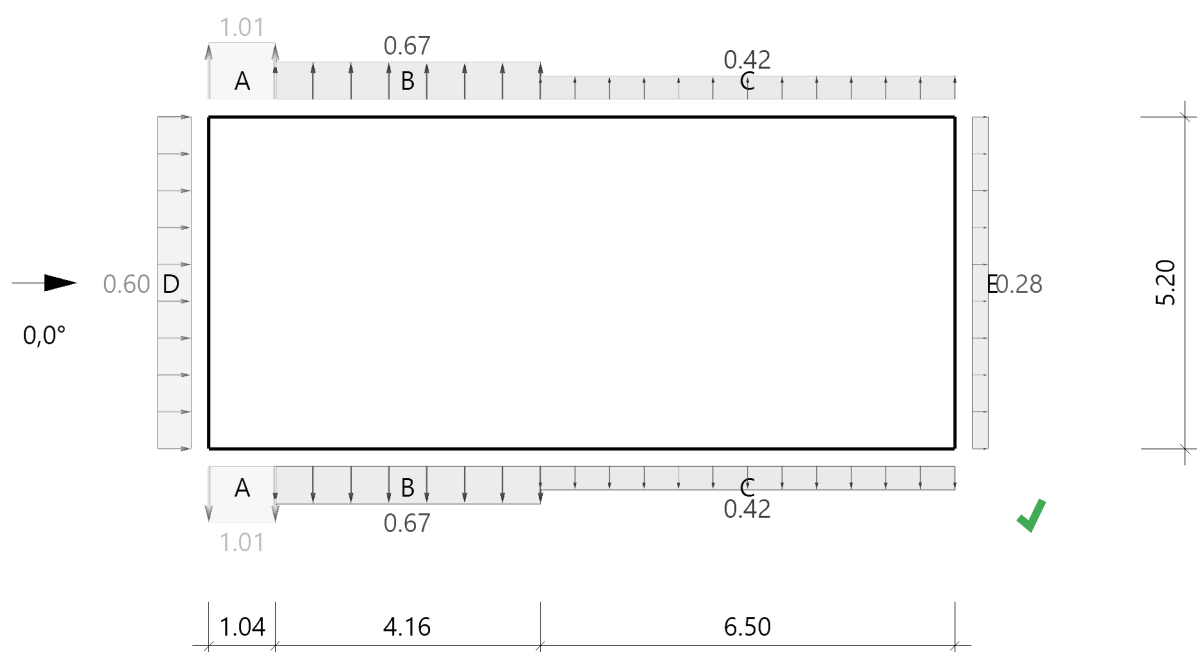
Referenzeinflußbreite $e = 5.20 \text{ m}$

Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m ²]	$W_{e,10-}$ [kN/m ²]	$W_{e,1+}$ [kN/m ²]	$W_{e,1-}$ [kN/m ²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.52	0.00	-2.11	0.52	1.30
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-1.01	0.00	-1.69	0.52	2.60
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.59	0.00	-1.01	2.08	5.20
I	DF	0.20	-0.60	0.20	-0.60	0.17	-0.51	0.17	-0.51	9.10	5.20

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 5.20 \text{ m}$
Verhältnis $h/d = 0.368$

$h/b = 0.829$

$d/b = 2.250$

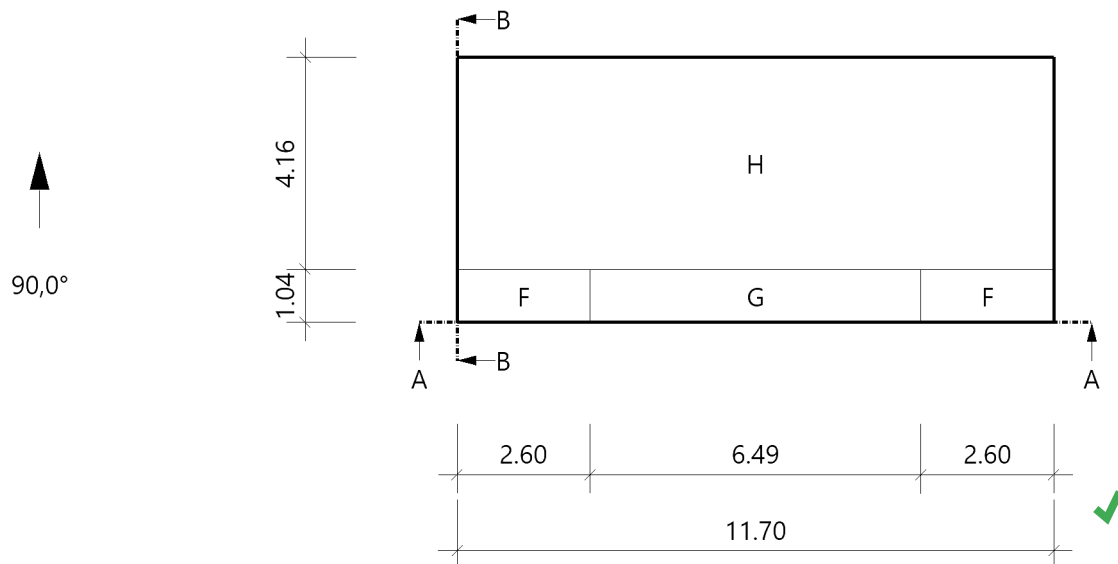
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m²]	$W_{e,10-}$ [kN/m²]	$W_{e,1+}$ [kN/m²]	$W_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
D	Wand links	0.72	0.00	1.00	0.00	0.60	0.00	0.84	0.00		5.20
E	Wand rechts	0.00	-0.33	0.00	-0.50	0.00	-0.28	0.00	-0.42		5.20
A	Wand vorne	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.01	0.00	-1.18	1.04	
B	Wand vorne	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.67	0.00	-0.93	4.16	
C	Wand vorne	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.42	0.00	-0.42	6.50	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

- 1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte



Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite $e = 10.42 \text{ m}$

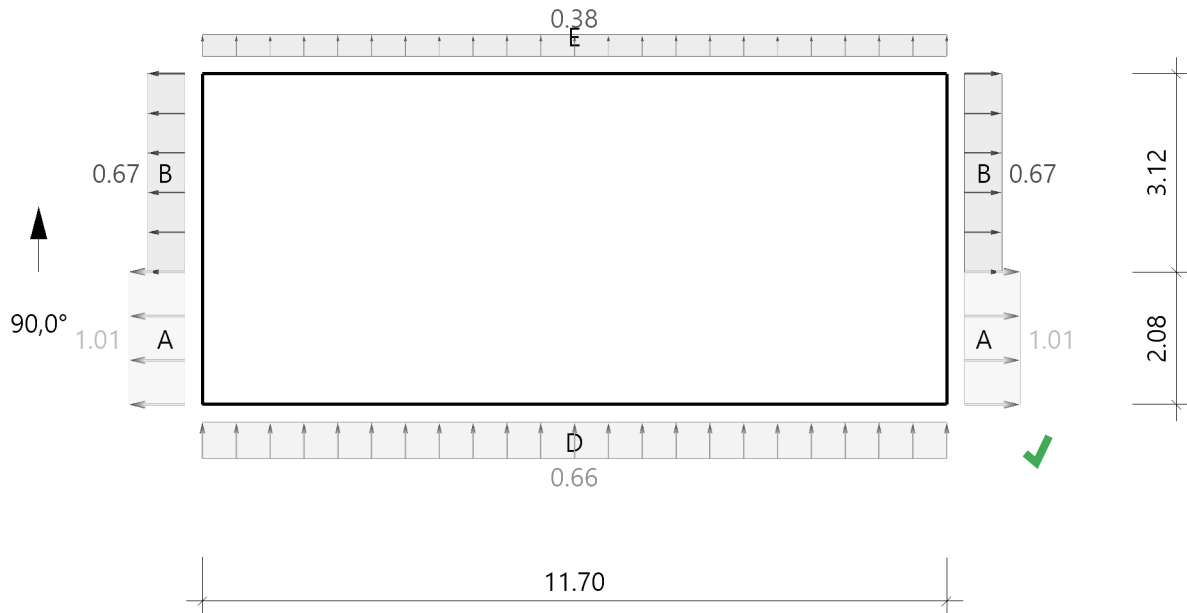
Bereich	Bauteil	$C_{pe,10+}$	$C_{pe,10-}$	$C_{pe,1+}$	$C_{pe,1-}$	$W_{e,10+}$ [kN/m²]	$W_{e,10-}$ [kN/m²]	$W_{e,1+}$ [kN/m²]	$W_{e,1-}$ [kN/m²]	l_x [m]	l_y [m]
F	DF	0.00	-1.80	0.00	-2.50	0.00	-1.52	0.00	-2.11	2.61	1.04
G	DF	0.00	-1.20	0.00	-2.00	0.00	-1.01	0.00	-1.69	6.49	1.04
H	DF	0.00	-0.70	0.00	-1.20	0.00	-0.59	0.00	-1.01	11.70	4.16

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzusetzen.



Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite $e = 10.42$ m

Verhältnis $h/d = 0.829$ $h/b = 0.368$ $d/b = 0.444$

Bereich	Bauteil	Cpe,10+	Cpe,10-	Cpe,1+	Cpe,1-	We,10+ [kN/m ²]	We,10- [kN/m ²]	We,1+ [kN/m ²]	We,1- [kN/m ²]	lx [m]	ly [m]
D	1 Wand vorne	0.78	0.00	1.00	0.00	0.66	0.00	0.84	0.00	11.70	
E	Wand hinten	0.00	-0.45	0.00	-0.50	0.00	-0.38	0.00	-0.42	11.70	
A	Wand links	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-1.01	0.00	-1.18		2.08
B	Wand links	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.67	0.00	-0.93		3.12

Alle Werte sind charakteristische Werte.

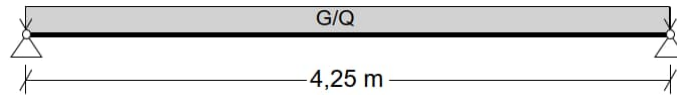
- 1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe z_e nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte



Pos. 6.1 Technikzentrale Übergang Nord – Querträger Fußbodenebene

1. Statisches System und Belastung

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten
- Trägerabstand $e \leq 1,80 \text{ m}$



2. Belastung

- Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen

Einwirkende Lasten

		G	Q	
• Eigengewicht:	→ wird programmintern generiert	G = 0,42		[kN/m]
• Gitterrost + opt. Nebenträger (1,0 kN/m²):	$G = 1,00 \cdot 1,80 =$	1,80		[kN/m]
Nutzflächenlast:	Q =		5,00	[kN/m²]

3. Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

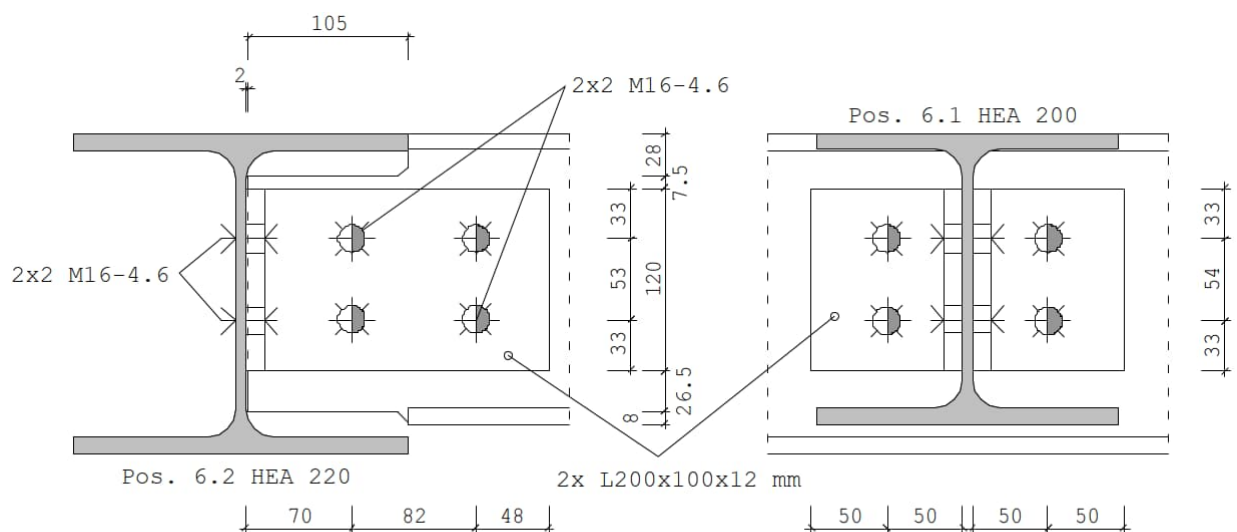
- Gewählt: HEA 200 (S235)

4. Anschluss an Längsträger – Pos. 6.1.1

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

- Auflagerkraft (GZT): $F_d \leq 50 \text{ kN}$
- Gewählt: Winkelanschluss 2x L 200x100x12 mm
8x Schrauben M16 -4.6

Leitdetail Pos. 6.1.1

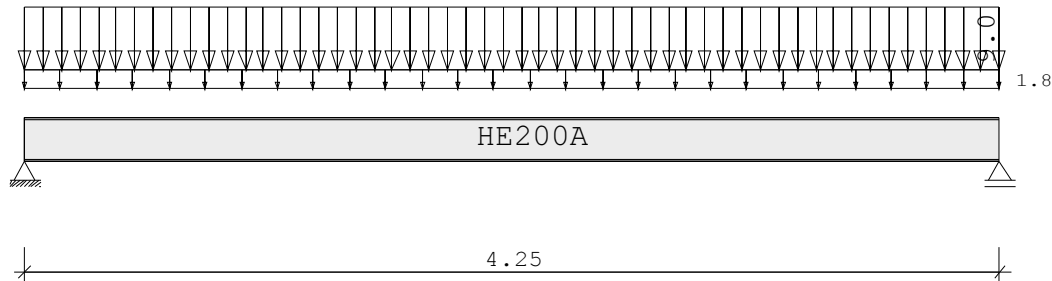


Alle Bauteile S235
(sofern nicht gesondert angegeben)

Pos. 6.1 Technikzentrale Übergang Nord - Querträger Boden

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 33



Stahlträger S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

System	Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)
1	4.250	konstant	1	3690.0	389.0	389.0 HE200A

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ	EG	Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS
1	E			1.000	5.000	1.800		G/Q

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	4.72	19.13	0.00	23.85	23.85	4.72
2	4.72	19.13	0.00	23.85	23.85	4.72
Summe:	9.44	38.25	0.00	47.69	47.69	9.44

Ergebnisse für γ -fache Lasten

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum (kNm, kN)						
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 2.125	37.25	0.00	0.00	35.06	-35.06

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)
Stütze	Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F
1	0.00	0.00	0.00	35.06	35.06	4.72
2	0.00	0.00	-35.06	0.00	35.06	4.72



Querschnitte S235		fyk = 235 N/mm2				
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
3	HE200A	1264	101	245	48	543

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)								$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	QNr.	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	σ_v (N/mm2)	τ	QKL	η
1	0.000	1	0.0	35.1	52	30	1	0.22
	2.125	1	37.3	0.0	96	0	1	0.41
	4.250	1	0.0	-35.1	52	30	1	0.22



Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)							$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M,Rd (kNm)	η
1	0.000	0.0	35.1	1	0.00	101.2	0.14
	2.125	37.3	0.0	1	0.00	101.2	0.37
	4.250	0.0	-35.1	1	0.00	101.2	0.14



Biegedrillknicken nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 Gl.6.54, Anhang B
Der Druckgurt ist nur an den Auflagern gehalten.
Die Lasten sind OK Balken angesetzt.

Feld Nr.	MEd,y (kNm)	MRk,y ()	λ_{lt}	κ_{lt}	γ_M	Eta
1	37.25	101.24	0.78	0.83	1.10	0.49



Zulässige Durchbiegungen : im Feld zul f = L / 300 charakteristische Kombination						
Feld Nr.	x (m)	fg (cm)	ftot (cm)	f (cm)	zul f (cm)	η
1	2.125	0.12	0.62	0.615	1.417	0.43



Pos. 6.1.1 Technikzentrale Übergang Nord - Querträger Boden

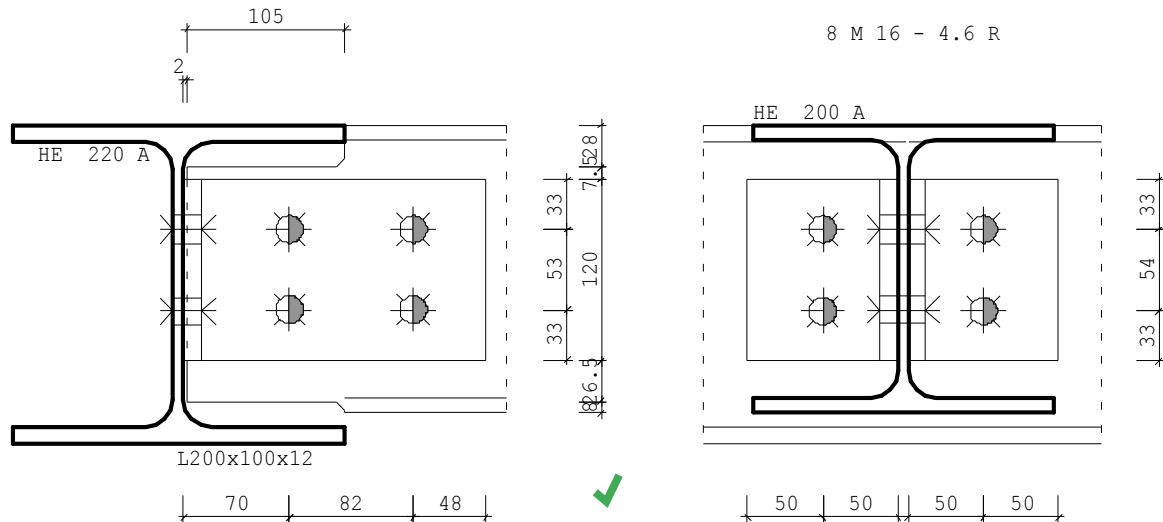
Schraubanschlüsse Stahl (x64) ST9 01/2021F (FRILO R-2023-2/P09)

TRÄGERANSCHLUß

DIN EN 1993

Grafik

Maßstab 1 : 5



Kennwerte

Profil		h	tw	b	tf	r	(mm)
Hauptträger	HE 220 A	210.0	7.0	220.0	11.0	18.0	
Nebenträger	HE 200 A	190.0	6.5	200.0	10.0	18.0	
Winkel	L200x100x12	200.0	12.0	100.0	9.0	15.0	

Winkel Länge = 120.0 mm
Uw = 7.5 mm Abstand von OK Ausklinkung
Versatz = 2.0 mm
Ausklinkung oben = 28.0 mm
unten = 8.0 mm
Länge = 105.0 mm mit Brennschnitt

Stahl	fy N/mm2	fu N/mm2	γM0	γM2	Schraube	fyb N/mm2	fub N/mm2	d0 mm	
S235	235	360	1.00	1.25	M 16 - 4.6 R	240	400	18.0	Gewinde in Fuge

Schraubenbild	p1(Mitte)	e1(Rand)	e2(Rand)	p2(Mitte)	(mm)
Hauptträger	54.0	68.5			
Winkel-Hauptträger	54.0	33.0	50.0		
Winkel-Nebenträger	53.0	33.0	48.0	82.0	
Nebenträger	53.0	40.5	68.0	82.0	

	Schraubenreihen	Schrauben je Reihe	gesamt
Winkel-Hauptträger	1	2	2
Winkel-Nebenträger	2	2	4

Nachweis mit Vd = 50.00 kN

Hauptträger - Winkel : 1 - schnittige Verbindung mit 2 * 2 Schrauben

V _{z,d} kN	I _p cm2	M _{yv,d} kNcm	T _d kN	T _{z,d} kN	T _{y,d} kN
25.0	14.6	125.0	26.3	12.5	23.1

Lochleibung	Lage Richtung	α_d	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	T_d kN	η	
Profil	Rand,z	1.00	2.50	80.6	12.5	0.16	
	Rand,y	1.00	2.50	80.6	23.1	0.29	
	Mitte,z	0.75	2.50	60.5	12.5	0.21	
Winkel	Rand,z	0.61	2.50	84.5	12.5	0.15	
	Rand,y	0.93	2.50	128.0	23.1	0.18	
	Mitte,z	0.75	2.50	103.7	12.5	0.12	
Abscheren		α_v	$F_{v,Rd}$ kN	T_d kN	η		
		0.60	30.1	26.3	0.87		

Nebenträger - Winkel : 2 - schnittige Verbindung mit 4 Schrauben

V _{z,d} kN	I _p cm ²	M _{yy,d} kNcm	T _d kN	T _{z,d} kN	T _{y,d} kN	
50.0	95.3	555.0	39.6	36.4	15.7	
Lochleibung	Lage Richtung	α _d	k ₁	F _{b,Rd} kN	T _d kN	η
Profil	Rand,z	0.75	2.50	56.2	36.4	0.65
	Rand,y	1.00	2.42	72.6	15.7	0.22
	Mitte,z	0.73	2.50	54.8	36.4	0.66
	Mitte,y	1.00	2.42	72.6	15.7	0.22
Winkel	Rand,z	0.61	2.50	169.0	36.4	0.22
	Rand,y	0.89	2.42	238.1	15.7	0.07
	Mitte,z	0.73	2.50	202.2	36.4	0.18
	Mitte,y	1.00	2.42	267.9	15.7	0.06
Abscheren		α _v	F _{v,Rd} kN	T _d kN	η	
		0.60	60.3	39.6	0.66	

Nachweis der Ausklinkung des Nebenträgers

h_{red} = 154.0 mm	s = 6.5 mm
QKL = 1	y_s = 107.0 mm
V_{zd} = 50.0 kN	M_{yd} = -5.3 kNm
I_y = 197.8 cm ⁴	S_y = 19.3 cm ³
	A = 10.0 cm ²
σ = 208.2 N/mm ²	τ = 74.9 N/mm ²
σ_{vgl} = 208.2 N/mm ²	σ_{Rd} = 235.0 N/mm ²
η = 0.89 <= 1	

Nachweis des Winkels

h = 120.0 mm	s = 12.0 mm
	y_s = 111.0 mm
V_{zd} = 25.0 kN	M_{yd} = 2.8 kNm
I_y = 172.8 cm ⁴	S_y = 21.6 cm ³
σ = 96.4 N/mm ²	τ = 26.0 N/mm ²
σ_{vgl} = 96.4 N/mm ²	σ_{Rd} = 235.0 N/mm ²
η = 0.41 <= 1	

Blockversagen des Winkels am Nebenträger

A_{nv} = 7.1 cm ²	A_{nt} = 12.4 cm ²
$V_{eff,2,Rd}$ = 274.0 kN	η = 0.09 <= 1

Blockversagen des Nebenträgers

A_{nv} = 4.3 cm ²	A_{nt} = 8.0 cm ²
$V_{eff,2,Rd}$ = 173.8 kN	η = 0.29 <= 1

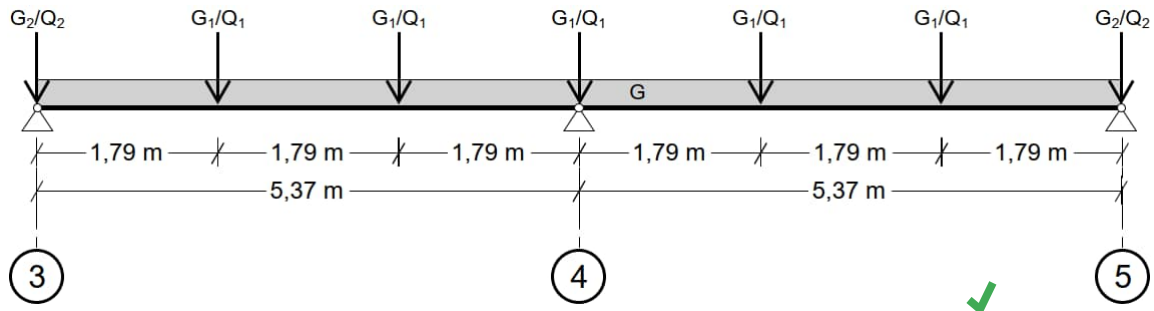
maximale Auslastung

Ausklinkung η = 0.89 <= 1

Pos. 6.2 Technikzentrale Übergang Nord – Längsträger Fußbodenebene

1. Statisches System und Belastung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten



2. Belastung

→ Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen

Einwirkende Lasten

		G	Q
• Eigengewicht:	→ wird programmintern generiert	$G = 0,51$	[kN/m]
• Pos. 6.1:		$G_1/Q_1 = 5,00$	$20,00$ [kN]
• Wie Pos. 6.1 (Randträger):	$G_2 \sim 5,0 / 2 + 0,42 \cdot 4,25 / 4 \sim$ $Q_2 = 20,0 / 2 =$	$3,00$	$10,00$ [kN]
• Fassadenlast ($0,8 \text{ kN/m}^2$):	$G_3 \leq 0,80 \cdot 3,70 =$	$2,96$	[kN/m]

3. Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

- Gewählt: HEA 220 (S235) ✓

<u>Auflagerkräfte (char.)</u>	Achsen B+C / 3+5	$A_{G,k} / A_{Q,k} = 17,3 / 30,0$ [kN]
	Achsen B+C / 4	$A_{G,k} / A_{Q,k} = 33,6 / 60,0$ [kN]

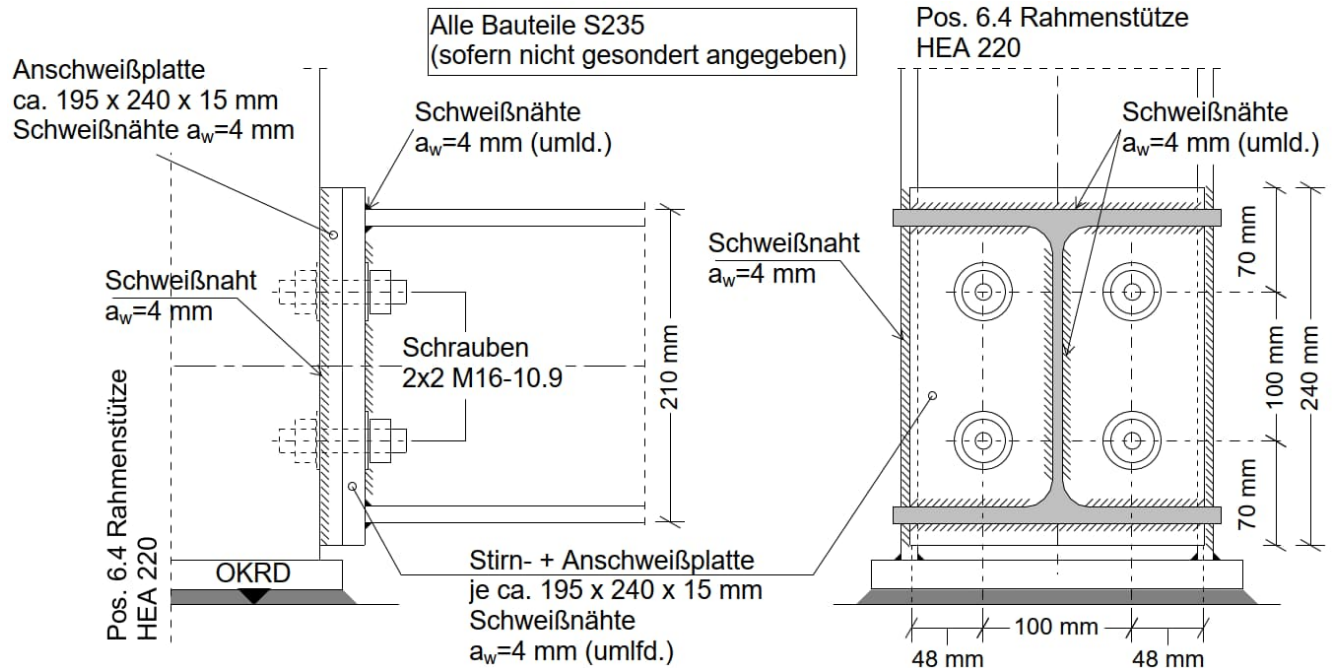
4. Anschluss an die Rahmenstützen – Pos. 6.2.1

Die Längsträger werden im Bereich der Rahmenfußpunkte seitlich an die Stützenprofile angeschlossen.

