Statische Berechnung

Bauherr: Stadtentwässerung Celle
Allerstraße 8f
29225 Celle

Bauvorhaben: Hochwasserhalle
der Stadtentwässerung Celle
Allerstraße 8f
29225 Celle

Baubeschreibung: Bau einer frostfreien Stahlhalle ohne Bodenplatte als Lagerhalle für Hochwassermaterialien.

Aufsteller: Dipl. Ing. Ulrich Keck
Paulistraße 6
31061 Alfeld (Leine)

Datum: 05.02.2026



Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen..... Seite: 1
Position: Wind und Schnee..... Seite: 2
Position: 1 Sandwich Element Dach und Wand..... Seite: 15
Position: 1 Sandwichelenement zur Lastermittlung..... Seite: 16
Position: 2-8 Bemessung Stahlbau ..... Seite: 21
Position: 2 Dachpfette..... Seite: 27
Position: 2 Anschluss Dachpfette..... Seite: 30
Position: 3 Wandpfette..... Seite: 34
Position: 3 Anschluss Wandpfette..... Seite: 37
Position: 4 Hallenrahmen..... Seite: 41
Position: 4 Hallenrahmen_Rahmenecke_Links_geschraubt..... Seite: 65
Position: 4 Hallenrahmen_Rahmenecke_Rechts_geschraubt..... Seite: 78
Position: 4 Verankerung Hallenrahmen lange Stützen (vorne)..... Seite: 87
Position: 5 Dachverband..... Seite: 91
Position: 7 Giebelrähm..... Seite: 102
Position: 7 Giebelstütze Ecke hinten..... Seite: 107
Position: 7 Eckstütze vorne..... Seite: 113
Position: 7 Stütze Giebel..... Seite: 118
Position: 7 Verankerung Giebelstützen..... Seite: 123
Position: 7 Verankerung Eckstützen..... Seite: 127
Position: 9-11 Bemessung Gründung Halle..... Seite: 131
Position: 9 Fundament Eckstütze..... Seite: 132
Position: 10 Fundament Hallenrahmen vorne..... Seite: 136
Position: 11 Fundament Hallenrahmen hinten..... Seite: 140

Vorbemerkungen

Baustoffe:

Wenn nicht anders angegeben:
- Nadelholz C24
- Brettschichtholz GL 24h
- Profilstahl S 235
- Beton C 25/30
- Betonstahl B500 A

Literatur:
- Schneider Bautabellen
- Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln
- Bemessungstafeln und Zulassungen der einzelnen Hersteller

Bemerkungen:
- Bei planerischen Abweichungen beziehungsweise geänderten Bauteilmaßen in den Positionsplänen sind diese vorrangig vor dem Entwurf. Sie sind jedoch nicht maßgebend für die Richtigkeit von Einzelmaßen, Maßketten usw., die aus dem Entwurf unverändert übernommen wurden.

Zur Gründung:
- Die Gründung muss frostfrei und auf gewachsenem Boden erfolgen.
- Die zulässige Bodenbelastbarkeit muss mindestens 150KN/m² bzw.210kN/m² (γ−fach) betragen und bei Baubeginn gemäß DIN 1054 örtlich überprüft werden.
- Vor dem Baubeginn ist sicherzustellen, dass es sich bei dem Baugebiet nicht um ein Erdfall- bzw. Bergbaugebiet handelt.

Bemerkungen:

- **Auf den Brandschutz ist separat zu achten. Die Stahlbauteile können mit einer Brandschutzbeschichtung versehen werden.**

- **Die Halle ist für das Befahren mit Gabelstaplern vorgesehen. Tragende Stützen und Bauteile müssen durch geeignete Maßnahmen vor Anprall geschützt werden.**

Lasten aus Wind und Schnee LWS+ (FRILO 2026-0-6)

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		2922* Celle
Geländehöhe	hNN =	48.00 m
Klimaregion		Zentral-Ost
Schneezone		2
Windzone		2
Geländekategorie		Kategorie II

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

Beiwerte

C_{esl} = 2.300 Faktor für Schneetrauflast k = 0.40

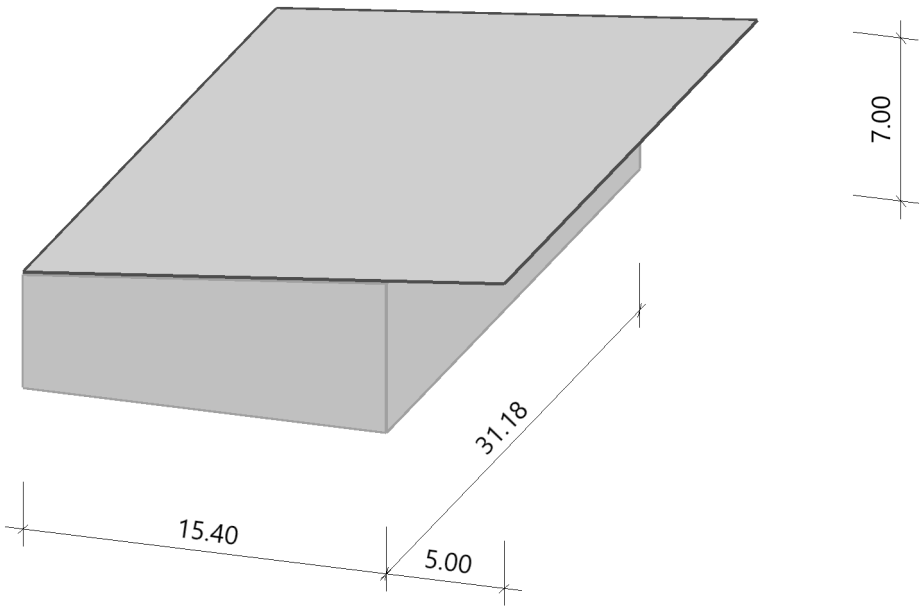
Geometrie Pultdach

Gebäudehöhe	h =	7.00 m			
Gebäudelänge	l =	31.18 m			
Gebäudebreite	b =	15.40 m			
mit Pultdach					
Dachneigung	α_{li} =	5.7 °			
Überstand	$ü_{li}$ =	0.00 m	$ü_{re}$ =	5.00 m	
Überstand	$ü_1$ =	0.00 m	$ü_2$ =	0.00 m	
Dachbreite/länge	dx =	20.40 m	dy =	31.18 m	

Allseitig geschlossen mit folgenden Wandteilöffnungen:

Öffnungen	ΔA_{li} =	0.00 m²	ΔA_{re} =	50.00 m²
	ΔA_1 =	0.00 m²	ΔA_2 =	0.00 m²

Grafik



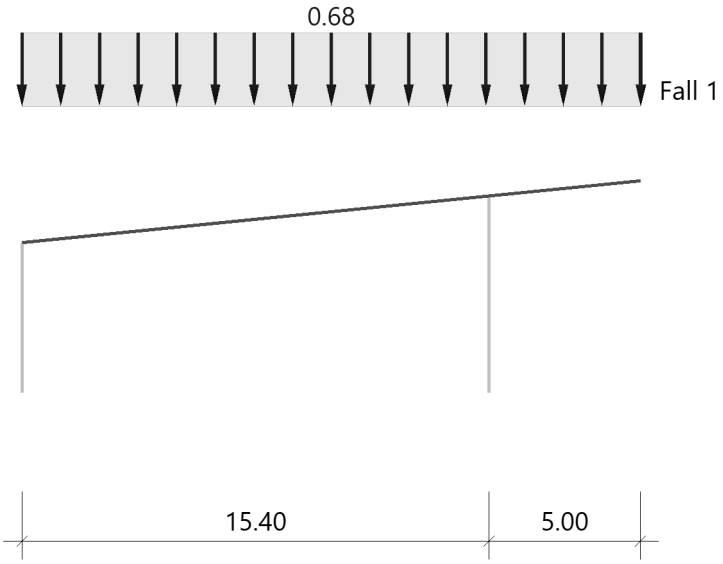
Lasten

Bodenschneelast	sk	=	0.85	kN/m²
Basiswindgeschwindigkeit	vb0	=	25.0	m/s
Basisgeschwindigkeitsdruck	qb0	=	0.39	kN/m²
Referenzhöhe	z_e	=	7.00	m
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,0(h)	=	0.75	kN/m²
Geschwindigkeitsstaudruck	qp,90(h)	=	0.75	kN/m²

Ergebnisse

Schnee

Grafik, Querschnitt



Tabelle, Querschnitt

	Fall (I)			
Sit	μ_{li}	s_{li} [kN/m²]	$S_{e,li}$ [kN/m]	$F_{s,li}$ [kN/m]
P/T	0.80	0.68		
excp	0.80	1.56		

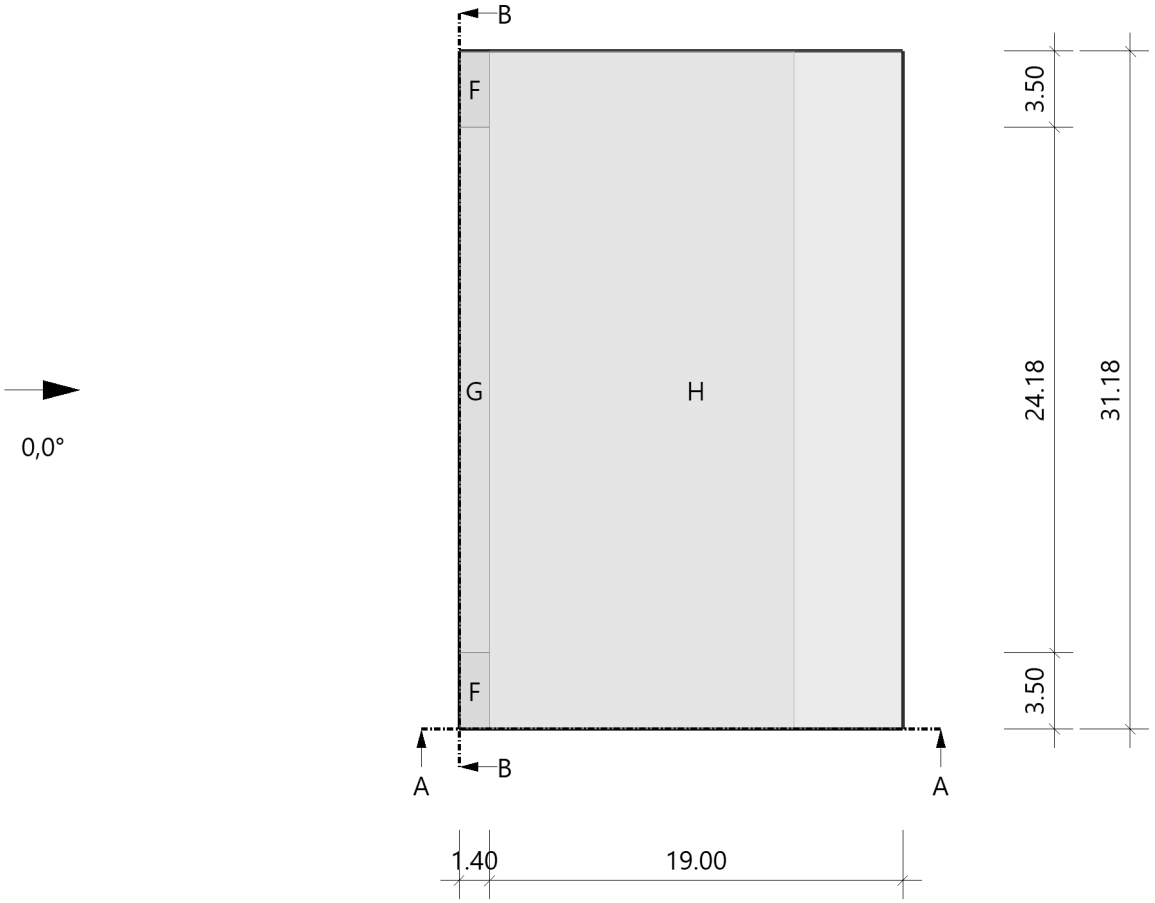
Alle Werte sind charakteristische Werte.
Sit: P/T=persistent/transient, excp=exceptional

Wind

Hinweis

Die Windlasten werden immer auf Basis des Winddruckbeiwert-Verfahrens ermittelt.
Diese Windlasten sind für die Bauteilbemessung relevant!

Grafik, 0°, Draufsicht



Tabelle, 0°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 14.00 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 links	0.01	-1.64	0.01	-2.46	0.01	-1.24	0.01	-1.85	1.40	3.50
G	DF links	0.01	-1.17	0.01	-1.96	0.01	-0.88	0.01	-1.48	1.40	24.18
H	DF links	0.01	-0.58	0.01	-1.14	0.01	-0.44	0.01	-0.85	19.00	31.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

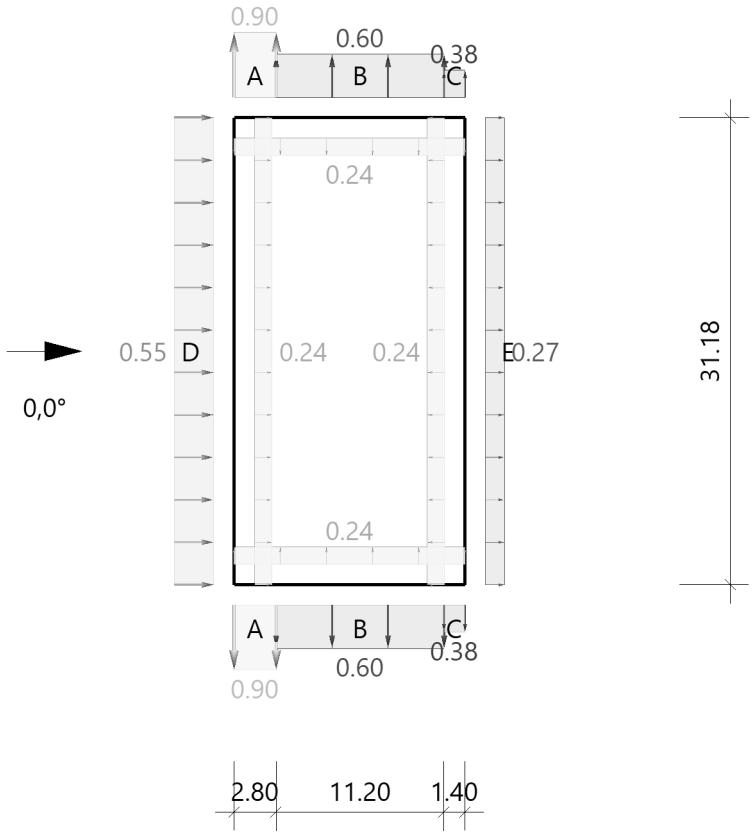
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.35	-0.50	0.00	-0.32	0.00	-0.45	0.00	-0.24	0.00	-0.34

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 0°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 0°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 14.00 m
Verhältnis h/d = 0.455 h/b = 0.225 d/b = 0.494

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	1	Wand links	0.73	0.00	1.00	0.00	0.55	0.00	0.75	0.00		31.18
E		Wand rechts	0.00	-0.35	0.00	-0.50	0.00	-0.27	0.00	-0.38		31.18
A		Wand vorne	2 0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.90	0.00	-1.05	2.80	
B		Wand vorne	2 0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.60	0.00	-0.83	11.20	
C		Wand vorne	2 0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.38	0.00	-0.38	1.40	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

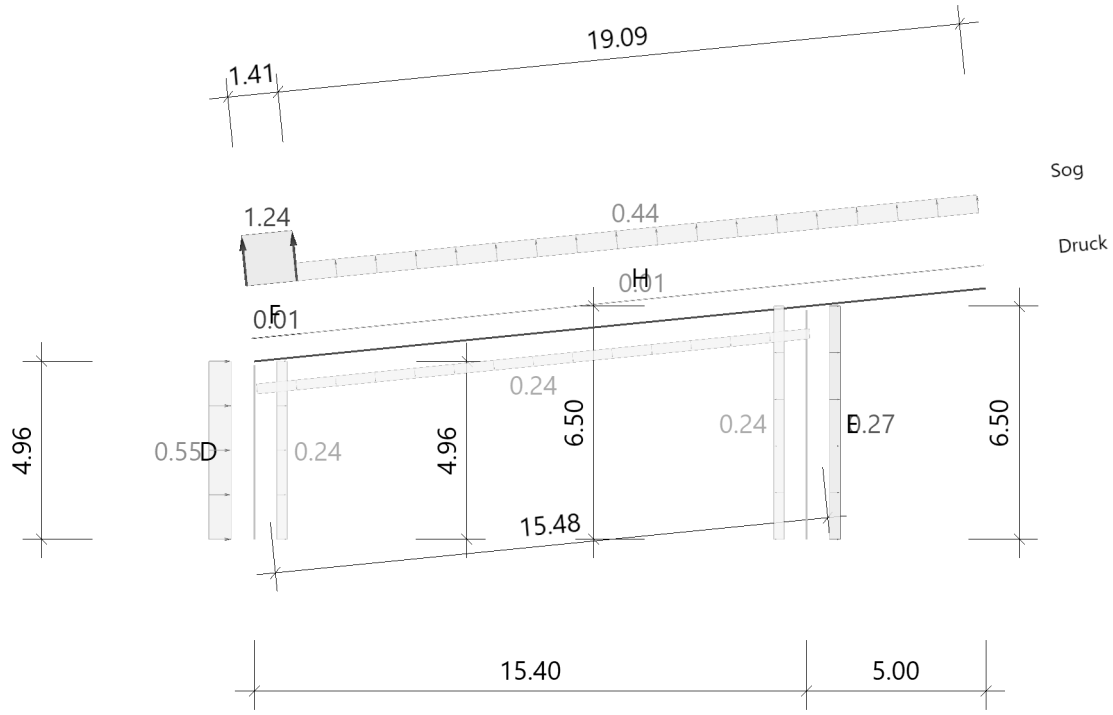
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand hinten enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000
Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.35	-0.50	0.00	-0.32	0.00	-0.45	0.00	-0.24	0.00	-0.34

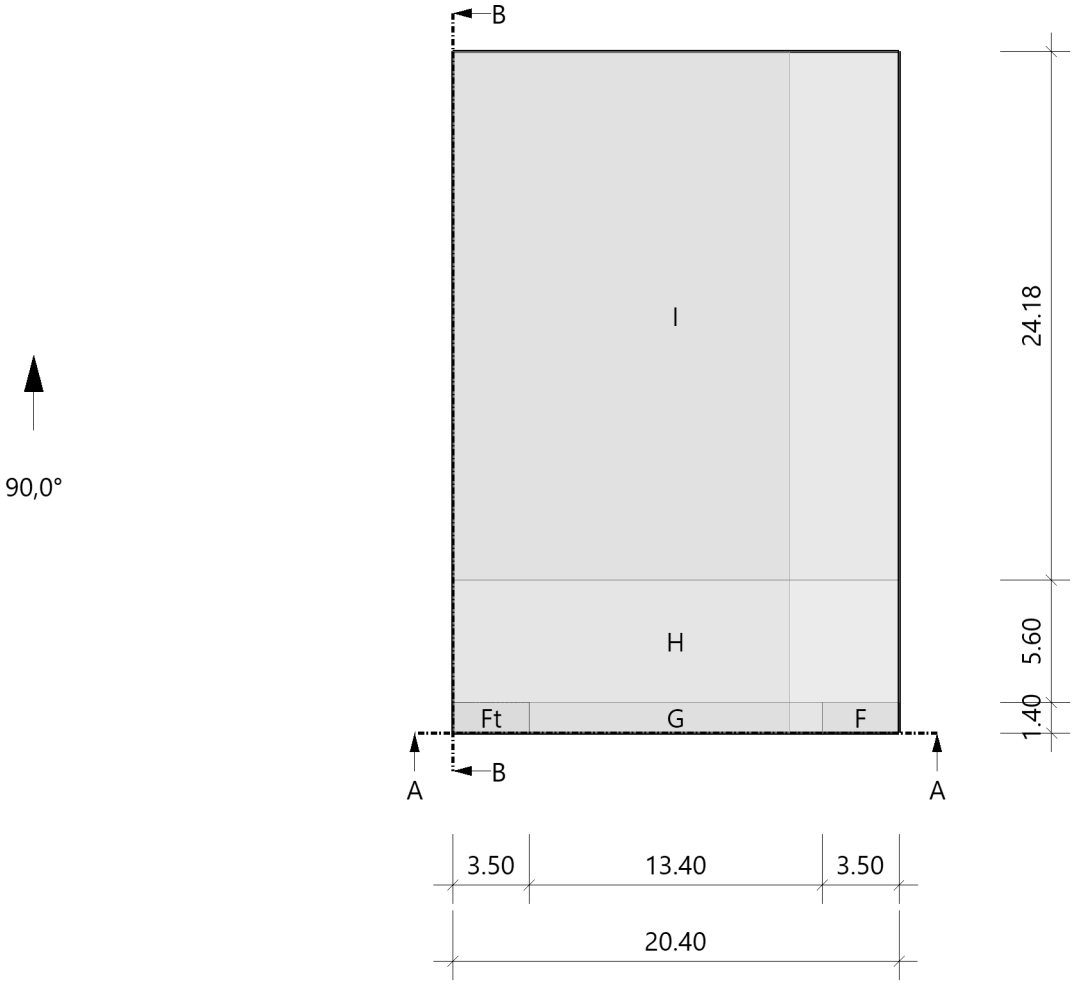
Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 0°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse
Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 90°, Draufsicht



Tabelle, 90°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 14.00 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 links	0.00	-2.12	0.00	-2.62	0.00	-1.59	0.00	-1.97	3.50	1.40
Ft	DF links	0.00	-2.06	0.00	-2.40	0.00	-1.55	0.00	-1.80	3.50	1.40
G	DF links	0.00	-1.81	0.00	-2.04	0.00	-1.36	0.00	-1.53	13.40	1.40
H	DF links	0.00	-0.61	0.00	-1.20	0.00	-0.46	0.00	-0.90	20.40	5.60
I	DF links	0.00	-0.51	0.00	-0.55	0.00	-0.39	0.00	-0.41	20.40	24.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