→ Siehe EDV-Berechnungen folgende Seiten
→ Siehe auch Rahmenfußpunkte der Pos. 6.3 und Pos. 6.4 mit den zugehörigen Leitdetails Pos. 6.3.3 bzw. Pos. 6.4.3 ✓

- Anschlusskräfte: $V_{zd} \leq 60 \text{ kN}$ $N_d = \pm 10,3 \text{ kN}$ (aus Windverband Pos. 6.7)
- Gewählt: mit Stirnplatte Schrauben $\sim 195 \times 240 \times 15 \text{ mm}$ (S 235)
 $4 \times M16-10.9$ ✓
- Anschweißplatte zw. den Stützenflanschen $\sim 195 \times 240 \times 15 \text{ mm}$ (S 235)
- Schweißnähte $a_w = 4 \text{ mm}$ (umld.) ✓

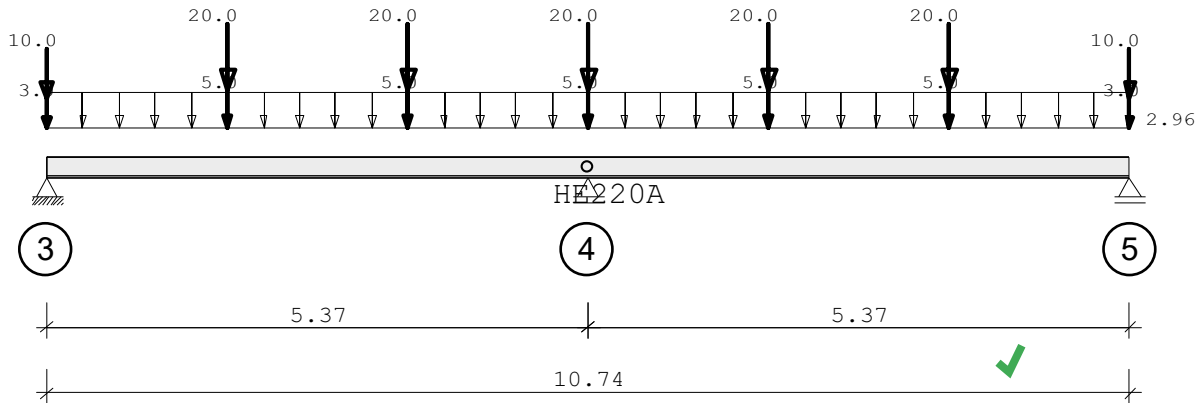
Leitdetail Trägeranschluss / Rahmenstütze – Pos. 6.2.1



Pos. 6.2 Technikzentrale Übergang Nord - Längsträger Boden

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 75



Stahlträger über 2 Felder S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

System	Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)		QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)
1	5.370	konstant	1	5410.0	515.0	515.0
2	5.370	konstant	1	5410.0	515.0	515.0

Gelenke : in Feld 2 bei x = 0.000 m

Trägerbezogene Lasten (kN,m)							
Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L		2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L			
Typ EG Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
1 N		0.800	0.000	3.700		Fassade	
2 E	0.000	3.000	10.000	1.000	0.000	wie	6.1
2 E	0.000	5.000	20.000	1.000	1.790		6.1
2 E	0.000	5.000	20.000	1.000	3.580		6.1
2 E	0.000	5.000	20.000	1.000	5.370		6.1
2 E	0.000	5.000	20.000	1.000	7.160		6.1
2 E	0.000	5.000	20.000	1.000	8.950		6.1
2 E	0.000	3.000	10.000	1.000	10.740	wie	6.1

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:				
Nr	KI	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1
E 1		Lagerräume	1.00	0.90
N 8		sonstige veränderliche Lasten	0.80	0.70

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	17.30	30.00	0.00	47.30	47.30	17.30
2	33.61	60.00	0.00	93.61	93.61	33.61
3	17.30	30.00	0.00	47.30	47.30	17.30
Summe:	68.21	120.00	✓ 0.00	188.21	188.21	68.21

Auflagerkräfte (kN)						
EG	Stütze 1		Stütze 2		Stütze 3	
	max	min	max	min	max	min
g	17.3	17.3	33.6	33.6	17.3	17.3
E	30.0	0.0	60.0	0.0	30.0	0.0
N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum	47.3	17.3	93.6	33.6	47.3	17.3 ✓

Ergebnisse für γ-fache Lasten

Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

Feldmomente Maximum (kNm , kN)						
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re
1	x0 = 2.685	82.64	0.00	0.00	49.31	-49.31
2	x0 = 2.685	82.64 ✓	0.00	0.00	49.31 ✓	-49.31

Stützmomente Maximum (kNm , kN)						
Stütze		Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F
1		0.00	0.00	0.00	49.31	68.36*
2		0.00	0.00	-49.31	49.31	135.37*
3		0.00	0.00	-49.31	0.00	68.36*

* -> Wert für F kommt aus einer anderen Kombination. ✓

Querschnitte S235 fyk = 235 N/mm2						
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
3	HE220A	1511	134	280	64	657

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1) $\gamma_{M0} = 1.00$								
Feld Nr.	x (m)	QNr.	My,ed (kNm)	Vz,ed (kN)	σ_v (N/mm2)	τ	QKL	η
1	0.000	1	0.0	49.3	62	36	1	0.26
	0.001	1	0.0	49.3	62	36	1	0.26
	1.789	1	80.7	40.9	157	8	1	0.67
	1.791	1	80.8	4.2	157	1	1	0.67
	2.685	1	82.6	0.0	160	0	1	0.68
	3.579	1	80.8	-4.2	157	1	1	0.67
	3.581	1	80.7	-40.9	157	8	1	0.67
	5.369	1	0.0	-49.3	62	36	1	0.26
	5.370	1	0.0	-49.3	62	36	1	0.26
	0.000	1	0.0	49.3	62	36	1	0.26
2	1.789	1	80.7	40.9	157	8	1	0.67
	1.791	1	80.8	4.2	157	1	1	0.67
	2.685	1	82.6	0.0	160	0	1	0.68
	3.579	1	80.8	-4.2	157	1	1	0.67
	3.581	1	80.7	-40.9	157	8	1	0.67
	5.369	1	0.0	-49.3	62	36	1	0.26
	5.370	1	0.0	-49.3	62	36	1	0.26
	0.000	1	0.0	49.3	62	36	1	0.26
	0.001	1	0.0	49.3	62	36	1	0.26
	1.789	1	80.7	40.9	157	8	1	0.67

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)							$\gamma_{M0} = 1.00$
Feld Nr.	x (m)	$M_{y,ed}$ (kNm)	$V_{z,ed}$ (kN)	QKL (-)	ρ (-)	$M_{i,Rd}$ (kNm)	η
1	0.000	0.0	49.3	1	0.00	133.9	0.18
	0.001	0.0	49.3	1	0.00	133.9	0.18
	1.789	80.7	40.9	1	0.00	133.9	0.60
	1.791	80.8	4.2	1	0.00	133.9	0.60
	2.685	82.6	0.0	1	0.00	133.9	0.62
	3.579	80.8	-4.2	1	0.00	133.9	0.60
	3.581	80.7	-40.9	1	0.00	133.9	0.60
	5.369	0.0	-49.3	1	0.00	133.9	0.18
	5.370	0.0	-49.3	1	0.00	133.9	0.18
2	0.000	0.0	49.3	1	0.00	133.9	0.18
	1.789	80.7	40.9	1	0.00	133.9	0.60
	1.791	80.8	4.2	1	0.00	133.9	0.60
	2.685	82.6	0.0	1	0.00	133.9	0.62
	3.579	80.8	-4.2	1	0.00	133.9	0.60
	3.581	80.7	-40.9	1	0.00	133.9	0.60
	5.369	0.0	-49.3	1	0.00	133.9	0.18
	5.370	0.0	-49.3	1	0.00	133.9	0.18

Biegedrillknicken nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 Gl.6.54, Anhang B
Der Druckgurt ist nur an den Auflagern gehalten.
Die Lasten sind OK Balken angesetzt.

Feld Nr.	$M_{Ed,y}$ (kNm)	$M_{Rk,y}$ (kNm)	λ_{lt}	κ_{lt}	γ_M	Eta
1	82.64	133.93	0.87	0.77	1.10	0.88
2	82.64	133.93	0.87	0.77	1.10	0.88

Zulässige Durchbiegungen : im Feld
charakteristische Kombination

Feld Nr.	x (m)	f_g (cm)	f_{tot} (cm)	f (cm)	zul f (cm)	η	
1	2.685	0.57	1.54	1.540	1.790	0.86	2
2	2.685	0.57	1.54	1.540	1.790	0.86	3

DIN EN 1993

Technical drawing of a column-beam joint (Anschluss Rahmenstütze) showing side and top views with dimensions and material specifications.

Side View (Left):

- Material: 4 M 16 - 10.9 HR
- Beam: 2 * FL 220.0 x 15.0
- Column: HE 220 A
- Dimensions: 15, 55, 100, 55, 15 (vertical), 4 (horizontal)
- Label: Anschluss Rahmenstütze

Top View (Right):

- Dimensions: 60, 100, 60 (horizontal), 70, 100, 70 (vertical), 220 (width)

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft	
hrz. Nd= 10.3 kN < 0.05 * Npld im Trägerquerschnitt =	75.6 kN
Berechnungsoptionen (Vorgaben)	
Zugschrauben MRd im Bereich Anschlusshöhe * f ansetzen :	f = 0.50
Berücksichtigung der Normalkraft durch N-M Interaktion (Gl. 6.24)	
dabei die Schrauben im Überstand für NRd vernachlässigen	
Folgende Option wegen maßgeblicher Zug-Normalkraft nicht anwendbar:	
Querkraft nur über zugfreie Schrauben abtragen (nur bei Nd dafür gilt:	<= 0)
Abminderung FVRd nach 6.2.2 mit (0,4/1,4)	

Biegetragfähigkeit MRd ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft			
ohne	Begrenzung	VRd	auf plastische Schubtragfähigkeit vom Träger

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte :

Nr Reihen	e	e,min	m	n	Mpl1Rd*)	min(FtRd,BtRd)
1	1	60.0	60.0	42.0	52.5 mm	13218.75
*) Mpl1Rd = MplRd / Leff im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm						



Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 : effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1				
Nr	leff,einzeln	leff,grp,oben	leff,grp.mitte	leff,grp,unten
2	263.7	-	-	- mm

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2				
Nr	l _{eff,einzeln}	l _{eff,grp,oben}	l _{eff,grp mitte}	l _{eff,grp,unten}
2	275.8	-	-	- mm

Steifeneinfluß			
Nr	λ1	λ2	α
2	0.4	0.4	6.6

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :		
Nr	FtRd	Versagensmodus
2	202.81 kN	Stirnplatte auf Biegung

Komponenten im Riegel :				
Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$	$M_{cl,Rd}$	$M_{cl,Rd,red}$	$F_{cFb,Rd}$
1	280.46 kN	133.93	133.93 kNm	673.01 kN

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss :		
h,druck	FtRd,zug	FCRd,druck
20.50 mm	202.81 kN	202.81 kN

MaSd	MaRd,elastisch	MaRd,plastisch	η
-2.00 kNm	20.21 kNm	30.32 kNm	0.07



Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment
äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte :

Nr Reihen	e	e,min	m	n	Mpl1 _{Rd} *)	min(Ft _{Rd} ,Bt _{Rd})	
1	2	60.0	60.0	42.0	52.5 mm	13218.75	113.04 kN
*) Mpl1 _{Rd} = Mpl _{Rd} / L _{eff} im jeweiligen Fließmuster in Nmm/mm							

Schraubenreihen im T-Stummel Nr 1 : effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1				
Nr	leff,einzeln	leff,grp,oben	leff,grp.mitte	leff,grp,unten
2	263.7	231.9	-	- mm
1	263.7	-	-	231.9 mm



effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1 (Erweiterung für NRd)				
Nr	$l_{eff,grp,oben}$	$l_{eff,grp mitte}$	$l_{eff,grp,unten}$	
2	175.9	-	-	mm
1	-	-	175.9	mm

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2				
Nr	$l_{eff,einzeln}$	$l_{eff,grp,oben}$	$l_{eff,grp mitte}$	$l_{eff,grp,unten}$
2	275.8	204.4	-	-
1	275.8	-	-	204.4

Steifeneinfluß			
Nr	λ_1	λ_2	α
2	0.4	0.4	6.6
1	0.4	0.4	6.6

Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen :		
Nr	F_{tRd}	Versagensmodus
2	182.81 kN	Stirnplatte auf Biegung
1	182.81 kN	Stirnplatte auf Biegung

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss :			
N_{Sd}	$N_{Rd,elastisch}$	$N_{Rd,plastisch}$	η
10.30 kN	243.75 kN	365.63 kN	0.03

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)			
hrz. $N_d =$	10.3 kN	$< 0.05 \cdot N_{pld}$	im Trägerquerschnitt = 75.6 kN
Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.			

Querkraftbeanspruchung : wirksame Schraubenreihen				
Nr	$e_1,platte$	Randabstand $e_2,platte$	Lochabstand $e_3,platte$	
1	70.0	60.0	100.0	100.0 mm
2	170.0	60.0	100.0	100.0 mm

Nr	$k_1 \cdot \alpha,platte$	$F_{bRd,platte}$	F_{VRd}
1	2.50	345.60	35.89 kN
2	2.50	345.60	35.89 kN

V_{Sd}	V_{Rd}	η
60.00 kN	71.77 kN	0.84

Nachweis der Schweißnähte aus Teilschnittgrößen :			
Zuggurt (konstruktiv) erf.aw	f_{wvd}	Steg σ_w	Druckgurt σ_w
3.0 mm	207.8 N/mm ²	49.71 N/mm ²	-5.18 N/mm ²
		η 0.24	η 0.02
Hinweis: Schweißnahtversagen sollte nicht bemessungsrelevant sein !			

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung : zusätzliche Normalkraft Nd bis max.5% Npld vom Träger berücksichtigt					
Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen					
Nr	k3	k5l	k5r	k10	
2	0.000	10.832	10.832	5.075	mm
	keq 2.620	zeq 149.5	mm	Sj,ini 12296.91	Sj,n 4098.97 kNm/rad

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2) Querschnittklasse					1
Nd	=	10.3 kN	/ NRd	= 1511.1 kN	Nd/NRd = 0.01
Vzd	=	60.0 kN	/ VzRd	= 279.9 kN	Vzd/VzRd = 0.21
Myd	=	-2.0 kN	/ MyRd	= 133.9 kNm	Myd/MyRd = 0.01
Ed/ERd	=	0.21			

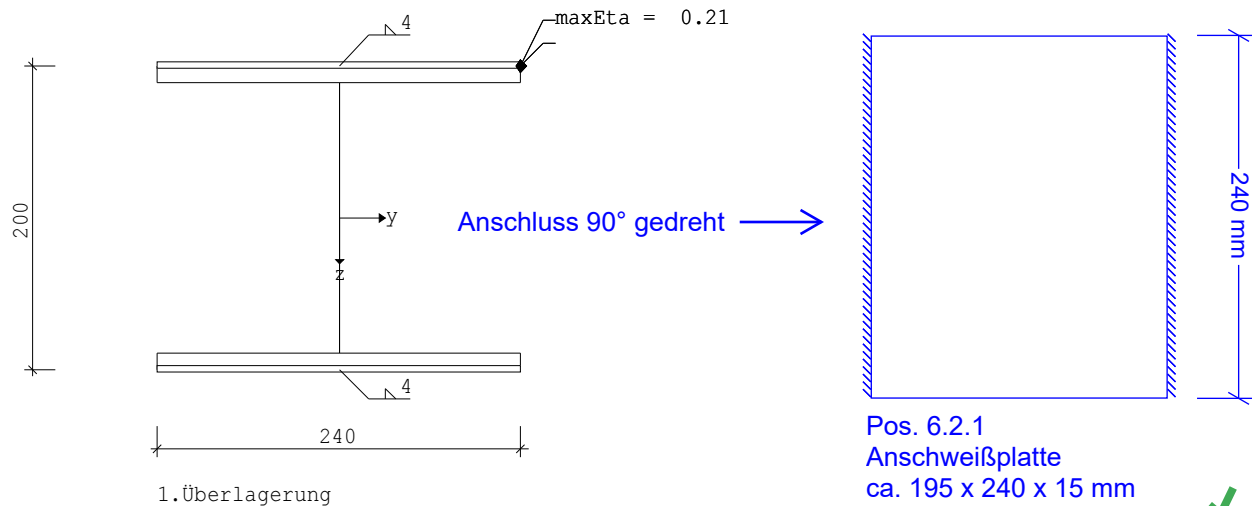
MAXIMALE AUSLASTUNG				
aus Verbindung	: Eta	=	0.84	<= 1 Nachweis erfüllt



Pos. 6.2.1 Technikzentrale Übergang Nord - Längsträger Rahmenanschluss

Schweißnaht (x64) ST5 02/2023 (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 5



System											
Norm	:	DIN EN	1993								
Profil	:	I	200 (sd)								
		A =	52.98	cm ²	ly =	4725.2	cm ⁴	lz =	2534.4	cm ⁴	
		h =	200.0	mm	tw =	0.1	mm	r =	0.0	mm	
		b =	240.0	mm	tf =	11.0	mm				
Blechdicke : t	=	15.0	mm								
Stahl	:	S235		fy =	235.0	fu =	360.0	N/mm ²	γ _{M0} =	1.00	
				f _{w,d} =	207.8	N/mm ²	β _w =	0.80	γ _{M2} =	1.25	
τ _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet											
Geometrie der Kehlnähte											
lw =	240.0	mm	aw =	4.0	mm	Flanschnaht außen					
Schweißnahtfläche											
Aw =	19.20	cm ²	Flächenmomente 2. Grades der Schweißnähte								
Aw,z =	0.00	cm ²	lw,y =	1920.26	cm ⁴						
Aw,y =	19.20	cm ²	lw,z =	921.60	cm ⁴	lw,yz =	0.00 cm ⁴				

Anschlußschnittkräfte γ _F -fach						
Lastfall	Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]	
1 1.Überlagerung	10.30	0.00	0.00	2.00	60.00	

Ergebnisse Nr	1	1.Überlagerung
N=	10.30	My= 0.00 Vz= 0.00 Mz= 2.00 Vy= 60.00 [d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten									
σ_{wd}	=	31.4	N/mm ²	Flanschnaht außen					
$T_{wd,Vyd}$	=	60.0	kN / A_{wy}	=	19.2	cm ²	=	31.2	N/mm ²
σ_{wdV}	=	44.3	N/mm ²	Flanschnaht außen					
σ_{wd}	=	31.4	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.15 < 1
T_{wd}	=	31.2	N/mm ²	/	$T_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.15 < 1
σ_{wdV}	=	44.3	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.21 < 1



Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren

Biegung und Normalkraft

$$\begin{aligned} F_{w,Ed,N} &= 1.26 \text{ kN/cm} &= 4.0 \text{ mm}(a_w) * 31.4 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Rd} &= a_w * f_{w,d} &= 4.0 \text{ mm} * 207.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Ed,N} &= 1.26 \text{ kN/cm} &/ F_{w,Rd} = 8.31 \text{ kN/cm} \quad \eta = 0.15 < 1 \end{aligned}$$

Schubbeanspruchung

$$\begin{aligned} F_{w,Ed,Vy} &= 60.00 \text{ kN} \\ F_{w,Rd} &= A_{wy} * f_{w,d} &= 1920.0 \text{ mm}^2 * 207.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Ed,Vy} &= 60.00 \text{ kN} &/ F_{w,Rd} = 399.06 \text{ kN} \quad \eta = 0.15 < 1 \end{aligned}$$

Kombinierte Beanspruchung

$$\begin{aligned} F_{w,Ed} &= 1.77 \text{ kN/cm} &= 4.0 \text{ mm}(a_w) * 44.3 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Rd} &= a_w * f_{w,d} &= 4.0 \text{ mm} * 207.8 \text{ N/mm}^2 \\ F_{w,Ed} &= 1.77 \text{ kN/cm} &/ F_{w,Rd} = 8.31 \text{ kN/cm} \quad \eta = 0.21 < 1 \end{aligned}$$



Nachweis des Profils Querschnittsklasse

1

Nachweis nach (6.1)

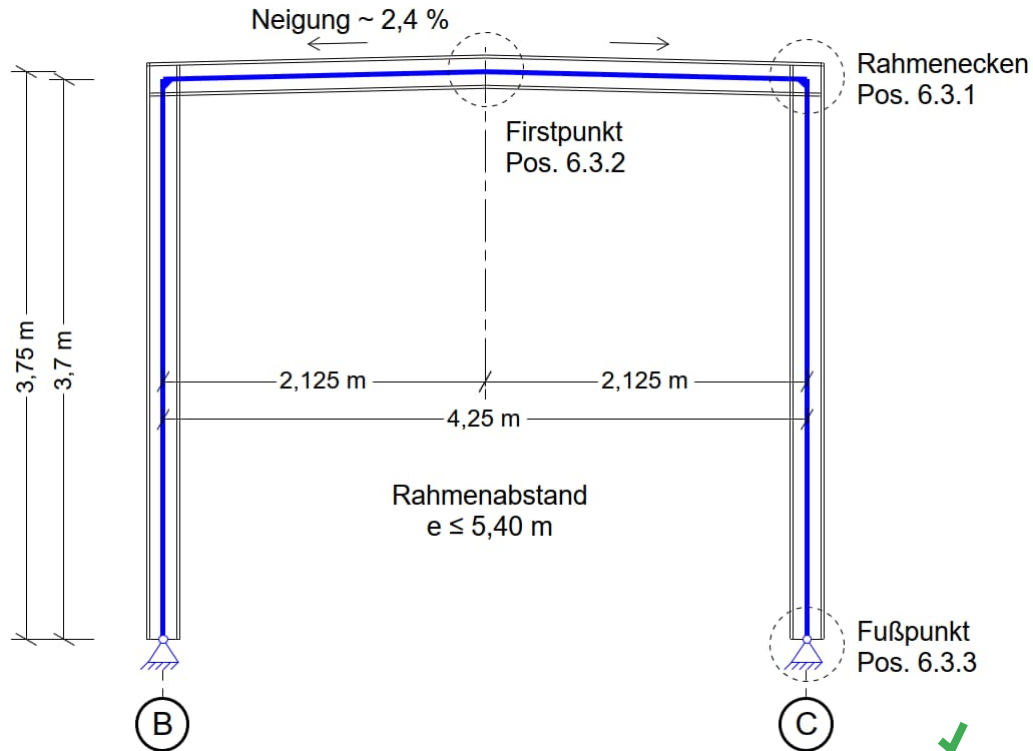
$$\begin{aligned} \sigma_d &= 11.4 \text{ N/mm}^2 &/ \sigma_{Rd} &= 235.0 \text{ N/mm}^2 &\quad \eta &= 0.05 < 1 \\ T_d &= 17.0 \text{ N/mm}^2 &/ T_{Rd} &= 135.7 \text{ N/mm}^2 &\quad \eta &= 0.13 < 1 \\ \sigma_{dV} &= 29.6 \text{ N/mm}^2 &/ \sigma_{Rd} &= 235.0 \text{ N/mm}^2 &\quad \eta &= 0.13 < 1 \end{aligned}$$



Pos. 6.3 Technikzentrale Übergang Nord – Stahlrahmen Mitte (Achse 4)

1. Statisches System

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten



2. Belastung

→ Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen
→ Die Wind- und Schneelasten sowie die Flächenlasten aus der Decke und den Wänden werden nachfolgend programmintern generiert.

Einwirkende Lasten

			G	Q	
• Eigengewicht:	→ wird programmintern generiert	$G =$	0,51	✓	[kN/m]
• Dach / „Sandwich“-Elemente		$G =$	0,40		[kN/m ²]
Stahlpfetten ($\leq 0,25$ kN/m, $e \geq 70$ cm)		$G = 0,25 / 0,70 \leq$	0,40	✓	[kN/m ²]
		$\Sigma G =$	0,80		[kN/m ²]
→ Linienlast ($e = 5,40$ m)		$\rightarrow G_1 = 0,80 \cdot 5,40 =$	4,32	✓	[kN/m]
• Wände / „Sandwich“-Elemente		$G =$	0,40		[kN/m ²]
Wandriegel ($\leq 0,50$ kN/m, $e \geq 1,23$ m)		$G = 0,50 / 1,23 \sim$	0,40	✓	[kN/m ²]
		$\Sigma G =$	0,80		[kN/m ²]
→ Einzellast ($e = 5,40$ m, $h = 3,70$ m)		$\rightarrow G_2 = 0,80 \cdot 5,40 \cdot 3,70 \sim$	16,00	✓	[kN]
• Nutzlast unter der Decke (TGA 0,5 kN/m ²):		$Q_2 = 0,50 \cdot 5,40 =$			2,70 [kN/m] ✓
• Schneelast:		$s = \mu \cdot s_k = 0,8 \cdot 0,85 =$			0,68 [kN/m ²] ✓
→ Linienlast ($e = 5,40$ m)		$\rightarrow s = 0,68 \cdot 5,40 =$			3,67 [kN/m] ✓
• Schneelast (außergewöhnlich):		$s_{Ad} = 2,3 \cdot 0,68 =$			1,56 [kN/m ²] ✓
→ Linienlast ($e = 5,40$ m)		$\rightarrow s_{Ad} = 1,56 \cdot 5,40 =$			8,45 [kN/m] ✓
• Windlasten:	→ werden programmintern generiert				✓

3. Schnittgrößen und Bemessung

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

- Gewählt: Biegesteifer Stahlrahmen
Rahmenriegel und -stützen HEA 220 (S235) ✓
- Lastweiterleitung aus dem Rahmen Pos. 6.3 und den Längsträgern Pos. 6.2 in die Decke über 3.OG bzw. in die Stützen 3.OG:

Ständige Lasten: $G_k = 28 + 34 = 62 \text{ kN}$ (Eigengewichtslasten)

Veränderliche Lasten: $Q_k = 6 + 60 = 66 \text{ kN}$ (TGA-Lasten)
 $Q_{s,k} = 8 \text{ kN}$ (Schnee)
 $Q_{wk} = 10 \text{ kN}$ (Wind) ✓

4. Biegesteife Rahmenecken – Pos. 6.3.1

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Die maßgebenden Schnittgrößen für die Bemessung der Rahmenecke sind der Rahmenberechnung Pos. 6.3 entnommen und den Detailnachweisen programmintern übergeben (→ siehe maßgebende LFK).

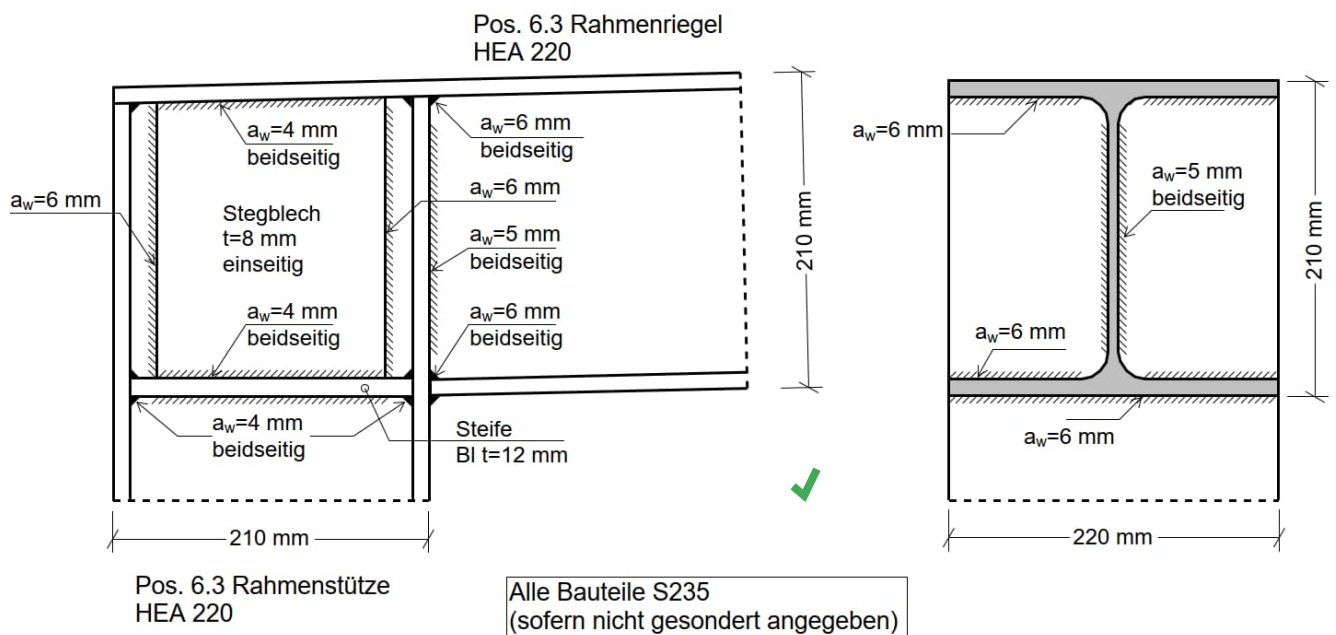
- Biegesteife Rahmenecke oberer Riegelgurt bis Außenkante Stütze verlängert

Schubfeldverstärkung (einseitig) BL t = 8 mm (S 235)

2x Steifen in Höhe Riegelgurt unten BL t = 12 mm (S 235)

Schweißnähte → Siehe EDV-Berechnung und Leitdetail ✓

Leitdetail Rahmenecke – Pos. 6.3.1



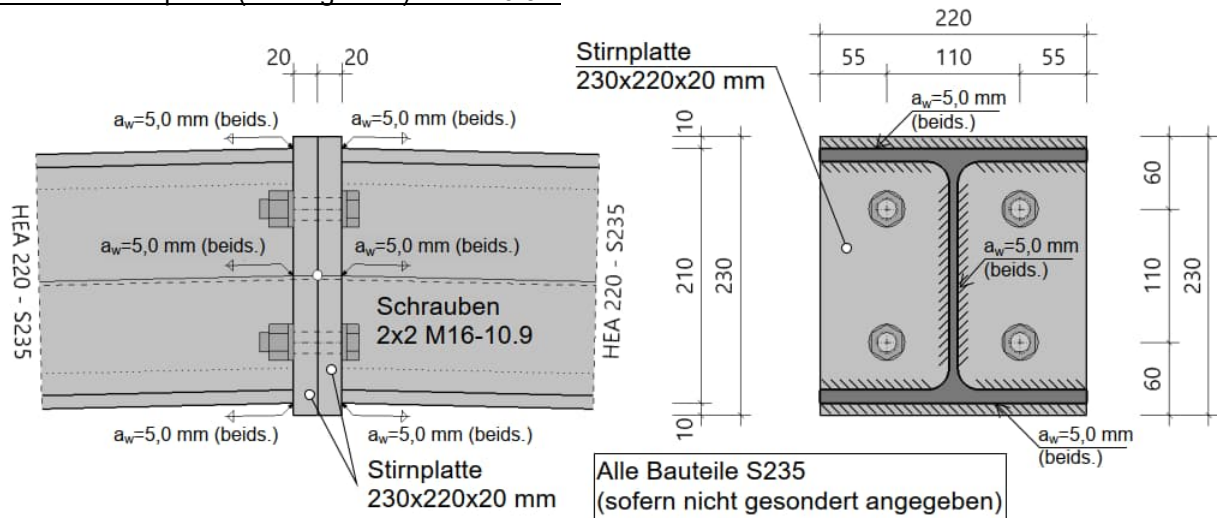
5. Firstpunkt biegesteif / Montagestoß – Pos. 6.3.2

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Die maßgebenden Schnittgrößen für die Bemessung des Firstpunktes als möglichen, biegesteifen Montagestoß sind der Rahmenberechnung Pos. 6.3 entnommen und den Detailnachweisen programmintern übergeben (→ siehe maßgebende LFK).

- Gewählt: mit Stirnplatten 230 x 220 x 20 mm (S 235)
mit Schrauben 4x M 16-10.9

Leitdetail Firstpunkt (Montagestoß) – Pos. 6.3.2



6. Fußpunkt Rahmenstütze – Pos. 6.3.3

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

Es werden drei Lastfallkombinationen untersucht. Die maßgebenden Schnittgrößen für $N_{Ed,min}$ und $N_{Ed,max}$ sind der Rahmenberechnung Pos. 6.3 (→ siehe maßgebende LFK) sowie der Längsträgerbemessung Pos. 6.2 entnommen, die Einwirkungen infolge der giebelseitigen Windlastbeanspruchung den Wind- bzw. Aussteifungsverbände gemäß Pos. 6.7. Die Windlastfälle aus der Rahmenebene infolge längsseitigem Windangriff und der giebelseitigen Windlastbeanspruchung wirken nicht gleichzeitig und schließen sich insofern gegenseitig aus.

- Max. Auflagerkräfte aus der Rahmenstütze Pos. 6.3 und Längsträger Pos. 6.2 (Achse 4):

$$N_{Ed,min} = -67,6 - 135,4 = -203 \text{ kN} \downarrow \quad \text{zug. } V_{z,Ed} = 18,9 \text{ kN} \rightarrow$$

- Min. Auflagerkräfte aus der Rahmenstütze Pos. 6.3 – maßgebend in Achse 4:

$$N_{Ed,max} = 1,50 \cdot 18,0 = 27,0 \text{ kN} \uparrow * \quad \text{zug. } V_{z,Ed} = -1,50 \cdot 13,0 = -19,5 \text{ kN} \leftarrow \quad (\text{LF W})$$

* Die entgegengesetzt wirkenden Eigengewichtslasten werden hier auf der sicheren Seite vernachlässigt.

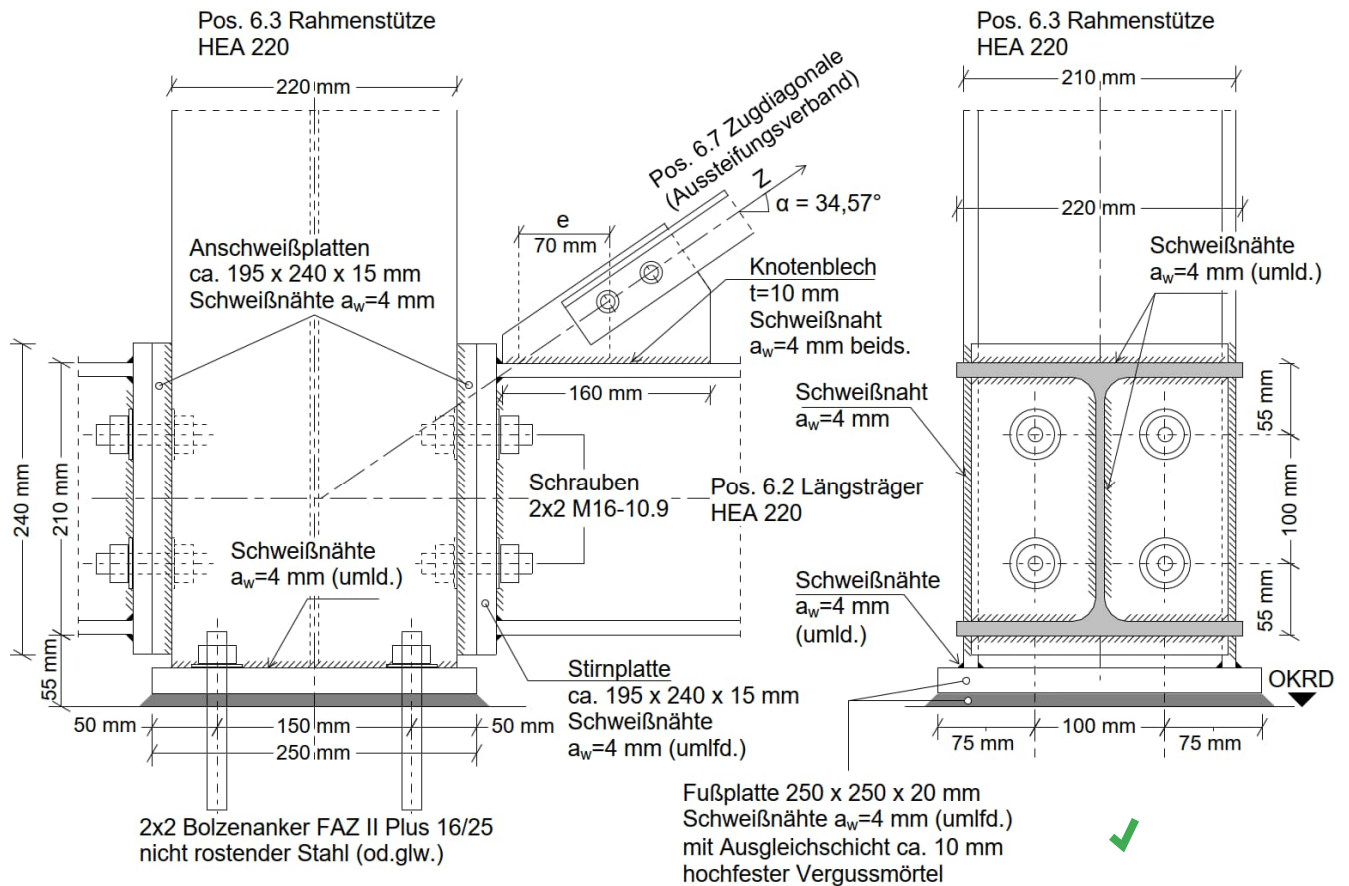
- Auflagerkräfte aus dem Windverband Pos. 6.7 (Lastfall „Wind auf Giebel“):

$$N_{Ed} = 7,1 \text{ kN} \uparrow \quad \text{zug. } V_{y,Ed} = -10,3 \text{ kN} \rightarrow \quad (\text{Wind auf Giebel})$$

- Gewählt: mit Fußplatte 250 x 250 x 20 mm (S235)
mit 2x2 Bolzenanker FAZ II Plus 16/25 nicht rostend (oder gleichwertig)

→ Leitdetail siehe folgende Seite

Leitdetail Rahmenfußpunkt – Pos. 6.3.3 (Darstellung Achse 4)



Alle Bauteile S235
(sofern nicht gesondert angegeben)

Pos. 6.3 Technikzentrale Übergang Nord - Stahlrahmen

Hallenrahmen (x64) S7+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P09)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt ($C_{esl} = 2.30$)

Einstellungen zur Tragsicherheit

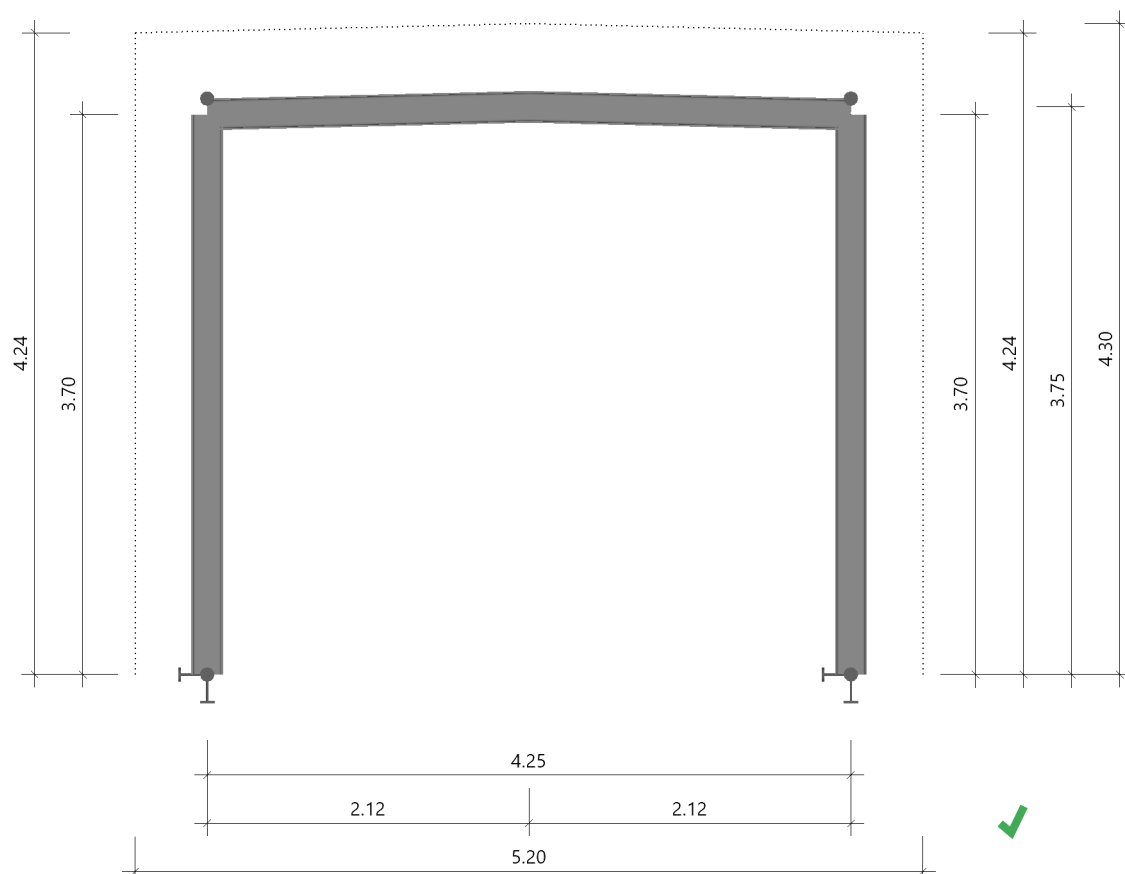
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Umlenkkräfte im Ersatzstabmodell	:	berücksichtigt

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	2.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	$l_{eff} / 300$

System

Maßstab 1 : 50



Stahlmaterialkennwerte : S235

$E_k =$	210000 N/mm ²	$G_k =$	80769 N/mm ²
$\gamma =$	78.50 kN/m ³	$\mu =$	0.30
Streckgrenze	$f_y \leq 40$ mm	$f_{yk} =$	235.00 N/mm ²
Zugfestigkeit	$f_t \leq 40$ mm	$f_{uk} =$	360.00 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation

γ_{M0}	γ_{M1}	Bemessungssituation
1.00	1.10	ständig/vorübergehend
1.00	1.00	außergewöhnlich
1.00	1.00	charakteristisch

Querschnittswerte

Bauteil	Name	I_y cm ⁴	W_y cm ³	A cm ²
Stütze links	HEA 220	5410.0	515.0	64.3
Riegel	HEA 220	5410.0	515.0	64.3
Stütze rechts	HEA 220	5410.0	515.0	64.3

System Satteldach

Abmessungen als Systemmaße

Fußpunkte	:	gelenkig	First um y	:	biegesteif
Rahmenecke links um y	:	biegesteif	Rahmenecke rechts um y	:	biegesteif
Anschlüsse wölbfrei modelliert.					
Systemweite	=	4.25 m			
Firstabstand links	=	2.13 m	Systemhöhe First	=	3.75 m
Systemhöhe links	=	3.70 m	Systemhöhe rechts	=	3.70 m
Dicke Dachaufbau	=	0.45 m	Dicke Wandaufbau	=	0.37 m
Rahmenabstand	=	5.40 m	Lage Innenrahmen		

Dachneigung links	=	1.3 °	Dachneigung rechts	=	1.3 °
			Gesamtgewicht	=	588 kg

zusätzliche Lager für Stabilitätsnachweis

Baugruppe	Abstand m	Cy kN/m	Angriff	C ϕ x kNm/rad
Dach	0.00	starr	Oberkante	-
Dach	4.25	starr	Oberkante	-

Abstand : Wand: vom Fußpunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Belastung

Allgemeine Einstellungen

Eigengewicht automatisch Faktor Einflussbreite = 1.00

Gemeinde 2**** Hamburg in Hamburg

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N = 36 m Differenz zur Geländehöhe = 14.26 m
Gebäudelänge = 11.70 m (quer zum Windangriff)

Gelände Mischkategorie Binnenland

Höhe für q h = 18.56 m

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.84 kN/m²

Windzone 2

Basiswindgeschwindigkeit v_{b0} = 25.00 m/s

Basisgeschwindigkeitsdruck q_{b0} = 0.39 kN/m²

Bodenschneelast sk = 0.85 kN/m²

Schneezone 2

Formbeiwert $\mu(\alpha_1)$ = 0.80 links

$\mu(\alpha_2)$ = 0.80 rechts

Formbeiwert(verweht) $\mu(\alpha_1)$ = 0.00 links

$\mu(\alpha_2)$ = 0.00 rechts

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Standardlasten

Dachlast g = 0.80 kN/m² Dfl Wandlast g = 0.80 kN/m² als Einzellast

Schnee s = 0.68 kN/m² Gfl = 0,85 kN/m² x 0,80

Schnee s_A = 1.56 kN/m² Gfl außergew. = 2,3 x 0,85 kN/m² x 0,80

Wind auf Riegel: Flachdach (Dfl, für geschlossene Baukörper)
Bereich G Sog = -1.01 kN/m²
cpe = -1.20
Bereich H Sog = -0.59 kN/m²
cpe = -0.70

Wind auf Stütze (für geschlossene Baukörper)
Bereich h₀ D = 0.67 kN/m² E = -0.42 kN/m² bis 4.24 m
cpe = 0.80 cpe = -0.50

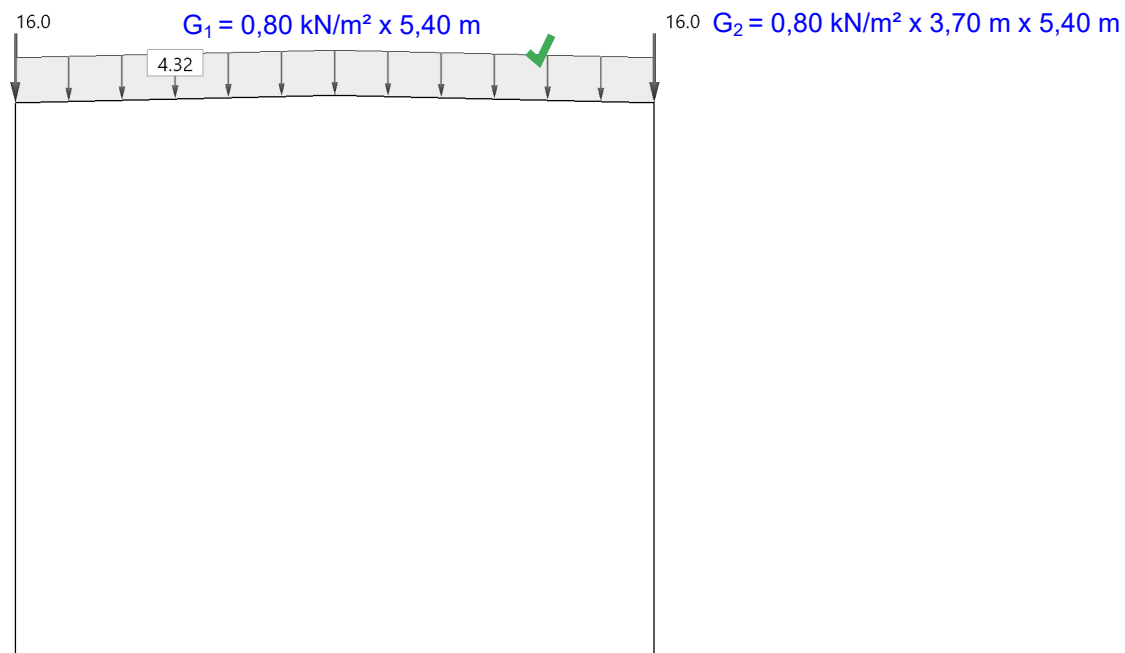
Randabstände für Wind von links bzw. rechts mit e=11,70 m
e/10 = 1.17 m e/2 = 5.85 m
e/5 = 2.34 m e/4 = 2.93 m

Standardlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
1	Eigengewicht automatisch + Dach-/Wandlast	ständig	0	3	aktiv
2	Wind von links Fall 1	Windlasten	100	4	aktiv
6	Wind von rechts Fall 1	Windlasten	100	4	aktiv
10	Wind von links ohne Sog	Windlasten	100	2	aktiv
11	Wind von rechts ohne Sog	Windlasten	100	2	aktiv
12	Schnee unverweht	Schnee H < 1000 m	101	1	aktiv

Nr : Eindeutige Kennung
Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine
Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten

Maßstab 1 : 50



Lastfall 1 Ständig - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Konstruktionslast]	Dfl	4.32	4.32	0.00	4.25	Oberkante

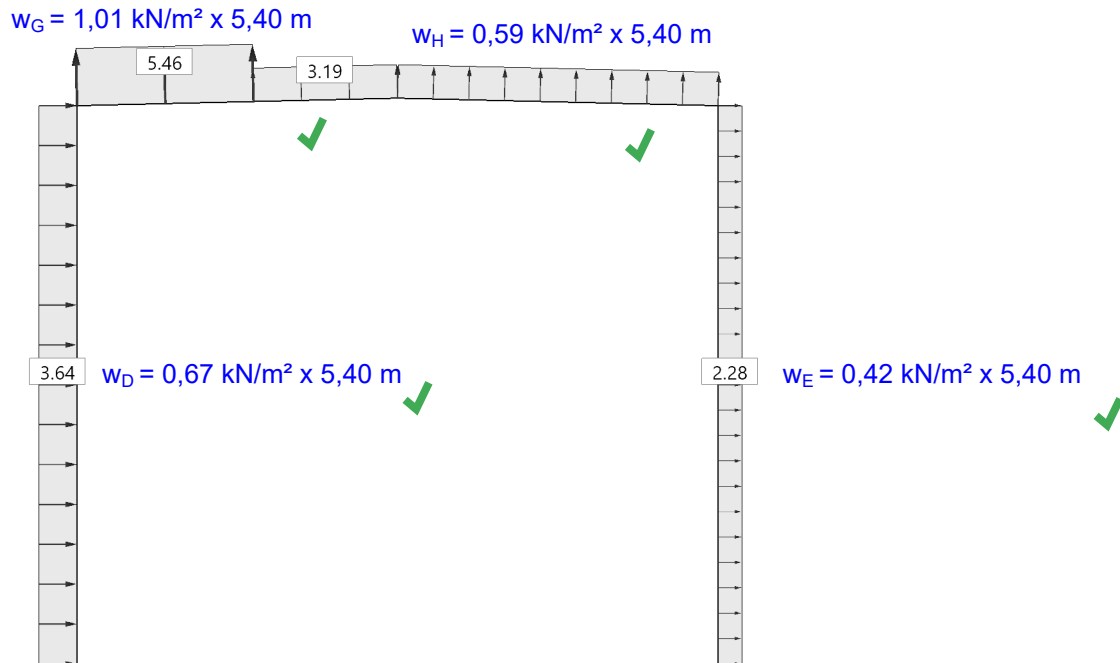
Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten)
Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Lastfall 1 Ständig - Einzellasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand li	Standardlast 2 [Konstruktionslast]	in x	16.0	3.70	Bauteilachse
Wand re	Standardlast 3 [Konstruktionslast]	in x	16.0	0.00	Bauteilachse

Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten)
 Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung
 Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Maßstab 1 : 50

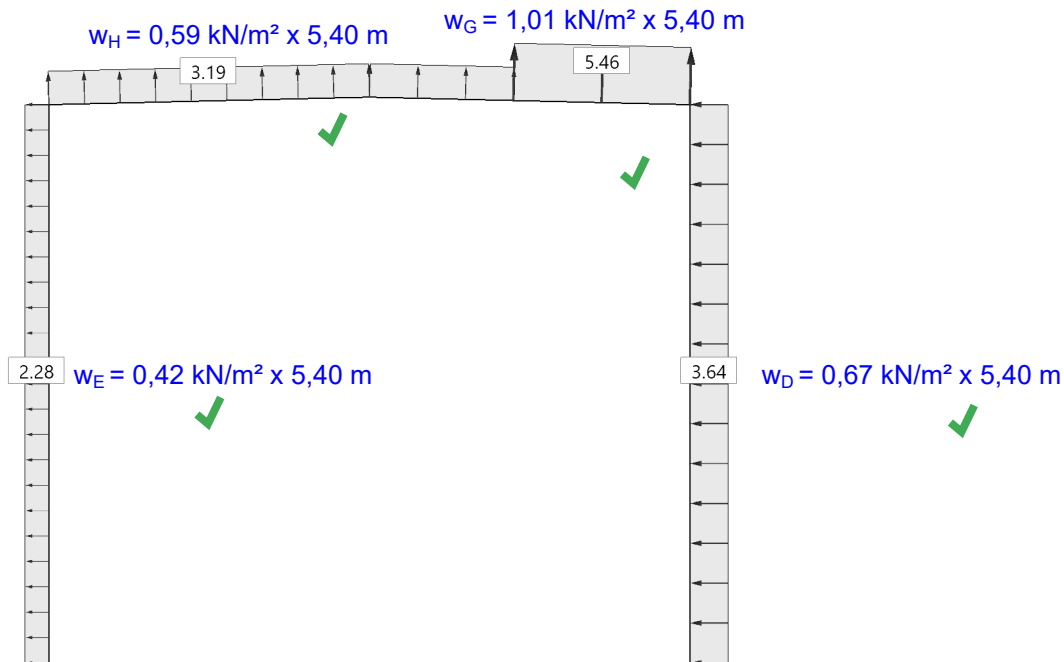


Lastfall 2 Wind von links Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	3.64	3.64	0.00	3.70	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-2.28	-2.28	0.00	3.70	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich G]	Dfl	-5.46	-5.46	0.00	1.17	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	-3.19	-3.19	1.17	3.08	Oberkante



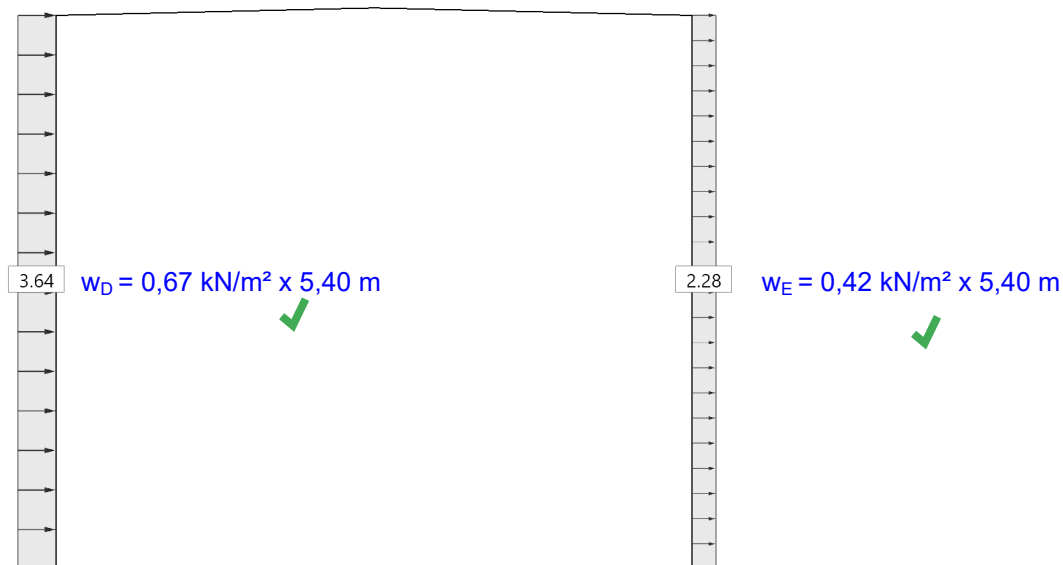
Maßstab 1 : 50



Lastfall 6 Wind von rechts Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	3.64	3.64	0.00	3.70	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-2.28	-2.28	0.00	3.70	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich H]	Dfl	-3.19	-3.19	0.00	3.08	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich G]	Dfl	-5.46	-5.46	3.08	1.17	Oberkante

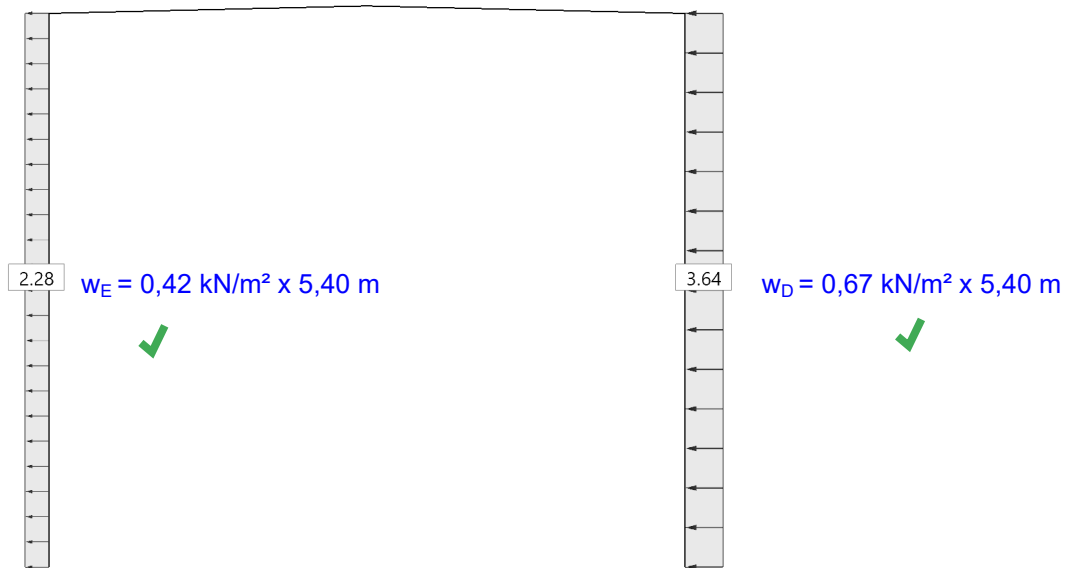
Maßstab 1 : 50



Lastfall 10 Wind von links ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	3.64	3.64	0.00	3.70	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-2.28	-2.28	0.00	3.70	Oberkante

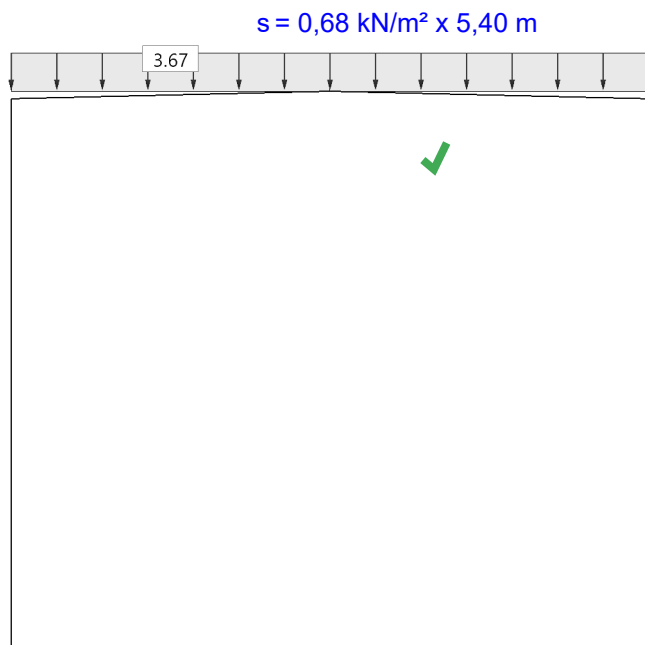
Maßstab 1 : 50



Lastfall 11 Wind von rechts ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	3.64	3.64	0.00	3.70	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-2.28	-2.28	0.00	3.70	Oberkante

Maßstab 1 : 50



Lastfall 12 Schnee unverweht - Streckenlasten

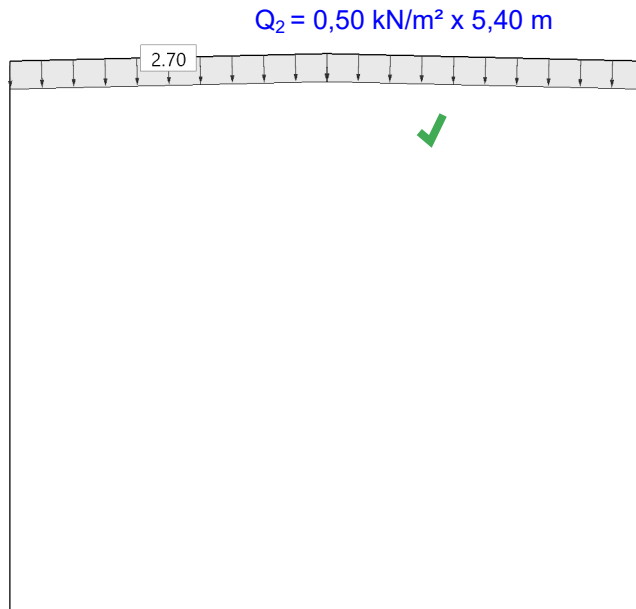
Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Schnee regulär]	Gfl	3.67	3.67	0.00	4.25	Oberkante



Zusatzlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
21	TGA-Last	Kat. E: Lagerflächen	0	1	aktiv
Nr : Eindeutige Kennung Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten					

Maßstab 1 : 50



Lastfall 21 TGA-Last - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	TGA	Dfl	Dfl	2.70	2.70	0.00	4.25	Unterkante
Richtg. : wirkt orthogonal auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten) Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System								

Einwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Kat. E: Lagerflächen	1.50	0.00	1.00	0.90	0.80
9	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

Ergebnisse

Hinweis zum Ergebnis

Der Nachweis der Verbindungen ist gesondert zu führen!