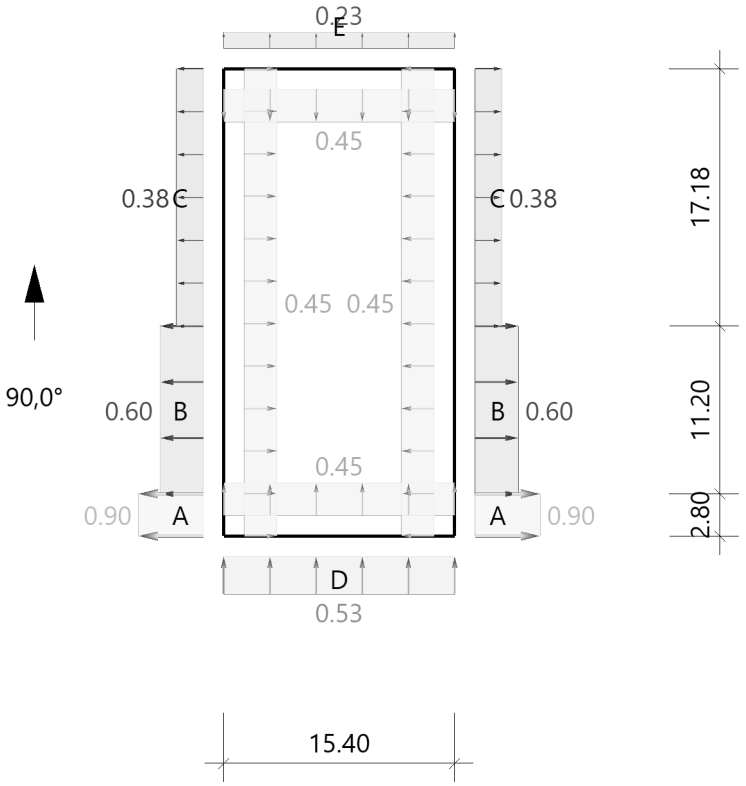
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.67	-0.80	0.00	-0.60	0.00	-0.72	0.00	-0.45	0.00	-0.54

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 90°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 90°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 14.00 m
Verhältnis h/d = 0.225 h/b = 0.455 d/b = 2.025

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 [1]	Wand vorne	0.70	0.00	1.00	0.00	0.53	0.00	0.75	0.00	15.40	
E	Wand hinten	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.23	0.00	-0.38	15.40	
A	Wand links [2]	0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.90	0.00	-1.05		2.80
B	Wand links [2]	0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.60	0.00	-0.83		11.20
C	Wand links [2]	0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.38	0.00	-0.38		17.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

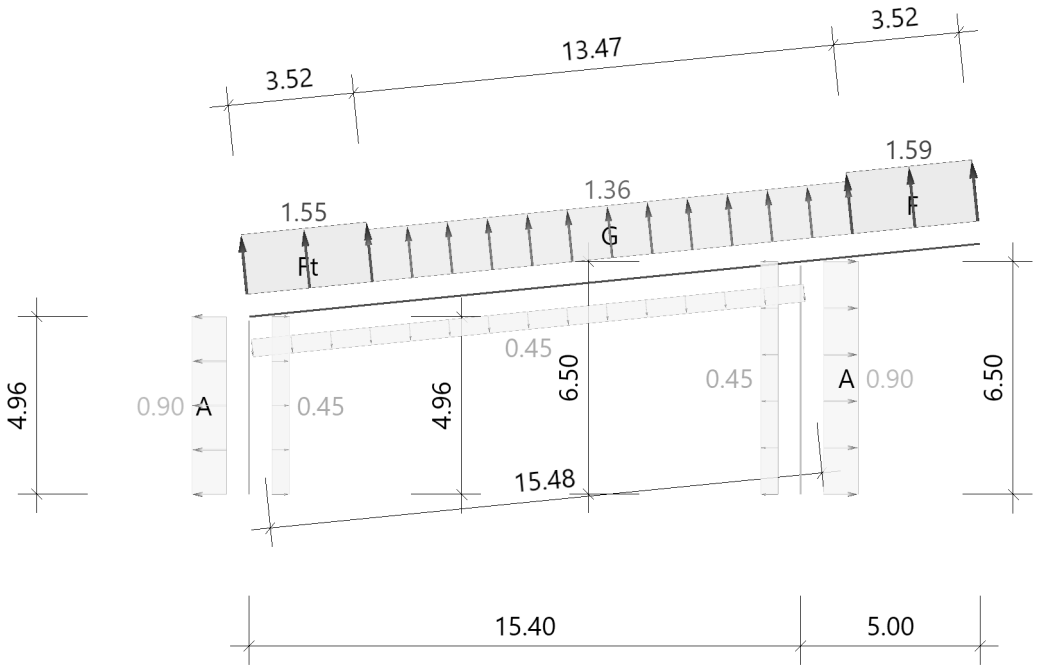
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000
Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.67	-0.80	0.00	-0.60	0.00	-0.72	0.00	-0.45	0.00	-0.54

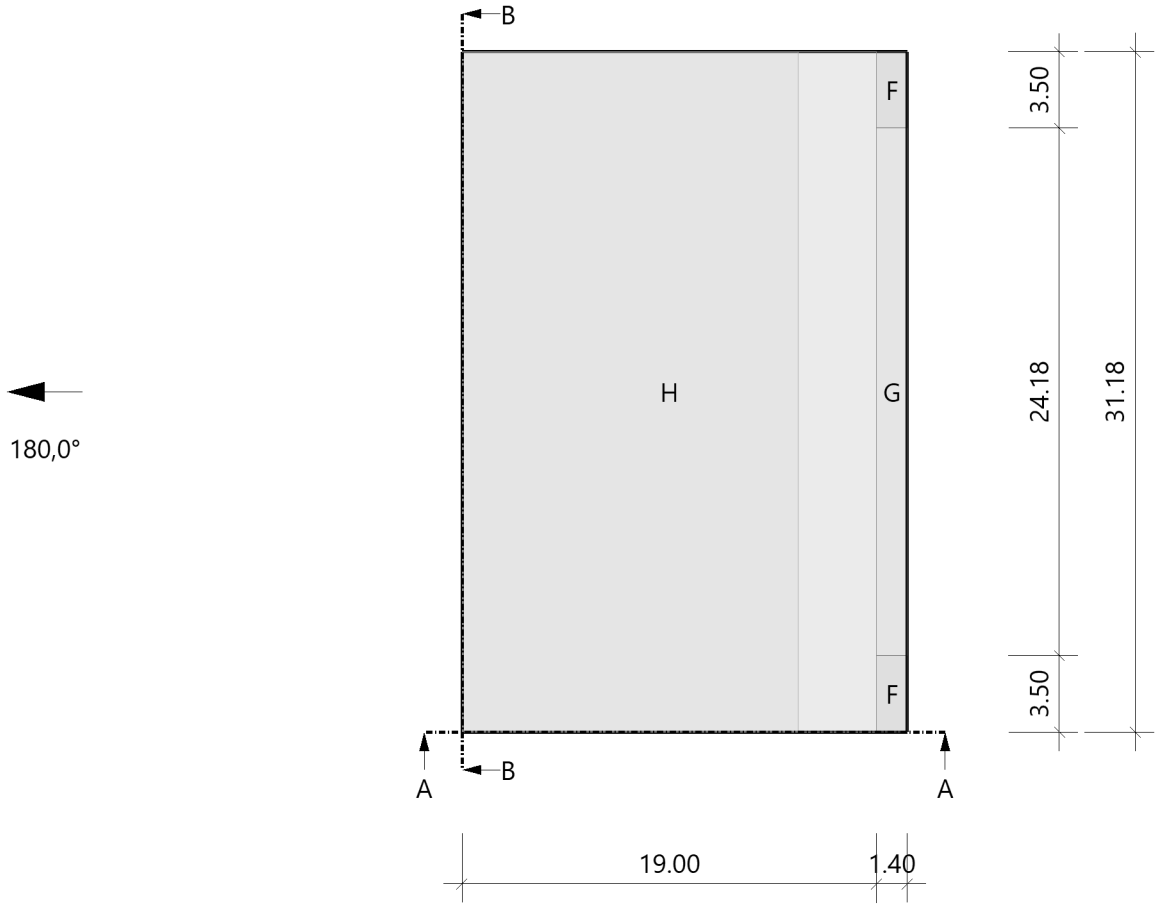
Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 90°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse
Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 180°, Draufsicht



Tabelle, 180°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 14.00 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 links	0.00	-2.31	0.00	-2.52	0.00	-1.74	0.00	-1.90	1.40	3.50
G	DF links	0.00	-1.30	0.00	-2.00	0.00	-0.98	0.00	-1.50	1.40	24.18
H	DF links	0.00	-0.81	0.00	-1.20	0.00	-0.61	0.00	-0.90	19.00	31.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %

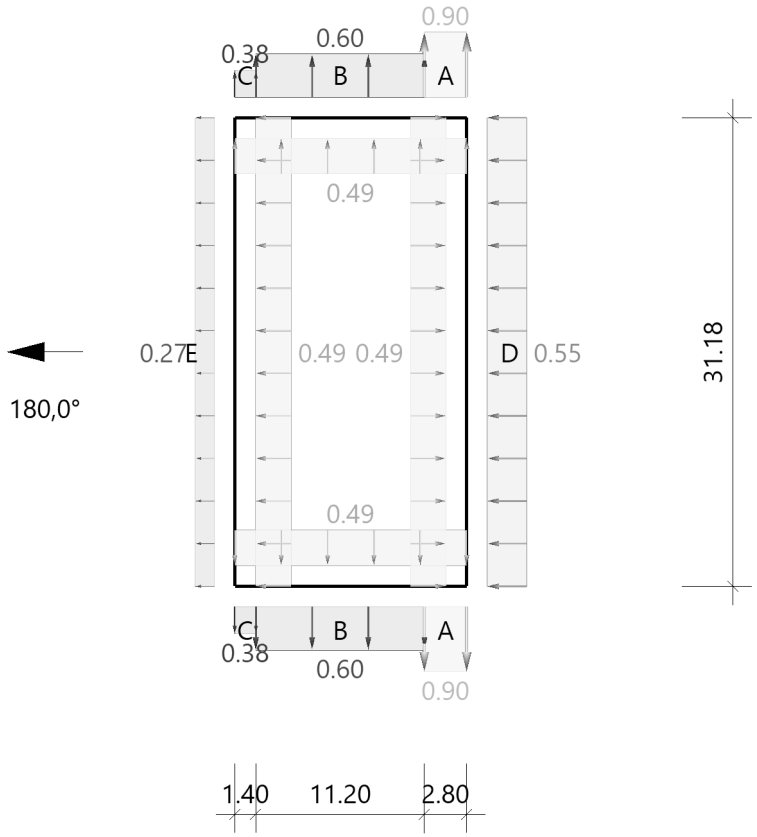
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	0.73	1.00	0.65	0.00	0.90	0.00	0.49	0.00	0.68	0.00

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 180°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 180°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 14.00 m
Verhältnis h/d = 0.455 h/b = 0.225 d/b = 0.494

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	1	Wand rechts	0.73	0.00	1.00	0.00	0.55	0.00	0.75	0.00		31.18
E		Wand links	0.00	-0.35	0.00	-0.50	0.00	-0.27	0.00	-0.38		31.18
A		Wand vorne	2 0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.90	0.00	-1.05	2.80	
B		Wand vorne	2 0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.60	0.00	-0.83	11.20	
C		Wand vorne	2 0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.38	0.00	-0.38	1.40	

Alle Werte sind charakteristische Werte.

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

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %

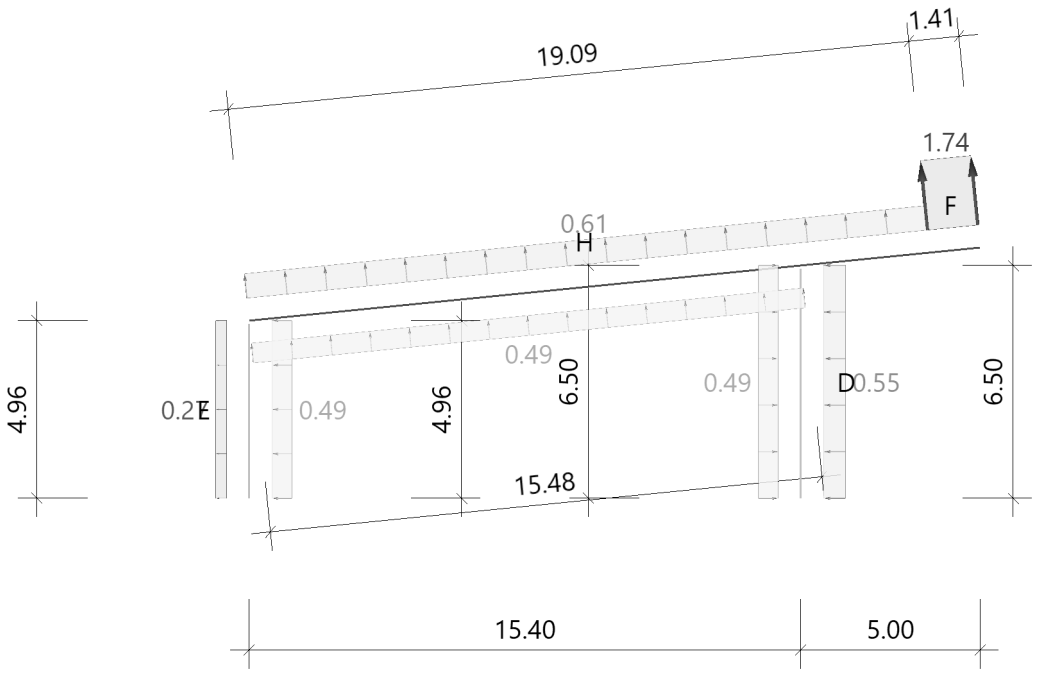
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	0.73	1.00	0.65	0.00	0.90	0.00	0.49	0.00	0.68	0.00

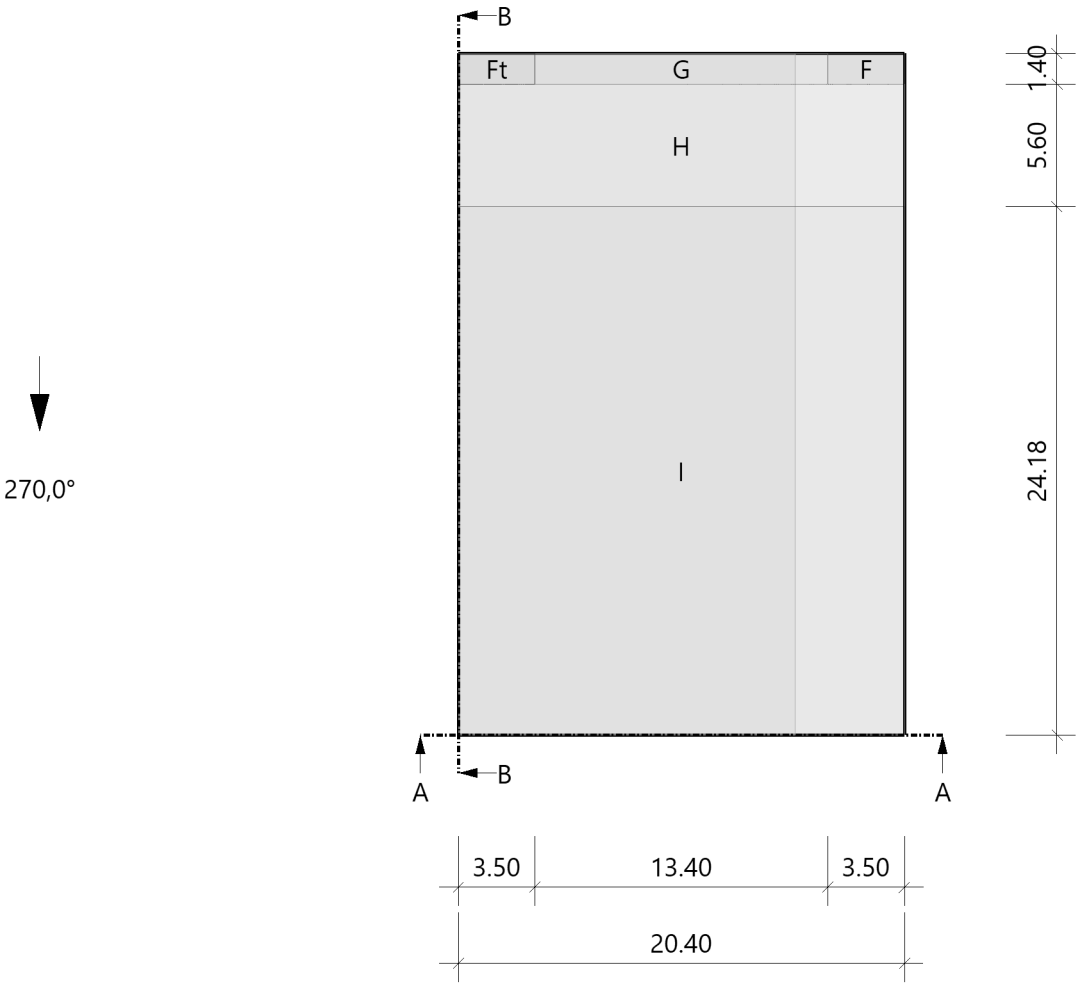
Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 180°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse
Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

Grafik, 270°, Draufsicht



Tabelle, 270°, Draufsicht

Referenzeinflußbreite e = 14.00 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 links	0.00	-2.12	0.00	-2.62	0.00	-1.59	0.00	-1.97	3.50	1.40
Ft	DF links	0.00	-2.06	0.00	-2.40	0.00	-1.55	0.00	-1.80	3.50	1.40
G	DF links	0.00	-1.81	0.00	-2.04	0.00	-1.36	0.00	-1.53	13.40	1.40
H	DF links	0.00	-0.61	0.00	-1.20	0.00	-0.46	0.00	-0.90	20.40	5.60
I	DF links	0.00	-0.51	0.00	-0.55	0.00	-0.39	0.00	-0.41	20.40	24.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.

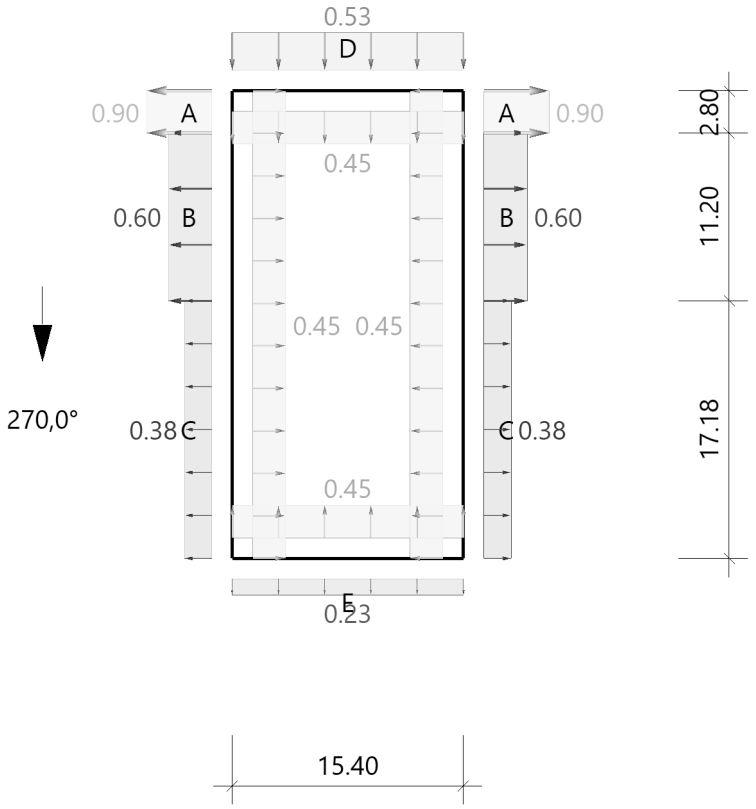
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000

Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.67	-0.80	0.00	-0.60	0.00	-0.72	0.00	-0.45	0.00	-0.54

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 270°, Schnitt durch die Wände



Lasteinzugsfläche für die grafische Darstellung = 10.00 m²

Tabelle, 270°, Schnitt durch die Wände

Referenzeinflußbreite e = 14.00 m
Verhältnis h/d = 0.225 h/b = 0.455 d/b = 2.025

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	1	Wand hinten	0.70	0.00	1.00	0.00	0.53	0.00	0.75	0.00	15.40	
E		Wand vorne	0.00	-0.30	0.00	-0.50	0.00	-0.23	0.00	-0.38	15.40	
A		Wand links	2 0.00	-1.20	0.00	-1.40	0.00	-0.90	0.00	-1.05		2.80
B		Wand links	2 0.00	-0.80	0.00	-1.10	0.00	-0.60	0.00	-0.83		11.20
C		Wand links	2 0.00	-0.50	0.00	-0.50	0.00	-0.38	0.00	-0.38		17.18

Alle Werte sind charakteristische Werte.

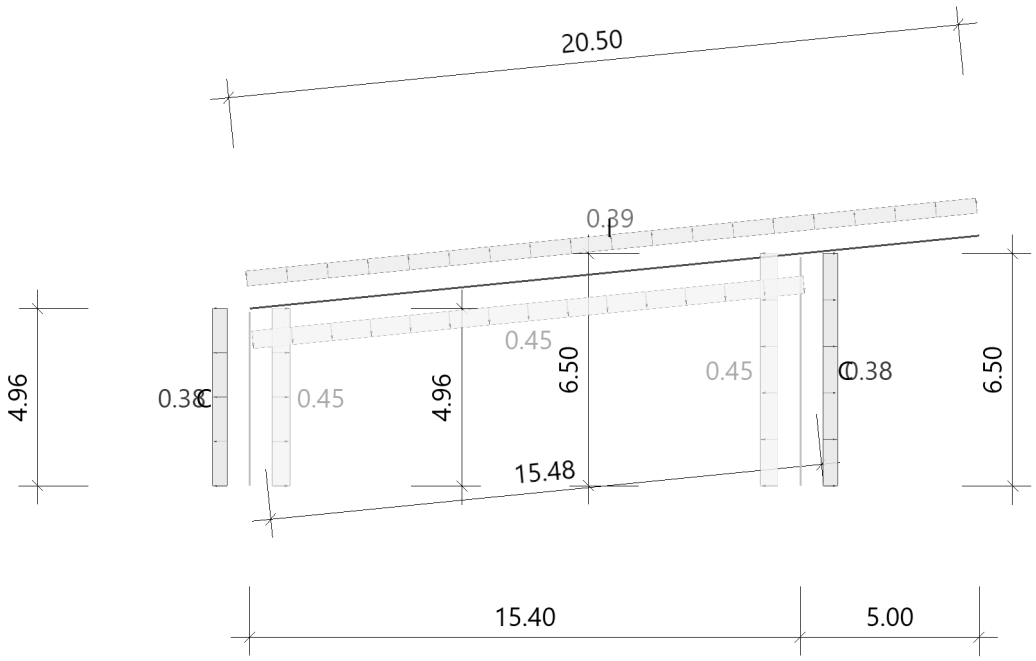
1 : für die luvseitige Wand gilt die Bezugshöhe ze nach Bild 7.4
2 : Wand rechts enthält die gleichen Werte

Windinnendruck, Gebäude Geschlossen
unter der Voraussetzung, daß max 1 Wand Öffnungen > 30% enthält.
$\Delta A_{li}/A_{li}$ = 0.00 % $\Delta A_{re}/A_{re}$ = 22.91 % $\Delta A_{vo}/A_{vo}$ = 0.00 % $\Delta A_{hi}/A_{hi}$ = 0.00 %
δ_{li} = 0.000 δ_{re} = 999.000 δ_{vo} = 0.000 δ_{hi} = 0.000
Rechte Seite ist dominant.