Imperfektionen

globale Anfangsschiefstellung

$$\begin{aligned}\varphi_0 &= 1/200 \\ \alpha_h &= 1.0000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varphi &= \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.0043 \\ m &= 2 \\ \alpha_m &= 0.8660\end{aligned}$$

Übersicht Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Querschnittstragfähigkeit - Theorie 2.Ordnung

Bauteil	x m	η_N	η_{Vz}	η_{My}	GI	Qkl	η	Lfk
Stütze links	3.70	0.05	0.02	0.37	6.2	1	0.37	19
Riegel links	0.00	0.00	0.17	0.37	6.2	1	0.37	19
Riegel rechts	2.13	0.00	0.17	0.37	6.2	1	0.37	16
Stütze rechts	0.00	0.05	0.02	0.37	6.2	1	0.37	16

Stütze links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR



Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-67.6	-18.9	0.00
3.70	-65.1	-5.6	-45.64

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 19



x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.05	0.07	0.00	0.07
3.70	1	0.05	0.02	0.37	0.37

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
 η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$



Nachweis für maximale Auslastung bei 3.70 m

$$\begin{aligned}N_{pld} &= 1373.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 1373.7 \text{ kN} \\ N_{Ed} &= -65.1 \text{ kN} & \eta_N &= 0.05 \\ M_{y,pld} &= 121.75 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 121.75 \text{ kNm} \\ M_{y,Ed} &= -45.64 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.37 \\ V_{z,pld} &= 254.5 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 254.5 \text{ kN} \\ V_{z,Ed} &= -5.6 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.02 \\ & & \eta &= 0.37\end{aligned}$$



Riegel links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-6.3	43.4	-45.64
2.13	-5.9	15.1	16.56

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 19



x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.17	0.37	0.37
2.13	1	0.00	0.06	0.14	0.14

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
 η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$



Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

$N_{pld} = 1373.7 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 1373.7 \text{ kN}$
$N_{Ed} = -6.3 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 121.75 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 121.75 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = -45.64 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.37$
$V_{z,pld} = 254.5 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 254.5 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 43.4 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.17$
	$\eta = 0.37$

Riegel rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 16

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-5.9	-15.1	16.56
2.13	-6.3	-43.4	-45.64

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 16

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.06	0.14	0.14
2.13	1	0.00	0.17	0.37	0.37
η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd} η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$					

Nachweis für maximale Auslastung bei 2.13 m

$N_{pld} = 1373.7 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 1373.7 \text{ kN}$
$N_{Ed} = -6.3 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{y,pld} = 121.75 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 121.75 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = -45.64 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.37$
$V_{z,pld} = 254.5 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 254.5 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = -43.4 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.17$
	$\eta = 0.37$

Stütze rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 16

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-65.1	5.6	-45.64
3.70	-67.6	18.9	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 16

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.05	0.02	0.37	0.37
3.70	1	0.05	0.07	0.00	0.07
η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd} η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$					

Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

$N_{pld} = 1373.7 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 1373.7 \text{ kN}$
$N_{Ed} = -65.1 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.05$
$M_{y,pld} = 121.75 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 121.75 \text{ kNm}$
$M_{y,Ed} = -45.64 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.37$
$V_{z,pld} = 254.5 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 254.5 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 5.6 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.02$
	$\eta = 0.37$

Übersicht Stabilitätsnachweis

Stabilitätsnachweis - 6.3.3 - Anhang B

Baugruppe	x m	Qkl	N _{Ed} kN	M _{y,Ed} kNm	Gl	η	Lfk
Stütze links	3.70	1	67.6	45.64	6.62	0.44	19
Riegel	4.25	1	6.3	45.64	6.62	0.39	16
Stütze rechts	0.00	1	67.6	45.64	6.62	0.44	16

Stabilität-Stütze links

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.31$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 67.6 \text{ kN} & N_{Rk} &= 1511.1 \text{ kN} \\ N_{cr,y} &= 8342.8 \text{ kN} \\ s_{ky} &= 3.67 \text{ m} \\ \lambda_y &= 0.43 \\ \chi_y &= 0.92 \\ k_{yy} &= 0.69 & k_{yz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 45.64 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 648.04 \text{ kNm} \\ \chi_{lt} &= 1.00 \\ M_{y,Rk} &= 133.93 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 63.63 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lfk 19 bei x = 3.70 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.44$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 67.6 \text{ kN} & N_{Rk} &= 1511.1 \text{ kN} \\ N_{cr,z} &= 3022.5 \text{ kN} \\ s_{kz} &= 3.67 \text{ m} \\ \lambda_z &= 0.71 \\ \chi_z &= 0.72 \\ k_{zy} &= 0.99 & k_{zz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 45.64 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 648.04 \text{ kNm} \\ \chi_{lt} &= 1.00 \\ M_{y,Rk} &= 133.93 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 63.63 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lfk 19 bei x = 3.70 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Riegel

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.18$$

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 6.3 \text{ kN} & N_{Rk} &= 1511.1 \text{ kN} \\ N_{cr,y} &= 6720.3 \text{ kN} \\ s_{ky} &= 4.08 \text{ m} \\ \lambda_y &= 0.47 \\ \chi_y &= 0.90 \\ k_{yy} &= 0.45 & k_{yz} &= 0.00 \\ M_{y,Ed} &= 45.64 \text{ kNm} & M_{z,Ed} &= 0.00 \text{ kNm} \\ M_{cr} &= 678.55 \text{ kNm} \\ \chi_{lt} &= 0.98 \\ M_{y,Rk} &= 133.93 \text{ kNm} & M_{z,Rk} &= 63.63 \text{ kNm} \\ \gamma_{M1} &= 1.10 \end{aligned}$$

Nachweis für Lfk 16 bei x = 4.25 m nach Gl. (6.61) erfüllt.



$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.39$$



$N_{Ed} =$	6.3 kN	$N_{Rk} =$	1511.1 kN
$N_{cr,z} =$	2434.7 kN		
$s_{kz} =$	4.08 m		
$\lambda_z =$	0.79		
$\chi_z =$	0.67		
$k_{zy} =$	1.00	$k_{zz} =$	0.00
$M_{y,Ed} =$	45.64 kNm	$M_{z,Ed} =$	0.00 kNm
$M_{cr} =$	678.55 kNm		
$\chi_{lt} =$	0.98		
$M_{y,Rk} =$	133.93 kNm	$M_{z,Rk} =$	63.63 kNm
$\gamma_{M1} =$	1.10		

Nachweis für Lfk 16 bei x = 4.25 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Stütze rechts

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.33$$



$N_{Ed} =$	67.6 kN	$N_{Rk} =$	1511.1 kN
$N_{cr,y} =$	8342.8 kN		
$s_{ky} =$	3.67 m		
$\lambda_y =$	0.43		
$\chi_y =$	0.92		
$k_{yy} =$	0.73	$k_{yz} =$	0.00
$M_{y,Ed} =$	45.64 kNm	$M_{z,Ed} =$	0.00 kNm
$M_{cr} =$	648.04 kNm		
$\chi_{lt} =$	1.00		
$M_{y,Rk} =$	133.93 kNm	$M_{z,Rk} =$	63.63 kNm
$\gamma_{M1} =$	1.10		

Nachweis für Lfk 16 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.44$$



$N_{Ed} =$	67.6 kN	$N_{Rk} =$	1511.1 kN
$N_{cr,z} =$	3022.5 kN		
$s_{kz} =$	3.67 m		
$\lambda_z =$	0.71		
$\chi_z =$	0.72		
$k_{zy} =$	0.99	$k_{zz} =$	0.00
$M_{y,Ed} =$	45.64 kNm	$M_{z,Ed} =$	0.00 kNm
$M_{cr} =$	648.04 kNm		
$\chi_{lt} =$	1.00		
$M_{y,Rk} =$	133.93 kNm	$M_{z,Rk} =$	63.63 kNm
$\gamma_{M1} =$	1.10		

Nachweis für Lfk 16 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Zusätzlich angeforderte Max-/Min- Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung

Baugruppe	Abstand m	Bauteil	x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm	Lfk
Dach	2.12 Firstpunkt (Montagestoss)	Riegel links	2.12	-1.1	-14.0	-1.16	126
				-6.0	14.3	16.54	20
				-5.9	15.1	16.54	19
				-5.2	-15.4	16.57	16
				-4.3	0.4	20.81	3
				-1.8	13.9	-1.19	127
Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung x : lokaler Abstand im Bauteil							



Nachweis für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SERV

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 2.0 \text{ cm}$

Baugruppe	x m	$f_{x,Ed}$ cm	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{res,Ed}$ cm	η	Lfk
Stütze links	3.70	-1.5	-0.01	1.5	0.77	228
Riegel	1.57	1.5	-0.2	1.5	0.77	226
Stütze rechts	0.00	1.5	-0.01	1.5	0.77	226

Größte Ausnutzung $\eta = 0.77$ in Baugruppe Riegel



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

Baugruppe	x m	l_{eff} m	$l_{eff,x0}$ m	$l_{eff,x1}$ m	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{z,Cd}$ cm	η	Lfk
Stütze links	2.14	3.70	0.00	3.70	0.3	1.2	0.23	228
Riegel	0.56	1.28	0.00	1.28	0.02	0.4	0.06	228
Riegel	2.68	2.97	1.28	4.25	0.2	1.0	0.18	228
Stütze rechts	1.56	3.70	0.00	3.70	0.3	1.2	0.23	226

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



Größte Ausnutzung $\eta = 0.23$ in Baugruppe Stütze rechts

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall - Theorie 1.Ordnung

Lf Nr	Lager links			Lager rechts		
	Avertikal kN	Ahorizontal kN	M_y kNm	Avertikal kN	Ahorizontal kN	M_y kNm
1	LF G 28.1	1.2	0.00	28.1	-1.2	0.00
2	LF W _{links} -18.5	-13.0	0.00	2.3	-8.8	0.00
6	LF W _{rechts} 2.3	8.8	0.00	-18.5	13.0	0.00
10	LF W _{l,ohne Sog} -9.5	-12.1	0.00	9.5	-9.8	0.00
11	LF W _{r,ohne Sog} 9.5	9.8	0.00	-9.5	12.1	0.00
12	LF S 7.8	0.9	0.00	7.8	-0.9	0.00
21	LF Q 5.7	0.7	0.00	5.7	-0.7	0.00

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer:Einwirkung:Faktor (φ =Schiefstellung)
3	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + φ n.li.
16	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 10:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
19	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 11:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.li.
20	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 11:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
126	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 2:Q1:1.5 + φ n.re.
127	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + φ n.li.
226	charakteristisch	1:G:1.0 + 10:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5
228	charakteristisch	1:G:1.0 + 11:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5

Anzahl der gebildeten und untersuchten Lastfallkombinationen: 251

Pos. 6.3.1 Technikzentrale Übergang Nord - Stahlrahmen Eckpunkt

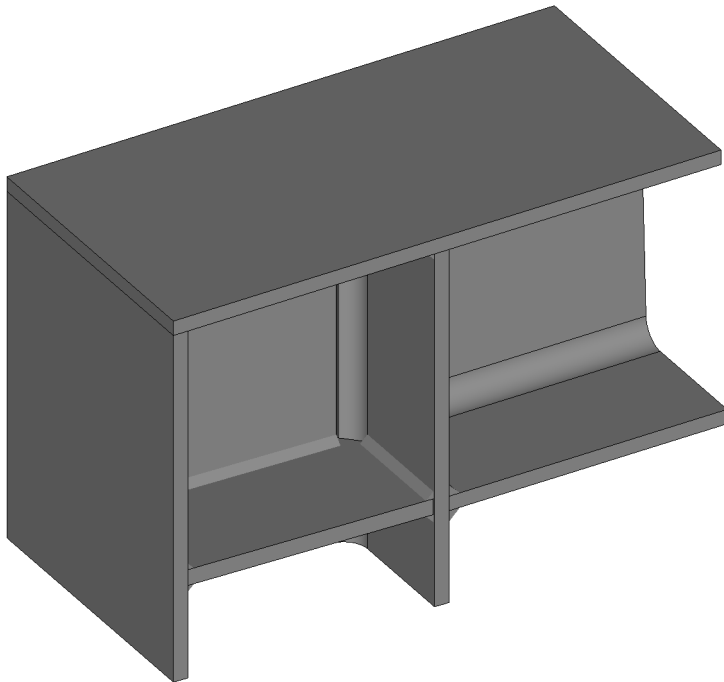
Rahmenecken Stahl (x64) SRE+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P09)

Grundparameter

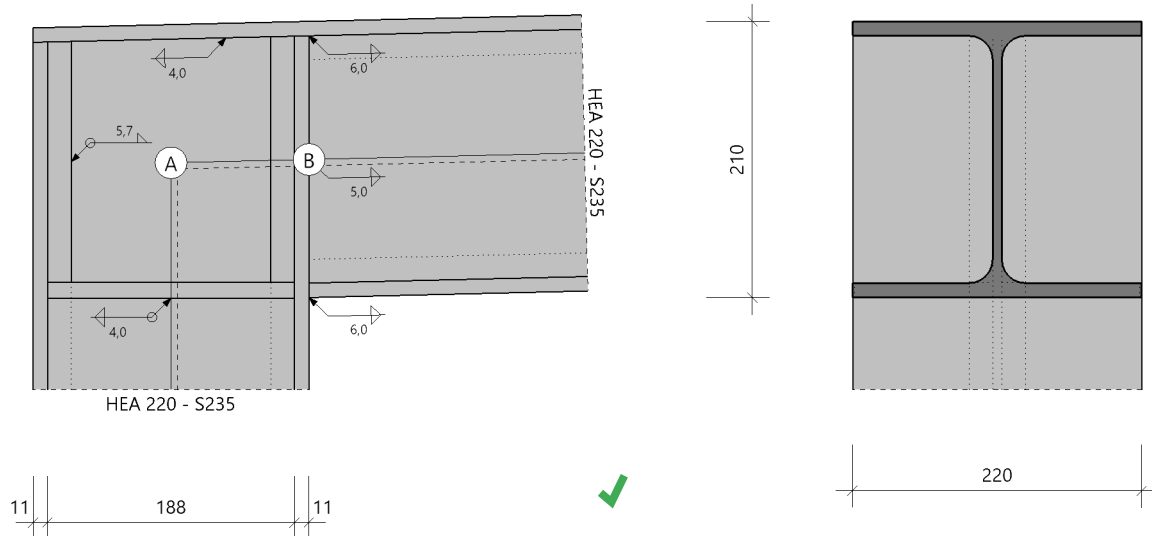
Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Zuglasche : mit vereinfachtem Nachweis Flansch unter Zuglasche

System

Systemgrafik 3D



Systemgrafik 2D
Maßstab 1 : 5.8



Modell : einseitiger Träger an Stützenende Trägerneigung 1.4°

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _o mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger Stütze	HEA 220	S235	210	220	11	7	18	220	11
	HEA 220	S235	210	220	11	7	18	220	11

Schweißnaht Anschluss Träger

	a _{wf,o} mm	a _{w,s} mm	a _{wf,u} mm
	6.0	5.0	6.0

Zuglasche am Träger

Material	Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht a _{w,s} mm
		l mm	b mm	t mm	
S235	verlängerter Obergurt	210	220	11	4.0

Steifen

Nr	im Bauteil	an Position	Art	b mm	l mm	t mm	c mm	a _{w,1,f} mm	a _{w,2,s} mm	a _{w,3,f} mm
1	Stütze	Tränergurt unten	Steifen	105	188	12	18	4.0	4.0	4.0

Schubfeldverstärkung

im Bauteil	Art	t mm	a _{w,s} mm
Stütze	einseitige Stegblechverstärkung	8	5.7

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
19	TGA-Last: 1.50 + Ständig: 1.35 + Schnee unverweht: 0.750 + Wind von rechts ohne Sog: 1.50 + Schiefstellung (n.li.): 1.00	P/T	Träger rechts Stütze unten ⁹⁾	A	-6.3	43.2	-45.31
				A	-43.4	-5.3	-45.31

⁹⁾ : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten

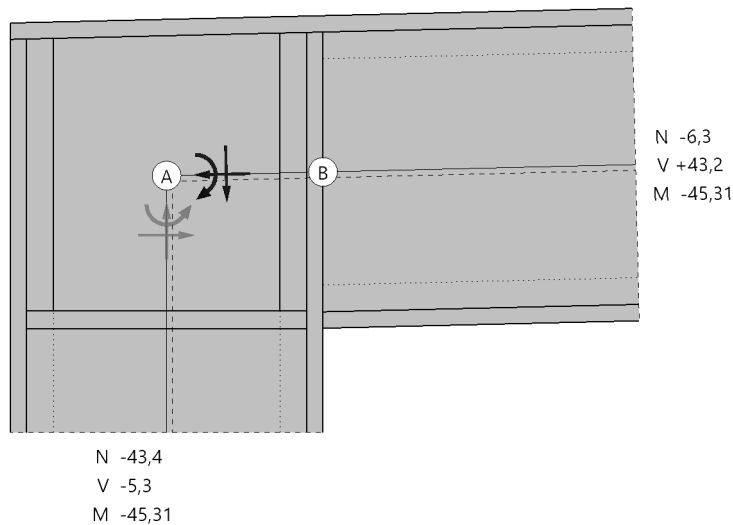
A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2} Querschnitt	γ _{M2} Anschluss
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25	1.25
A	außergewöhnlich	1.00	1.00	1.15	1.25

Ergebnisse Lfk 19 - geschweißte Verbindung für negatives Moment

Schnittgrößen im Bezugspunkt - als Bemessungswerte in kN bzw. kNm, Pfeile in Wirkungsrichtung



Anschlusschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-5.3	43.4	-40.77

Zuglasche Anschluss an Träger

N_d kN	Querschnitt Lasche			Schweißnaht an Stützensteg		
	A mm ²	N_{Rd} kN	η	$f_{w,d}$ N/mm ²	σ_w N/mm ²	η
202.0	242.0	568.7	0.36	207.8	166.1	0.80

Anschluss Träger an Stütze

Gurt	Querschnitt			Schweißnähte		
	F_{gurt} kN	σ N/mm ²	η	F_w kN	σ_w N/mm ²	η
Träger unten	-207.3	-85.7	0.36	-207.3	-87.0	0.42
im		$f_{w,d}$ N/mm ²	V_{Ed} kN		σ_w N/mm ²	η
Trägersteg		207.8	43.4		28.5	0.14

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm ²	$V_{wp,Rd \text{ add}}$ kN	d_s mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
26.9	3127.0	35.7	210.1	2.19	1.56	202.2	417.6	0.48

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	$F_{\text{Steifenpaar}}$ kN	$F_{1, \text{Steife}}$ kN	$F_{2, \text{Steife}}$ kN	σ_v N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
1	-207.3	-83.1	-27.2	91.5	0.39	119.4	0.60

Schubfeldnachweis

T_{xy} N/mm	T N/mm ²	η Spannung	h_w/t_w	$V_{b,Rd}$ kN	η Beulen	η Schweißnaht
1022.0	68.130	0.50	26.9	194.8	0.46	0.46

T_{cr} N/mm ²	λ_w	χ_w	$V_{bw,Rd}$ kN	$M_{f,Rd}$ kNm	$V_{bf,Rd}$ kN
2346.444	0.24	1.20	194.8	113.17	68.2

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	$\eta = 0.36$ [Lfk 19]	Gurt
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.42$ [Lfk 19]	Gurt
Steife/Lasteinleitung	$\eta = 0.60$ [Lfk 19]	Schweißnaht
Schubfeld	$\eta = 0.50$ [Lfk 19]	
Zuglasche	$\eta = 0.80$ [Lfk 19]	Schweißnaht ableitendes Bauteil

Pos. 6.3.2 Technikzentrale Übergang Nord - Stahlrahmen Firtspunkt

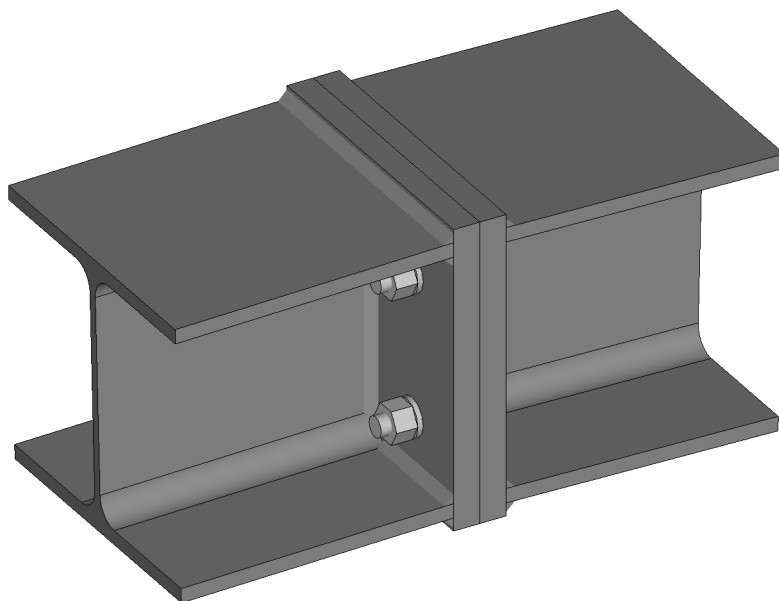
Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 02/23A (FRILO R-2023-2/P09)

Grundparameter

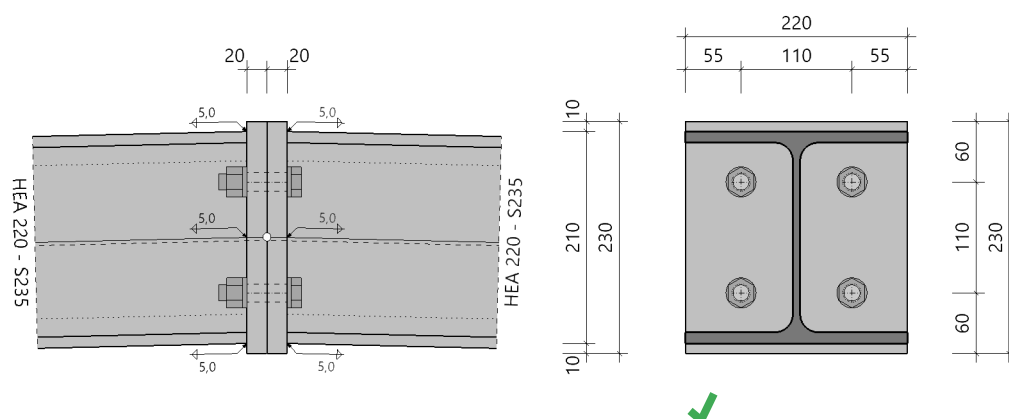
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig mit Normalkraft + Momenten Interaktion Schrauben für N_{Rd} Zug im Überstand vernachlässigen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen F_{tRd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe $f = 0.50$
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

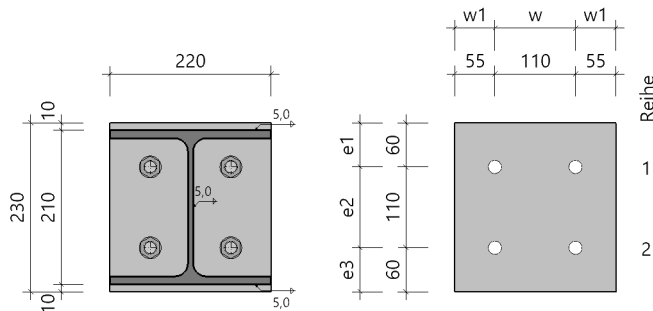
Systemgrafik 3D



Systemgrafik 2D
Maßstab 1 : 7.5



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Stirnplattenstoß
Schrauben : 4 x M16 - 10.9 (rohe Schraube) Trägerneigung -1.3°

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _o mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	HEA 220	S235	210	220	11	7	18	220	11

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d _o mm
Stirnplatte	M16	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	18.0

Schraubenkennwerte : M16 - 10.9 (rohe Schraube)

Zugfestigkeit	F _{ub} = 1000.0 N/mm ²	Streckgrenze	F _{yb} = 900.0 N/mm ²
Gewindenenddurchmesser	d = 16.0 mm	Schaftdurchmesser	d _s = 16.0 mm
Spannungsquerschnitt	A _{sp} = 1.6 cm ²	Schaftquerschnitt	A = 2.0 cm ²
Scheibendurchmesser	d _{sa} = 30.0 mm		

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger a mm	Abmessungen			Schweißnaht		
		h mm	b mm	t mm	a _{wf,o} mm	a _{w,s} mm	a _{wf,u} mm
S235	10	230	220	20	5.0	5.0	5.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
55	110	55	60	110	60

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

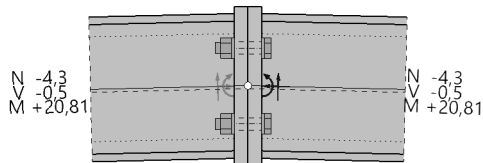
Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
3	TGA-Last: 1.50 + Ständig: 1.35 + Schnee unverweht: 1.50 + Schiefstellung (n.li.): 1.00 Ufer rechts	P/T	-4.3	-0.5	20.81
19	TGA-Last: 1.50 + Ständig: 1.35 + Schnee unverweht: 0.750 + Wind von rechts ohne Sog: 1.50 + Schiefstellung (n.li.): 1.00 Ufer rechts	P/T	-5.2	-15.2	16.56

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2} Querschnitt	γ_{M2} Anschluss
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25	1.25
A	außergewöhnlich	1.00	1.00	1.15	1.25

Ergebnisse Lfk 3 - Komponentenmethode für positives Moment

Schnittgrößen - als Bemessungswerte in kN bzw. kNm, Pfeile in Wirkungsrichtung



Anschlusschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-4.3	-0.6	20.81
$N_d < 0.05 \cdot N_{pld} = 75.6 \text{ kN}$			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	V	V
2	N	N

Biegetragfähigkeit M_{Rd} ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}(M_{pl})$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	55.0	55.0	45.8	55.0	23.50	113.0
$M_{pl}) : M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	288.0	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen			Steifeneinfluß		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	λ_1	λ_2	α
1	2	299.2	-	-	-	0.45	0.33	6.53

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr		F_{tRd} kN	Versagensmodus
	Gurt	Platte		
2	0	1	226.1	Schrauben auf Zug

globale Komponente Träger

Trägereurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h_{druck} mm	$F_{tRd,zug,plastisch}$ kN	$F_{CRd,zug,plastisch}$ kN
15.5	226.1	226.1

M_{aSd} kNm	$M_{aRd,elastisch}$ kNm	$M_{aRd,plastisch}$ kNm	η
-20.81	23.29	34.93	0.60
zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug			

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Trägereurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

N-Anteil	$F_{CRd,red}$ kN
0.50	672.8

Komponenten Druck unten

Trägereurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

N-Anteil	$F_{CRd,red}$ kN
0.50	672.8

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	$N_{Rd,elastisch}$ kN	$N_{Rd,plastisch}$ kN	η
-4.3	897.1	1345.7	0.00
zuerst versagende Komponente : Trägerflansch auf Druck oben			

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

$\eta, N_{Rd,plastisch}$	$\eta, M_{Rd,plastisch}$	η_{gesamt}
0.00	0.60	0.60
$N_d < 0.05 \cdot N_{pld} = 75.6 \text{ kN}$: Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	$k_1 \cdot \alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	170	55	110	110	2.50	460.8	125.6

Träger A_v mm ²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
2063.0	279.9	-0.6	125.6	0.00

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

$f_{vw,d}$ N/mm ²	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
207.8	3.0	-	45.0	0.22	-68.9	0.33

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	21.526	21.526	4.222

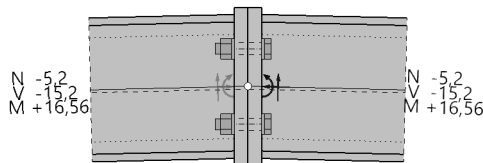
Z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{J,ini}$ kNm/rad	$S_{J,n}$ kNm/rad
154.5	3.032	3.00	15200.3	5066.8

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-4.3	1511.1	0.00	-0.5	279.9	0.00	20.81	133.93	0.16	0.16

Ergebnisse Lfk 19 - Komponentenmethode für positives Moment

Schnittgrößen - als Bemessungswerte in kN bzw. kNm, Pfeile in Wirkungsrichtung



Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-4.8	-15.3	16.56
$N_d < 0.05 \cdot N_{pld} = 75.6 \text{ kN}$			

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts)	
	1	2
1	V	V
2	N	N

Biegetragfähigkeit M_{Rd} ohne gleichzeitig wirkende Normalkraft

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}^{Mpl}$ kNm/m	$\min(F_{t,Rd}, B_{t,Rd})$ kN
1	1	55.0	55.0	45.8	55.0	23.50	113.0
$M_{pl} : M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	288.0	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzel mm	l_{eff} Gruppen			Steifeneinfluß		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	λ_1	λ_2	α
1	2	299.2	-	-	-	0.45	0.33	6.53

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr		F_{tRd} kN	Versagensmodus
	Gurt	Platte		
2	0	1	226.1	Schrauben auf Zug

globale Komponente Träger

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h, druck mm	$F_{tRd, \text{zug, plastisch}}$ kN	$F_{CRd, \text{zug, plastisch}}$ kN
15.5	226.1	226.1

M_{sD} kNm	$M_{aRd, \text{elastisch}}$ kNm	$M_{aRd, \text{plastisch}}$ kNm	η
-16.56	23.29	34.93	0.47

zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

N-Anteil	$F_{CRd, red}$ kN
0.50	672.8

Komponenten Druck unten

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{CF,Rd}$ kN
Druck	1	280.5	133.93	133.93	672.8

N-Anteil	$F_{CRd, red}$ kN
0.50	672.8

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{sD} kN	$N_{Rd, \text{elastisch}}$ kN	$N_{Rd, \text{plastisch}}$ kN	η
-4.8	897.1	1345.7	0.00

zuerst versagende Komponente : Trägerflansch auf Druck oben

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

$\eta, N_{Rd, \text{plastisch}}$	$\eta, M_{Rd, \text{plastisch}}$	η, gesamt
0.00	0.47	0.47
$N_d < 0.05 \cdot N_{pld} = 75.6 \text{ kN}$: Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.		

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e_3 mm	$k_1 \cdot \alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	170	55	110	110	2.50	460.8	125.6
Träger A_v mm ²		Träger $V_{w,Rd}$ kN		V_{Ed} kN		V_{Rd} kN	η
2063.0		279.9		-15.3		125.6	0.12

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

$f_{vw,d}$ N/mm ²	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
207.8	3.0	-	37.2	0.18	-55.2	0.26

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

zusätzliche Normalkraft N_d bis maximal 5% N_{pld} im Träger berücksichtigt

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	-	21.526	21.526	4.222
Z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
154.5	3.032	3.00	15200.3	5066.8

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-5.2	1511.1	0.00	-15.2	279.9	0.05	16.56	133.93	0.12	0.12

Zusammenfassung

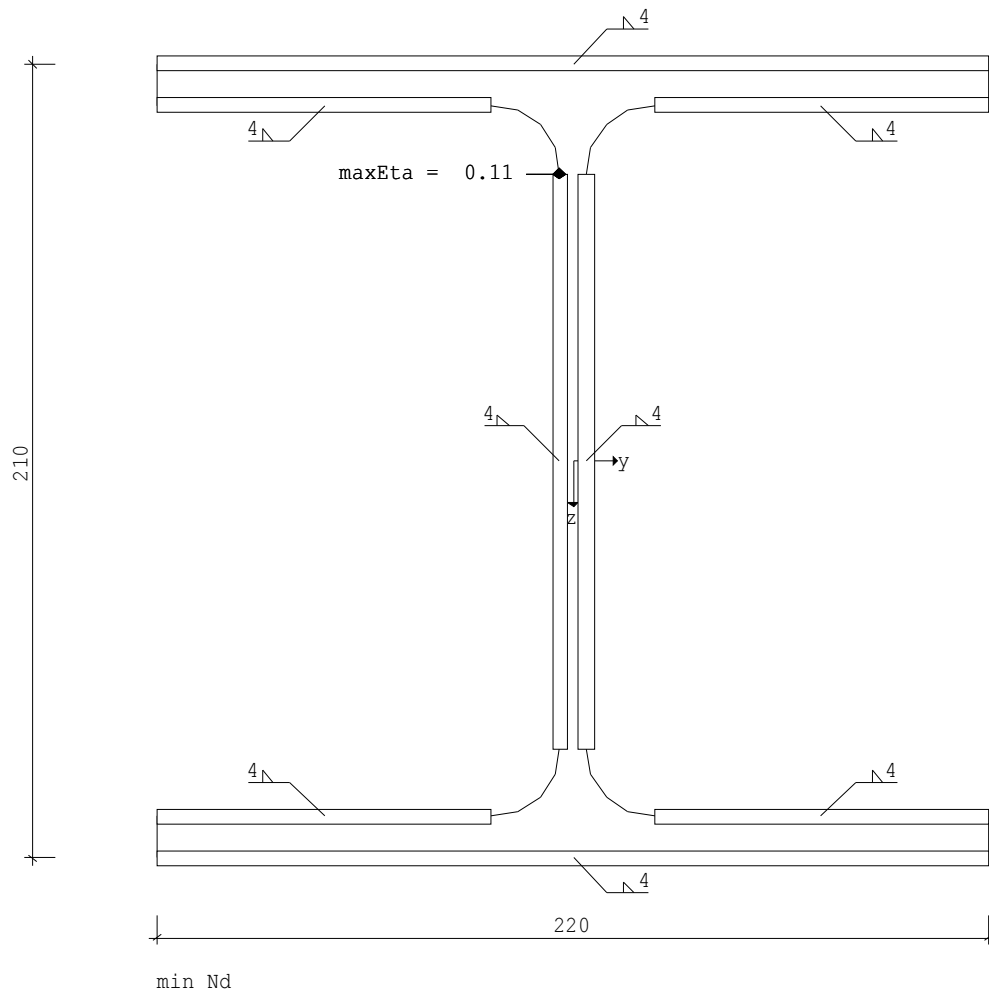
Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	$\eta = 0.60$ [Lfk 3]	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	$\eta = 0.12$ [Lfk 19]	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.33$ [Lfk 3]	Stirnplatte Druckgurt
Querschnitt	$\eta = 0.16$ [Lfk 3]	

Pos. 6.3.3 Technikzentrale Übergang Nord - Stahlrahmen Fußpunkt

Schweißnaht (x64) ST5 02/2023 (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 2



System									
Norm	:	DIN EN	1993						
Profil	:	HE	220 A						
		A =	64.30 cm ²	✓	ly =	5410.0 cm ⁴	lz =	1950.0 cm ⁴	
		h =	210.0 mm		tw =	7.0 mm	r =	18.0 mm	
		b =	220.0 mm		tf =	11.0 mm			
Blechdicke : t	:	=	20.0 mm						
Stahl	:	S235		fy =	235.0	fu =	360.0 N/mm ²	γ _{M0} =	1.00
				f _{vw,d} =	207.8 N/mm ²	β _w =	0.80	γ _{M2} =	1.25
T _w wird mit V _z / A _{wz} und V _y / A _{wy} berechnet									
Geometrie der Kehlnähte									
lw =	152.0 mm	aw =	4.0 mm	Stegnaht beidseitig					
lw =	220.0 mm	aw =	4.0 mm	Flanschnaht außen					
lw =	88.5 mm	aw =	4.0 mm	Flanschnaht innen					
✓									
Schweißnahtfläche				Flächenmomente 2.Grades der Schweißnähte					
Aw =	43.92 cm ²			lw,y =	3426.12 cm ⁴				
Aw,z =	12.16 cm ²			lw,z =	1416.08 cm ⁴	lw,yz =	0.00 cm ⁴		
Aw,y =	31.76 cm ²								

Anschlußschnittkräfte γ_F -fach						
Lastfall		Nd[kN]	Myd[kNm]	Vzd[kN]	Mzd[kNm]	Vyd[kN]
1	min Nd	-67.60	0.00	18.90	0.00	0.00
2	max Nd	27.00	0.00	-19.70	0.00	0.00
3	Wind auf Giebel	7.10	0.00	0.00	-2.10	-10.30

Ergebnisse Nr	1	min Nd								
N=	-67.60	M _y =	0.00	V _z =	18.90	M _z =	0.00	V _y =	0.00	[d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten									
σ_{wd}	=	-15.4	N/mm ²						
$T_{wd,Vzd}$	=	18.9	kN / A _{wz}	=	12.2	cm ²	=	15.5	N/mm ²
σ_{wdV}	=	21.9	N/mm ²	Stegnaht beidseitig					
σ_{wd}	=	-15.4	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.07 < 1
T_{wd}	=	15.5	N/mm ²	/	$T_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.07 < 1
σ_{wdV}	=	21.9	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η = 0.11 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren									
Biegung und Normalkraft									
Fw,Ed,N	=	-0.62	kN/cm	=	4.0	mm(aw) *	-15.4	N/mm ²	
Fw,Rd	=	aw	* f _{vw,d}	=	4.0	mm	*	207.8	N/mm ²
Fw,Ed,N	=	-0.62	kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31	kN/cm	η	= 0.07 < 1
Schubbeanspruchung									
Fw,Ed,Vz	=	18.90	kN						
Fw,Rd	=	Awz	* f _{vw,d}	=	1216.0	mm ² *	207.8	N/mm ²	
Fw,Ed,Vz	=	18.90	kN	/ Fw,Rd	=	252.74	kN	η	= 0.07 < 1
Kombinierte Beanspruchung									
Fw,Ed	=	0.87	kN/cm	=	4.0	mm(aw) *	21.9	N/mm ²	
Fw,Rd	=	aw	* f _{vw,d}	=	4.0	mm	*	207.8	N/mm ²
Fw,Ed	=	0.87	kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31	kN/cm	η	= 0.11 < 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse	1
---	---

Nachweis nach (6.1)												
σ_d	=	-10.5	N/mm ²	/	σ_{Rd}	=	235.0	N/mm ²	η	=	0.04	< 1
T_d	=	14.1	N/mm ²	/	T_{Rd}	=	135.7	N/mm ²	η	=	0.10	< 1
σ_{dV}	=	26.7	N/mm ²	/	σ_{Rd}	=	235.0	N/mm ²	η	=	0.11	< 1

Ergebnisse Nr		2	max Nd							
N=	27.00	M _y =	0.00	V _z =	-19.70	M _z =	0.00	V _y =	0.00	[d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten										✓
σ_{wd}	=	6.1	N/mm ²							
$T_{wd,Vzd}$	=	-19.7	kN / A _{wz}	=	12.2	cm ²	=	16.2	N/mm ²	
σ_{wdV}	=	17.3	N/mm ²	Stegnaht beidseitig						
σ_{wd}	=	6.1	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η	= 0.03 < 1
T_{wd}	=	16.2	N/mm ²	/	$T_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η	= 0.08 < 1
σ_{wdV}	=	17.3	N/mm ²	/	$\sigma_{w,Rd}$	=	207.8	N/mm ²	η	= 0.08 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren									
Biegung und Normalkraft									
Fw,Ed,N	=	0.25 kN/cm	=	4.0 mm(aw) *	6.1 N/mm ²				
Fw,Rd	=	aw * f _{w,d}	=	4.0 mm *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed,N	=	0.25 kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31 kN/cm	η	=	0.03	< 1
Schubbeanspruchung									
Fw,Ed,Vz	=	-19.70 kN							
Fw,Rd	=	A _{wz} * f _{w,d}	=	1216.0 mm ² *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed,Vz	=	-19.70 kN	/ Fw,Rd	=	252.74 kN	η	=	0.08	< 1
Kombinierte Beanspruchung									
Fw,Ed	=	0.69 kN/cm	=	4.0 mm(aw) *	17.3 N/mm ²				
Fw,Rd	=	aw * f _{w,d}	=	4.0 mm *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed	=	0.69 kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31 kN/cm	η	=	0.08	< 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse	1	✓
---	---	---

Nachweis nach (6.1)									
σ _d	=	4.2 N/mm ²	/	σ _{Rd}	=	235.0 N/mm ²	η	=	0.02 < 1
T _d	=	14.7 N/mm ²	/	T _{Rd}	=	135.7 N/mm ²	η	=	0.11 < 1
σ _{dV}	=	25.9 N/mm ²	/	σ _{Rd}	=	235.0 N/mm ²	η	=	0.11 < 1

Ergebnisse Nr 3 Wind auf Giebel									
N=	7.10	M _y =	0.00	V _z =	0.00	M _z =	-2.10	V _y =	-10.30 [d,kN,kNm]

Spannungen an den Schweißnähten									
σ _{wd}	=	17.9 N/mm ²	Flanschnaht außen						
T _{wd,Vy}	=	-10.3 kN / A _{wy}	=	31.8 cm ²	=	3.2 N/mm ²			
σ _{wdV}	=	18.2 N/mm ²	Flanschnaht außen						
σ _{wd}	=	17.9 N/mm ²	/	σ _{w,Rd}	=	207.8 N/mm ²	η	=	0.09 < 1
T _{wd}	=	3.2 N/mm ²	/	T _{w,Rd}	=	207.8 N/mm ²	η	=	0.02 < 1
σ _{wdV}	=	18.2 N/mm ²	/	σ _{w,Rd}	=	207.8 N/mm ²	η	=	0.09 < 1

Nachweis der Kehlnähte nach 4.5.3.3 Vereinfachtes Verfahren									
Biegung und Normalkraft									
Fw,Ed,N	=	0.72 kN/cm	=	4.0 mm(aw) *	17.9 N/mm ²				
Fw,Rd	=	aw * f _{w,d}	=	4.0 mm *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed,N	=	0.72 kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31 kN/cm	η	=	0.09	< 1
Schubbeanspruchung									
Fw,Ed,Vy	=	-10.30 kN							
Fw,Rd	=	A _{wy} * f _{w,d}	=	3176.0 mm ² *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed,Vy	=	-10.30 kN	/ Fw,Rd	=	660.12 kN	η	=	0.02	< 1
Kombinierte Beanspruchung									
Fw,Ed	=	0.73 kN/cm	=	4.0 mm(aw) *	18.2 N/mm ²				
Fw,Rd	=	aw * f _{w,d}	=	4.0 mm *	207.8 N/mm ²				
Fw,Ed	=	0.73 kN/cm	/ Fw,Rd	=	8.31 kN/cm	η	=	0.09	< 1

Nachweis des Profils Querschnittsklasse	1	
---	---	--

Nachweis nach (6.1)									
σ _d	=	13.0 N/mm ²	/	σ _{Rd}	=	235.0 N/mm ²	η	=	0.06 < 1
T _d	=	3.2 N/mm ²	/	T _{Rd}	=	135.7 N/mm ²	η	=	0.02 < 1
σ _{dV}	=	13.0 N/mm ²	/	σ _{Rd}	=	235.0 N/mm ²	η	=	0.06 < 1

21069-1 | AKK Aufstockung Reha-Gebäude

**Ingenieurbüro
Wetzel & von Seht**

www.fischer.de

Friesenweg 5E
22763 Hamburg
Telefon: 040 8891670
Fax: 040 88916767
info@wvs.eu
www.wvs.eu

Kommentar

Pos. 6.7.3 Stahlrahmen Technikzentrale Übergang Nord
Anschluss Rahmenstütze zur Bestandsdecke

Bemessungsgrundlagen

Anker

Ankersystem
Anker

fischer Bolzenanker FAZ II Plus
Bolzenanker FAZ II Plus 16/25 R,
nicht rostender Stahl



Rechnerische
Verankerungstiefe
Bemessungsdaten

65,00 mm
Ankerbemessung in Beton nach Europäischer Technischer
Bewertung ETA-19/0520, Option 1,
Erteilungsdatum 24.05.2023

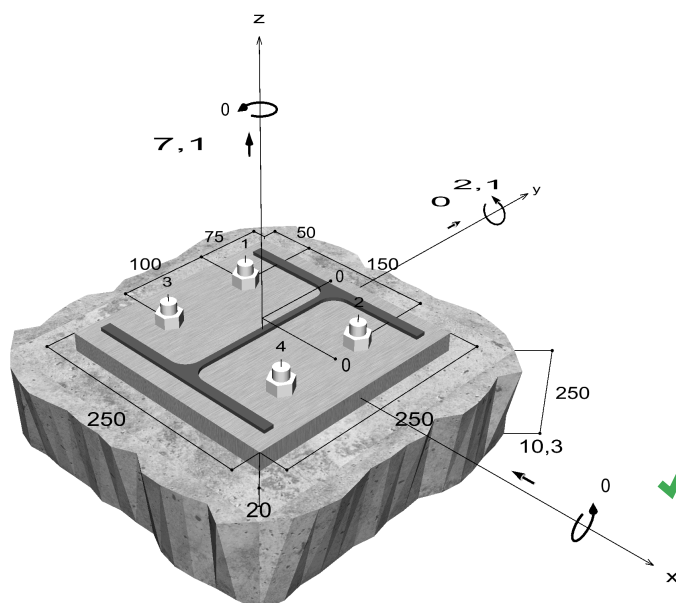


Geometrie / Lasten / Maßeinheiten

mm, kN, kNm

Bemessungswert der Einwirkungen

(inkl. Teilsicherheitsbeiwert Last)



Nicht maßstabsgetreu

21069-1 | AKK Aufstockung Reha-Gebäude
Eingabedaten

Bemessungsverfahren	EN 1992-4:2018 mechanische Befestigungselemente
Verankerungsgrund	C30/37, EN 206
Betonzustand	Gerissen, Trockenes Bohrloch
Bewehrung	Keine oder normale Bewehrung. Ohne Randbewehrung. Mit Spaltbewehrung
Bohrverfahren	Hammerbohren
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Belastungsart	Statisch oder quasi-statisch
Ankerplattenposition	Bündig montierte Ankerplatte
Ankerplattenmaße	250 mm x 250 mm x 20 mm
Profiltyp	HEA 220


Bemessungslasten *)

#	N _{Ed} kN	V _{Ed,x} kN	V _{Ed,y} kN	M _{Ed,x} kNm	M _{Ed,y} kNm	M _{T,Ed} kNm	Belastungsart
1	-203,00	0,00	18,90	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch
2	27,00	0,00	-19,70	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch
3	7,10	-10,30	0,00	0,00	-2,10	0,00	Statisch oder quasi-statisch

1: min Nd

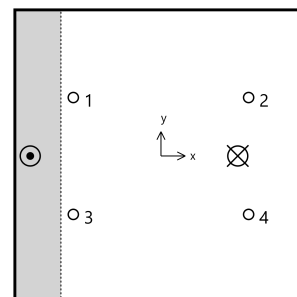
2: max Nd

3: Wind auf Giebelwand

*) Incl. Teilsicherheitsbeiwert Last

Maßgebende Dübellasten

Anker-Nr.	Zugkraft kN	Querkraft kN	Querkraft x kN	Querkraft y kN
1	0,50	2,58	-2,58	0,00
2	7,64	2,58	-2,58	0,00
3	0,50	2,58	-2,58	0,00
4	7,64	2,58	-2,58	0,00



Max. Betonstauchung :
 Max. Betondruckspannung :
 Resultierende Zugkraft :
 Resultierende Druckkraft :

0,06 ‰
 1,9 N/mm²
 16,3 kN , X/Y Position (65,7 / 0)
 9,2 kN , X/Y Position (-111,9 / 0)



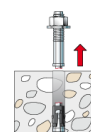
Widerstand der maßgebenden Zuglasten.

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	7,6	59,3	12,9
Herausziehen *	7,6	22	34,8
Betonausbruch	16,3	23,6	69,2

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen

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

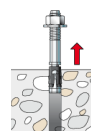


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,s}$ %
83	1,40	59,3	7,6	12,9

Anker-Nr.	$\beta_{N,s}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	0,9	1	$\beta_{N,s;1}$
2	12,9	2	$\beta_{N,s;2}$
3	0,9	3	$\beta_{N,s;3}$
4	12,9	4	$\beta_{N,s;4}$

Herausziehen

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



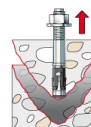
$N_{Rk,p}$ kN	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Ed} kN	$\beta_{N,p}$ %
32,9	1,220	1,50	22	7,6	34,8

Der $\psi_{c,p}$ -Faktor wurde eventuell durch Interpolation ermittelt.

Anker-Nr.	$\beta_{N,p}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 3	2,3	1	$\beta_{N,p;1}$
2, 4	34,8	2	$\beta_{N,p;2}$

Betonausbruch

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



21069-1 | AKK Aufstockung Reha-Gebäude

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N} \quad \text{Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c} = 22,10kN \cdot \frac{101.775mm^2}{38.025mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 0,597 \cdot 1,000 = 35,34kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1,5} = 22,10kN \quad \text{Gl. (7.2)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.4)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Gl. (7.5)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 0,597 \cdot 1,000 = 0,597 \leq 1 \quad \text{Gl. (7.6)}$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 66mm}{195mm}} = 0,597 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{195mm}} = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1 \quad \text{Gl. (7.7)}$$

N_{Rk,c} kN	Y_{Mc}	N_{Rd,c} kN	N_{Ed} kN	β_{N,c} %
35,3	1,50	23,6	16,3	69,2

Anker-Nr.	β_{N,c} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	69,2	1	β _{N,c;1}

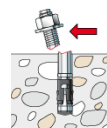
Widerstand der maßgebenden Querlasten.

Nachweis	Last kN	Tragfähigkeit kN	Ausnutzung β_v %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	2,6	56,9	4,5
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	10,3	126,2	8,2

* Ungünstigster Anker

Stahlversagen ohne Hebelarm

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



$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 = 1,00 \cdot 71,10kN = 71,10kN \quad \text{Gl. (7.35)/ (7.36)}$$

V_{Rk,s} kN	Y_{Ms}	V_{Rd,s} kN	V_{Ed} kN	β_{Vs} %
71,1	1,25	56,9	2,6	4,5



21069-1 | AKK Aufstockung Reha-Gebäude

Anker-Nr.	β_{Vs} %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1	4,5	1	$\beta_{Vs,1}$
2	4,5	2	$\beta_{Vs,2}$
3	4,5	3	$\beta_{Vs,3}$
4	4,5	4	$\beta_{Vs,4}$

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k_s \cdot N_{Rk,c} = 3,2 \cdot 59,16kN = 189,30kN$$

Gl. (7.39a)

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

Gl. (7.1)

$$N_{Rk,c} = 22,10kN \cdot \frac{101.775mm^2}{38.025mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 59,16kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,7 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1,5} = 22,10kN$$

Gl. (7.2)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Gl. (7.4)

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

Gl. (7.5)

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

Gl. (7.6)

$$\Psi_{M,N} = 1,00 \geq 1$$

Gl. (7.7)

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mc}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Ed} kN	$\beta_{V,cp}$ %
189,3	1,50	126,2	10,3	8,2

Anker-Nr.	$\beta_{V,cp}$ %	Gruppe Nr.	Maßgebendes Beta
1, 2, 3, 4	8,2	1	$\beta_{V,cp,1}$

Maßgebendes Ergebnis aus Zug- und Querlasten

Zuglasten	Ausnutzung β_N %
Stahlversagen *	12,9
Herausziehen *	34,8
Betonausbruch	69,2

Querlasten	Ausnutzung β_V %
Stahlversagen ohne Hebelarm *	4,5
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite	8,2

* Ungünstigster Anker



Widerstand der maßgebenden Lastüberlagerung.

Ausnutzung Stahl

$$\beta_{N,s} = \beta_{N,s;2} = 0,13 \leq 1$$

$$\beta_{V,s} = \beta_{V,s;1} = 0,05 \leq 1$$

$$\beta_N^2 + \beta_V^2 = \beta_{N,s;2}^2 + \beta_{V,s;2}^2 = 0,02 \leq 1$$

Gl. (7.55)

Ausnutzung Beton

$$\beta_{N,c} = \beta_{N,c;1} = 0,69 \leq 1$$

$$\beta_{V,cp} = \beta_{V,cp;1} = 0,08 \leq 1$$

$$\beta_N^{1,5} + \beta_V^{1,5} = \beta_{N,c;1}^{1,5} + \beta_{V,cp;1}^{1,5} = 0,60 \leq 1$$

Gl. (7.56)



Nachweis erfolgreich

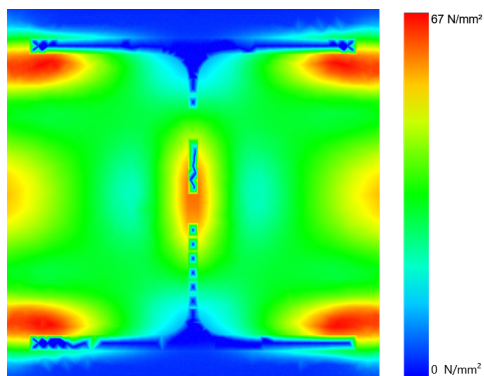
Nicht maßgebende Lastfälle

#	N _{Ed} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Belastungsart	β _N %	β _V %	β %
1	-203,0 0	0,00	18,90	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch	0,00	14,98	0,00
2	27,00	0,00	-19,70	0,00	0,00	0,00	Statisch oder quasi-statisch	68,46	15,61	62,82

Ankerplattendicke

Die Ankerplattenbemessung berücksichtigt alle Lastfälle. Die Basis für den angezeigten Spannungsnachweis der Ankerplatte ist Lastfall 1. Dieser Lastfall erzeugt die höchste Auslastung der Ankerplatte beim Spannungsnachweis und ist somit der maßgebende Lastfall.