Bereich	μ	$c_{pe,10+}$	$c_{pe,1+}$	$c_{pi,10+}$	$c_{pi,10-}$	$c_{pi,1+}$	$c_{pi,1-}$	$w_{i,10+}$ [kN/m²]	$w_{i,10-}$ [kN/m²]	$w_{i,1+}$ [kN/m²]	$w_{i,1-}$ [kN/m²]
innen	0.90	-0.67	-0.80	0.00	-0.60	0.00	-0.72	0.00	-0.45	0.00	-0.54

Alle Werte sind charakteristische Werte.

Grafik, 270°, Querschnitt A-A



An Überständen sind als Windunterströmungen immer die Werte der angrenzenden Wandfläche anzuse
Druck- und Soglasten dürfen innerhalb einer Bauteilfläche nicht gleichzeitig angesetzt werden!

1 Trapezblech

Fischer Therm DL 100 (Stahlgüte Aussenseite S350, Innenseite S280, Schaumsystem FTS06)

Für die Solaranlage und passend zu den Verankerungen muss eventuell das gleichwertige System Fischer Therm Carrier gewählt werden.

Als Dach soll ein tragendes Trapezblech (Sandwichelement) auf Pfetten und Stahlrahmen zur Ausführung kommen.

Das Trapezblech dient als Dachhaut, es wird als Zusatzlast 25kg/m² für eine Photovoltaikanlage eingerechnet. Weitere zusätzliche Lasten (Abhängungen nach unten) sind nicht geplant, bzw. werden an die Pfetten angehängt. Im Anschluss wird ein Balken zur Lastermittlung gerechnet und beispielhaft ein **Fischer Therm DL 100** 0,55 0,45 nach den Belastungstabellen bemessen. Der genaue Nachweis inkl. der Verankerungen und Verschraubungen muss vom Hersteller vor der Ausführung separat erbracht werden.

Eigengewicht Sandwichelement

Fischer Therm 100 oder gleichwertig:	0,15 KN/m²
Photovoltaikanlage	0,25 KN/m²
	0,40 KN/m²

Schnee: s = 0,8 * 0,85KN/m² = 0,68KN/m²

Das Gebiet liegt im Bereich des "**Norddeutschen Tieflandes**" C_{esl} = 2,30

Wind: q_p = 0,75 KN/m² → $W_{e,10+}(D)$=0,01 kN/m² ; $W_{e,10-}(D)$=-1,59 kN/m²

Bemessung nach den Belastungstabellen
Vorhandene Spannweiten: 8 Felder a 2,50m
Maximale Belastung (charakteristisch) = 0,40kN/m² + 0,68kN/m² = 1,08kN/m²
Maximale Belastung (außergewöhnlich) = 0,25KN/m² + 1,56KN/m² = **1,82 KN/m²**
Zulässige Belastung (charakteristisch) bei 2,50m = **2,00KN/m²**
Das gewählte Blech ist für die Belastung ausreichend bemessen. Das Blech kann als 1-Feld-, 2-Feld- und 3-Feldträger verbaut werden.

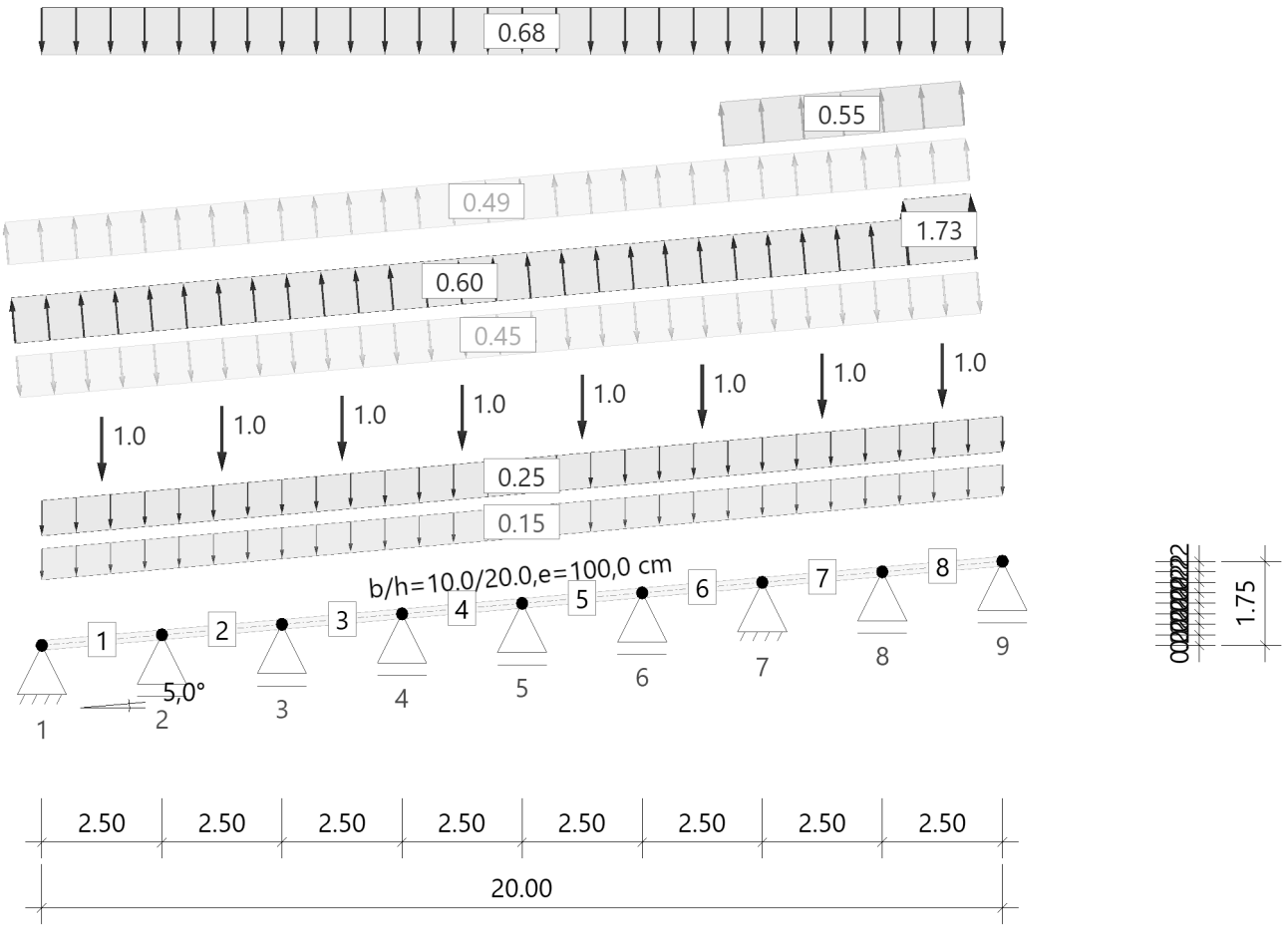
Berechnung von Dächern Dach+ (FRILO 2026-0-6)

System

Allgemein

Nadelholz C24, Nutzungsklasse überdacht, offen; LF<85%; GLWF<20%, CC 2

Systemgrafik



Kipp-/Knicklängen

Sparren links

Knicken in der Ebene: aus Eigenwertermittlung begrenzt auf...0.90*L
Knicken aus der Ebene: kontinuierlich gehalten
Kippen: kontinuierlich gehalten

Berechnungsregeln

Am Kragarm werden die Durchbiegungen immer berücksichtigt.
Für den Gesamtdurchbiegungsnachweis wird immer die Stablänge als Bezugslänge angesetzt.
Achtung! Wenn Stäbe ohne Halterung verbunden sind, werden deren Stablängen aufaddiert.
Windlasten aus Unterströmung werden als abhängig angenommen.
Windlasten aus Windinnendruck werden als abhängig angenommen.
Lastfälle mit Lasten, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht angesetzt.
Kombinationen aus Lastfällen, deren zu erwartenden Verformungen gegenläufig sind, werden nicht ang
Die Steifigkeiten sollen infolge Kriechens aus ständigen und quasiständigen Lastanteilen abgemindert w
kmod wird bei Wind als Mittelwert von kurz und sehr kurz angesetzt.
Windlasten für seitliche Anströmung im Ungünstigsten Bereich
Dachnutzlasten der Kategorie H werden nur als Einzellasten berücksichtigt.
Dachnutzlasten der Kategorie H werden bei Auflagerkräften nicht berücksichtigt.

Lasten

Lastvorwerte

Sparren

Dacheindeckung	g1	=	0.15	kN/m²	EW =	99
Konstruktion	g2	=	0.00	kN/m²		
Dachausbau	g3	=	0.00	kN/m²		
Ausbau unten	gu	=	0.00	kN/m²		
mit Eigengewicht der Bauteile, γ = 6.00 kN/m³						
Dachnutzlast Kat.H	Q	=	1.0	kN	EW =	8
PV-Anlage links		=	0.25	kN/m²		
	a	=	0.00	m	l =	20.00 m

Randbedingungen

Gesamt-Firsthöhe	h	=	7.01 m
Dachlänge	b,Roof	=	31.18 m
Gebäudelänge	b,Wall	=	31.18 m

Schnee/Windlasten

Gemeinde 2922* Celle in Niedersachsen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)
Geländehöhe ü. N N = 48 m

Gelände Kategorie II				Windzone 2			
Höhe für q	h	=	7.01 m	Basiswindgeschwindigkeit	vb_0	=	25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h)	=	0.75 kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	qb_0	=	0.39 kN/m²
Bodenschneelast	sk	=	0.85 kN/m²	Schneezone 2			
Formbeiwert	μ	=	0.80				
	C_t	=	1.000		C_e	=	1.000
Beiwert außergew.	C_{esl}	=	2.300				

Hilfswerte

Winddruckbezugsfläche	A_{ref}	=	10.00 m²					
Windreferenzlänge (Dach)	e_0	=	14.01 m	e_{90}	=	14.01 m		
Windreferenzlänge (Wand)	e_0	=	14.01 m	e_{90}	=	14.01 m		
	h/d	=	0.350	h/b	=	0.225	d/b	= 0.641
für giebelseitige Anströmung:	h/d	=	0.225	h/b	=	0.350	d/b	= 1.559

Klassifizierung der Einwirkungen

Nr	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	KLED
99	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	ständig
8	Kat. H: Dächer	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	kurz
9	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	kurz/sehr kurz
10	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00	kurz
15	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	sehr kurz
29	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00	ständig

Lastfälle

Zusatz-Lastfälle

Nr	Name	Kurzname	EW	AltGrp	Lasten
1	Windinnendruck	(A1)	15	1	1
2	Windinnensog	(A2)	15	1	1
3	Unterwind am Pultdach	(A3)	9	0	1

Lasten

Lasten für Zusatz-LF 1:Windinnendruck

Bezug	Lastart		Ausrichtung		Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Gleichlast	1	senkr. Balk.	2			-0.49		kN/m²	1.00	

1 : Gleichlast
2 : quer zum Balken

Lasten für Zusatz-LF 2:Windinnensog

Bezug	Lastart		Ausrichtung		Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Gleichlast	1	senkr. Balk.	2			0.45		kN/m²	1.00	

1 : Gleichlast
2 : quer zum Balken

Lasten für Zusatz-LF 3:Unterwind am Pultdach

Bezug	Lastart		Ausrichtung		Abst [m]	L [m]	W1	W2		Faktor	Bem.
Flächenlast	Gleichlast, abs.	1	senkr. Balk.	2	15.00	5.00	-0.55		kN/m²	1.00	

1 : Gleichlast, abschnittsweise
2 : quer zum Balken

Ergebnisse

Sparren links 10.0/20.0 e = 100.0 cm

Tragfähigkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolgeklasse 2

Kombi	Sit	Nachweis	$N_{x,d}$ [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$V_{z,d}$ [kN]	$\sigma_{n,d}$ [N/mm²]	$\sigma_{m,y,d}$ [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	η	s_{ky} [m]	s_{kz} [m]	s_b [m]
18	p/t[1]	Spannung (Feld)	-0.3	-1.37	0.01	-0.01	-2.05		**0.11**			
18	p/t[1]	Spannung (Stütze)	-0.8	1.34	2.1	-0.04	2.01		**0.11**			
18	p/t[1]	Stabilität	-0.3	-1.37	0.0	-0.02	-2.05		**0.11**[2]	2.88	0.00	0.00
18	p/t[1]	Schub	-0.3	0.00	2.9			0.22	**0.14**			

1 : p/t=persistent/transient (Ständig/Vorübergehende Situation)
2 : s_{ky}=2.88 m, s_{kz}=0.00 m, s_b=0.00 m

Gebrauchstauglichkeitsnachweise nach DIN EN 1995:2013, basierend auf EN 1995:2014, Schadensfolg

Kombi	Nachweis		Stab	x [m]	$w_{G,inst}$ [cm]	$w_{G,fin}$ [cm]	$w_{Q,inst,char}$ [cm]	$w_{Q,inst,qprm}$ [cm]	$w_{Q,fin}$ [cm]	w_{tot} [cm]		w_{lim} [cm]	L/..	η
132	w_{inst}	1 lokal	8	1.41	0.01		-0.1			|-0.1|	<	0.8	300	**0.08**
132	w_{inst}	1 gesamt	8	1.41	0.01		-0.1			|-0.1|	<	0.8	300	**0.08**
115	w_{net}	2 lokal	8	1.41	(0.02)	0.03		(0.0)	0.0	0.03	<	0.8	300	**0.04**
115	w_{net}	2 gesamt	1	1.10	(0.02)	0.03		(0.0)	0.0	0.03	<	0.8	300	**0.04**
133	w_{fin}	3 lokal	8	1.41	(0.02)	0.03	(0.02)		0.02	0.1	<	1.3	200	**0.05**
133	w_{fin}	3 gesamt	1	1.10	(0.02)	0.03	(0.02)		0.02	0.1	<	1.3	200	**0.05**

1 : $w_{inst} = w_{G,inst} + w_{Q,inst,char}$
2 : $w_{net} = w_{G,fin} + w_{Q,fin,qprm} - w_c$
3 : $w_{fin} = w_{G,fin} + w_{Q,fin,char}$

Auflager

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 1 max [kN/m]	Auflager 1 min [kN/m]	Auflager 2 max [kN/m]	Auflager 2 min [kN/m]	Auflager 3 max [kN/m]	Auflager 3 min [kN/m]	Auflager 4 max [kN/m]	Auflager 4 min [kN/m]
99	vertikal	0.27[1]	0.27[1]	0.77[1]	0.77[1]	0.65[1]	0.65[1]	0.68[1]	0.68[1]
	horizontal	0.001[1]	0.001[1]	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]
9	vertikal	-0.56[2]	-1.18[3]	-1.72[4]	-1.78[6]	-0.98[6]	-1.46[4]	-1.17[3]	-1.53[2]
	horizontal	0.39[2]	0.39[3]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]
10	vertikal	0.67[7]	0.67[7]	1.93[7]	1.93[7]	1.64[7]	1.64[7]	1.72[7]	1.72[7]
	horizontal	0.002[7]	0.002[7]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]
15	vertikal	0.42[8]	-0.46[8]	1.29[8]	-1.40[5]	1.09[8]	-1.19[5]	1.15[8]	-1.25[5]
	horizontal	0.32[9]	-0.29[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]	0.00[5]
29	vertikal	0.25[10]	0.25[10]	0.71[10]	0.71[10]	0.60[10]	0.60[10]	0.63[10]	0.63[10]
	horizontal	0.001[10]	0.001[10]	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]

alle Werte sind charakteristische Werte
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

1 : Lastfälle:g
2 : Lastfälle:(wrLee-)
3 : Lastfälle:(wlLuv-),(A3)
4 : Lastfälle:(wrLee-),(A3)
5 : Lastfälle:
6 : Lastfälle:(wlLuv-)
7 : Lastfälle:s
8 : Lastfälle:(A2)
9 : Lastfälle:(A1)
10 : Lastfälle:pv

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 5 max [kN/m]	Auflager 5 min [kN/m]	Auflager 6 max [kN/m]	Auflager 6 min [kN/m]	Auflager 7 max [kN/m]	Auflager 7 min [kN/m]	Auflager 8 max [kN/m]	Auflager 8 min [kN/m]
99	vertikal	0.67[1]	0.67[1]	0.68[1]	0.68[1]	0.65[1]	0.65[1]	0.77[1]	0.77[1]
	horizontal	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]	0.00[1]	-0.001[1]	-0.001[1]	0.00[1]	0.00[1]
9	vertikal	-1.12[2]	-1.52[4]	-1.07[5]	-1.57[6]	-1.05[2]	-1.85[4]	-1.29[2]	-4.05[4]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	1.04[4]	0.50[2]	0.00[3]	0.00[3]
10	vertikal	1.69[7]	1.69[7]	1.72[7]	1.72[7]	1.64[7]	1.64[7]	1.93[7]	1.93[7]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	-0.002[7]	-0.002[7]	0.00[3]	0.00[3]
15	vertikal	1.13[8]	-1.23[3]	1.15[8]	-1.25[3]	1.05[8]	-1.14[8]	1.29[8]	-1.40[3]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	0.00[3]	0.54[9]	-0.49[3]	0.00[3]	0.00[3]
29	vertikal	0.62[10]	0.62[10]	0.63[10]	0.63[10]	0.60[10]	0.60[10]	0.71[10]	0.71[10]
	horizontal	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]	0.00[10]	-0.001[10]	-0.001[10]	0.00[10]	0.00[10]

alle Werte sind charakteristische Werte
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

1 : Lastfälle:g
2 : Lastfälle:(wlLuv-)
3 : Lastfälle:
4 : Lastfälle:(wrLee-),(A3)
5 : Lastfälle:(wlLuv-),(A3)
6 : Lastfälle:(wrLee-)
7 : Lastfälle:s
8 : Lastfälle:(A2)
9 : Lastfälle:(A1)
10 : Lastfälle:pv

Auflagerkräfte je EW

EW		Auflager 9 max [kN/m]	Auflager 9 min [kN/m]
99	vertikal	0.27[1]	0.27[1]
	horizontal	0.00[1]	0.00[1]
9	vertikal	-0.45[2]	-2.18[4]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]
10	vertikal	0.67[5]	0.67[5]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]
15	vertikal	0.45[6]	-0.49[3]
	horizontal	0.00[3]	0.00[3]
29	vertikal	0.25[7]	0.25[7]
	horizontal	0.00[7]	0.00[7]

alle Werte sind charakteristische Werte
Auflagerkräfte sind immer positiv in Richtung der globalen und lokalen Achsen.

1 : Lastfälle:g
2 : Lastfälle:(wlLuv-)
3 : Lastfälle:
4 : Lastfälle:(wrLee-),(A3)
5 : Lastfälle:s
6 : Lastfälle:(A2)
7 : Lastfälle:pv

2 – 8 Bemessung Stahlbau

2 Pfetten im Dachbereich

IPE 200 S235

- Es wurde die am stärksten belastete Pfette bemessen. Diese wird für alle Pfetten gewählt.
- Die Anschlüsse müssen nach den Details bei den Nachweisen mit Ausklinkung, angeschweißter Stirnplatte und einer Verschraubung ausgeführt werden. Bei gegenüberliegenden Pfetten müssen die Verschraubungen angeglichen werden.
- Alle Träger in S235

3 Pfetten im Wandbereich

HEA 140 S235

- Die Anschlüsse müssen nach den Details bei den Nachweisen mit Ausklinkung, angeschweißter Stirnplatte und einer Verschraubung ausgeführt werden. Bei gegenüberliegenden Pfetten müssen die Verschraubungen angeglichen werden.
- Die vertikalen Lasten aus der schweren Fassade müssen direkt auf die Fundamente bzw. Sockel abgelastet werden.

4 Hallenrahmen

Stützen HEA 280 S235
Riegel HEA 340 S235

Belastung:
- Schnee: 0,68kN/m² mit C_{esl}=2,3
- Wind: q_p= 0,75kN/m²
- Windinnendruck: q= -0,49kN/m² (außergewöhnlich)
- Windinnensog: q= 0,45kN/m² (außergewöhnlich)
- Rriegel, PV: g= 0,25kN/m²
- Riegel, Ständig:
  - Sandwichelement: 0,15 kN/m²
  - Pfetten: 0,11 kN/m²
  - Ausbaulast unter Pfetten: 0,10 kN/m²
  - Σ 0,36 kN/m²
- Stütze, Ständig:
  - Sandwichelement: 0,15 kN/m²
  - Pfetten: 0,11 kN/m²
  - Σ 0,26 kN/m²

- Die Rahmenecken sind nach den Details bei den Berechnungen im Anschluss auszuführen.
- Für den Riegel kann in der Ausführungsplanung ein Montagestoß bemessen werden.

- Anschlusskraft für Dübel lange Stütze (vorne):
  - F_x= -67kN – 1,5 * 14,6kN= -89 kN (aus Rahmen und Wandverband)
  - F_y= 13,5*1,5= 21 kN (aus Wandverband)
  - F_z= 25,4*1,5= -39 kN (Wind, aus Rahmenbemessung)

- Anschlusskraft für Dübel kurze Stütze (hinten):
  - F_x= -5,5kN - 1,5*11,3kN= -23 kN (aus Rahmen und Wandverband)
  - F_y= 13,5*1,5= 21 kN (aus Wandverband)
  - F_z= 18,4 kN *1,5= 28 kN (Wind, aus Rahmenbemessung)

- Die Lange Stütze ist maßgebend.
- Die Stützen müssen Fußplatten 270*280*20mm erhalten, umlaufend mit aw=5mm verschweißt. Sie müssen in Zementmörtel aufgelagert werden und mit jeweils 4 eingeklebten Gewindestangen M16 nach dem Detail bei der Berechnung im Anschluss verankert werden.