Spannungsverteilung innerhalb der Ankerplatte



Ankerplattendetails

Ankerplattendicke (FE-Berechnung)	t =	20 mm
Material der Ankerplatte		S 235 (St 37)
E-Modul	E =	210000 N/mm²
Streckgrenze	R _{p,0,2} =	235 N/mm²
Sicherheitsfaktor	γ _M =	1,0
Querdehnzahl	ν =	0,3
Ausnutzung	η =	29 %
Profiltyp		HEA 220

Technische Hinweise

Bei der Bemessung wurde vorausgesetzt, dass die Ankerplatte (falls vorhanden) 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.

Technische Bemerkungen zum Import von Lastfällen

Die Bemessung wurde auf der Basis von unterschiedlichen Lastfällen durchgeführt. Die Software C-Fix ermittelt den

Die Eingabwerte und die Bemessungsergebnisse sind zu kontrollieren und anhand gültiger Normen und Zulassungen auf Plausibilität zu prüfen. Bitte beachten Sie den Haftungsausschluss in den Lizenzbedingungen der Software.



maßgebenden Lastfall für die Verankerung. Dies kann zum maßgebenden Lastfall für die Konstruktion des Knotenpunktes differieren. Die Ergebnisse müssen vom verantwortlichen Ingenieur mit der Bemessung der Gesamtkonstruktion abgeglichen und verifiziert werden.

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.

Die Anzahl, der Hersteller, die Art und die Geometrie der Befestigungselemente dürfen nicht geändert werden wenn dies nicht vom verantwortlichen Tragwerksplaner nachgewiesen und gestattet ist.

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



Angaben zur Montage

Anker

Ankersystem

Anker

fischer Bolzenanker FAZ II Plus

Bolzenanker FAZ II Plus 16/25 R,
nicht rostender Stahl

Art.-Nr. 564627



Zubehör

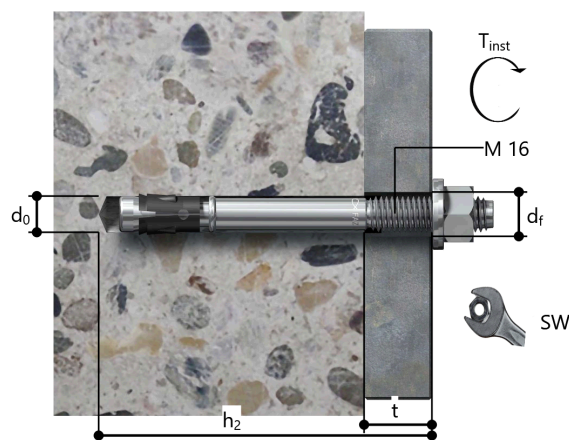
Handausbläser Groß ABG
SDS Plus-V II 16/160/210

Art.-Nr. 567792

Art.-Nr. 531827

Montagedetails

Gewindegröße	M 16
Bohrlochdurchmesser	$d_0 = 16 \text{ mm}$
Bohrlochtiefe	$h_2 = 133 \text{ mm}$
Rechnerische Verankerungstiefe	$h_{ef} = 65,00 \text{ mm}$
Einbautiefe	$h_{nom} = 83 \text{ mm}$
Bohrverfahren	Hammerbohren
Bohrlochreinigung	Bohrloch mit Handausbläser ausblasen.
Montageart	Durchsteckmontage
Ringspalt	gemäß Benutzereingabe
Montagedrehmoment	$T_{inst} = 110,0 \text{ Nm}$
Schlüsselweite SW	24 mm
Ankerplattendicke	$t = 20 \text{ mm}$
Gesamte Befestigungsdicke	$t_{fix} = 20 \text{ mm}$
$T_{fix,max}$	$t_{fix,max} = 45 \text{ mm}$



Ankerplattendetails

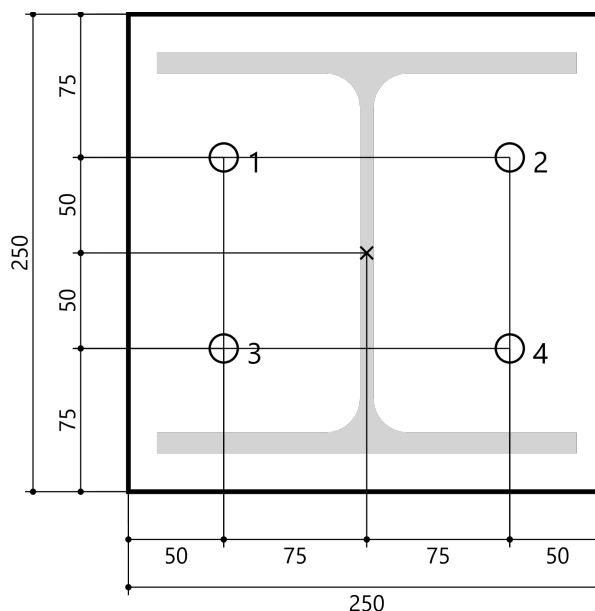
Material der Ankerplatte	S 235 (St 37)
Ankerplattendicke	$t = 20 \text{ mm}$
Durchgangsloch im Anbauteil	$d_f = 18 \text{ mm}$

Anbauteil

Profiltyp	HEA 220
-----------	---------

Ankerkoordinaten

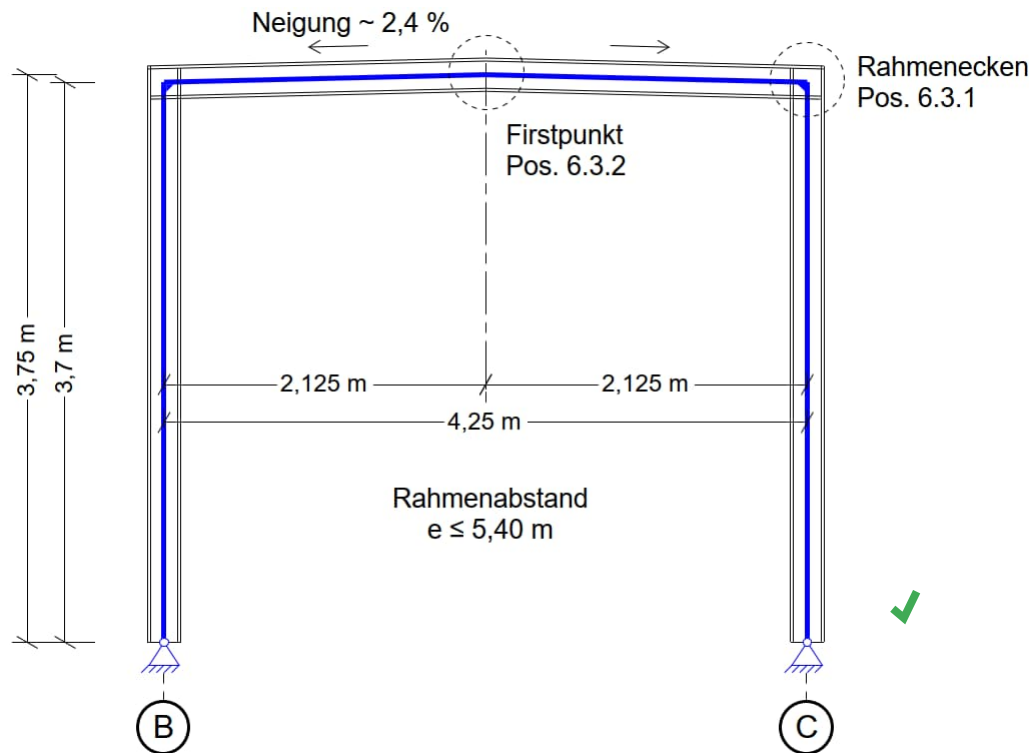
Anker-Nr.	x mm	y mm
1	-75	50
2	75	50
3	-75	-50
4	75	-50



Pos. 6.4 Technikzentrale Übergang Nord – Stahlrahmen Giebel (Achsen 3 und 5)

1. Statisches System

- Wie Stahlrahmen Pos. 6.3
- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten



2. Belastung

- Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen
- Wie Stahlrahmen (Mitte) Pos. 6.3, jedoch mit halber Lasteneinheitsbreite ($e = 5,40 / 2 = 2,70$ m) (Detaillierte Lastermittlung siehe Pos. 6.3)
- Zusätzliche lasten aus den giebelseitigen wandflächen.

Einwirkende Lasten

		G	Q	
• Eigengewicht:	→ wird programmintern generiert	G = 0,51	✓	[kN/m]
• Dach / „Sandwich“-Elemente + Pfetten	$G_1 = 4,32 / 2 =$	2,16	✓	[kN/m]
• Wände / „Sandwich“-Elemente + Riegel	$G_2 = 16,00 / 2 =$	8,00	✓	[kN]
• Nutzlast unter der Decke (TGA 0,5 kN/m²):	$Q_2 = 2,70 / 2 =$			1,35 [kN/m] ✓
• Schneelast:	$s = 3,67 / 2 =$			1,84 [kN/m] ✓
• Schneelast (außergewöhnlich):	$s_{Ad} = 8,45 / 2 =$			4,23 [kN/m] ✓
• Giebelwände / „Sandwich“-Elemente Wandriegel ($\leq 0,50$ kN/m, $e \geq 1,23$ m)	$G \ 0,40 + 0,40 =$	0,80	✓	[kN/m²] ✓
→ Einzellast ($b = 5,20 / 2$ m, $h = 3,70$ m)	$G_3 = 0,80 \cdot 3,70 \cdot 5,20 / 2 =$	7,70		[kN] ✓
• Windlasten:	→ werden programmintern generiert		✓	

3. Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten
- Ausführung und Querschnittswahl wie Stahlrahmen (Mitte) Pos. 6.3

- Gewählt: Rahmenriegel und -stützen HEA 220 (S235) ✓
- Lastweiterleitung aus dem Rahmen Pos. 6.3 und den Längsträgern Pos. 6.2 in die Decke über 3.OG bzw. in die Stützen 3.OG:

Ständige Lasten: $G_k \sim 23 + 17 = 40 \text{ kN}$ (Eigengewichtslasten)

Veränderliche Lasten: $Q_k = 3 + 30 = 33 \text{ kN}$ (TGA-Lasten)

$Q_{s,k} = 4 \text{ kN}$ (Schnee)

$Q_{wk} = 5 \text{ kN}$ (Wind) ✓

4. Biegesteife Rahmenecken – Pos. 6.4.1

- Bei geringerer Lastbeanspruchung und geringeren Schnittgrößen wie Pos. 6.3.1 (siehe dort)

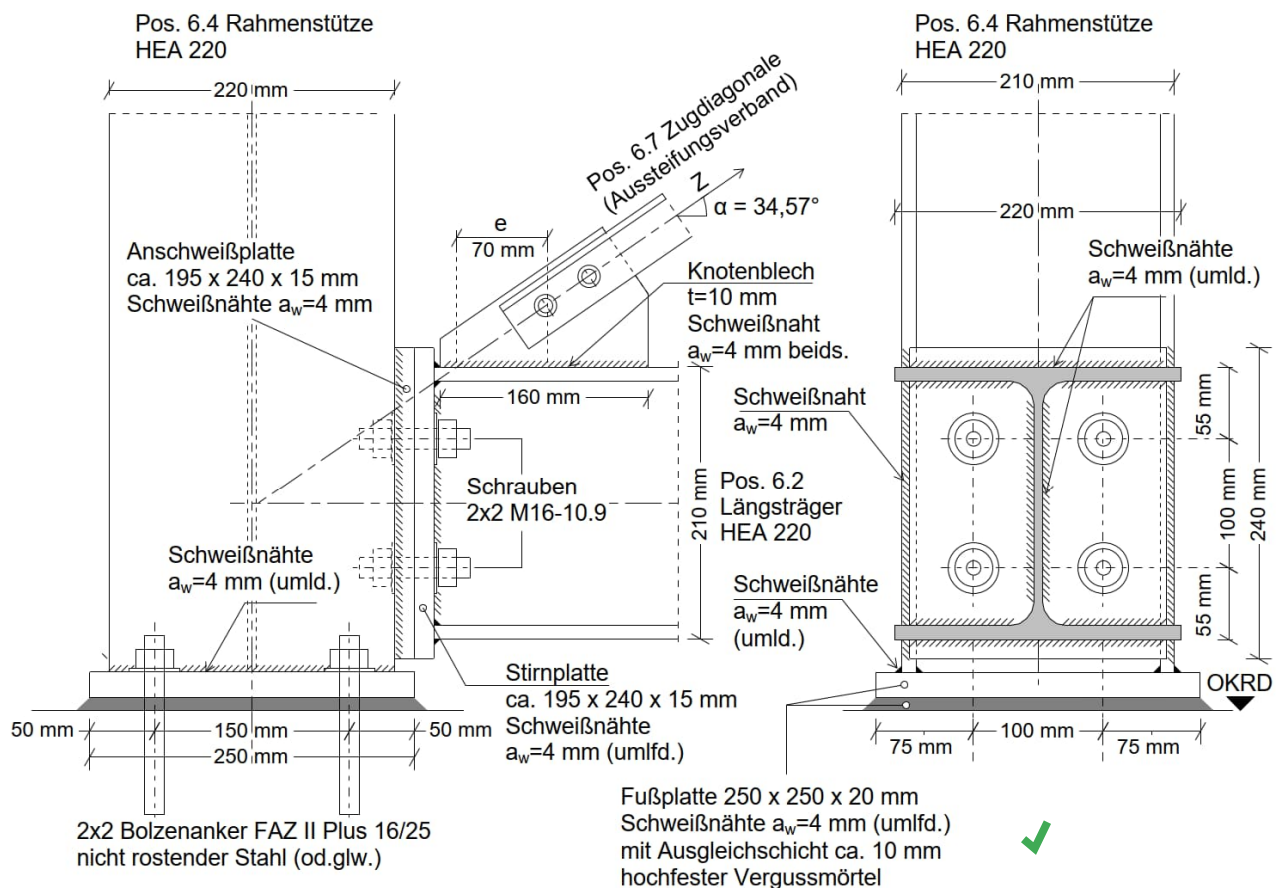
5. Firstpunkt biegesteif / Montagestoß – Pos. 6.4.2

- Bei geringerer Lastbeanspruchung und geringeren Schnittgrößen wie Pos. 6.3.2 (siehe dort)

6. Fußpunkt Rahmenstütze – Pos. 6.4.3

- Bei geringerer Lastbeanspruchung und geringeren Schnittgrößen analog zu Pos. 6.3.3 (siehe dort)

Leitdetail Rahmenfußpunkt – Pos. 6.4.3 (Darstellung Achse 5) ✓



Alle Bauteile S235
(sofern nicht gesondert angegeben)

Pos. 6.4 Technikzentrale Übergang Nord - Stahlrahmen Giebel

Hallenrahmen (x64) S7+ 02/23 (FRILO R-2023-2/P09)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt ($C_{esl} = 2.30$)

Einstellungen zur Tragsicherheit

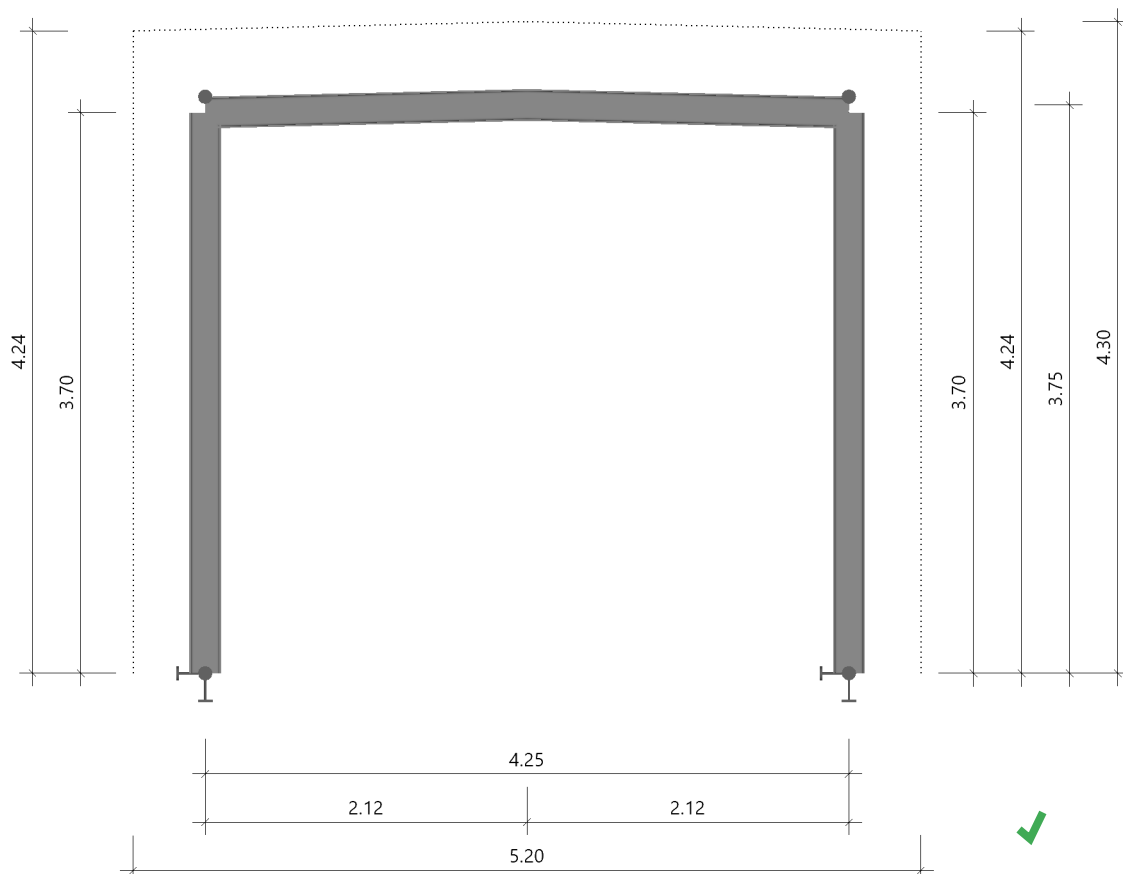
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Umlenkkräfte im Ersatzstabmodell	:	berücksichtigt

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\bar{\delta}_{lim} =$	2.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\bar{\delta}_{lim} =$	$l_{eff} / 300$

System

Maßstab 1 : 50



Stahlmaterialkennwerte : S235

$E_k =$	210000 N/mm ²	$G_k =$	80769 N/mm ²
$\gamma =$	78.50 kN/m ³	$\mu =$	0.30
Streckgrenze	$t \leq 40$ mm	$f_{yk} =$	235.00 N/mm ²
Zugfestigkeit	$t \leq 40$ mm	$f_{uk} =$	360.00 N/mm ²

Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation

γ_{M0}	γ_{M1}	Bemessungssituation
1.00	1.10	ständig/vorübergehend
1.00	1.00	außergewöhnlich
1.00	1.00	charakteristisch

Querschnittswerte

Bauteil	Name	I_y cm ⁴	W_y cm ³	A cm ²
Stütze links	HEA 220	5410.0	515.0	64.3
Riegel	HEA 220	5410.0	515.0	64.3
Stütze rechts	HEA 220	5410.0	515.0	64.3

System Satteldach

Abmessungen als Systemmaße

Fußpunkte	:	gelenkig	First um y	:	biegesteif
Rahmenecke links um y	:	biegesteif	Rahmenecke rechts um y	:	biegesteif
Anschlüsse wölbfrei modelliert.					
Systemweite	=	4.25 m			
Firstabstand links	=	2.13 m	Systemhöhe First	=	3.75 m
Systemhöhe links	=	3.70 m	Systemhöhe rechts	=	3.70 m
Dicke Dachaufbau	=	0.45 m	Dicke Wandaufbau	=	0.37 m
Rahmenabstand	=	5.40 m	Lage Giebelrahmen		

Dachneigung links	=	1.3 °	Dachneigung rechts	=	1.3 °
			Gesamtgewicht	=	588 kg

zusätzliche Lager für Stabilitätsnachweis

Baugruppe	Abstand m	C_y kN/m	Angriff	$C_{\phi x}$ kNm/rad
Dach	0.00	starr	Oberkante	-
Dach	4.25	starr	Oberkante	-

Abstand : Wand: vom Fußpunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Belastung

Allgemeine Einstellungen

Eigengewicht automatisch Faktor Einflussbreite = 0.50

Gemeinde 2**** Hamburg in Hamburg

(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N = 36 m Differenz zur Geländehöhe = 14.26 m
Gebäudelänge = 11.70 m (quer zum Windangriff)

Gelände Mischkategorie Binnenland

Höhe für q h = 18.56 m

Geschwindigkeitsdruck $q(h) = 0.84 \text{ kN/m}^2$

Windzone 2

Basiswindgeschwindigkeit $v_{b0} = 25.00 \text{ m/s}$

Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b0} = 0.39 \text{ kN/m}^2$

Bodenschneelast sk = 0.85 kN/m²

Schneezone 2

Formbeiwert $\mu(\alpha_1) = 0.80$ links

$\mu(\alpha_2) = 0.80$ rechts

Formbeiwert(verweht) $\mu(\alpha_1) = 0.00$ links

$\mu(\alpha_2) = 0.00$ rechts

$C_t = 1.000$

$C_e = 1.000$

Beiwert außergew.

$C_{esl} = 2.300$

Standardlasten

Dachlast g = 0.80 kN/m² Dfl Wandlast g = 0.80 kN/m² als Einzellast

Schnee s = 0.68 kN/m² Gfl = 0,85 kN/m² x 0,80

Schnee $s_A = 1.56 \text{ kN/m}^2$ Gfl außergew. = 2,3 x 0,85 kN/m² x 0,80

Wind auf Riegel: Flachdach (Dfl, für geschlossene Baukörper)
Bereich F Sog = -1.52 kN/m²
cpe = -1.80
Bereich H Sog = -0.59 kN/m²
cpe = -0.70



Wind auf Stütze (für geschlossene Baukörper)
Bereich h₀ D = 0.67 kN/m² E = -0.42 kN/m² bis 4.24 m
cpe = 0.80 cpe = -0.50

Randabstände für Wind von links bzw. rechts mit e=11,70 m
e/10 = 1.17 m e/2 = 5.85 m
e/5 = 2.34 m e/4 = 2.93 m



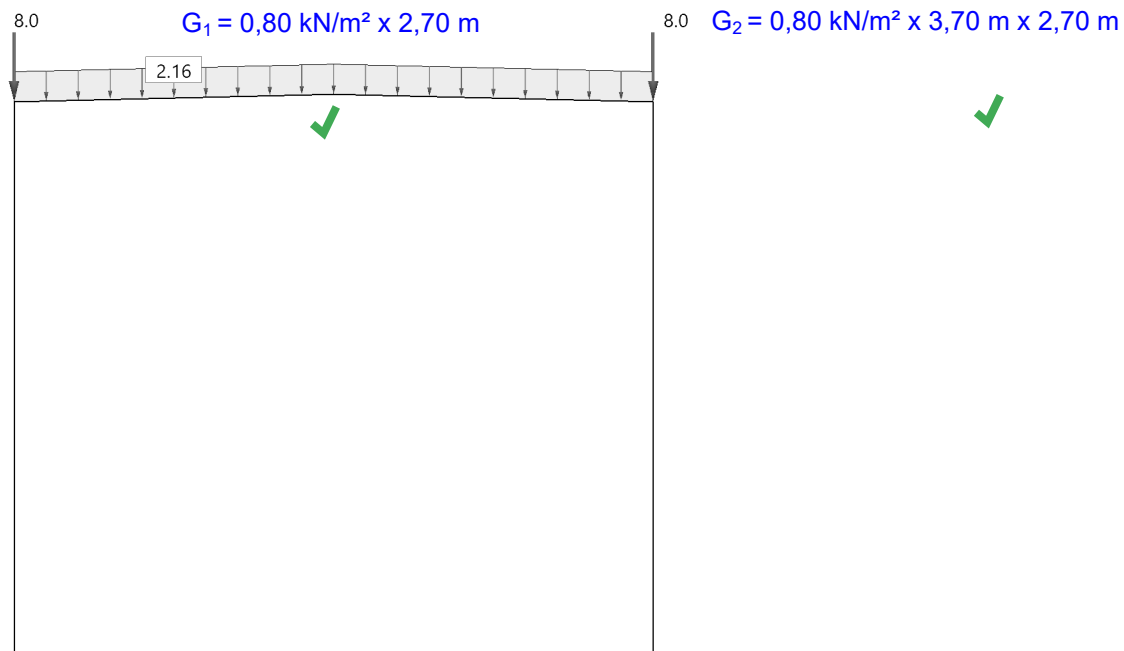
Standardlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
1	Eigengewicht automatisch + Dach-/Wandlast	ständig	0	3	aktiv
2	Wind von links Fall 1	Windlasten	100	4	aktiv
6	Wind von rechts Fall 1	Windlasten	100	4	aktiv
10	Wind von links ohne Sog	Windlasten	100	2	aktiv
11	Wind von rechts ohne Sog	Windlasten	100	2	aktiv
12	Schnee unverweht	Schnee H < 1000 m	101	1	aktiv

Nr : Eindeutige Kennung
 Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine
 Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten



Maßstab 1 : 50



Lastfall 1 Ständig - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Konstruktionslast]	Dfl	2.16	2.16	0.00	4.25	Oberkante

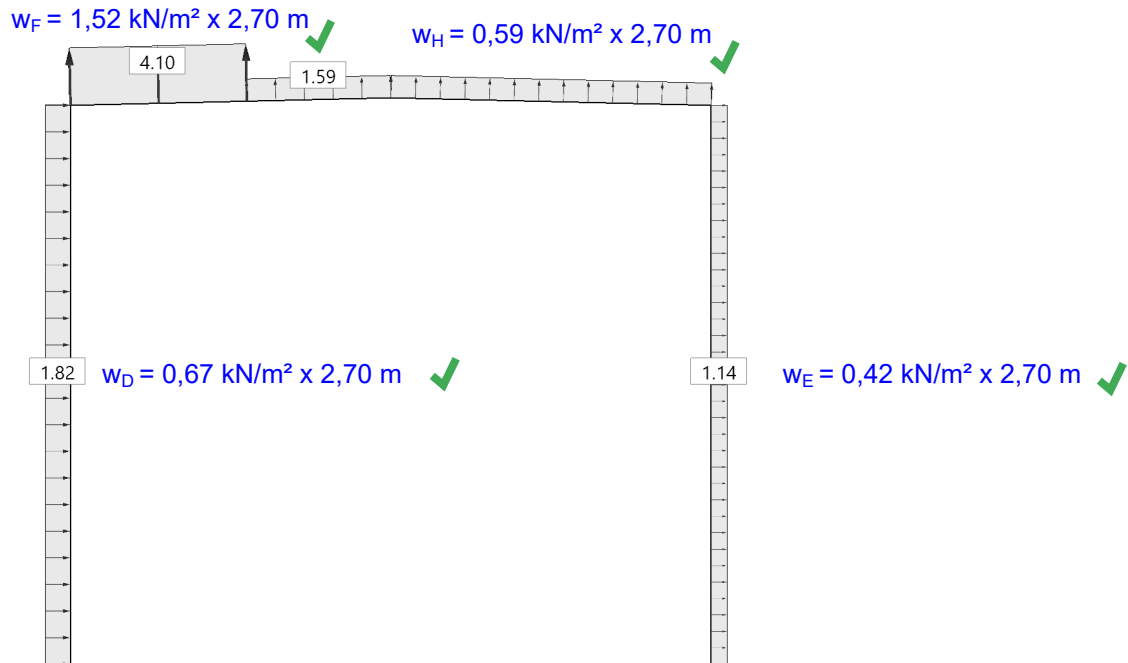
Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten)
 Abstand : Wand: vom Fußpunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung
 Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System



Lastfall 1 Ständig - Einzellasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand li	Standardlast 2 [Konstruktionslast]	in x	8.0	3.70	Bauteilachse
Wand re	Standardlast 3 [Konstruktionslast]	in x	8.0	0.00	Bauteilachse
Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten) Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System					