5 Verbände in der Dachebene

Gew: **Vertikalstäbe IPE 200 aus Pos 2**
Diagonalen Rundstäbe d=12mm S235

- Es werden 2 Verbände (jeweils in den Endfeldern der Halle) eingebaut
- Die Vertikalstäbe sind für die relativ kleinen zusätzlichen Drucklasten ausreichend bemessen und angeschlossen.
- Die Diagonalen müssen durch die Stege der Rahmen geführt und auf der Rückseite auf einer keilförmigen Platte verschraubt werden.

- Die angesetzten Horizontallasten ergeben sich infolge Wind aus Imperfektionen (Ersatzlasten) gemäß DIN EN 1993-1-1 5.3.3

- Ersatzlasten:
  - $\alpha_m = \sqrt{0{,}5 * (1 + \frac{1}{4})} = 0{,}79$
  - e_0=0,76*15000mm/500 = 24mm
  - N_{Ed}=M_{Ed}/h=197kNm/0,33m=597kN
  - Die maximale Durchbiegung des Dachverbandes ergibt sich zu: $\delta_q \leq$ l/300 = 15000mm /300 =50mm >> reale Durchbiegung
  - $q = 597kN * 8 * \frac{0{,}024m + 0{,}05m}{(15m)^2} =$ <u>1,57 kN/m</u>

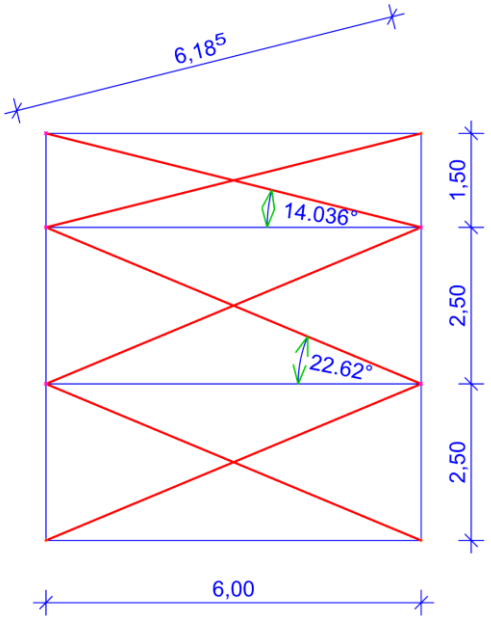
- Windlasten Traufe: 0,60kN/m² * 5m / 2 = <u>1,5 kN/m</u>
- Windlasten Vorne: 0,60kN/m² * 6,5m / 2 = <u>1,95 kN/m</u>
- Windinnendruck Traufe (außergewöhnlich): 0,49kN/m² * 5m / 2 = <u>1,23 kN/m</u>
- Windinnendruck Vorne (außergewöhnlich): 0,49kN/m² * 6,5m / 2 = <u>1,59 kN/m</u>

6 Verbände in den Längswänden

Gew: **Druckstäbe aus Pos 2 und 3**
Diagonalen Rundstäbe d=16mm S235

- Es werden 2 Verbände pro Längswand (jeweils in den Endfeldern) angeordnet.
- Die Druckstäbe sind für die relativ kleinen zusätzlichen Drucklasten ausreichend bemessen und angeschlossen.
- Die Diagonalen müssen durch die Stege der Rahmen geführt und auf der Rückseite auf einer keilförmigen Platte verschraubt werden.

- Kopflast Verband aus Auflagerlast Dachverband
  Q=1,0*(10kN + 13,5kN)=23,5kN (Außergewöhnliche Kombination)



- Neigung der Zugdiagonalen: $\tan^{-1}(2{,}5m/6m)= 23°$
- Zugkraft inkl. 10% Vorspannung in Zugdiagonalen:
  $N_{Ed}=(23{,}5)/\cos(23)*1{,}1= 26{,}65$ kN
- Nachweis: $26{,}65/(\pi*1{,}6^2/4*23{,}5) = 0{,}56 < 1{,}0$

- Zugkraft in den kurzen Stützen (hinten):
  - 13,5kN*6,5m/6m=11,25 kN (Wind)
  - 10kN*5m/6m= 8,3 kN (Windinnendruck, außergewöhnlich)

- Zugkraft in den langen Stützen (vorne):
  - 13,5kN*5m/6m=14,63 kN (Wind)
  - 10kN*5m/6m= 10,83 kN (Windinnendruck, außergewöhnlich)

7 Giebelfachwerk

Pos 7.1 Stützen HEA 120 S235
Pos 7.2 Rähm HEA 280 S235

- Wandpfetten aus Pos. 3
- Das Rähm hat eine Länge von ≈20m. Im Rahmen der Ausführungsplanung kann für dieses Rähm ein Stirnplattenstoß bemessen werden.
- Die Stützen erhalten oben eine Kopfplatte 120x114x15mm und werden mit jeweils 2 Bolzen M16 durch den Flansch den Wandrähms verschraubt.

- Anschlusskraft für Dübel (Stützen Mitte):
  - F_x= -18kN – 10,4= -28,4 kN (aus Rahmen und Wandverband)
  - F_y= 8 kN (aus Wandverband)
  - F_z= 8 kN (Wind auf Giebel)

- Die Stützen müssen Fußplatten 120*114*15mm erhalten, umlaufend mit aw=4mm verschweißt. Sie müssen in Zementmörtel aufgelagert werden und mit jeweils 2 FAZ Ankern M16 nach dem Detail bei der Berechnung im Anschluss verankert werden.

- Anschlusskraft für Dübel (Eckstützen):
  - F_x= -37,7kN – 1,5*14,63= -54 kN (aus Rahmen und Wandverband)
  - F_y= 4kN+13,5kN*1,5 = 24,5 kN (Wind auf Giebel + Längsverband)
  - F_z= 8 kN (Wind auf Längswand)

- Die Eckstützen müssen Fußplatten 120*114*20mm erhalten, umlaufend mit aw=4mm verschweißt. Sie müssen in Zementmörtel aufgelagert werden und mit jeweils 2 eingeklebten Gewindestangen M16 nach dem Detail bei der Berechnung im Anschluss verankert werden.

8 Aussteifung Giebelwände

Gew: **Druckstäbe aus Pos 3**
Diagonalen Rundstäbe d=12mm S235

- Es wird 1 Verband pro Giebel angeordnet. Dieser wird in dem mittleren Feld eingebaut
- Die Druckstäbe sind für die relativ kleinen zusätzlichen Drucklasten ausreichend bemessen und angeschlossen.
- Die Diagonalen müssen durch die Stege der Rahmen geführt und auf der Rückseite auf einer keilförmigen Platte verschraubt werden.

- Kopflast Verband aus Wind auf Längswand
  Q=1,5*(0,55kN/m² + 0,27kN/m²) 6,5m= 8 kN

- Neigung der Zugdiagonalen: $\tan^{-1}(2{,}5m/5m)= 26°$
- Zugkraft inkl. 10% Vorspannung in Zugdiagonalen:
  $N_{Ed}=8/\cos(26)*1{,}1= 9{,}8$ kN
- Nachweis: $9{,}8/(\pi*1{,}2^2/4*23{,}5) = 0{,}37 < 1{,}0$

    - Zugkraft in den Stützen: 8kN*6,5m/5m=10,4 kN (Wind)

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-6)

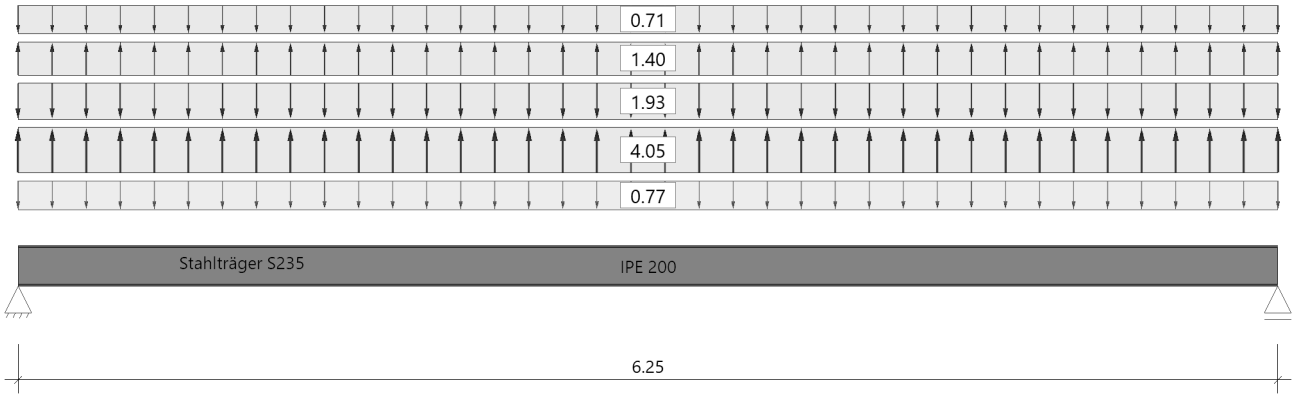
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k =	210000	N/mm²	G_k =	80769	N/mm²
	γ =	78.50	kN/m³	μ =	0.30	
				β_W =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
IPE 200	1943	142	194	28	28.5

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		6.25		0.77		Nein	ständig		
	2	GL		6.25		-4.05		Ja	Wind		
	3	GL		6.25		1.93		Ja	Schnee		
	4	GL		6.25		-1.40		Ja	außergewöhnlich		
	5	GL		6.25		0.71		Ja	ständig, demontierbar (PV)		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 140 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.49	1)	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.11	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.85

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	IPE 200	Feld 1, x = 3.13	0.0	25.37	0.49		1
außergewöhnlich	IPE 200	Feld 1, x = 3.13	0.0	-5.94	0.11		3

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.13	0.0	1.8	1.8	0.35	4

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.13	6.25	0.00	6.25	0.5	1.8	2.1	0.85	4

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	3.1	3.1		
		ständig, demontierbar (PV)		2.2		
		Windlasten	-12.7			
		Schnee H < 1000 m		6.0		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-4.4	-4.4		
2	6.25	ständig	3.1	3.1		
		ständig, demontierbar (PV)		2.2		
		Windlasten	-12.7			
		Schnee H < 1000 m		6.0		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-4.4	-4.4		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	16.2	
		Lk 2	-15.9	
2	6.25	Lk 1	16.2	
		Lk 2	-15.9	

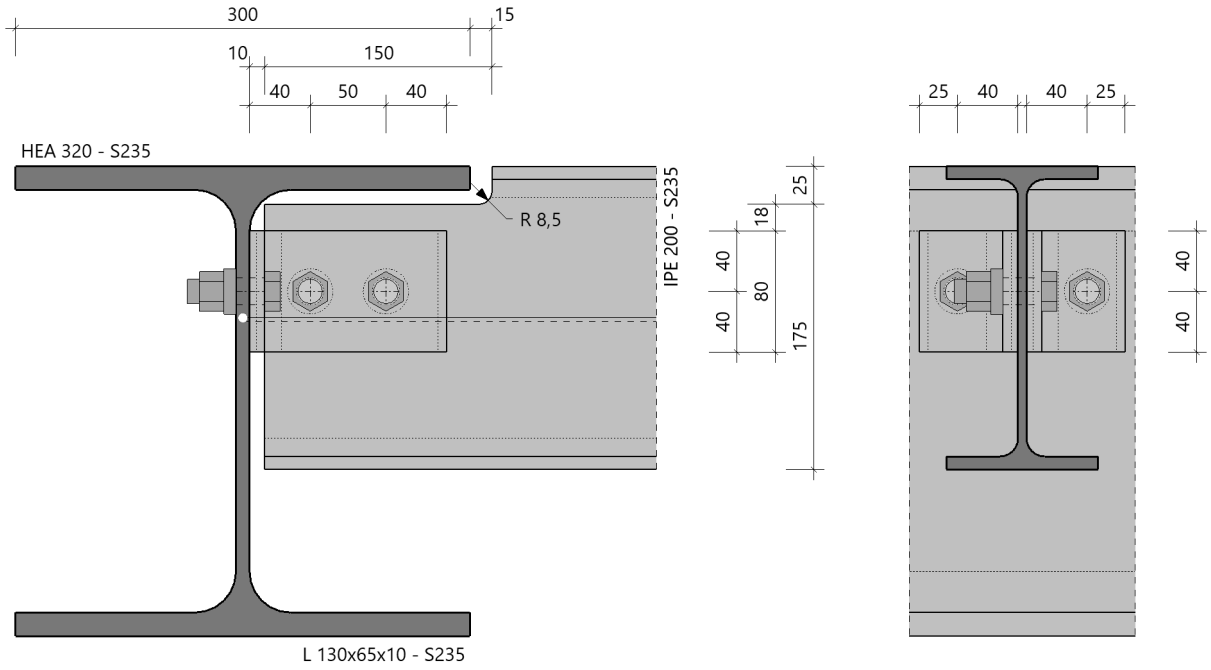
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-6)

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System Winkelanschluss

Systemgrafik 2D



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte **S235** Schrauben in den Anschlüssen **2 x 1 x M16 + 2 x M16**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b_o mm	h_{steg} mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Hauptträger	HEA 320	310	300	225	16	9	27	300	16
Nebenträger	IPE 200	200	100	159	9	6	12	100	9
Nebenträger	Ausklinkung	175				6	12	100	9

Lage Nebenträger

Anordnung	vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger u1 mm	horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger Spaltmaß mm
oberkantengleich	0	10

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	25	150	175	8.5

Winkel

Name	Lage	Anordnung Abstand uw mm	langer Schenkel	Abmessungen Länge l mm	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 130x65x10	an OK Ausklinkung	18	an Nebenträger	80	130	65	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d_0 mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand e2,1 mm	e2,2 mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e1,1 mm	e1,2 mm
25	40	40	40

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e1,1 mm	e1,2 mm
40	50	40	40	40

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	V_{zd} kN
P/T	16.5

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 1 M16

$V_{z,d}$ kN	I_p cm^2	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
8.3	12.3	0.33	12.5	8.3	9.4

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a kN	e_1 mm	e_2 mm	Hauptträger α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	8.3	83	54	1.00	2.50	103.7	0.08
horz.(x)	9.4	54	83	1.00	2.50	103.7	0.09

Richtung	V_a kN	e_1 mm	e_2 mm	Winkel α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	8.3	40	25	0.74	2.19	74.7	0.11
horz.(x)	9.4	25	40	0.46	2.50	53.3	0.18

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
12.5	0.60	30.1	0.42

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 1 M16

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
16.5	12.5	1.07	29.7	29.7	-

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a kN	e_1 mm	e_2 mm	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
			Nebenträger				
vert.(z)	29.7	58	30	1.00	2.19	56.5	0.53
			Winkel				
vert.(z)	29.7	40	40	0.74	2.19	149.4	0.20

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
29.7	0.60	60.3	0.49

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	2.7	3.0	79.6	0.21
Winkel	3.1	6.3	132.8	0.06

Kontaktpressung Winkel an Nebenträger durch Anschluss an Hauptträger mit nur einer Schraube

Fläche			Kontaktpressung		
b_{eff} mm	h_{eff} mm	A_{eff} cm²	$\sigma_{C,d}$ N/mm²	$\sigma_{R,d}$ N/mm²	η
16	10	1.6	57.3	235.0	0.24

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten)					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
175	6	18.4	44.7	565.4	16.5	160	-2.64	235.0	135.7	59.0	22.0	59.0	0.25

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt					Schnittgrößen			Tragfähigkeit					
h mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
80	10	8.0	8.0	42.7	8.3	65	-0.54	235.0	135.7	-50.3	15.5	50.3	0.21

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Anschluss Hauptträger	η =	**0.09**	Lochleibung Träger
Anschluss Hauptträger	η =	**0.18**	Lochleibung Winkel
Anschluss Hauptträger	η =	**0.42**	Abscheren Schrauben
Anschluss Nebenträger	η =	**0.53**	Lochleibung Träger
Anschluss Nebenträger	η =	**0.20**	Lochleibung Winkel
Anschluss Nebenträger	η =	**0.49**	Abscheren Schrauben
Anschluss Nebenträger	η =	**0.21**	Blockversagen Träger
Anschluss Nebenträger	η =	**0.06**	Blockversagen Winkel
Anschluss Nebenträger	η =	**0.24**	Kontaktpressung Winkel
Anschluss Nebenträger	η =	**0.25**	Ausklinkung
Anschluss Nebenträger	η =	**0.21**	Anschnitt Winkel

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-6)

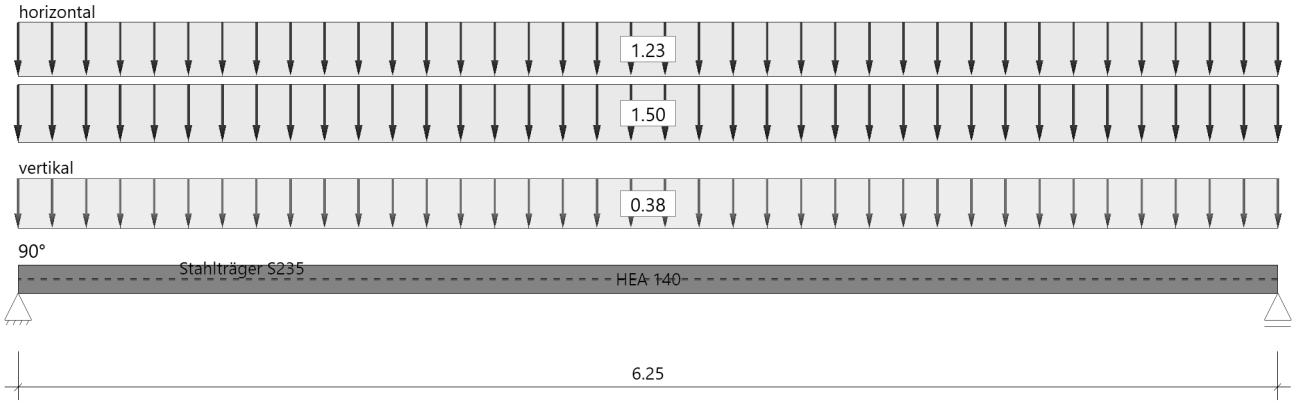
Grundparameter

Stahlträger 2-achsig, DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k	=	80769 N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ	=	0.30
					β_W	=	0.80
Streckgrenze	t	≤	40	mm	f_{yk}	=	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	40	mm	f_{uk}	=	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 140	1030	389	155	56	31.4

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt	Gedreht
1	6.25	HEA 140	90°

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt	Phi
System	1	GL		6.25		0.15		2.50	Nein	ständig			
	2	GL		6.25		0.60		2.50	Ja	Wind			90.00
	3	GL		6.25		0.49		2.50	Ja	außergewöhnlich			90.00

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 154 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08	
Basis	:	EN 1993-1-1:2010	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Schadensfolgeklasse	:	CC 2	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	plastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.31	[1]	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.21	[1]	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.73

[1] Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 140	Feld 1, x = 3.13	0.0	4.10	0.0	-10.99	0.31		1
außergewöhnlich	HEA 140	Feld 1, x = 3.13	0.0	3.03	0.0	-7.45	0.21		2

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.13	-1.4	1.5	2.0	0.41	5

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.13	6.25	0.00	6.25	1.5	1.5	2.1	0.73	4

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

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{y,g}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{y,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	3.13	6.25	0.00	6.25	0.0	1.4	2.1	0.66	5

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]	$R_{y,min}$ [kN]	$R_{y,max}$ [kN]	$M_{z,min}$ [kNm]	$M_{z,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	1.9	1.9						
		Windlasten						4.7		
		außergewöhnliche Einwirkungen					3.8	3.8		
2	6.25	ständig	1.9	1.9						
		Windlasten						4.7		
		außergewöhnliche Einwirkungen					3.8	3.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
1	0.00	Lk 1	2.6		7.0	
		Lk 3	1.9		3.8	
2	6.25	Lk 1	2.6		7.0	
		Lk 3	1.9		3.8	

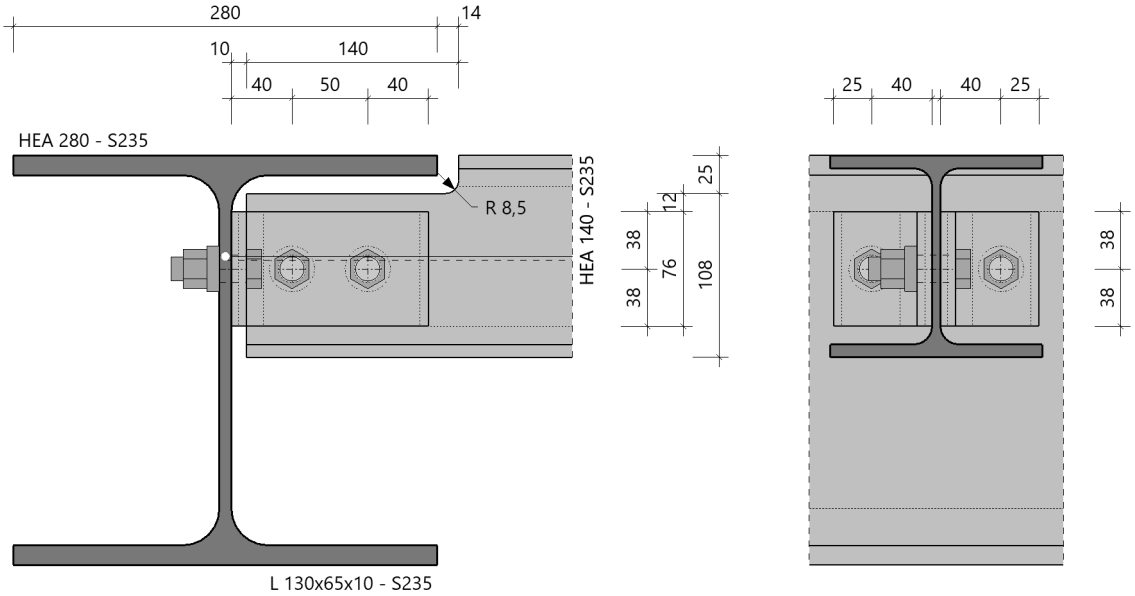
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-6)

Grundparameter

Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

System Winkelanschluss

Systemgrafik 2D



Modell Winkelanschluss Träger an Träger mit Ausklinkung

gelenkig Stahlgüte **S235** Schrauben in den Anschlüssen **2 x 1 x M16 + 2 x M16**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b_o mm	h_{steg} mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Hauptträger	HEA 280	270	280	196	13	8	24	280	13
Nebenträger	HEA 140	133	140	92	9	6	12	140	9
Nebenträger	Ausklinkung	108				6	12	140	9