Maßstab 1 : 50

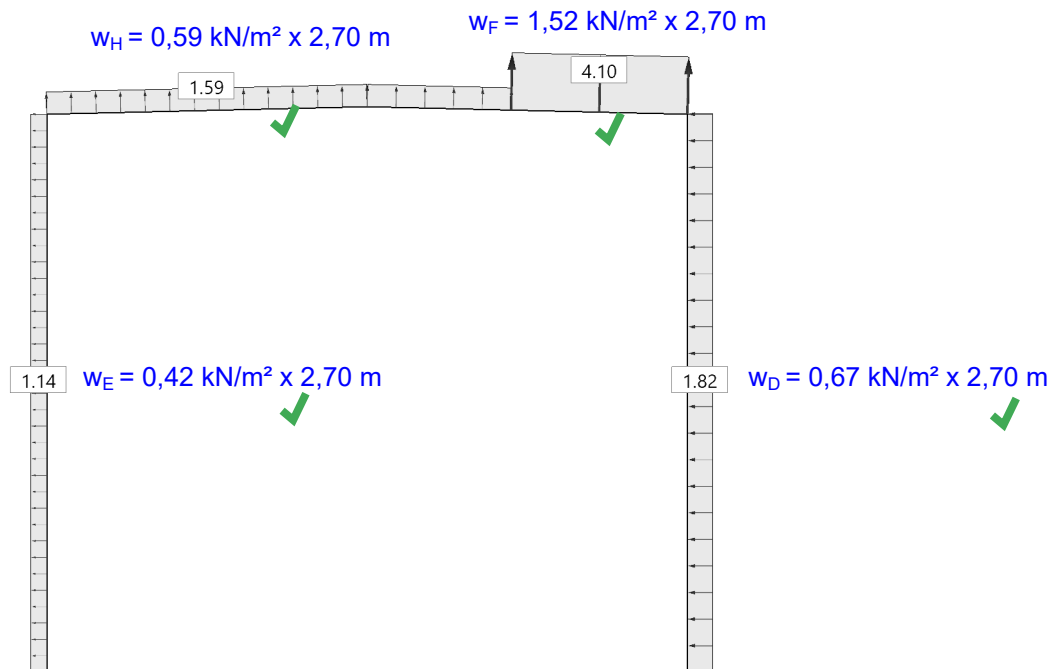


Lastfall 2 Wind von links Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	1.82	1.82	0.00	3.70	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.14	-1.14	0.00	3.70	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich F]	Dfl	-4.10	-4.10	0.00	1.17	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich H]	Dfl	-1.59	-1.59	1.17	3.08	Oberkante



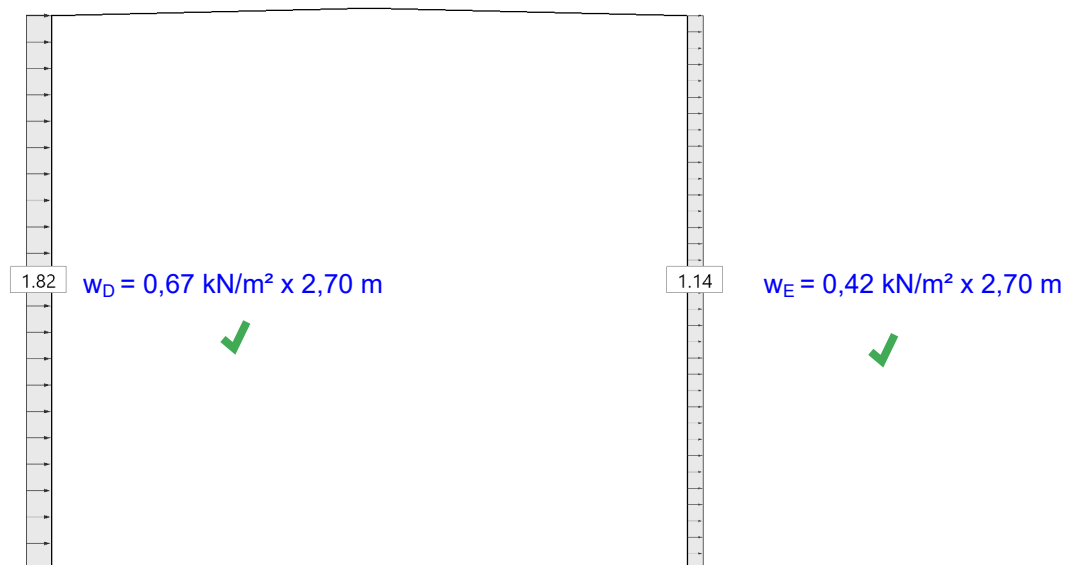
Maßstab 1 : 50



Lastfall 6 Wind von rechts Fall 1 - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	1.82	1.82	0.00	3.70	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.14	-1.14	0.00	3.70	Oberkante
Dach	Standardlast 3 [Wind Bereich H]	Dfl	-1.59	-1.59	0.00	3.08	Oberkante
Dach	Standardlast 4 [Wind Bereich F]	Dfl	-4.10	-4.10	3.08	1.17	Oberkante

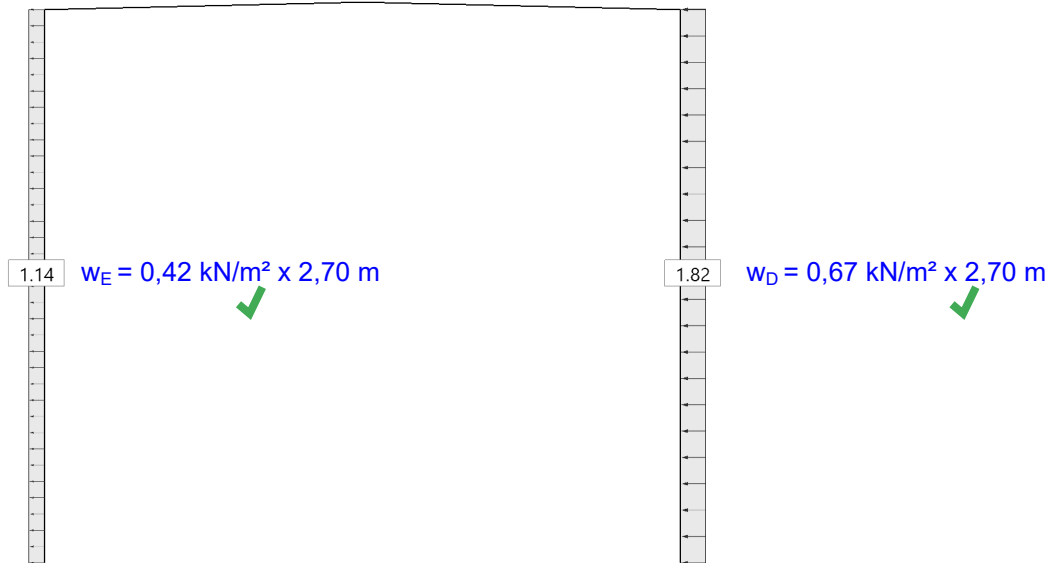
Maßstab 1 : 50



Lastfall 10 Wind von links ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand li	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	1.82	1.82	0.00	3.70	Oberkante
Wand re	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.14	-1.14	0.00	3.70	Oberkante

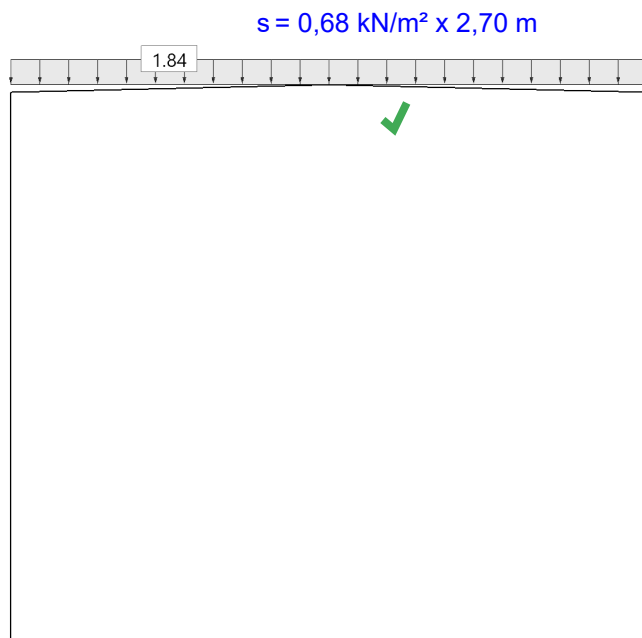
Maßstab 1 : 50



Lastfall 11 Wind von rechts ohne Sog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Wand re	Standardlast 1 [Wind Bereich D]	Wfl	1.82	1.82	0.00	3.70	Oberkante
Wand li	Standardlast 2 [Wind Bereich E]	Wfl	-1.14	-1.14	0.00	3.70	Oberkante

Maßstab 1 : 50



Lastfall 12 Schnee unverweht - Streckenlasten

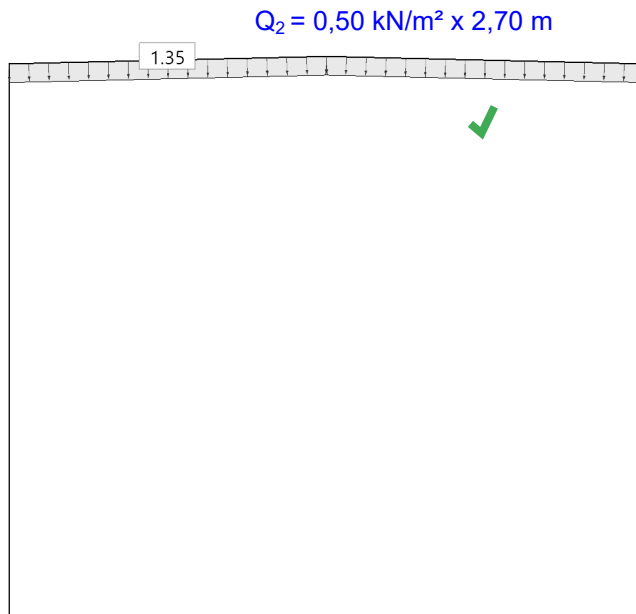
Baugruppe	Bezeichnung	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	Standardlast 1 [Schnee regulär]	Gfl	1.84	1.84	0.00	4.25	Oberkante

✓

Zusatzlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
21	TGA-Last	Kat. E: Lagerflächen	0	1	aktiv
22	Wandlast Giebel	ständig	0	2	aktiv
Nr : Eindeutige Kennung Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten					✓

Maßstab 1 : 50

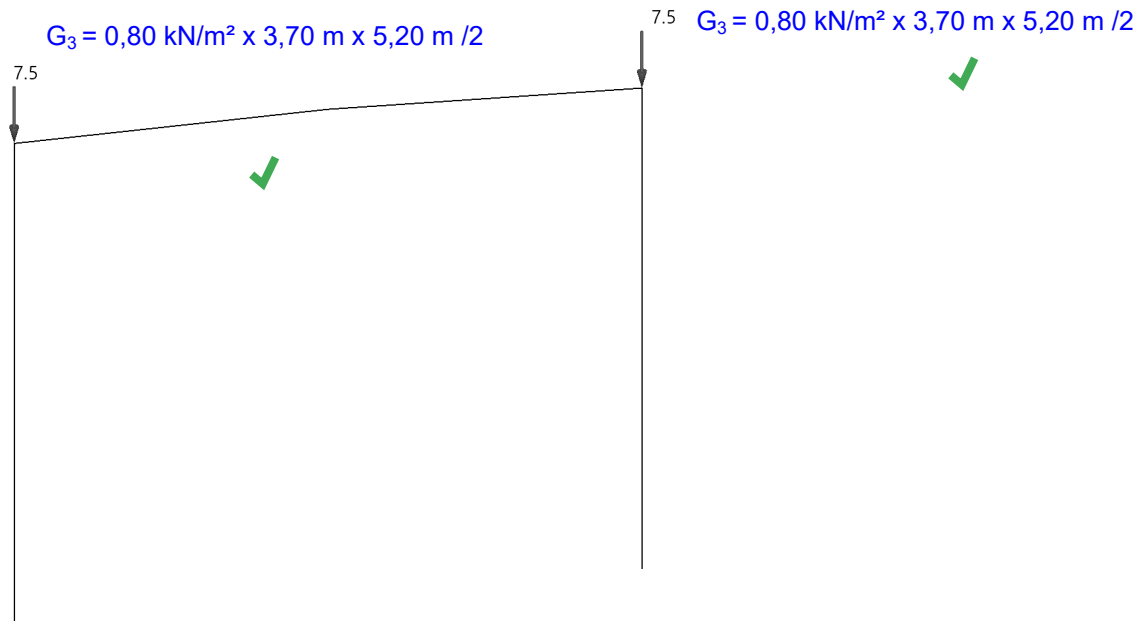


Lastfall 21 TGA-Last - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	TGA	Dfl	Dfl	1.35	1.35	0.00	4.25	Unterkante
Richtg. : wirkt orthogonal auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche Bezug : Lastordinaten beziehen sich auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche (in x=in Achsenrichtung, bei Stützen positiv n. unten) Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Systemachse Stütze links in horizontaler Richtung Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System								



Maßstab 1 : 50



Lastfall 22 Wandlast Giebel - Einzellasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand li	Wandlast Giebel	in x	7.5	3.70	Bauteilachse
Wand re	Wandlast Giebel	in x	7.5	3.70	Bauteilachse

Einwirkungen

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Kat. E: Lagerflächen	1.50	0.00	1.00	0.90	0.80
9	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend außergewöhnlich/Erdbeben charakteristisch	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

Ergebnisse

Hinweis zum Ergebnis

Der Nachweis der Verbindungen ist gesondert zu führen!

Imperfektionen

globale Anfangsschiefstellung

$$\varphi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 1.0000$$

$$\varphi = \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.0043$$

$$m = 2$$

$$\alpha_m = 0.8660$$

Übersicht Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Querschnittstragfähigkeit - Theorie 2.Ordnung

Bauteil	x m	η_N	η_{Vz}	η_{My}	GI	Qkl	η	Lfk
Stütze links	3.70	0.03	0.01	0.19	6.2	1	0.19	19
Riegel links	0.00	0.00	0.09	0.19	6.2	1	0.19	19
Riegel rechts	2.13	0.00	0.09	0.19	6.2	1	0.19	16
Stütze rechts	0.00	0.03	0.01	0.19	6.2	1	0.19	16

Stütze links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-45.9	-9.5	0.00
3.70	-43.4	-3.0	-23.16

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 19

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.03	0.04	0.00	0.04
3.70	1	0.03	0.01	0.19	0.19

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
 η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 3.70 m

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= 1373.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 1373.7 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -43.4 \text{ kN} & \eta_N &= 0.03 \\
 M_{y,pld} &= 121.75 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 121.75 \text{ kNm} \\
 M_{y,Ed} &= -23.16 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.19 \\
 V_{z,pld} &= 254.5 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 254.5 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= -3.0 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.01 \\
 & & \eta &= 0.19
 \end{aligned}$$

Riegel links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-3.3	22.4	-23.16
2.13	-3.0	7.6	8.71

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 19

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.09	0.19	0.19
2.13	1	0.00	0.03	0.07	0.07

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
 η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= 1373.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 1373.7 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -3.3 \text{ kN} & \eta_N &= 0.00 \\
 M_{y,pld} &= 121.75 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 121.75 \text{ kNm} \\
 M_{y,Ed} &= -23.16 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.19 \\
 V_{z,pld} &= 254.5 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 254.5 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= 22.4 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.09 \\
 & & \eta &= 0.19
 \end{aligned}$$

Riegel rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 16

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	-3.0	-7.6	8.71
2.13	-3.3	-22.4	-23.16

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 16

x m	Qkl	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η
0.00	1	0.00	0.03	0.07	0.07
2.13	1	0.00	0.09	0.19	0.19

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion V_{z,Ed} / V_{z,Rd}
 η_{My} : Interaktion M_{y,Ed} / M_{y,Rd}

Nachweis für maximale Auslastung bei 2.13 m

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= 1373.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 1373.7 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -3.3 \text{ kN} & \eta_N &= 0.00 \\
 M_{y,pld} &= 121.75 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 121.75 \text{ kNm} \\
 M_{y,Ed} &= -23.16 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.19 \\
 V_{z,pld} &= 254.5 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 254.5 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= -22.4 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.09 \\
 & & \eta &= 0.19
 \end{aligned}$$

Stütze rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 16

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	-43.4	3.0	-23.16
3.70	-45.9	9.5	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 16

x m	Qkl	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η
0.00	1	0.03	0.01	0.19	0.19
3.70	1	0.03	0.04	0.00	0.04

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
 η_{Vz} : Interaktion V_{z,Ed} / V_{z,Rd}
 η_{My} : Interaktion M_{y,Ed} / M_{y,Rd}

Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= 1373.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 1373.7 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -43.4 \text{ kN} & \eta_N &= 0.03 \\
 M_{y,pld} &= 121.75 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 121.75 \text{ kNm} \\
 M_{y,Ed} &= -23.16 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.19 \\
 V_{z,pld} &= 254.5 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 254.5 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= 3.0 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.01 \\
 & & \eta &= 0.19
 \end{aligned}$$

Übersicht Stabilitätsnachweis

Stabilitätsnachweis - 6.3.3 - Anhang B

Baugruppe	x m	Qkl	N _{Ed} kN	M _{y,Ed} kNm	GI	η	Lfk
Stütze links	3.70	1	45.9	23.16	6.62	0.24	19
Riegel	4.25	1	3.3	23.16	6.62	0.20	16
Stütze rechts	0.00	1	45.9	23.16	6.62	0.24	16

Stabilität-Stütze links

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.17}$$

N_{Ed}	=	45.9	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,y}$	=	8416.6	kN				
s_{ky}	=	3.65	m				
λ_y	=	0.42					
χ_y	=	0.92					
k_{yy}	=	0.69		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	649.09	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 19 bei x = 3.70 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.24}$$

N_{Ed}	=	45.9	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,z}$	=	3049.3	kN				
s_{kz}	=	3.65	m				
λ_z	=	0.70					
χ_z	=	0.72					
k_{zy}	=	0.99		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	649.09	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 19 bei x = 3.70 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Riegel

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.09}$$

N_{Ed}	=	3.3	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,y}$	=	6708.9	kN				
s_{ky}	=	4.09	m				
λ_y	=	0.47					
χ_y	=	0.90					
k_{yy}	=	0.46		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	671.55	kNm				
χ_{lt}	=	0.98					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 16 bei x = 4.25 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.20}$$

N_{Ed}	=	3.3	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,z}$	=	2430.6	kN				
s_{kz}	=	4.09	m				
λ_z	=	0.79					
χ_z	=	0.67					
k_{zy}	=	1.00		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	671.55	kNm				
χ_{lt}	=	0.98					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 16 bei x = 4.25 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Stütze rechts

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{ly} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.17$$

N_{Ed}	=	45.9	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,y}$	=	8416.6	kN				
s_{ky}	=	3.65	m				
λ_y	=	0.42					
χ_y	=	0.92					
k_{yy}	=	0.72		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	649.09	kNm				
χ_{ly}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 16 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{ly} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.24$$

N_{Ed}	=	45.9	kN	N_{Rk}	=	1511.1	kN
$N_{cr,z}$	=	3049.3	kN				
s_{kz}	=	3.65	m				
λ_z	=	0.70					
χ_z	=	0.72					
k_{zy}	=	0.99		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	23.16	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	649.09	kNm				
χ_{ly}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	133.93	kNm	$M_{z,Rk}$	=	63.63	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 16 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Zusätzlich angeforderte Max-/Min- Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung

Baugruppe	Abstand m	Bauteil	x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	Lfk
Dach	2.12	Riegel links	2.12	-0.5	-6.6	-0.59	126
		Firstpunkt (Montagestoss)		-3.1	7.0	8.70	20
				-3.0	7.6	8.70	19
				-2.7	-7.7	8.72	16
				-2.3	0.3	10.84	3
				-0.8	6.6	-0.61	127

Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
x : lokaler Abstand im Bauteil

Nachweis für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SERV

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_d = 2.0$ cm

Baugruppe	x m	$f_{x,Ed}$ cm	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{res,Ed}$ cm	η	Lfk
Stütze links	3.70	-0.8	-0.01	0.8	0.38	228
Riegel	1.57	0.8	-0.1	0.8	0.38	226
Stütze rechts	0.00	0.8	-0.01	0.8	0.38	226

Größte Ausnutzung $\eta = 0.38$ in Baugruppe Riegel

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

Baugruppe	x m	l_{eff} m	$l_{eff,x0}$ m	$l_{eff,x1}$ m	$f_{z,Ed}$ cm	$f_{z,Cd}$ cm	η	Lfk
Stütze links	2.14	3.70	0.00	3.70	0.1	1.2	0.12	228
Riegel	0.56	1.25	0.00	1.25	0.01	0.4	0.03	228
Riegel	2.68	3.00	1.25	4.25	0.1	1.0	0.09	228
Stütze rechts	1.56	3.70	0.00	3.70	0.1	1.2	0.12	226

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

Größte Ausnutzung $\eta = 0.12$ in Baugruppe Stütze rechts

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall - Theorie 1.Ordnung

Lf Nr	Lager links			Lager rechts		
	Avertikal kN	Ahorizontal kN	M_y kNm	Avertikal kN	Ahorizontal kN	M_y kNm
1	LF G 15.5	0.7	0.00	15.5	-0.7	0.00
2	LF W _{links} -10.6	-6.5	0.00	0.9	-4.3	0.00
6	LF W _{rechts} 0.9	4.3	0.00	-10.6	6.5	0.00
10	LF W _{l,ohne Sog} -4.8	-6.0	0.00	4.8	-4.9	0.00
11	LF W _{r,ohne Sog} 4.8	4.9	0.00	-4.8	6.0	0.00
12	LF S 3.9	0.5	0.00	3.9	-0.5	0.00
21	LF Q 2.9	0.3	0.00	2.9	-0.3	0.00
22	LF G 7.5	0.0	0.00	7.5	0.0	0.00

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer: Einwirkung: Faktor (φ =Schiefstellung)
3	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 22:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + φ n.li.
16	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 22:G:1.35 + 10:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
19	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 22:G:1.35 + 11:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.li.
20	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 22:G:1.35 + 11:Q1:1.5 + 21:Qi:1.5 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
126	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 22:G:1.0 + 2:Q1:1.5 + φ n.re.
127	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 22:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + φ n.li.
226	charakteristisch	1:G:1.0 + 22:G:1.0 + 10:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5
228	charakteristisch	1:G:1.0 + 22:G:1.0 + 11:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5

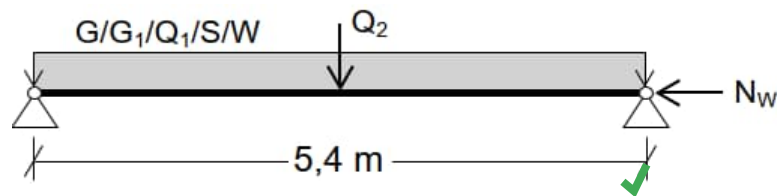
Anzahl der gebildeten und untersuchten Lastfallkombinationen: 251

Pos. 6.5 Technikzentrale Übergang Nord – Dachpfetten

1. Statisches System und Belastung

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten
- Trägerabstand $e \leq 1,10 \text{ m}$

Die Bemessung erfolgt auf der sicheren Seite liegend für die volle Lasteinzugsbreite $e = 1,10 \text{ m}$ (innenliegende Pfetten), jedoch unter Berücksichtigung der Normalkraft aus den Aussteifungsverbänden Pos. 6.7 (Randpfette).



2. Belastung

- Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen

Einwirkende Lasten

			G	Q
• Eigengewicht:	→ wird programmintern generiert	$G \sim$	0,25	[kN/m]
• Dach / „Sandwich“-Elemente	$G_1 = 0,40 \cdot 1,10 =$		0,44	[kN/m]
TGA-Installationen unter der Decke $0,5 \text{ kN/m}^2$:	$Q_1 = 0,50 \cdot 1,10 =$			0,55 [kN/m]
• Schneelast:	$S = 0,68 \cdot 1,10 =$			0,75 [kN/m]
• Windsogkräfte (Bereich F):	$* W \sim -1,52 \cdot 1,10 =$			-1,67 [kN/m]
• Normalkraft infolge Aussteifung Pos. 6.7:	$* N_w \sim$			7,00 [kN]
• Wartung („Mannlast“):	$Q_2 =$			1,00 [kN]

* Lastfälle schließen sich gegenseitig aus

3. Schnittgrößen und Bemessung

- Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten

- Gewählt: HEA 140 (S235)

Auflagerkräfte

$A_{G,k} / \text{max. } A_{Q,k} = 1,9 / 4,0 \text{ [kN]}$

min. $A_{Q,k} = -4,5 \text{ kN}$

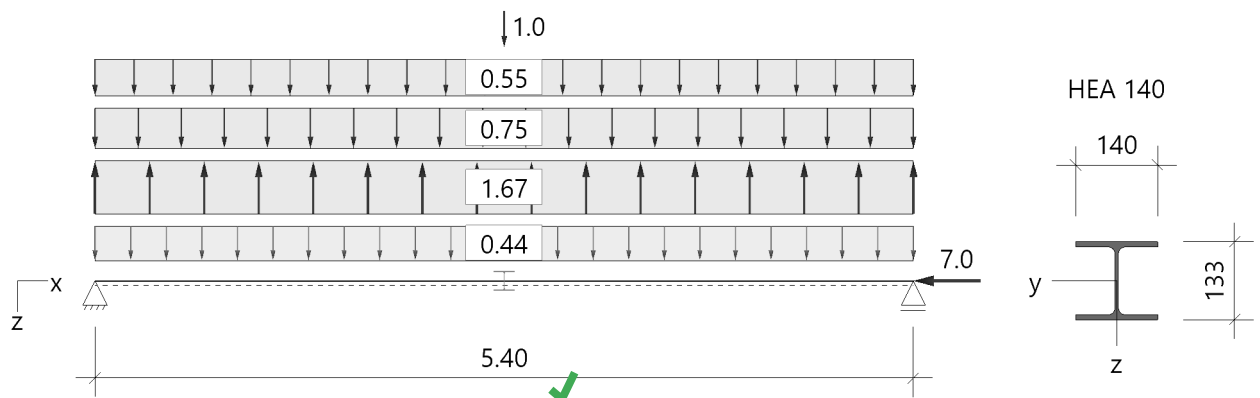
Pos. 6.5 Technikzentrale Übergang Nord - Dachpfetten

Einfeldträger Stahl (x64) STT+ 02/2023 (FRILO R-2023-2/P09)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit $\delta_{lim} =$:	$l_{eff}/300$

System



Träger: Länge = 5.40 m Material: S235 Querschnitt: **HEA 140**

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
5	Q	ständig/vorübergehend	Kat. E: Lagerflächen	1.50	0.00	1.00	0.90	0.80
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
14	Q	ständig/vorübergehend	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	0.80	0.70	0.50

Lasten

Lastarten

Art 2 = Gleichstreckenlast kN/m 3 = Einzellast bei a kN
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	e_y [mm]	e_z [mm]	Ew	Alt
Dachfläche	1	2	in z-Richtung	0.44	-	-	0.01	-	-67	99	-
TGA-Last abgehängt	2	2	in z-Richtung	0.55	-	-	0.01	-	67	5	-
Schneelast	3	2	in z-Richtung	0.75	-	-	-	-	-67	10	-
Mannlast	4	3	in z-Richtung	1.0	2.70	-	0.01	-	-67	14	-
Wind auf Giebel	5	3	in x-Richtung	-7.0	5.40	-	-	-	-	9	1
Wind auf Längsseite F	6	2	in z-Richtung	-1.67	-	-	-	-	-67	9	1

Ergebnisse

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	2	Querschnitt	0,30
ständig/vorübergehend	4	Stabilität	0,46
charakteristisch	92	Relativverformung	0,63

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend



Schnittgrößen - Lfk 2

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	0.0	8.4	0.00	0.0	0.00
2.70	0.0	0.6	12.11	0.0	0.00
2.70	0.0	-0.6	12.11	0.0	0.00
5.40	0.0	-8.4	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 2 $\gamma_{M0} = 1,00$



x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
2.70	1	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	0.30
5.40	1	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06

Stabilitätsnachweis



x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
2.70	1	6.3	12.11	6.62	0.46	4

Gebrauchstauglichkeit



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

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
2.70	5.40	0.00	5.40	1.1	1.8	0.63	92

Auflagerkräfte



Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Links	0.00	Eigengewicht	99	-	0.7	-	-	-
		Dachfläche	99	-	1.2	-	-	-
		TGA-Last abgehängt	5	-	1.5	-	-	-
		Schneelast	10	-	2.0	-	-	-
		Mannlast	14	-	0.5	-	-	-
		Wind auf Giebel	9	-7.0	-	-	-	-
Rechts	5.40	Wind auf Längsseite F	9	-	-4.5	-	-	-
		Eigengewicht	99	-	0.7	-	-	-
		Dachfläche	99	-	1.2	-	-	-
		TGA-Last abgehängt	5	-	1.5	-	-	-
		Schneelast	10	-	2.0	-	-	-
		Mannlast	14	-	0.5	-	-	-
		Wind auf Längsseite F	9	-	-4.5	-	-	-



Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Lager	x [m]	Ew	R _{z,min} [kN]	R _{z,max} [kN]	R _{y,min} [kN]	R _{y,max} [kN]
Links	0.00	99	-	1.9	-	-
		5	-	1.5	-	-
		10	-	2.0	-	-
		14	-	0.5	-	-
		9	-4.5	-	-	-
Rechts	5.40	99	-	1.9	-	-
		5	-	1.5	-	-
		10	-	2.0	-	-
		14	-	0.5	-	-
		9	-4.5	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