Lage Nebenträger

Anordnung	vertikaler Abstand OK zu OK Hauptträger u1 mm	horizontaler Abstand Steg zu Steg Hauptträger Spaltmaß mm
oberkantengleich	0	10

Ausklinkung Nebenträger

Ausführung	Höhe oben eT1 mm	Länge a mm	Bauteilhöhe h_a mm	Radius Brennschnitt r mm
oben, mit Brennschnitt	25	140	108	8.5

Winkel

Name	Lage	Anordnung Abstand uw mm	langer Schenkel	Abmessungen Länge l mm	Querschnitt h mm	b mm	ts mm	r mm
L 130x65x10	an OK Ausklinkung	12	an Nebenträger	76	130	65	10	11

Schrauben

Bezeichnung	Festigkeit	Art	Scherfuge	d_0 mm
M16	4.6	rohe Schraube	Gewinde	18.0

Schraubenanordnung Winkel an Hauptträger - 2 x 1 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe	
e2,1 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
25	40	38	38

Schraubenanordnung Winkel an Nebenträger - 2 x 1 = 2 Schrauben M16 - 4.6

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe		
e2,1 mm	p2 mm	e2,2 mm	e1,1 mm	e1,2 mm
40	50	40	38	38

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>

Situation	V_{zd} kN
P/T	10.0

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ_{M0}	γ_{M1}	γ_{M2}
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

Ergebnisse

Anschluss an Hauptträger: 1 - schnittige Verbindung 1 x 1 M16

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
5.0	10.7	0.20	7.9	5.0	6.1

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a	Hauptträger					
		e_1	e_2	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm			kN	
vert.(z)	5.0	75	54	1.00	2.50	92.2	0.05
horz.(x)	6.1	54	75	1.00	2.50	92.2	0.07

Richtung	V_a	Winkel					
		e_1	e_2	α_b	k_1	$F_{b,Rd}$	η
	kN	mm	mm			kN	
vert.(z)	5.0	38	25	0.70	2.19	70.5	0.07
horz.(x)	6.1	25	38	0.46	2.50	53.3	0.11

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
7.9	0.60	30.1	0.26

Anschluss an Nebenträger: 2 - schnittige Verbindung 2 x 1 M16

$V_{z,d}$ kN	I_p cm²	$M_{yv,d}$ kNm	$V_{a,d}$ kN	$V_{az,d}$ kN	$V_{ax,d}$ kN
10.0	12.5	0.65	18.0	18.0	-

Lochleibungstragfähigkeit

Richtung	V_a kN	e_1 mm	e_2 mm	Nebenträger α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	18.0	50	30	0.92	2.19	51.1	0.35

Richtung	V_a kN	e_1 mm	e_2 mm	Winkel α_b	k_1	$F_{b,Rd}$ kN	η
vert.(z)	18.0	38	40	0.70	2.19	141.0	0.13

Abschertragfähigkeit

V_a kN	α_v	$F_{v,Rd}$ kN	η
18.0	0.60	60.3	0.30

Blockversagen

Bauteil	A_{nv} cm²	A_{nt} cm²	$V_{eff,2,Rd}$ kN	η
Nebenträger	2.2	2.9	72.4	0.14
Winkel	2.9	6.3	129.7	0.04

Kontaktpressung Winkel an Nebenträger durch Anschluss an Hauptträger mit nur einer Schraube

Fläche b_{eff} mm	h_{eff} mm	A_{eff} cm²	Kontaktpressung $\sigma_{C,d}$ N/mm²	$\sigma_{R,d}$ N/mm²	η
16	10	1.6	37.1	235.0	0.16

Querschnittsnachweis im Ausklinkungsbereich vom Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt (T - unten) h mm	t_s mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	Schnittgrößen V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	Tragfähigkeit σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
108	6	18.0	20.9	155.8	10.0	150	-1.50	235.0	135.7	83.9	24.3	83.9	0.36

Querschnittsnachweis im Anschnitt Winkel zum Anschluss an Nebenträger nach Gl(6.1)

Querschnitt h mm	b mm	A cm²	S_y cm³	I_y cm⁴	Schnittgrößen V_z kN	e_{My} mm	M_y kNm	Tragfähigkeit σ_{Rd} N/mm²	τ_{Rd} N/mm²	σ_d N/mm²	τ_d N/mm²	$\sigma_{d,V}$ N/mm²	η
76	10	7.6	7.1	35.9	5.0	65	-0.33	235.0	135.7	-34.2	9.9	34.2	0.15

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Anschluss Hauptträger	η	=	**0.07**	Lochleibung Träger
Anschluss Hauptträger	η	=	**0.11**	Lochleibung Winkel
Anschluss Hauptträger	η	=	**0.26**	Abscheren Schrauben
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.35**	Lochleibung Träger
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.13**	Lochleibung Winkel
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.30**	Abscheren Schrauben
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.14**	Blockversagen Träger
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.04**	Blockversagen Winkel
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.16**	Kontaktpressung Winkel
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.36**	Ausklinkung
Anschluss Nebenträger	η	=	**0.15**	Anschnitt Winkel

Hallenrahmen S7+ (FRILO 2026-0-7)

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)

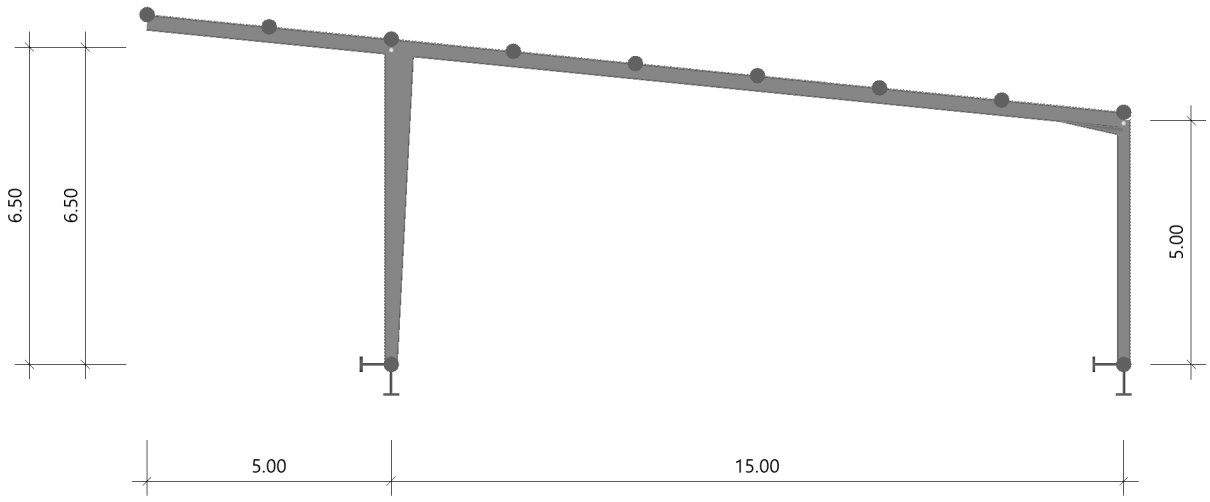
Einstellungen zur Tragsicherheit

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

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit δ_{lim} = l_{eff}/ 200

System



Stahlmaterialkennwerte : S235

	E_k =	210000	N/mm²	G_k =	80769	N/mm²
	γ =	78.50	kN/m³	μ =	0.30	
				β_W =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

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 cm⁴	W_y cm³	A cm²
Stütze links	HEA 280	13700.0	1012.8	97.3
Stützenvoute links	-	82051.3	2692.7	124.4
Riegel	HEA 340	27700.0	1678.4	134.0
Riegelvoute rechts	-	69116.1	2606.7	200.5
Stütze rechts	HEA 280	13700.0	1012.8	97.3
Kragarm links	HEA 340	27700.0	1678.4	134.0

System Pultdach

Abmessungen als Systemmaße

Fußpunkte	: gelenkig				
Stützenanschluss links um y	= 65512.8	kNm/rad	Stützenanschluss rechts um y	= 15972.6	kNm/rad
Kragarm links um y	biegesteif				
Anschlüsse wölbfrei modelliert.					
Systemweite	= 15.00	m			
Systemhöhe links	= 6.50	m	Systemhöhe rechts	= 5.00	m
Kragarm links	= 5.00	m			
			Riegelvoute rechts	l = 1.20	m
			Riegelvoute rechts	h = 0.15	m
			Riegelvoute rechts	Gurte innen/außen	
Stützenvoute links	h = 0.33	m			
Stützenvoute links	Gurte nur außen				
Dicke Dachaufbau	= -		Dicke Wandaufbau	= -	
Rahmenabstand	= 6.25	m	Lage Innenrahmen		
Dachneigung	= 5.7	°	Gesamtgewicht	= 3096	kg

zusätzliche Lager für Stabilitätsnachweis

Baugruppe	Abstand m	Cy kN/m	Angriff	Cφx kNm/rad
Dach	-5.00	starr	Oberkante	-
Dach	-2.50	starr	Oberkante	-
Dach	0.00	starr	Oberkante	-
Dach	2.50	starr	Oberkante	-
Dach	5.00	starr	Oberkante	-
Dach	7.50	starr	Oberkante	-
Dach	10.00	starr	Oberkante	-
Dach	12.50	starr	Oberkante	-
Dach	15.00	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 2922* Celle in Niedersachsen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)

Geländehöhe ü. N N	= 48	m	Differenz zur Geländehöhe	= 0.00	m
Gebäudelänge	= 31.25	m	(quer zum Windangriff)		
Gelände Kategorie II			Windzone 2		
Höhe für q	h = 7.17	m	Basiswindgeschwindigkeit	vb_0 = 25.00	m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h) = 0.76	kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	qb_0 = 0.39	kN/m²
Bodenschneelast	sk = 0.85	kN/m²	Schneezone 2		
Formbeiwert	μ = 0.80				
	C_t = 1.000			C_e = 1.000	
Beiwert außergew.	C_{esl} = 2.300				

Standardlasten

Dachlast g = 0.36 kN/m² Dfl Wandlast g = 0.26 kN/m² als Normalkraftverlauf

Schnee s = 0.68 kN/m² Gfl

Schnee s_A = 1.56 kN/m² Gfl außergew.

Wind von links auf Riegel: Pultdach (Dfl, für geschlossene Baukörper)
Bereich G Sog = -0.98 kN/m²
cpe = -1.30
Bereich H Sog = -0.61 kN/m²
cpe = -0.81
Bereich D Sog = -0.55 kN/m² Überstand links

Wind von rechts auf Riegel: Pultdach (Dfl, für geschlossene Baukörper)
Bereich G Sog = -0.89 kN/m² Druck = 0.01 kN/m²
cpe = -1.17 cpe = 0.01
Bereich H Sog = -0.44 kN/m² Druck = 0.01 kN/m²
cpe = -0.58 cpe = 0.01
Bereich E Druck = 0.27 kN/m² Überstand links

Wind auf Stütze (für geschlossene Baukörper)
Bereich h_0 D = 0.55 kN/m² E = -0.27 kN/m² bis 6.68 m
cpe = 0.73 cpe = -0.36

Randabstände für Wind von links bzw. rechts
e/10 = 1.43 m e/2 = 7.17 m
e/5 = 2.87 m e/4 = 3.58 m

Standardlastfälle

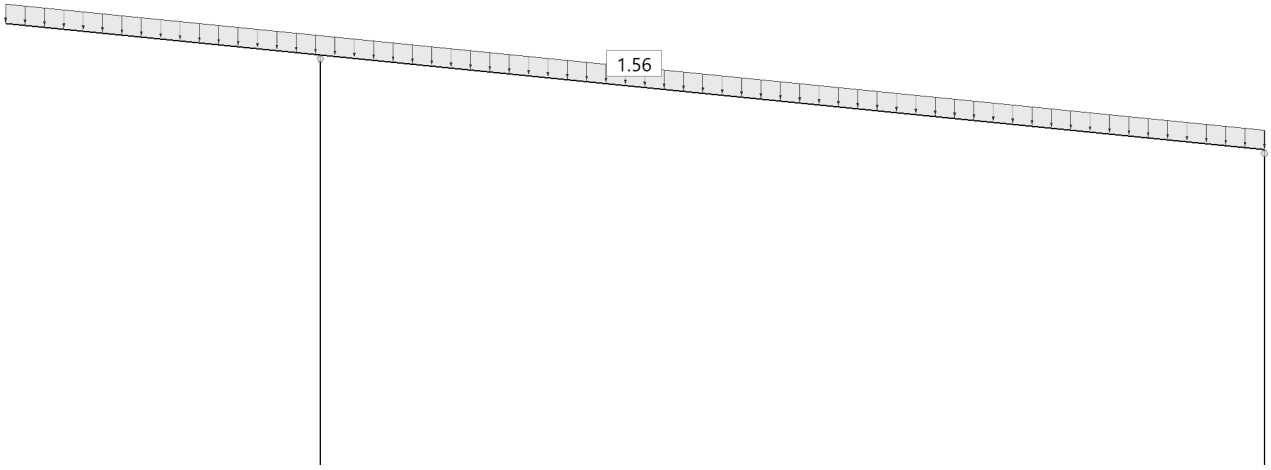
Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
1	Eigengewicht automatisch + Dach-/Wandlast	ständig	0	3	aktiv
2	Wind von links Fall 1	Windlasten	100	5	aktiv
6	Wind von rechts Fall 1	Windlasten	100	5	aktiv
7	Wind von rechts Fall 2	Windlasten	100	5	aktiv
10	Wind von links ohne Sog	Windlasten	100	3	aktiv
11	Wind von rechts ohne Sog	Windlasten	100	4	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

Zusatzlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
21	PV	ständig, demontierbar (PV)	0	1	aktiv
22	Windinnendruck	außergewöhnliche Einwirkungen	1	3	aktiv
23	Windinnensog	außergewöhnliche Einwirkungen	1	3	aktiv

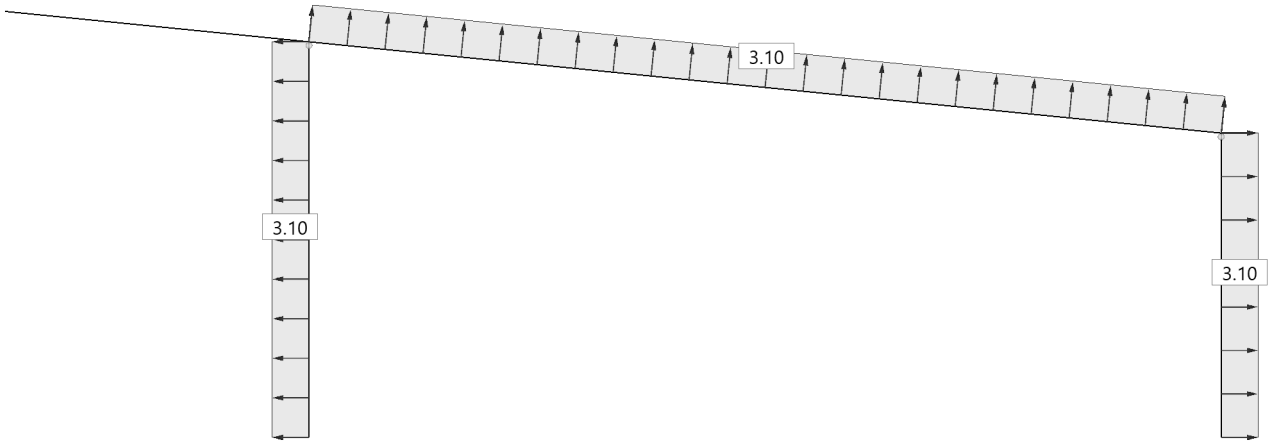
Nr : Eindeutige Kennung
Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine
Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten



Lastfall 21 PV - Streckenlasten

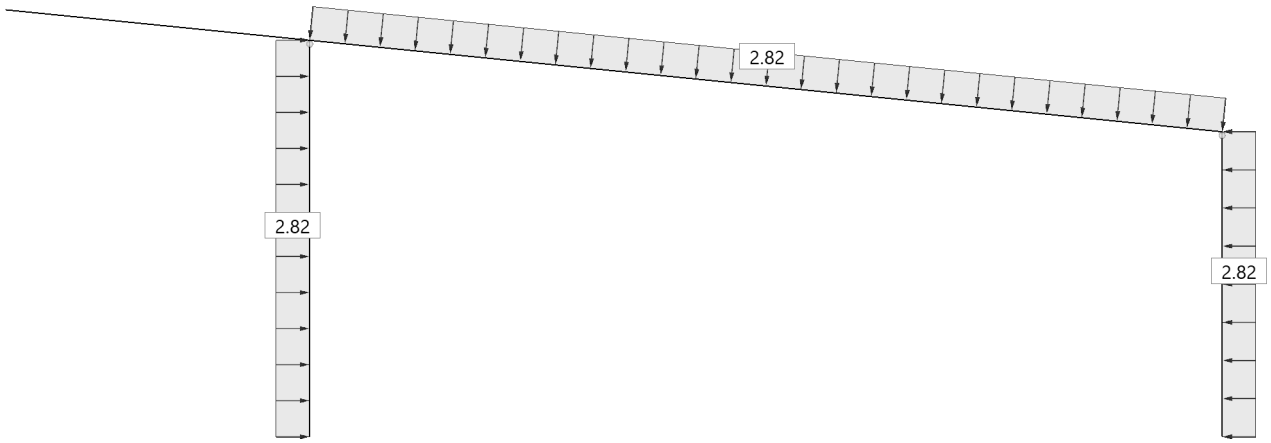
Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	*	Gfl	Dfl	1.56	1.56	-5.00	20.00	Oberkante

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.
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 22 Windinnendruck - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	*	Dfl	Dfl	-3.10	-3.10	0.00	15.00	Oberkante
Wand li	*	Wfl	Dfl	-3.10	-3.10	0.00	6.50	Oberkante
Wand re	*	Wfl	Wfl	-3.10	-3.10	0.00	5.00	Oberkante



Lastfall 23 Windinnensog - Streckenlasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Bezug	Wert Anfang kN/m	Wert Ende kN/m	Abstand m	Länge m	Angriff
Dach	*	Dfl	Dfl	2.82	2.82	0.00	15.00	Oberkante
Wand li	*	Wfl	Dfl	2.82	2.82	0.00	6.50	Oberkante
Wand re	*	Wfl	Wfl	2.82	2.82	0.00	5.00	Oberkante

Einwirkungen

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
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	1.00			
		charakteristisch		1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			
29	Q	ständig/vorübergehend	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
		charakteristisch		1.00	0.00			

Ergebnisse

Hinweis zum Ergebnis

Der Nachweis der Verbindungen ist gesondert zu führen!

Imperfektionen

globale Anfangsschiefstellung

$\varphi_0 = 1/200$ $\quad \alpha_h = 0.7845$

$\varphi = \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.0034$ $\quad m = 2$ $\quad \alpha_m = 0.8660$

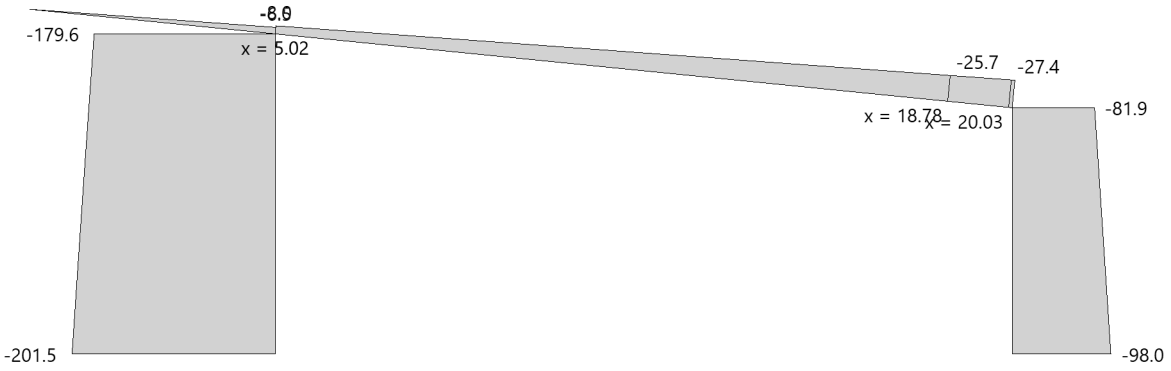
Übersicht Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Querschnittstragfähigkeit - Theorie 2.Ordnung

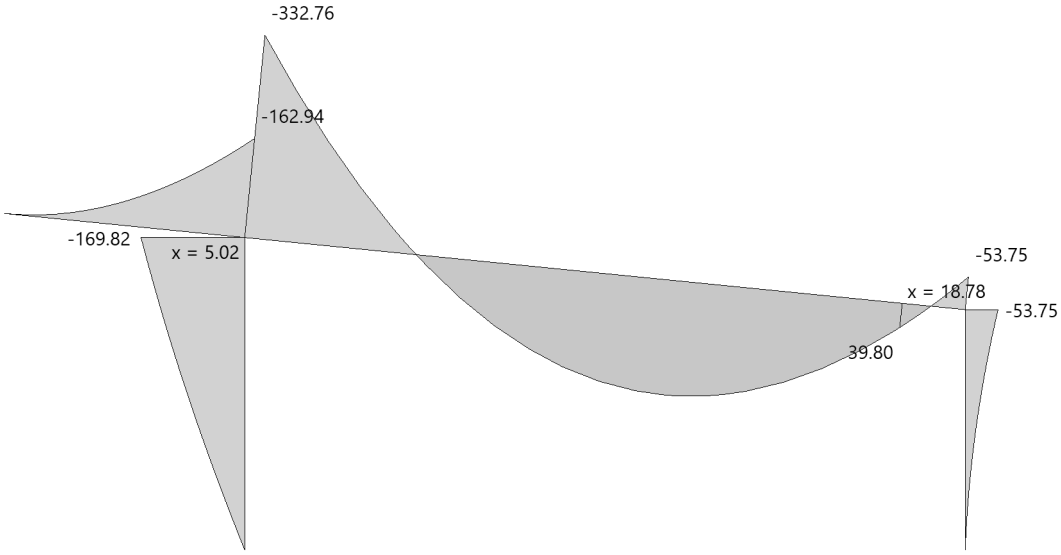
Bauteil	x m	η_N	η_{Vz}	η_{My}	GI	QkI	η	Lfk
Stütze links	6.50	0.07	0.04	0.31	6.2	3	0.38	19
Riegel	0.00	0.00	0.21	0.88	6.2	1	0.88	11
Stütze rechts	0.00	0.04	0.06	0.68	6.2	1	0.68	18
Kragarm links	5.02	0.00	0.13	0.47	6.2	1	0.47	279

Stütze links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

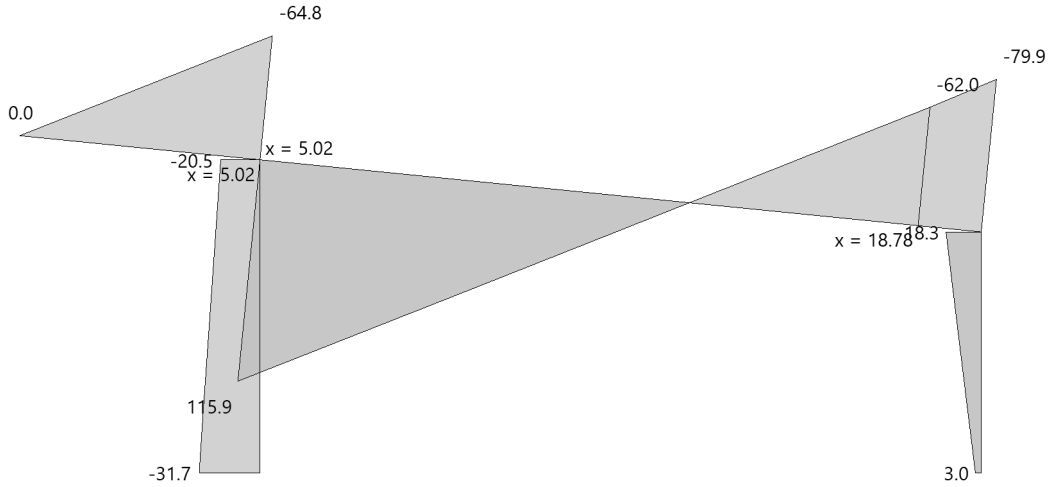
N [kN] zur Lastfallkombination 19 - Theorie 2.Ordnung



My [kNm] zur Lastfallkombination 19 - Theorie 2.Ordnung



Vz [kN] zur Lastfallkombination 19 - Theorie 2.Ordnung



Schnittgrößen - Theorie 1.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-200.8	-30.2	0.00
0.34	-199.7	-29.7	-10.25
0.34	-199.7	-29.7	-10.25
0.68	-198.6	-29.2	-20.31
0.68	-198.6	-29.2	-20.31
0.93	-197.8	-28.8	-27.40
0.93	-197.8	-28.8	-27.40
1.03	-197.5	-28.7	-30.20
1.03	-197.5	-28.7	-30.20
1.37	-196.4	-28.1	-39.92
1.71	-195.2	-27.6	-49.45
1.86	-194.8	-27.4	-53.48
2.05	-194.1	-27.1	-58.80
2.39	-193.0	-26.6	-67.98
2.74	-191.8	-26.0	-76.98
2.79	-191.7	-26.0	-78.25
3.08	-190.7	-25.5	-85.79
3.42	-189.5	-25.0	-94.44
3.71	-188.5	-24.6	-101.70
3.76	-188.4	-24.5	-102.90
4.11	-187.2	-24.0	-111.18
4.45	-186.0	-23.4	-119.29
4.64	-185.4	-23.1	-123.84
4.79	-184.9	-22.9	-127.21
5.13	-183.7	-22.4	-134.96
5.47	-182.5	-21.9	-142.53
5.57	-182.2	-21.7	-144.66
5.82	-181.3	-21.3	-149.92
6.16	-180.1	-20.8	-157.13
6.50	-178.9	-20.3	-164.17

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 19

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-201.5	-31.7	0.00
0.34	-200.4	-31.1	-10.75
0.68	-199.3	-30.6	-21.31
0.93	-198.5	-30.2	-28.73
0.93	-198.5	-30.2	-28.73
1.03	-198.2	-30.0	-31.67
1.37	-197.1	-29.4	-41.84
1.71	-195.9	-28.8	-51.80
1.71	-195.9	-28.8	-51.80
1.86	-195.5	-28.6	-56.01
1.86	-195.5	-28.6	-56.01
2.05	-194.8	-28.2	-61.56
2.39	-193.7	-27.6	-71.12
2.74	-192.5	-27.0	-80.47
2.79	-192.4	-27.0	-81.79
2.79	-192.4	-26.9	-81.79
3.08	-191.4	-26.4	-89.62
3.42	-190.2	-25.8	-98.56
3.71	-189.2	-25.3	-106.06
3.71	-189.2	-25.3	-106.06
3.76	-189.1	-25.2	-107.29
4.11	-187.9	-24.6	-115.82
4.45	-186.7	-24.0	-124.15
4.64	-186.1	-23.7	-128.81
4.64	-186.1	-23.7	-128.81
4.79	-185.6	-23.4	-132.27
4.79	-185.6	-23.4	-132.27
5.13	-184.4	-22.8	-140.18
5.47	-183.2	-22.3	-147.90
5.57	-182.9	-22.1	-150.06
5.57	-182.9	-22.1	-150.06
5.82	-182.0	-21.7	-155.41
6.16	-180.8	-21.1	-162.72
6.50	-179.6	-20.5	-169.82

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 19

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.10	0.08	0.00	0.10
0.34	1	0.09	0.07	0.04	0.09
0.68	1	0.09	0.07	0.08	0.09
0.93	1	0.09	0.07	0.11	0.11
0.93	2	0.09	0.07	0.09	0.09
1.03	2	0.09	0.06	0.10	0.10
1.37	1	0.09	0.06	0.13	0.13
1.71	1	0.09	0.06	0.16	0.16
1.71	1	0.09	0.06	0.16	0.16
1.86	1	0.09	0.06	0.18	0.18
1.86	3	0.09	0.06	0.17	0.25
2.05	3	0.09	0.06	0.18	0.27
2.39	3	0.08	0.05	0.21	0.30
2.74	3	0.08	0.05	0.24	0.32
2.79	3	0.08	0.05	0.24	0.33
2.79	3	0.08	0.05	0.21	0.29
3.08	3	0.08	0.05	0.23	0.31
3.42	3	0.08	0.05	0.25	0.33
3.71	3	0.08	0.05	0.27	0.35
3.71	3	0.08	0.04	0.24	0.32

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
3.76	3	0.08	0.04	0.24	0.32
4.11	3	0.08	0.04	0.26	0.34
4.45	3	0.08	0.04	0.28	0.36
4.64	3	0.08	0.04	0.29	0.37
4.64	3	0.07	0.04	0.26	0.33
4.79	3	0.07	0.04	0.27	0.34
4.79	3	0.07	0.04	0.27	0.34
5.13	3	0.07	0.04	0.28	0.36
5.47	3	0.07	0.04	0.30	0.37
5.57	3	0.07	0.04	0.30	0.38
5.57	3	0.07	0.04	0.27	0.34
5.82	3	0.07	0.04	0.28	0.35
6.16	3	0.07	0.04	0.30	0.37
6.50	3	0.07	0.04	0.31	0.38

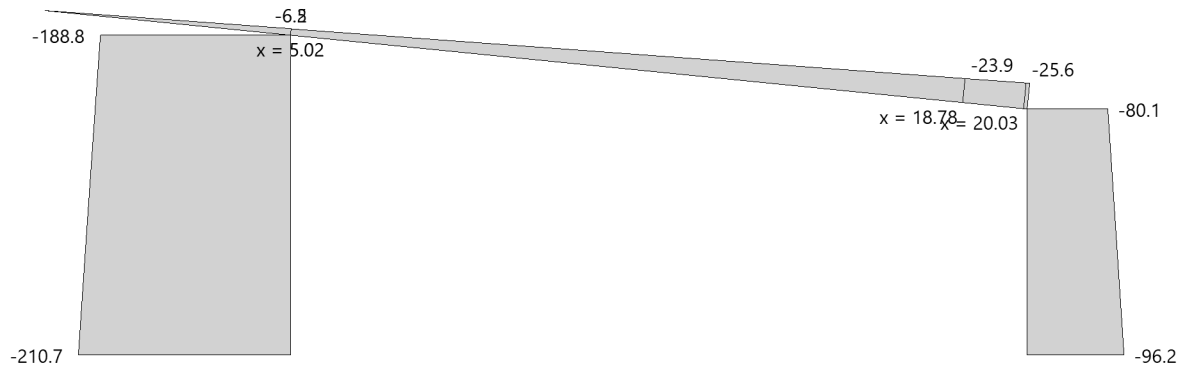
η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}
η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$
η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$

Nachweis für maximale Auslastung bei 6.50 m

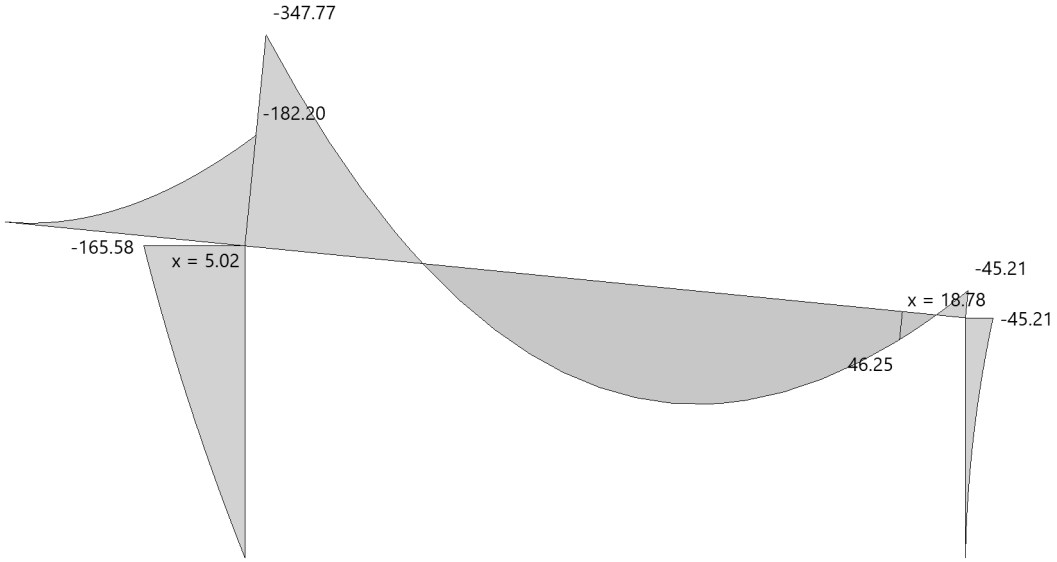
N_{pld}	=	2616.6 kN	N_{Rd}	=	2616.6 kN
N_{Ed}	=	-179.6 kN	η_N	=	0.07
$M_{y,pld}$	=	609.25 kNm	$M_{y,Rd}$	=	547.42 kNm
$M_{y,Ed}$	=	-169.82 kNm	η_{My}	=	0.31
$V_{z,pld}$	=	702.6 kN	$V_{z,Rd}$	=	566.5 kN
$V_{z,Ed}$	=	-20.5 kN	η_{Vz}	=	0.04
			η	**=**	**0.38**

Riegel - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

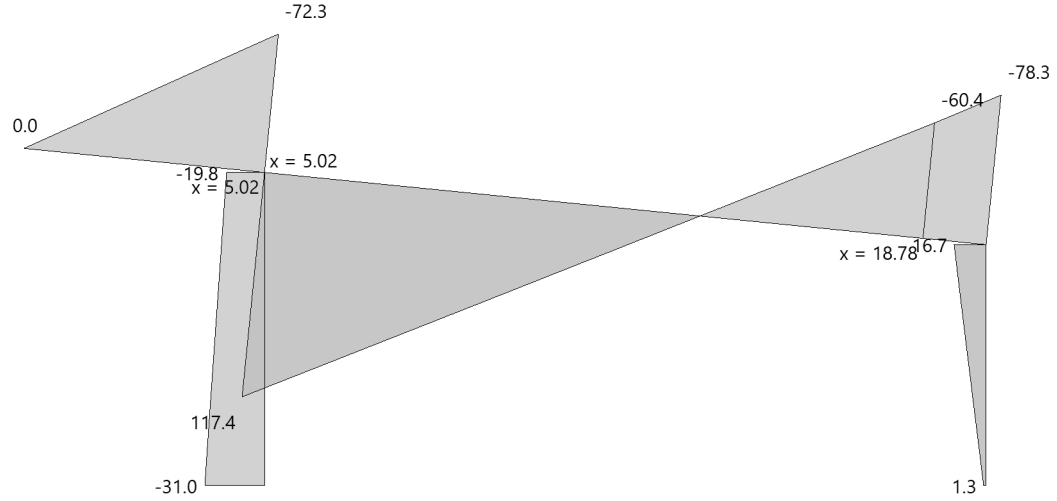
N [kN] zur Lastfallkombination 11 - Theorie 2.Ordnung



My [kNm] zur Lastfallkombination 11 - Theorie 2.Ordnung



Vz [kN] zur Lastfallkombination 11 - Theorie 2.Ordnung



Schnittgrößen - Theorie 1.Ordnung - Lfk 11

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-6.5	116.6	-341.19
0.72	-7.5	107.3	-260.15
1.45	-8.4	97.9	-185.87
2.17	-9.3	88.6	-118.35
2.90	-10.3	79.3	-57.59
3.41	-10.9	72.6	-18.66
3.62	-11.2	69.9	-3.60
4.34	-12.1	60.6	43.63
5.07	-13.0	51.2	84.10
5.79	-14.0	41.9	117.80
6.52	-14.9	32.5	144.74
6.82	-15.3	28.7	153.96
7.24	-15.8	23.2	164.92
7.96	-16.8	13.9	178.33

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
8.69	-17.7	4.5	184.98
9.11	-18.2	-0.9	185.74
9.41	-18.6	-4.8	184.87
10.14	-19.6	-14.2	177.99
10.23	-19.7	-15.3	176.67
10.86	-20.5	-23.5	164.35
11.58	-21.4	-32.9	143.95
12.31	-22.3	-42.2	116.78
13.03	-23.3	-51.5	82.85
13.63	-24.0	-59.3	49.47
13.76	-24.2	-60.9	42.16
13.76	-24.2	-60.9	42.16
13.83	-24.3	-61.8	37.90
13.89	-24.4	-62.8	33.58
13.89	-24.4	-62.8	33.58
13.96	-24.5	-63.7	29.19
14.03	-24.6	-64.6	24.73
14.09	-24.6	-65.3	21.35
14.09	-24.6	-65.3	21.35
14.10	-24.7	-65.6	20.21
14.10	-24.7	-65.6	20.21
14.17	-24.8	-66.5	15.63
14.17	-24.8	-66.5	15.63
14.24	-24.9	-67.4	10.98
14.24	-24.9	-67.4	10.98
14.31	-25.0	-68.4	6.26
14.31	-25.0	-68.4	6.26
14.38	-25.0	-69.3	1.48
14.38	-25.0	-69.3	1.48
14.42	-25.1	-69.8	-0.93
14.45	-25.1	-70.3	-3.36
14.45	-25.1	-70.3	-3.36
14.52	-25.2	-71.2	-8.28
14.52	-25.2	-71.2	-8.28
14.59	-25.3	-72.2	-13.25
14.59	-25.3	-72.2	-13.25
14.66	-25.4	-73.1	-18.29
14.66	-25.4	-73.1	-18.29
14.73	-25.5	-74.0	-23.40
14.73	-25.5	-74.0	-23.40
14.75	-25.5	-74.3	-24.69
14.80	-25.6	-75.0	-28.57
14.80	-25.6	-75.0	-28.57
14.87	-25.7	-75.9	-33.81
14.87	-25.7	-75.9	-33.81
14.94	-25.8	-76.9	-39.12
14.94	-25.8	-76.9	-39.12
15.01	-25.9	-77.8	-44.48
15.01	-25.9	-77.8	-44.49
15.07	-26.0	-78.8	-49.92

Zusätzlich angeforderte Schnittgrößen - Theorie 1.Ordnung - Lfk 11

Baugruppe	Abstand m	x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
Dach	7.00	7.03	-15.6	25.8	159.89

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

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 11

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-6.2	117.4	-347.77
0.72	-7.1	108.1	-266.15
1.45	-8.1	98.8	-191.26
2.17	-9.0	89.5	-123.12
2.90	-9.9	80.1	-61.72
3.41	-10.6	73.5	-22.37
3.41	-10.6	73.5	-22.37
3.62	-10.9	70.8	-7.11
4.34	-11.8	61.5	40.78
5.07	-12.7	52.1	81.90
5.79	-13.6	42.8	116.25
6.52	-14.6	33.4	143.82
6.82	-15.0	29.5	153.30
6.82	-15.0	29.5	153.30
7.24	-15.5	24.1	164.63
7.96	-16.4	14.7	178.66
8.69	-17.4	5.3	185.89
9.11	-17.9	-0.1	186.96
9.41	-18.3	-4.1	186.31
10.14	-19.2	-13.5	179.94
10.23	-19.3	-14.6	178.71
10.23	-19.3	-14.7	178.71
10.86	-20.2	-22.9	166.81
11.58	-21.1	-32.3	146.86
12.31	-22.0	-41.6	120.10
13.03	-22.9	-51.0	86.55
13.63	-23.7	-58.8	53.50
13.63	-23.7	-58.8	53.50
13.76	-23.9	-60.4	46.25
13.76	-23.9	-60.4	46.25
13.83	-24.0	-61.3	42.02
13.89	-24.1	-62.3	37.73
13.96	-24.2	-63.2	33.38
14.03	-24.3	-64.2	28.95
14.09	-24.3	-64.9	25.60
14.09	-24.3	-64.9	25.60
14.10	-24.3	-65.1	24.47
14.17	-24.4	-66.0	19.92
14.24	-24.5	-67.0	15.30
14.31	-24.6	-67.9	10.62
14.38	-24.7	-68.9	5.87
14.42	-24.8	-69.3	3.47
14.42	-24.8	-69.3	3.47
14.45	-24.8	-69.8	1.06
14.45	-24.8	-69.8	1.06
14.52	-24.9	-70.7	-3.82
14.59	-25.0	-71.7	-8.77
14.66	-25.1	-72.6	-13.78
14.73	-25.2	-73.6	-18.85
14.75	-25.2	-73.8	-20.13
14.75	-25.2	-73.8	-20.13
14.80	-25.3	-74.5	-23.99
14.87	-25.4	-75.5	-29.20
14.94	-25.5	-76.4	-34.47
15.01	-25.6	-77.3	-39.81
15.07	-25.7	-78.3	-45.21

Zusätzlich angeforderte Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 11

Baugruppe	Abstand m	x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
Dach	7.00	7.03	-15.2	26.7	159.43

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

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 11

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.21	0.88	0.88
0.72	1	0.00	0.19	0.67	0.67
1.45	1	0.00	0.18	0.48	0.48
2.17	1	0.00	0.16	0.31	0.31
2.90	1	0.00	0.14	0.16	0.16
3.41	1	0.00	0.13	0.06	0.13
3.62	1	0.00	0.13	0.02	0.13
4.34	1	0.00	0.11	0.10	0.11
5.07	1	0.00	0.09	0.21	0.21
5.79	1	0.00	0.08	0.29	0.29
6.52	1	0.01	0.06	0.36	0.36
6.82	1	0.01	0.05	0.39	0.39
7.24	1	0.01	0.04	0.42	0.42
7.96	1	0.01	0.03	0.45	0.45
8.69	1	0.01	0.01	0.47	0.47
9.11	1	0.01	0.00	0.47	0.47
9.41	1	0.01	0.01	0.47	0.47
10.14	1	0.01	0.02	0.45	0.45
10.23	1	0.01	0.03	0.45	0.45
10.86	1	0.01	0.04	0.42	0.42
11.58	1	0.01	0.06	0.37	0.37
12.31	1	0.01	0.07	0.30	0.30
13.03	1	0.01	0.09	0.22	0.22
13.63	1	0.01	0.10	0.13	0.13
13.76	1	0.01	0.11	0.12	0.12
13.76	1	0.01	0.15	0.09	0.15
13.83	1	0.01	0.15	0.08	0.15
13.89	1	0.01	0.15	0.07	0.15
13.96	1	0.01	0.16	0.06	0.16
14.03	1	0.01	0.16	0.06	0.16
14.09	1	0.01	0.16	0.05	0.16
14.09	1	0.01	0.15	0.05	0.15
14.10	1	0.01	0.15	0.04	0.15
14.17	1	0.01	0.15	0.04	0.15
14.24	1	0.01	0.15	0.03	0.15
14.31	1	0.01	0.15	0.02	0.15
14.38	1	0.01	0.16	0.01	0.16
14.42	1	0.01	0.16	0.01	0.16
14.42	1	0.01	0.15	0.01	0.15
14.45	1	0.01	0.15	0.00	0.15
14.45	1	0.01	0.15	0.00	0.15
14.52	1	0.01	0.15	0.01	0.15
14.59	1	0.01	0.15	0.02	0.15
14.66	1	0.01	0.15	0.02	0.15
14.73	1	0.01	0.16	0.03	0.16
14.75	1	0.01	0.16	0.03	0.16
14.75	1	0.01	0.14	0.03	0.14
14.80	1	0.01	0.15	0.04	0.15
14.87	1	0.01	0.15	0.05	0.15
14.94	1	0.01	0.15	0.05	0.15

	x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
	15.01	1	0.01	0.15	0.06	0.15
	15.07	1	0.01	0.15	0.07	0.15

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

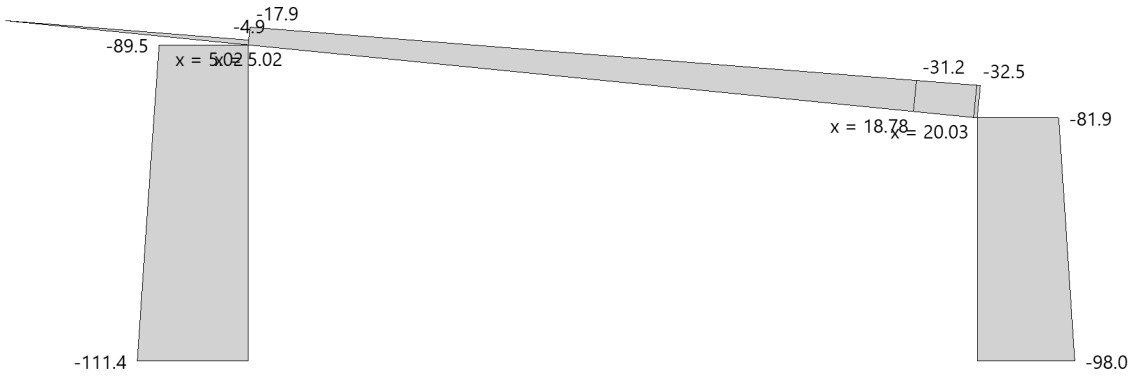
Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