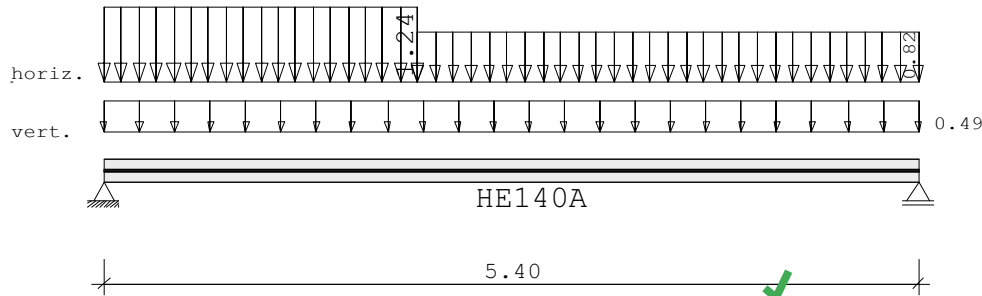
Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50 + 3:1,50 + 4:1,20
4	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50 + 3:1,50 + 4:1,20 + 5:0,90
92	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:1,00 + 3:1,00 + 4:0,80

Seite 6-83
geprüft Gebhart

Pos. 6.6 Technikzentrale Übergang Nord - Wandriegel

Durchlaufträger DLT10 02/2022/C (FRILO R-2023-2/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlträger 2-achsig S235 DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
E-Modul $E = 210000 \text{ N/mm}^2$

System	Länge	Querschnittswerte				
Feld	L (m)	QNr.	I (cm ⁴)	Wo (cm ³)	Wu (cm ³)	
1	5.400	konstant	1	389.0	55.6	55.6
Profile mit * sind um 90 Grad gedreht.						
HE140A*						

Trägerbezogene Lasten (kN,m)								
Belastung (kN,m)		Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Typ	EG	Gr	VK	g _L /r	q _L /r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS
1	N			0.400	0.000	1.230		G
4	I		0.000	0.000	1.010	1.230	0.000	2.080
4	I		0.000	0.000	0.670	1.230	2.080	3.320
				0.000	0.670			

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 78.5 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:				ψ0	ψ1	ψ2	γ
Nr	Kl	Bezeichnung					
I	4	Windlasten		0.60	0.20	0.00	1.50
N	8	sonstige veränderliche Lasten		0.80	0.70	0.50	1.50

Schadensfolgekategorie CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> $K_{Fi} = 1.0$ Tab. B3

Auflagerkräfte (kN)						
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	z	1.99	0.00	0.00	1.99	1.99
	y	0.00	2.93	0.00	2.93	0.00
2	z	1.99	0.00	0.00	1.99	1.99
	y	0.00	2.39	0.00	2.39	0.00

Auflagerkräfte (kN)				
EG	Stütze 1		Stütze 2	
	max	min	max	min
g z	2.0	2.0	2.0	2.0
y	0.0	0.0	0.0	0.0
l z	0.0	0.0	0.0	0.0
y	2.9	0.0	2.4	0.0
N z	0.0	0.0	0.0	0.0
y	0.0	0.0	0.0	0.0
Sumz	2.0	2.0	2.0	2.0
y	2.9	0.0	2.4	0.0



Ergebnisse für γ-fache Lasten									
SCHNITTGRÖßEN max/min My (kNm , kN)									
Feld	x	maxMy	zugMz	zugVz	zugVy	minMy	zugMz	zugVz	zugVy
1	0.00	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0
	2.70	3.6	5.2	0.0	-0.3	2.7	0.0	0.0	0.0
	5.40	0.0	0.0	-2.7	0.0	0.0	0.0	-2.7	0.0



Querschnitte S235		fyk = 235 N/mm2				
Art	Name	Npl	Mplyd	Vplzd	Mplzd	Vplyd
-3	HE140A	738	20	323	41	137

Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.1)								
γM0 = 1.00								
Feld Nr.	x (m)	QNr.	My/z,ed (kNm)	Vz/y,ed (kN)	σv (N/mm2)	τ	QKL	η
1	0.000	0	0.0	2.7				
			0.0	4.4	11	7	1	0.05
	2.700	0	3.6	0.0				
			5.2	-0.3	99	0	1	0.42
	5.400	0	0.0	-2.7				
			0.0	-3.6	9	5	1	0.04



Nachweis nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1 (6.2)							
γM0 = 1.00							
Feld Nr.	x (m)	My/z,ed (kNm)	Vz/y,ed (kN)	QKL (-)	ρ (-)	M,Rd (kNm)	η
1	0.000	0.0	2.7	1	0.00	20.0	
		0.0	4.4		0.00	40.9	0.04
	2.700	3.6	0.0	1	0.00	20.0	
		5.2	-0.3		0.00	40.9	0.18
	5.400	0.0	-2.7	1	0.00	20.0	
		0.0	-3.6		0.00	40.9	0.03



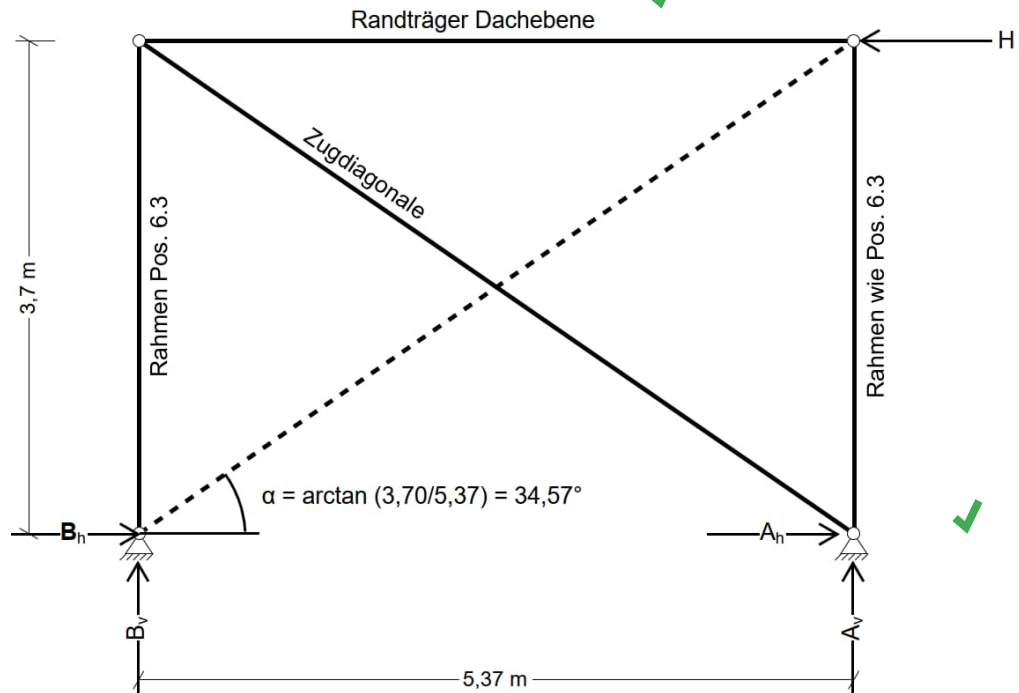
Zulässige Durchbiegungen : im Feld zul f = L / 300						
charakteristische Kombination						
Feld Nr.	x (m)	fg (cm)	ftot (cm)	f (cm)	zul f (cm)	η
1 z	2.700	1.00	1.00			
		0.00	0.49	1.115	1.800	0.62
y						



Pos. 6.7 Technikzentrale Übergang Nord – Aussteifungsverbände in der Wandebene

1. Statisches System

Die Stahlrahmen der Technik-Einhausung werden in Längsrichtung bzw. orthogonal zu den Rahmenebenen über Aussteifungsverbände in den Wandebenen aussteift.



2. Belastung

- Lastannahmen siehe Heft 0 – Allgemeine Vorbemerkungen
- Windkräfte siehe Abschnitt „Technikzentrale Übergang Nord - Windlastermittlung“. Die Windkräfte in Rahmenebenen werden programmintern generiert

- Windkräfte (Summe Bereich D und E): $w_{D+E} = 0,60 + 0,28 = 0,88 \text{ kN/m}^2$

Giebelwandfläche: $A = 5,20 \cdot 4,30 = 22,36 \text{ m}^2$

Windkraftresultierende: $W_{\text{Res}} = 22,36 \cdot 0,88 = 19,68 \text{ kN}$

Windkraft je Aussteifungsverband: $H_{W,k} = 19,68 / 4 = 4,92 \text{ kN} \rightarrow H_{W,d} = 1,50 \cdot 4,92 \sim 7,4 \text{ kN}$

- Schiefstellung (Imperfektion): → Auszusteiende Rahmenstützen je Verband ($m = 3$)

Ausgangswinkel $\phi_0 = 1 / 200$

Abminderung $\alpha_h = 2 / \sqrt{3,70} = 1,04 > 1,00$ $\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot (1 + 1/3)} = 0,816$

Anfangsschiefstellung $\phi_0 = 1 / 200 \cdot 1,00 \cdot 0,82 = 0,0041 \rightarrow L / 244$

Vertikallasten aus 3 Rahmenstützen $\Sigma G_k = 2 \cdot (16 + 8) + 28 = 76 \text{ kN}$
(→ siehe Auflagerkräfte Pos. 6.3+6.4) $\Sigma Q_k = 2 \cdot (4 + 3) + 8 + 6 = 28 \text{ kN}$ (incl. Schneelast)

Horizontale Ersatzlast $\phi \cdot G_k = 76 / 244 = 0,3 < 1,0 \text{ kN}$
 $\phi \cdot Q_k = 28 / 244 = 0,1 < 1,0 \text{ kN}$

Bemessungswert (γ -fach) → $H_{\phi,d} = \phi \cdot N_d = 1,0 \cdot (1,35 + 1,50) = 2,85 \text{ kN}$

3. Schnittgrößen und Bemessung

→ Lastbeanspruchung infolge Windlast und Imperfektion (Schiefstellung)

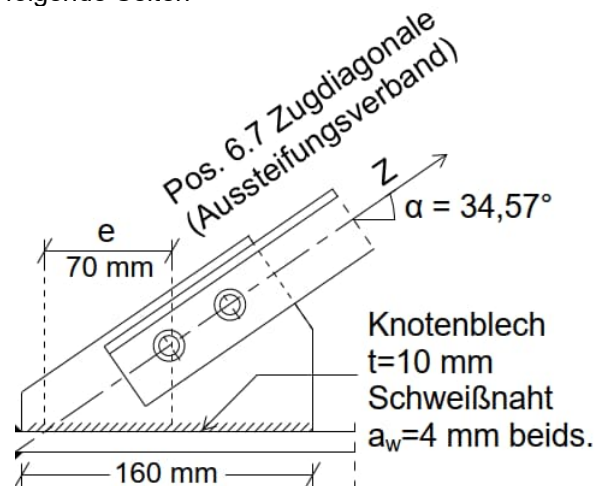
- Einwirkende Horizontalkraft: $H_{W,k} + H_{\phi,k} = 4,9 + 2,0 = 6,9 \text{ kN}$ ✓ $H_d = 7,4 + 2,85 = 10,3 \text{ kN}$ ✓
- Auflagerkräfte: $A_{h,k} = -H_k = -6,9 \text{ kN} \rightarrow$ ✓ $A_{h,d} = -H_d = -10,3 \text{ kN} \rightarrow$ ✓
 $A_{v,k} = 6,90 \cdot 3,70 / 5,37 \sim 4,8 \text{ kN} \uparrow$ ✓ $A_{v,d} = 10,3 \cdot 3,70 / 5,37 = 7,1 \text{ kN} \uparrow$ ✓
- Zugdiagonalen: $Z_d = \sqrt{10,3^2 + 7,1^2} = 12,5 \text{ kN}$ ✓ Bemessungswert (γ -fach)

Erforderlicher Stahlquerschnitt: $\text{erf. } A = 13 \cdot 1,0 / 235 \cdot 10 = 0,6 \text{ cm}^2$ (S235) ✓

Die Zugdiagonalen können beispielsweise mit L-Profilen oder Rundstäben mit entsprechender Querschnittsfläche ausgeführt werden. Alternativ kann ein bauaufsichtlich zugelassenes Zugstabsystem verwendet werden. ✓

Anschluss der Zugdiagonalen (Leitdetail) – Pos. 6.7.1

→ Siehe EDV-Berechnung folgende Seiten



Die endgültigen Detailnachweise der Anschlüsse erfolgen im Rahmen der Werkplanung durch die ausführende Stahlbaufirma. ✓

Bauvorhaben: AKK Altonaer Kinderkrankenhaus - Aufstockung Reha-Gebäude
WvS - Projekt - Nr.: 21069-1
Inhalt: Heft 7 - Stahlbau

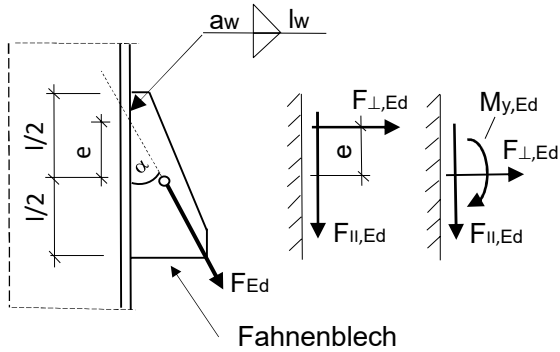
Seite

Angeschweißtes Fahnenblech (Kehlnahtnachweis nach dem vereinfachten Verfahren)

(nach EC3: 1993-1-8:2010-12, Abschnitt 4.5)

Position: 6.7.1 Aussteifungsverbände in der Wandebene - Anschluss (Leitdetail) ✓

1. Bauteil:



- Winkel zwisch. Flansch und Diagonale: $\alpha = 34,6^\circ$
- Fahnenblechdicke: $t = 10,0 \text{ mm}$
- Fahnenblechlänge: $l = l_w = 160 \text{ mm}$
- Flanschdicke: $t_f = 11,0 \text{ mm}$
- Hebelarm der Lasteinleitung: $e = 70 \text{ mm}$
- Korrelationsbeiwert: $\beta_w = 0,80$
- Gewählte Kehlnahtdicke: $a_w = 4,0 \text{ mm}$
- Querschnittsflächen: $A_w = 2 \cdot a_w \cdot l_w = 12,8 \text{ cm}^2$
 $A_{\text{Blech}} = t \cdot l = 16,0 \text{ cm}^2$ ✓

2. Baustoffe:

- Baustahl: Stahlsorte: S 235 ✓ $\gamma_{M0} = 1,00$ $\gamma_{M2} = 1,25$ Zugfestigkeit: $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$
- Streckgrenze: $\sigma_{Rd} = f_{y,k} / \gamma_{M0} = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_{vw,d} = f_u / \sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2} = 208 \text{ N/mm}^2$

3. Einwirkungen:

- ständige Last: $\gamma_G = 1,00$ $F_{Gk} = 0,0 \text{ kN}$ veränderliche Last: $\gamma_Q = 1,00$ $F_{Qk} = 12,5 \text{ kN}$
- Bemessungslast: $F_{Ed} = \gamma_G \cdot F_G + \gamma_Q \cdot F_Q = 12,5 \text{ kN}$
- Schnittgrößen in der Anschlussebene: $F_{\parallel,Ed} = F_{Ed} \cdot \cos \alpha = 10,3 \text{ kN}$
 $F_{\perp,Ed} = F_{Ed} \cdot \sin \alpha = 7,1 \text{ kN}$
 $M_{y,Ed} = F_{\perp,Ed} \cdot e = 49,6 \text{ kNcm}$ ✓

4. Grenzwert für Kehlnahtdicken und -längen:

- Schweißnahtdicke: $\min. a_w \geq (\max. t)^{0,5} - 0,5$ für $t \geq 3,00$ (NA. 1)
 $\min. a_w = 3,0 \text{ mm} > 2,8 \text{ mm}$
- Schweißnahtlänge: $\min. l_w = 30,0 \text{ mm} = \max. \begin{cases} 30,0 \text{ mm} < \text{vorh. } l_w = 160 \text{ mm} \\ 6 \cdot a_w = 24,0 \text{ mm} \end{cases}$

5. Nachweis der Schweißnahtspannung (Vereinfachtes Verfahren):

- Widerstandsmoment: $W_y = A_w \cdot l_w / 6 = 34,1 \text{ cm}^3$ Schubspannung: $\tau_w = F_{\parallel} / A_w = 8,0 \text{ N/mm}^2$
- Spannung: $\sigma_w = F_{\perp} / A_w + M_y / W_y = 20,1 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{w,Ed} = \sqrt{(\sigma_w^2 + \tau_w^2)} = 21,6 \text{ N/mm}^2$
- Nachweis: $\sigma_{w,Ed} = 20 \text{ N/mm}^2 < f_{vw,d} = 208 \text{ N/mm}^2$ ($\eta = 9,7 \%$) ✓

Bauvorhaben: AKK Altonaer Kinderkrankenhaus - Aufstockung Reha-Gebäude
WvS - Projekt - Nr.: 21069-1
Inhalt: Heft 7 - Stahlbau

Seite

6. Nachweis des Knotenbleches:

6.1. Maximale Beanspruchung des Querschnittes:

- Widerstandsmoment: $W_y = t \cdot l^2 / 6 = 42,7 \text{ cm}^3$
- Schubspannung: $\tau = F_{||} / A_{\text{Blech}} = 6,4 \text{ N/mm}^2$
- Spannung: $\sigma = F_{\perp} / A_{\text{Blech}} + M_y / W_y = 16,1 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_v = \sqrt{(\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)} = 19,6 \text{ N/mm}^2$
- Nachweis: $\sigma_v = 20 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{Rd} = 235 \text{ N/mm}^2$ ($\eta = 8,3 \%$)

6.2. Schubspannung neben der Naht:

- Schubspannung: $\tau = F_{||} / (2 \cdot l \cdot t_f) = 3,2 \text{ N/mm}^2 < \tau_{Rd} = f_{y,k} / \sqrt{3} \cdot \gamma_{M0} = 136 \text{ N/mm}^2$





Schlussblatt zur statischen Berechnung

Heft 6 – Stahlbau

Leistungsphase 4 - Genehmigungsplanung

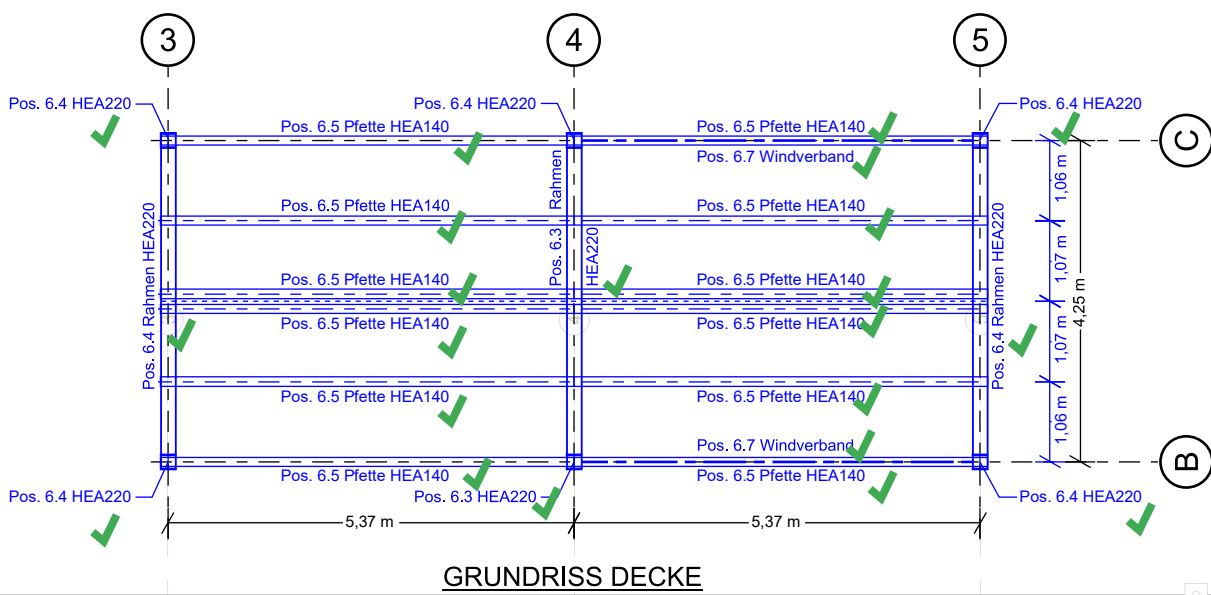
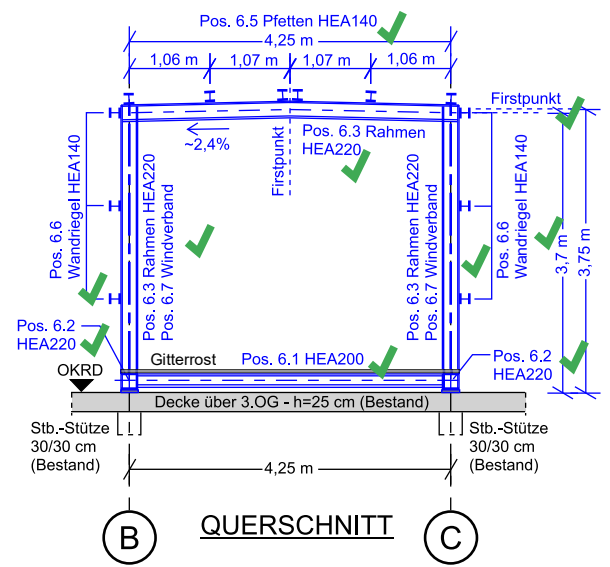
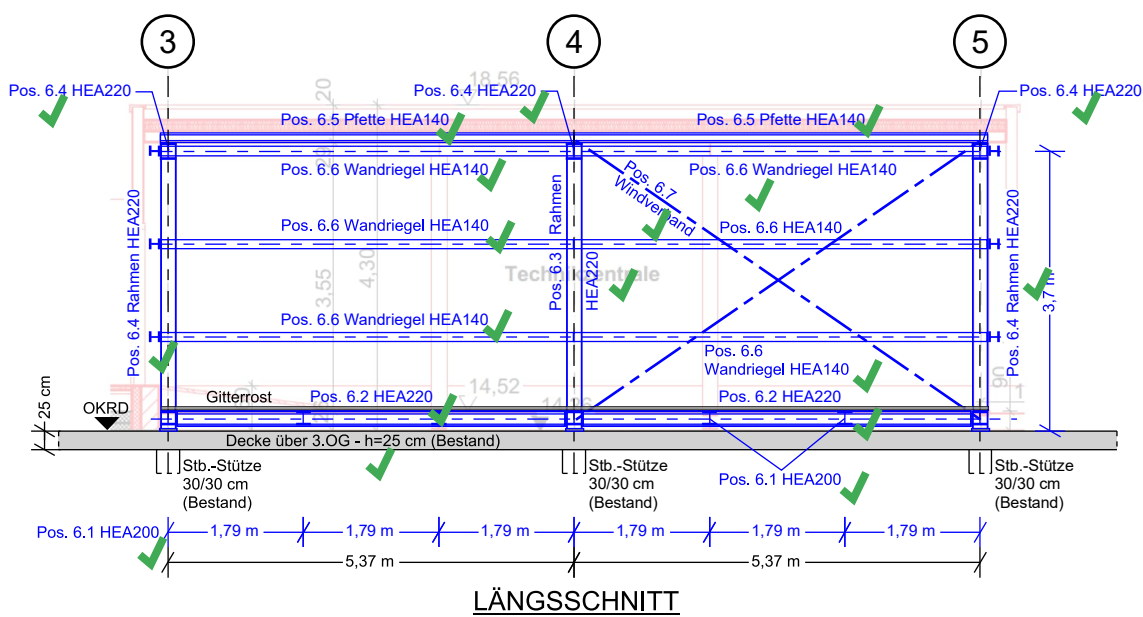
Seiten	6-1 bis 6-90
Anlagen	Siehe Inhaltsverzeichnis
Bearbeitet von	Jörg Herfurth Bernd von Seht
WvS-Projektnr.	21069-1
Hamburg	10. April 2025

WETZEL & VON SEHT

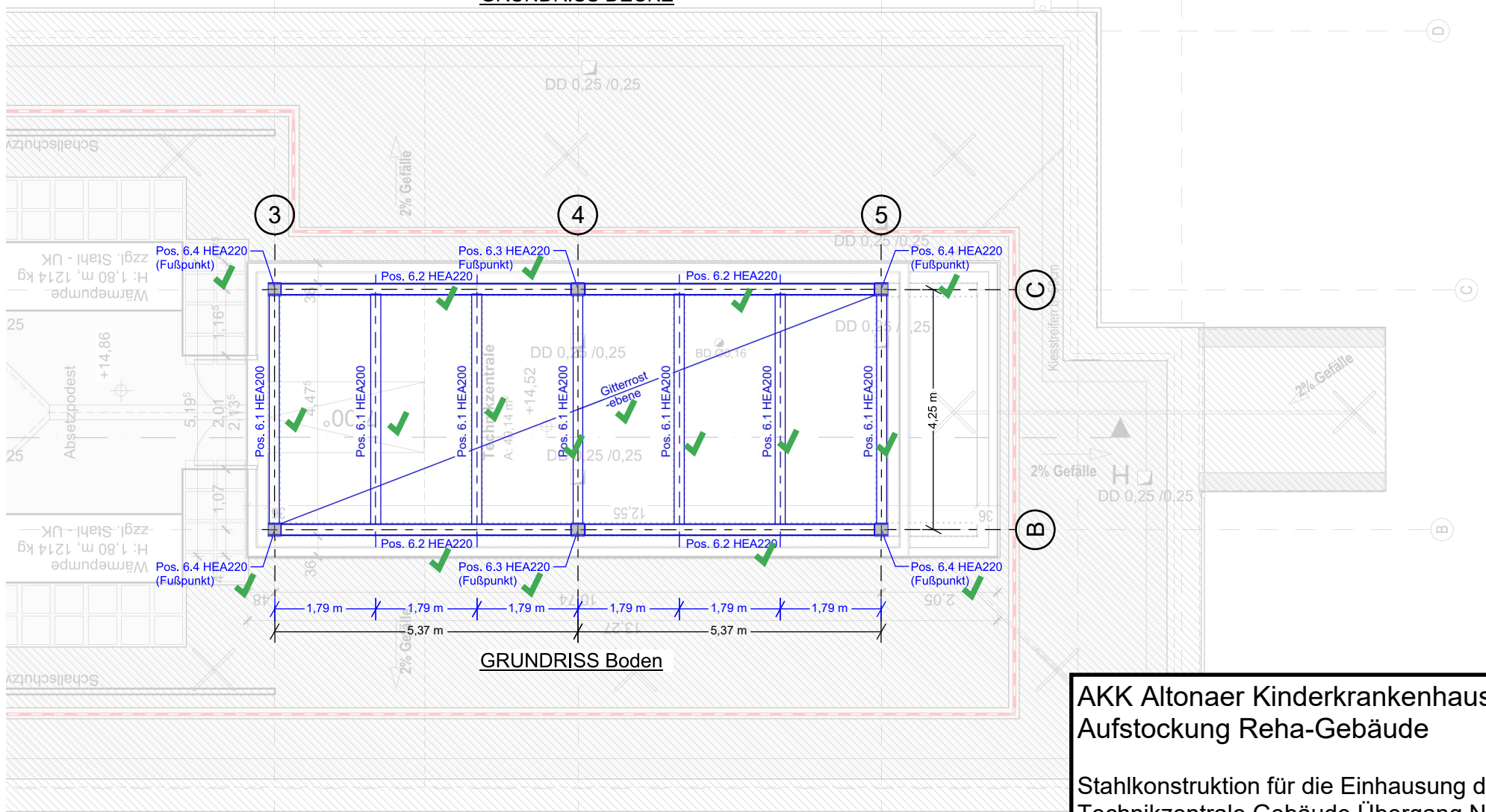
Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB
Prüfingenieure für Bautechnik VPI



info@wvs.eu
www.wvs.eu



GRUNDRISS DECKE



GRUNDRISS Boden

AKK Altonaer Kinderkrankenhaus Aufstockung Reha-Gebäude

Stahlkonstruktion für die Einhausung der
Technikzentrale Gebäude Übergang Nord
Achsen B-C/3-5

Positionsübersicht zur
statischen Berechnung (LP4)

WETZEL & VON SEHT

Beratende Ingenieure Partnerschaft mbB
Prüfingenieure für Bautechnik VPI

JHe | 09.04.2025



info@wvs.eu
www.wvs.eu