N_{pld}	=	2862.7 kN	N_{Rd}	=	2862.7 kN	
N_{Ed}	=	-6.2 kN	η_N	=	0.00	
$M_{y,pld}$	=	396.44 kNm	$M_{y,Rd}$	=	396.44 kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$	=	-347.77 kNm	η_{My}	=	0.88	
$V_{z,pld}$	=	560.9 kN	$V_{z,Rd}$	=	560.9 kN	
$V_{z,Ed}$	=	117.4 kN	η_{Vz}	=	0.21	
			η	**=**	**0.88**	

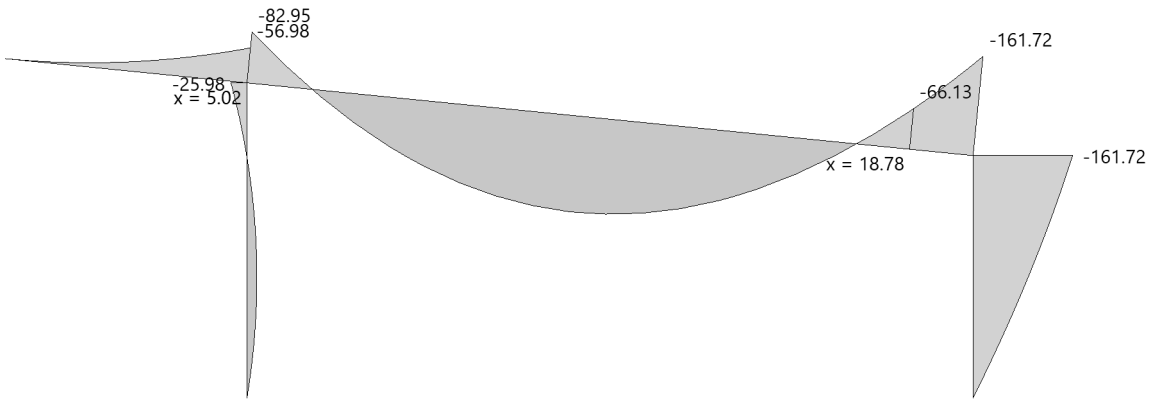
6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Stütze rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

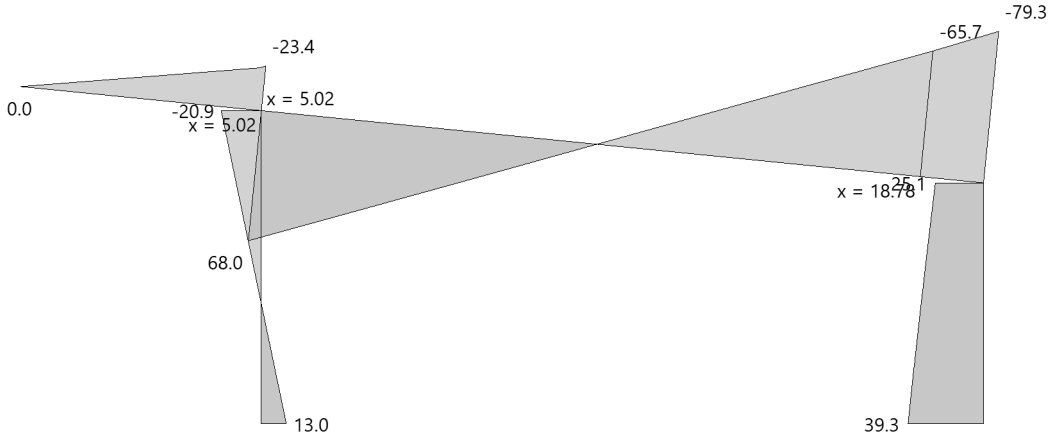
N [kN] zur Lastfallkombination 18 - Theorie 2.Ordnung



My [kNm] zur Lastfallkombination 18 - Theorie 2.Ordnung



Vz [kN] zur Lastfallkombination 18 - Theorie 2.Ordnung



Schnittgrößen - Theorie 1.Ordnung - Lfk 18

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-81.1	24.9	-156.00
0.26	-82.0	25.5	-149.38
0.53	-82.8	26.2	-142.57
0.79	-83.7	26.9	-135.59
1.05	-84.5	27.5	-128.44
1.25	-85.1	28.0	-122.96
1.32	-85.3	28.2	-121.11
1.58	-86.2	28.9	-113.60
1.84	-87.0	29.5	-105.92
2.11	-87.9	30.2	-98.06
2.37	-88.7	30.9	-90.03
2.50	-89.2	31.2	-85.94
2.63	-89.6	31.5	-81.82
2.89	-90.4	32.2	-73.43
3.16	-91.3	32.9	-64.87
3.42	-92.1	33.5	-56.13
3.68	-93.0	34.2	-47.21
3.75	-93.2	34.4	-44.96
3.95	-93.8	34.9	-38.12
4.21	-94.7	35.6	-28.86
4.47	-95.5	36.2	-19.41
4.74	-96.4	36.9	-9.79
5.00	-97.2	37.6	0.00

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 18

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	-81.9	25.1	-161.72
0.26	-82.7	25.9	-155.02
0.53	-83.6	26.6	-148.11
0.79	-84.4	27.4	-141.00
1.05	-85.3	28.2	-133.68
1.25	-85.9	28.8	-128.06
1.25	-85.9	28.8	-128.06
1.32	-86.1	29.0	-126.16
1.58	-87.0	29.8	-118.42
1.84	-87.8	30.5	-110.49
2.11	-88.7	31.3	-102.35

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
2.37	-89.5	32.0	-94.02
2.50	-89.9	32.4	-89.78
2.50	-89.9	32.5	-89.78
2.63	-90.4	32.8	-85.49
2.89	-91.2	33.6	-76.75
3.16	-92.1	34.3	-67.82
3.42	-92.9	35.0	-58.70
3.68	-93.8	35.7	-49.39
3.75	-94.0	35.9	-47.04
3.75	-94.0	36.0	-47.04
3.95	-94.6	36.5	-39.88
4.21	-95.5	37.2	-30.19
4.47	-96.3	37.9	-20.30
4.74	-97.1	38.6	-10.24
5.00	-98.0	39.3	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 18

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.04	0.06	0.68	0.68
0.26	1	0.04	0.07	0.65	0.65
0.53	1	0.04	0.07	0.62	0.62
0.79	1	0.04	0.07	0.59	0.59
1.05	1	0.04	0.07	0.56	0.56
1.25	1	0.04	0.07	0.54	0.54
1.32	1	0.04	0.07	0.53	0.53
1.58	1	0.04	0.08	0.50	0.50
1.84	1	0.04	0.08	0.46	0.46
2.11	1	0.04	0.08	0.43	0.43
2.37	1	0.04	0.08	0.39	0.39
2.50	1	0.04	0.08	0.38	0.38
2.63	1	0.04	0.08	0.36	0.36
2.89	1	0.04	0.09	0.32	0.32
3.16	1	0.04	0.09	0.28	0.28
3.42	1	0.04	0.09	0.25	0.25
3.68	1	0.05	0.09	0.21	0.21
3.75	1	0.05	0.09	0.20	0.20
3.95	1	0.05	0.09	0.17	0.17
4.21	1	0.05	0.09	0.13	0.13
4.47	1	0.05	0.10	0.09	0.10
4.74	1	0.05	0.10	0.04	0.10
5.00	1	0.05	0.10	0.00	0.10

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

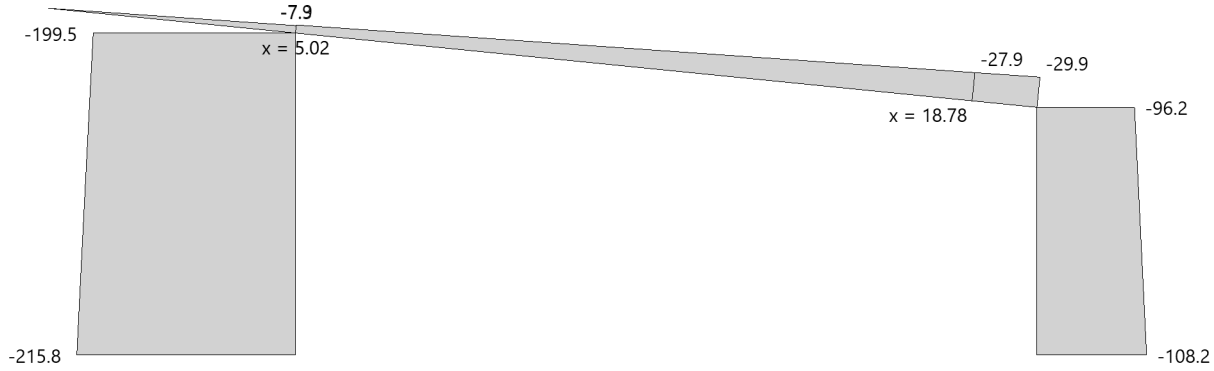
Nachweis für maximale Auslastung bei 0.00 m

N_{pld}	=	2078.7 kN	N_{Rd}	=	2078.7 kN	
N_{Ed}	=	-81.9 kN	η_N	=	0.04	
$M_{y,pld}$	=	238.33 kNm	$M_{y,Rd}$	=	238.33 kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$	=	-161.72 kNm	η_{My}	=	0.68	
$V_{z,pld}$	=	392.0 kN	$V_{z,Rd}$	=	392.0 kN	
$V_{z,Ed}$	=	25.1 kN	η_{Vz}	=	0.06	
			η	**=**	**0.68**	

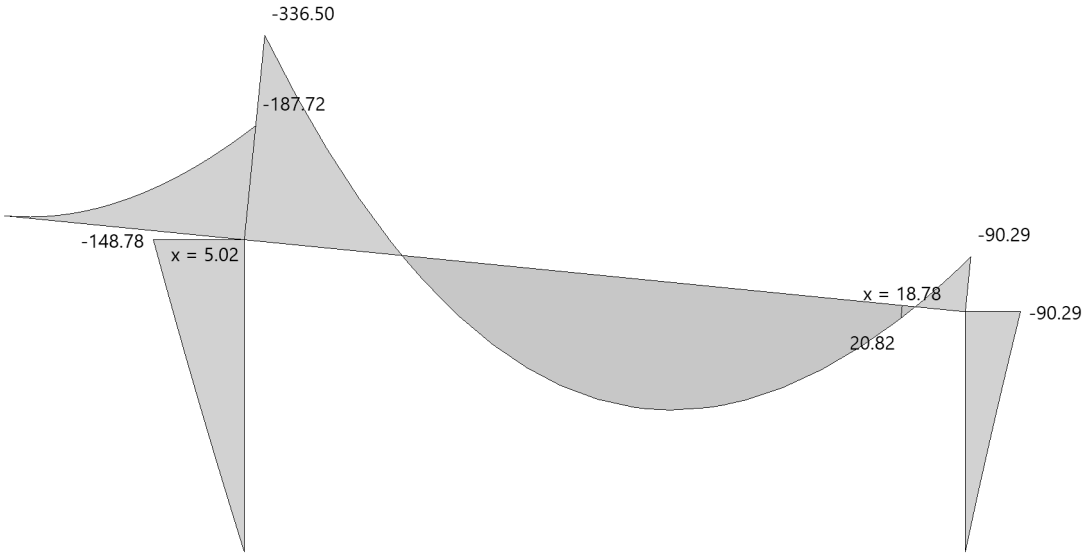
6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Kragarm links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

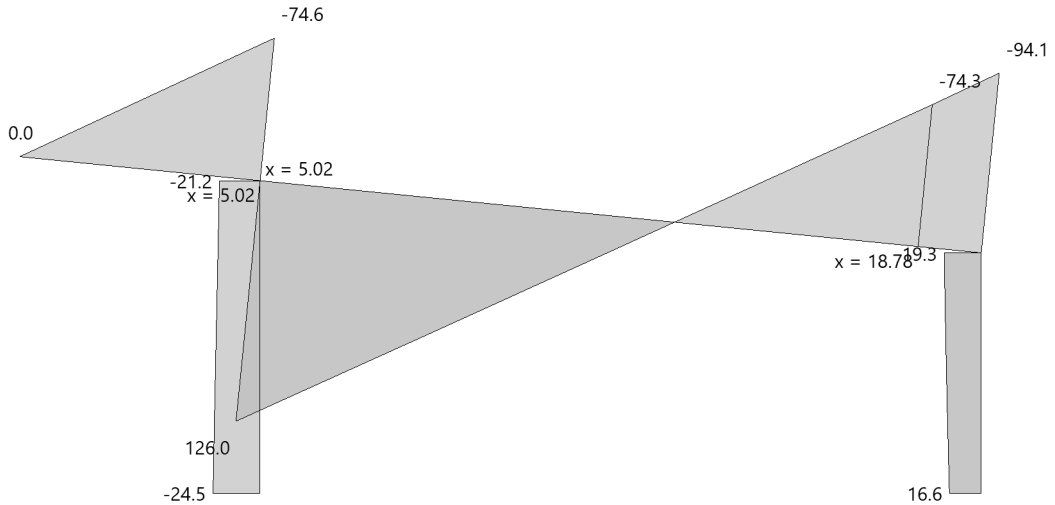
N [kN] zur Lastfallkombination 279 - Theorie 2.Ordnung



My [kNm] zur Lastfallkombination 279 - Theorie 2.Ordnung



Vz [kN] zur Lastfallkombination 279 - Theorie 2.Ordnung



Schnittgrößen - Theorie 1.Ordnung - Lfk 279

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	0.0	0.0	0.00
0.26	-0.4	-3.9	-0.52
0.53	-0.8	-7.9	-2.08
0.79	-1.2	-11.8	-4.68
1.06	-1.5	-15.7	-8.32
1.32	-1.9	-19.7	-13.00
1.41	-2.0	-20.9	-14.74
1.59	-2.3	-23.6	-18.72
1.85	-2.7	-27.5	-25.48
2.12	-3.1	-31.5	-33.28
2.38	-3.5	-35.4	-42.12
2.57	-3.7	-38.2	-49.04
2.64	-3.8	-39.3	-52.00
2.91	-4.2	-43.3	-62.92
3.17	-4.6	-47.2	-74.88
3.44	-5.0	-51.1	-87.88
3.70	-5.4	-55.1	-101.92
3.73	-5.4	-55.4	-103.36
3.97	-5.8	-59.0	-116.99
4.23	-6.1	-62.9	-133.11
4.50	-6.5	-66.9	-150.27
4.76	-6.9	-70.8	-168.47
4.89	-7.1	-72.7	-177.69
5.02	-7.3	-74.7	-187.71

Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 279

x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm
0.00	0.0	0.0	0.00
0.26	-0.4	-3.9	-0.52
0.53	-0.8	-7.9	-2.08
0.79	-1.2	-11.8	-4.68
1.06	-1.5	-15.7	-8.32
1.32	-1.9	-19.7	-13.00
1.41	-2.0	-20.9	-14.74
1.59	-2.3	-23.6	-18.72
1.85	-2.7	-27.5	-25.49
2.12	-3.1	-31.5	-33.29
2.38	-3.5	-35.4	-42.13
2.57	-3.7	-38.2	-49.05
2.57	-3.7	-38.2	-49.05
2.64	-3.8	-39.3	-52.01
2.91	-4.2	-43.3	-62.93
3.17	-4.6	-47.2	-74.89
3.44	-5.0	-51.1	-87.89
3.70	-5.4	-55.1	-101.93
3.73	-5.4	-55.4	-103.37
3.97	-5.8	-59.0	-117.01
4.23	-6.1	-62.9	-133.13
4.50	-6.5	-66.8	-150.29
4.76	-6.9	-70.8	-168.49
4.89	-7.1	-72.7	-177.70
4.89	-7.1	-72.7	-177.70
5.02	-7.3	-74.6	-187.72

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 279

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.26	1	0.00	0.01	0.00	0.01
0.53	1	0.00	0.01	0.01	0.01
0.79	1	0.00	0.02	0.01	0.02
1.06	1	0.00	0.03	0.02	0.03
1.32	1	0.00	0.04	0.03	0.04
1.41	1	0.00	0.04	0.04	0.04
1.59	1	0.00	0.04	0.05	0.05
1.85	1	0.00	0.05	0.06	0.06
2.12	1	0.00	0.06	0.08	0.08
2.38	1	0.00	0.06	0.11	0.11
2.57	1	0.00	0.07	0.12	0.12
2.64	1	0.00	0.07	0.13	0.13
2.91	1	0.00	0.08	0.16	0.16
3.17	1	0.00	0.08	0.19	0.19
3.44	1	0.00	0.09	0.22	0.22
3.70	1	0.00	0.10	0.26	0.26
3.73	1	0.00	0.10	0.26	0.26
3.97	1	0.00	0.11	0.30	0.30
4.23	1	0.00	0.11	0.34	0.34
4.50	1	0.00	0.12	0.38	0.38
4.76	1	0.00	0.13	0.42	0.42
4.89	1	0.00	0.13	0.45	0.45
5.02	1	0.00	0.13	0.47	0.47

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 5.02 m

N_{pld} =	2862.7	kN	N_{Rd} =	2862.7	kN	
N_{Ed} =	-7.3	kN	η_N =	0.00		
$M_{y,pld}$ =	396.44	kNm	$M_{y,Rd}$ =	396.44	kNm	6.33-35)
$M_{y,Ed}$ =	-187.72	kNm	η_{My} =	0.47		
$V_{z,pld}$ =	560.9	kN	$V_{z,Rd}$ =	560.9	kN	
$V_{z,Ed}$ =	-74.6	kN	η_{Vz} =	0.13		
			η =	**0.47**		

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

Übersicht Stabilitätsnachweis

Stabilitätsnachweis - 6.3.3 - Anhang B

Baugruppe	x m	Qkl	N_{Ed} kN	$M_{y,Ed}$ kNm	Gl	η	Lfk
Stütze links	6.50	3	201.3	169.82	6.62	0.49	19
Riegel	5.02	1	25.5	347.77	6.62	0.83	11
Stütze rechts	0.00	1	97.8	161.72	6.62	0.74	18

Hinweis: innenliegende Gurte im Bereich der Vouten werden im Stabilitätsnachweis vernachlässigt!

Stabilität-Stütze links

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

N_{Ed}	=	201.3	kN	N_{Rk}	=	2917.5	kN
$N_{cr,y}$	=	18376.7	kN				
s_{ky}	=	3.98	m				
λ_y	=	0.35					
χ_y	=	0.94					
k_{yy}	=	0.65		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	169.82	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	1104.64	kNm				
χ_{lt}	=	0.83					
$M_{y,Rk}$	=	628.47	kNm	$M_{z,Rk}$	=	79.94	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 19 bei x = 6.50 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.49**

N_{Ed}	=	201.3	kN	N_{Rk}	=	2917.5	kN
$N_{cr,z}$	=	2467.6	kN				
s_{kz}	=	6.32	m				
λ_z	=	0.96					
χ_z	=	0.56					
k_{zy}	=	0.98		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	169.82	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	1104.64	kNm				
χ_{lt}	=	0.83					
$M_{y,Rk}$	=	628.47	kNm	$M_{z,Rk}$	=	79.94	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 19 bei x = 6.50 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Riegel

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.45**

N_{Ed}	=	25.5	kN	N_{Rk}	=	3149.0	kN
$N_{cr,y}$	=	3969.8	kN				
s_{ky}	=	12.03	m				
λ_y	=	0.89					
χ_y	=	0.67					
k_{yy}	=	0.50		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	347.77	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	1488.46	kNm				
χ_{lt}	=	0.99					
$M_{y,Rk}$	=	436.08	kNm	$M_{z,Rk}$	=	177.78	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 11 bei x = 5.02 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.83**

N_{Ed}	=	25.5	kN	N_{Rk}	=	3149.0 kN
$N_{cr,z}$	=	30060.6	kN			
s_{kz}	=	2.26	m			
λ_z	=	0.32				
χ_z	=	0.94				
k_{zy}	=	0.92		k_{zz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	347.77	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	1488.46	kNm			
χ_{lt}	=	0.99				
$M_{y,Rk}$	=	436.08	kNm	$M_{z,Rk}$	=	177.78 kNm
γ_{M1}	=	1.10				

Nachweis für Lfk 11 bei x = 5.02 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Stütze rechts

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.49**

N_{Ed}	=	97.8	kN	N_{Rk}	=	2286.6 kN
$N_{cr,y}$	=	12349.0	kN			
s_{ky}	=	4.80	m			
λ_y	=	0.43				
χ_y	=	0.91				
k_{yy}	=	0.65		k_{yz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	161.72	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	1189.69	kNm			
χ_{lt}	=	1.00				
$M_{y,Rk}$	=	262.16	kNm	$M_{z,Rk}$	=	121.85 kNm
γ_{M1}	=	1.10				

Nachweis für Lfk 18 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.74**

N_{Ed}	=	97.8	kN	N_{Rk}	=	2286.6 kN
$N_{cr,z}$	=	4290.6	kN			
s_{kz}	=	4.80	m			
λ_z	=	0.73				
χ_z	=	0.71				
k_{zy}	=	0.99		k_{zz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	161.72	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	1189.69	kNm			
χ_{lt}	=	1.00				
$M_{y,Rk}$	=	262.16	kNm	$M_{z,Rk}$	=	121.85 kNm
γ_{M1}	=	1.10				

Nachweis für Lfk 18 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Nachweis für Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit SERV

Verformungsnachweis - Relativverformung in z $f_{Cd} = l_{eff}/200$

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	3.42	6.50	0.00	6.50	0.4	3.3	0.12	307
Riegel	4.50	7.49	0.00	7.49	0.7	3.7	0.17	304
Riegel	12.92	10.89	7.49	18.37	2.9	5.4	0.52	304
Riegel	19.34	1.73	18.37	20.10	0.02	0.9	0.02	304
Stütze rechts	2.11	5.00	0.00	5.00	0.7	2.5	0.26	305

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 leff
η : größte Auslastung der berechneten Stelle
Lfk : Lastfallkombination

Größte Ausnutzung **η = 0.52** in Baugruppe Riegel

Verformungen

Verformungen kombiniert - Theorie 1.Ordnung

Knoten	horizontal cm	vertikal cm	Lfk
Kragarm links	5.7	-4.5	326
Kragarm links	-3.6	2.4	303
Rahmenecke links	5.7	-0.6	326
Rahmenecke links	-3.6	0.4	303
Rahmenecke links	-3.4	0.4	328
Rahmenecke links	5.6	-0.6	299
Rahmenecke rechts	5.7	-0.6	326
Rahmenecke rechts	-3.6	0.4	303
Rahmenecke rechts	-2.0	0.2	306

Knotenkräfte

Knotenkräfte kombiniert - Theorie 2.Ordnung

Knoten	Ufer	N_d kN	$M_{y,d}$ kNm	$V_{z,d}$ kN	Lfk
Rahmenecke links	links	-7.3	-162.07	-65.0	275
Rahmenecke links	links	-1.7	117.26	42.4	127
Rahmenecke links	links	-7.3	-187.72	-74.6	279
Rahmenecke links	rechts	14.9	-14.43	-0.7	195
Rahmenecke links	rechts	-19.1	-137.21	61.9	172
Rahmenecke links	rechts	-9.7	223.53	-39.9	127
Rahmenecke links	rechts	-6.2	-347.77	117.4	11
Rahmenecke links	rechts	-7.9	-336.50	126.0	279
Rahmenecke links	unten	82.9	106.27	-0.3	127
Rahmenecke links	unten	-199.5	-148.78	-21.2	279
Rahmenecke links	unten	-179.6	-169.82	-20.5	19
Rahmenecke links	unten	-16.3	24.66	15.0	196
Rahmenecke links	unten	-97.9	-104.20	-25.0	139
Rahmenecke rechts	links	9.9	16.55	4.9	195
Rahmenecke rechts	links	-34.5	-149.53	-94.5	16
Rahmenecke rechts	links	-1.1	50.11	17.7	130
Rahmenecke rechts	links	-32.6	-161.72	-79.3	18
Rahmenecke rechts	links	-32.3	-118.22	-98.5	282
Rahmenecke rechts	unten	17.5	50.11	2.9	130
Rahmenecke rechts	unten	-100.8	-118.22	22.1	282

Knoten	Ufer	N_d kN	$M_{y,d}$ kNm	$V_{z,d}$ kN	Lfk
Rahmenecke rechts	unten	-81.9	-161.72	25.1	18
Rahmenecke rechts	unten	-97.1	-149.53	25.1	16
Rahmenecke rechts	unten	5.9	16.55	-9.3	195

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall - Theorie 1.Ordnung

Lf Nr	Lager links			Lager rechts		
	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm
1	60.5	4.7	0.00	34.7	-4.7	0.00
2	-84.9	-25.4	0.00	-11.4	-15.1	0.00
6	-23.7	4.8	0.00	-26.8	18.4	0.00
7	16.2	11.9	0.00	-6.6	17.3	0.00
10	-26.7	-16.9	0.00	9.9	-15.6	0.00
11	6.2	12.8	0.00	-4.9	15.6	0.00
12	56.7	6.0	0.00	28.3	-6.0	0.00
21	20.9	2.2	0.00	10.5	-2.2	0.00
22	-23.3	1.7	0.00	-23.3	-1.7	0.00
23	21.2	-1.6	0.00	21.2	1.6	0.00

Auflagerkräfte - Bemessungswerte - Theorie 2.Ordnung

Lfk	Lager links			Lager rechts		
	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm	$A_{vertikal}$ kN	$A_{horizontal}$ kN	M_y kNm
279	215.8	22.8	0.00	108.2	-17.0	0.00
127	-66.6	-33.9	0.00	17.3	-26.9	0.00
16	170.0	3.4	0.00	113.2	-32.6	0.00
130	25.0	11.9	0.00	-5.5	23.0	0.00
22	162.1	32.9	0.00	74.4	9.8	0.00
128	-66.4	-34.1	0.00	17.1	-26.6	0.00
129	25.0	11.7	0.00	-5.5	23.0	0.00
17	111.9	-11.6	0.00	97.5	-37.3	0.00

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer:Einwirkung:Faktor (φ=Schiefstellung)
11	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 7:Qi:0.9 + φ n.li.
16	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 10:Qi:0.9 + φ n.re.
17	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 10:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 12:Qi:0.75 + φ n.li.
18	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 10:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
19	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 11:Qi:0.9 + φ n.li.
22	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 11:Q1:1.5 + 21:Qi:1.35 + 12:Qi:0.75 + φ n.re.
127	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 2:Q1:1.5 + φ n.li.
128	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 2:Q1:1.5 + φ n.re.
129	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + φ n.li.
130	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + φ n.re.
139	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 23:A:1.0 + 12:Q1:0.2 + 21:Qi:1.0 + φ n.li.
172	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 23:A:1.0 + 10:Q1:0.2 + 21:Qi:1.0 + φ n.re.
195	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 22:A:1.0 + 6:Q1:0.2 + φ n.li.
196	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 22:A:1.0 + 6:Q1:0.2 + φ n.re.
275	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 2:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + 21:Qi:1.0 + φ n.li.
279	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 7:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + 21:Qi:1.0 + φ n.li.
282	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 10:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + 21:Qi:1.0 + φ n.re.
299	charakteristisch	1:G:1.0 + 2:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5
303	charakteristisch	1:G:1.0 + 7:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5
304	charakteristisch	1:G:1.0 + 12:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 10:Qi:0.6
305	charakteristisch	1:G:1.0 + 10:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer:Einwirkung:Faktor (φ=Schiefstellung)
306	charakteristisch	1:G:1.0 + 12:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 11:Qi:0.6
307	charakteristisch	1:G:1.0 + 11:Q1:1.0 + 21:Qi:1.0 + 12:Qi:0.5
326	charakteristisch	1:G:1.0 + 2:Q1:1.0
328	charakteristisch	1:G:1.0 + 7:Q1:1.0

Anzahl der gebildeten und untersuchten Lastfallkombinationen: 330

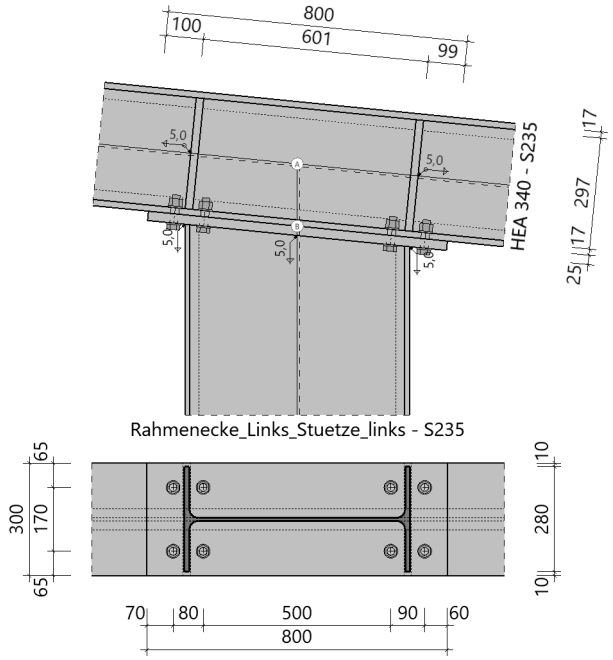
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-7)

Grundparameter

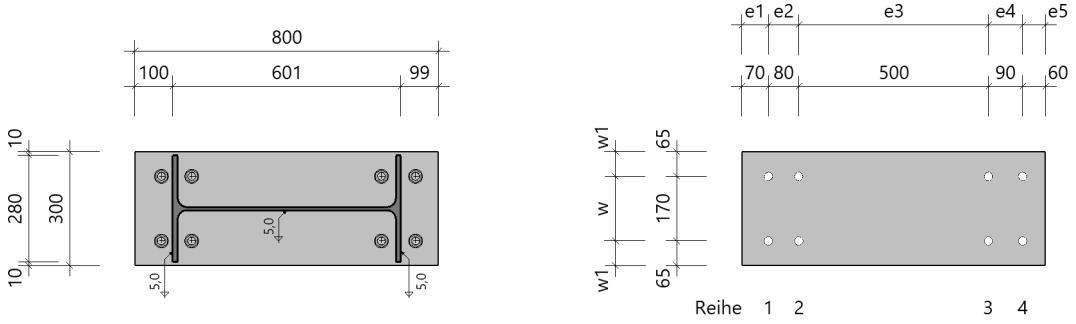
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig mit Normalkraft + Momenten Interaktion Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Längsdruck Stützenflansch unberücksichtigt Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0,50 Übertragungsfaktor β = 1,00
Klassifizierung	:	Rahmen seitlich verschieblich Iy für Steifigkeit aus Mittelwert der Aussteifung Trägerlänge (Stützenachse - Stützenachse) l = 10,00 m
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System Rahmenecke geschraubt

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Träger über Stütze durchgehend Trägerneigung -5.7°
Schrauben : 8 x M20 - 10.9 (rohe Schraube)

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 340	S235	330	300	17	10	27	300	17
Stütze	Rahmenecke_Links_Stuetze_links	S235	598	280	13	8	24	280	13

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M20	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	22.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen a mm	h mm	b mm	t mm	Schweißnaht $a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235		100	800	300	25	5.0	5.0	5.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 4 = 8 Schrauben M20 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand w1 mm	w mm	w1 mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm	e5 mm
65	170	65	70	80	500	90	60

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	Träger	Stützengurt links	Steifen	145	297	20	27	5.0	5.0	5.0
2	Träger	Stützengurt rechts	Steifen	145	297	20	27	5.0	5.0	5.0

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
19	PV:1.35 + Ständig:1.35 + Schnee unverweht:1.50 + Wind von rechts ohne Sog:0.900 + Schiefstellung (n.li.):1.00	P/T	Stütze	A	-179.6	-20.4	-169.16
			Träger links g)	A	-5.5	-64.9	-162.94
			Träger rechts	A	-7.9	115.9	-332.10

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
21	PV:1.35 +	P/T	Stütze	A	-140.8	-17.0	-168.10
	Ständig:1.35 +		Träger links g)	A	-3.8	-49.3	-123.62
	Schnee unverweht:0.750 +		Träger rechts	A	-6.7	92.5	-291.72
	Wind von rechts ohne Sog:1.50 +						
	Schiefstellung (n.li.):1.00						
171	PV:1.00 +	A	Stütze	A	-81.1	-24.8	-87.61
	Windinnensog:1.00 +		Träger links g)	A	-2.3	-20.9	-52.37
	Ständig:1.00 +		Träger rechts	A	-18.9	62.3	-139.98
	Wind von links ohne Sog:0.200 +						
	Schiefstellung (n.li.):1.00						

g) : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten
A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung
β_1 : Übertragungsfaktor in allen Lastfallkombinationen = 1.00

43 der eingegebenen Lastfallkombinationen sind inaktiv gesetzt und wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt!

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 - Komponentenmethode für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-180.8	2.4	-165.78

$N_d > 0.05 * N_{pld} = 145.2$ kN : N-M Interaktion als Näherungslösung nach Gl.(6.24) EN 1993

Schraubenstatus in Stirnplatte

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

Biegetragfähigkeit MRd 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	70.0	70.0	24.3	30.4	36.72	176.4
2	1	65.0	65.0	75.3	65.0	36.72	176.4

MPl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	153.0	-	-	-
2	2	473.4	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	150.0	-	-	-	-	-	-
2	2	506.7	-	-	-	0.54	0.22	6.73

äquivalente T-Stummel im Anschluss Trägergurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-176.1	15.99	176.4
2	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-176.1	15.99	176.4

[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	368.5	-	-	-
2	2	368.5	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	469.2	-	-	-	0.47	0.17	8.00
2	2	425.8	-	-	-	0.47	0.22	7.26

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN		Versagensmodus
1	1	1	306.8	[p)]	Traegerflansch auf Biegung
2	2	2	294.7		Traegerstegfeld auf Schub

[p)] : *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponenten Träger

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$Fc_{w,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

Trägersteg	A_v mm²	$Fv_{wp,Rd}$ kN	$Fv_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm
Schub	4547.8	601.5	46.2	588.3	6.79

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
694.8	601.5	601.5

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
165.78	234.84	**352.26**	**0.47**

zuerst versagende Komponente : Traegerstegfeld auf Schub

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck links

Trägersteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1056.8

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Komponenten Druck rechts

Trägersteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-180.8	1395.4	**2093.1**	**0.09**

zuerst versagende Komponente : Stützenflansch auf Druck rechts

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.09	0.47	**0.56**

Schubbeanspruchung im Trägersteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
31.3	4547.8	46.2	588.3	6.79	7.04	255.4	601.5	0.42

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	e_2 mm	Gurt e_1 mm	e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	Gurt $k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
3	650	65	66	65	500	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0
4	740	65	66	65	90	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0

Stütze A_v mm²	Stütze $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5801.3	787.1	2.4	392.0	0.01

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Stütze-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Stütze links		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.4	-	0.5	0.00	-141.2	0.68

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
1	10.085	7.385	146.226	6.125
2	10.085	7.385	15.565	6.125

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
2.928	-	590.2	4.614	2.00	131025.7	65512.8

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

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

Klassifizierung nach Tragfähigkeit	$M_{pldStütze}$ kNm	$M_{pldTräger}$ kNm	Klassifizierung nach Steifigkeit	$L_{Stütze}$ m	$I_{yStütze}$ cm⁴
teiltragfähig	687.32	434.86	**verformbar**	10.00	78772.8
				Rahmen seitlich verschieblich	

Steifen

Steifen Nr	Kraft $F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	Querschnitt σ_v N/mm²	η	Schweißnähte σ_w N/mm²	η
2	-355.7	-140.2	-40.6	66.4	0.28	118.8	0.59

Ergebnisse Lfk 171 - Komponentenmethode für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-83.2	16.6	-83.50

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 145.2$ kN

Schraubenstatus in Stirnplatte

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

Biegetragfähigkeit MRd 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	70.0	70.0	24.3	30.4	36.72	176.4
2	1	65.0	65.0	75.3	65.0	36.72	176.4

Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	153.0	-	-	-
2	2	473.4	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	150.0	-	-	-	-	-	-
2	2	506.7	-	-	-	0.54	0.22	6.73

äquivalente T-Stummel im Anschluss Trägergurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ Mpl) kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-75.4	15.99	176.4
2	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-75.4	15.99	176.4

Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	368.5	-	-	-
2	2	368.5	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	469.2	-	-	-	0.47	0.17	8.00
2	2	425.8	-	-	-	0.47	0.22	7.26

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN		Versagensmodus
1	1	1	306.8	p)	Traegerflansch auf Biegung
2	2	2	294.7		Traegerstegfeld auf Schub

p) : *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponenten Träger

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

Trägersteg	A_v mm²	$F_{Vwp,Rd}$ kN	$F_{Vwp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm
Schub	4547.8	601.5	46.2	588.3	6.79

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
694.8	601.5	601.5

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
83.50	234.84	**352.26**	**0.24**

zuerst versagende Komponente : Traegerstegfeld auf Schub

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck links

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1056.8

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Komponenten Druck rechts

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

N-Anteil	$F_{CRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-83.2	1395.4	**2093.1**	**0.04**

zuerst versagende Komponente : Stützenflansch auf Druck rechts

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.04	0.24	**0.24**

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 145.2$ kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.

Schubbeanspruchung im Trägersteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
31.3	4547.8	46.2	588.3	6.79	7.04	120.8	601.5	0.20

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	Lochabstand e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Platte $V_{l,Rd}$ kN	Tragfähigkeit Gurt $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
3	650	65	66	65	500	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0
4	740	65	66	65	90	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0

Stütze A_v mm²	Stütze $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5801.3	787.1	16.6	392.0	0.04

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Stütze-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Stütze links		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	3.1	0.02	-69.5	0.34

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
1	10.085	7.385	146.226	6.125
2	10.085	7.385	15.565	6.125

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
2.928	-	590.2	4.614	2.00	131025.7	65512.8

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

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

nach Tragfähigkeit			nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$M_{pldStütze}$ kNm	$M_{pldTräger}$ kNm	Klassifizierung	$L_{Stütze}$ m	$I_{yStütze}$ cm⁴
teiltragfähig	687.32	434.86	**verformbar**	10.00	78772.8
				Rahmen seitlich verschieblich	

Steifen

Steifen Nr	Kraft $F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	Querschnitt σ_v N/mm²	η	Schweißnähte σ_w N/mm²	η
2	-175.2	-69.0	-20.0	32.7	0.14	58.5	0.29

Ergebnisse Lfk 21 - Komponentenmethode für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-141.8	2.9	-165.28

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 145.2$ kN

Schraubenstatus in Stirnplatte

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

Biegetragfähigkeit MRd 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	70.0	70.0	24.3	30.4	36.72	176.4
2	1	65.0	65.0	75.3	65.0	36.72	176.4

[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	153.0	-	-	-
2	2	473.4	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	150.0	-	-	-	-	-	-
2	2	506.7	-	-	-	0.54	0.22	6.73

äquivalente T-Stummel im Anschluss Trägergurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-156.1	15.99	176.4
2	1	65.0	65.0	58.7	65.0	-156.1	15.99	176.4

Mpl) : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	1	368.5	-	-	-
2	2	368.5	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	1	469.2	-	-	-	0.47	0.17	8.00
2	2	425.8	-	-	-	0.47	0.22	7.26

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN		Versagensmodus
1	1	1	306.8	p)	Traegerflansch auf Biegung
2	2	2	294.7		Traegerstegfeld auf Schub

p) : *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponenten Träger

Trägersteg	ρ,Beulen	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$Fc_{w,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

Trägersteg	A_v mm²	$Fv_{wp,Rd}$ kN	$Fv_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm
Schub	4547.8	601.5	46.2	588.3	6.79

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
694.8	601.5	601.5

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
165.28	234.84	**352.26**	**0.47**

zuerst versagende Komponente : Traegerstegfeld auf Schub

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck links

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1056.8

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Komponenten Druck rechts

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$F_{cw,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	294.7	538.5	1.00	1258.3

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$F_{cF,Rd}$ kN
Druck	3	790.7	624.78	624.78	1046.6

N-Anteil	$F_{cRd,red}$ kN
0.50	1046.6

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	$N_{Rd,elastisch}$ kN	**$N_{Rd,plastisch}$ kN**	**η**
-141.8	1395.4	**2093.1**	**0.07**

zuerst versagende Komponente : Stützenflansch auf Druck rechts

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

$\eta,N_{Rd},plastisch$	$\eta,M_{Rd},plastisch$	**η,gesamt**
0.07	0.47	**0.47**

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 145.2$ kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.

Schubbeanspruchung im Trägersteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
31.3	4547.8	46.2	588.3	6.79	7.04	258.4	601.5	0.43

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Platte $V_{l,Rd}$ kN	Tragfähigkeit Gurt $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
3	650	65	66	65	500	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0
4	740	65	66	65	90	90	170	2.50	720.0	2.50	475.2	196.0

Stütze A_v mm²	Stütze $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5801.3	787.1	2.9	392.0	0.01

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Stütze-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Stütze links		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.2	-	0.6	0.00	-133.1	0.64

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
1	10.085	7.385	146.226	6.125
2	10.085	7.385	15.565	6.125

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
2.928	-	590.2	4.614	2.00	131025.7	65512.8

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

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

nach Tragfähigkeit Klassifizierung	$M_{pldStütze}$ kNm	$M_{pldTräger}$ kNm	nach Steifigkeit Klassifizierung	$L_{Stütze}$ m	$I_{yStütze}$ cm⁴
teiltragfähig	687.32	434.86	**verformbar**	10.00	78772.8
				Rahmen seitlich verschieblich	

Steifen

Steifen Nr	Kraft $F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	Querschnitt σ_v N/mm²	η	Schweißnähte σ_w N/mm²	η
2	-335.5	-132.2	-38.3	62.7	0.27	112.0	0.56

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.56** [**Lfk 19**]	Tragfähigkeit Interaktion N_{Rd} und M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.04** [**Lfk 171**]	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	η = **0.68** [**Lfk 19**]	Stirnplatte Druckgurt
Steifen	η = **0.59** [**Lfk 19**]	Schweißnaht
Schubfeld	η = **0.43** [**Lfk 21**]	

Hinweis: Schweißnahtversagen sollte nicht bemessungsrelevant sein!

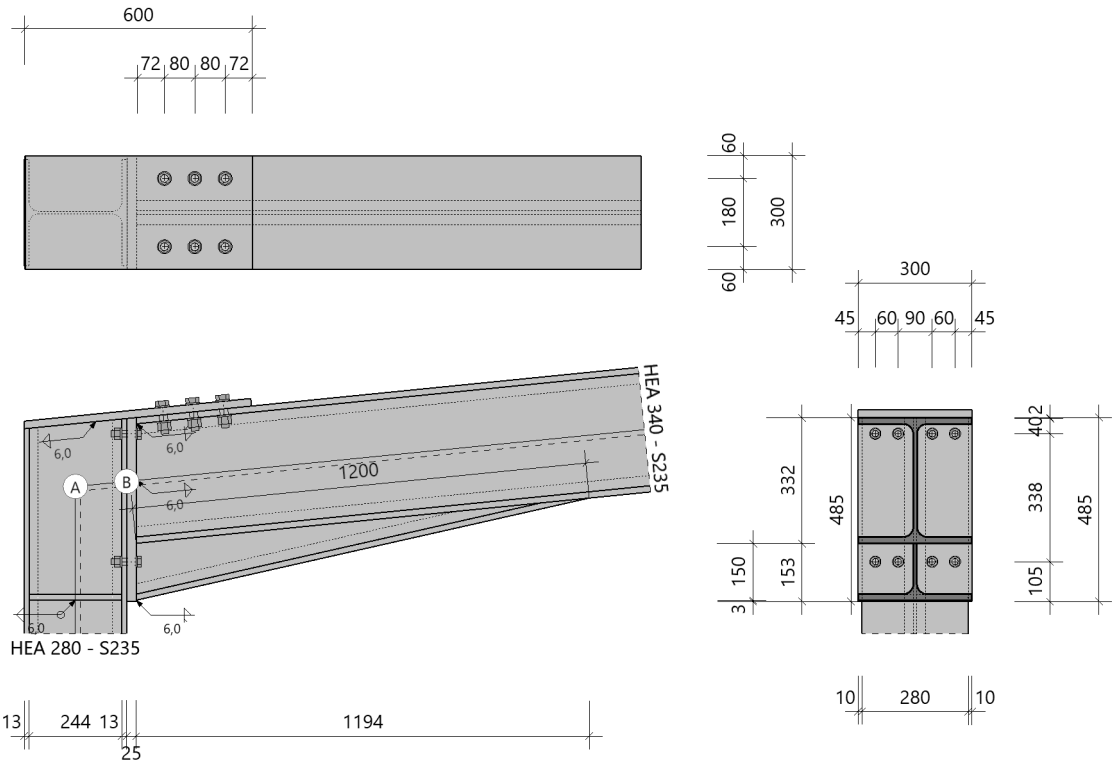
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-7)

Grundparameter

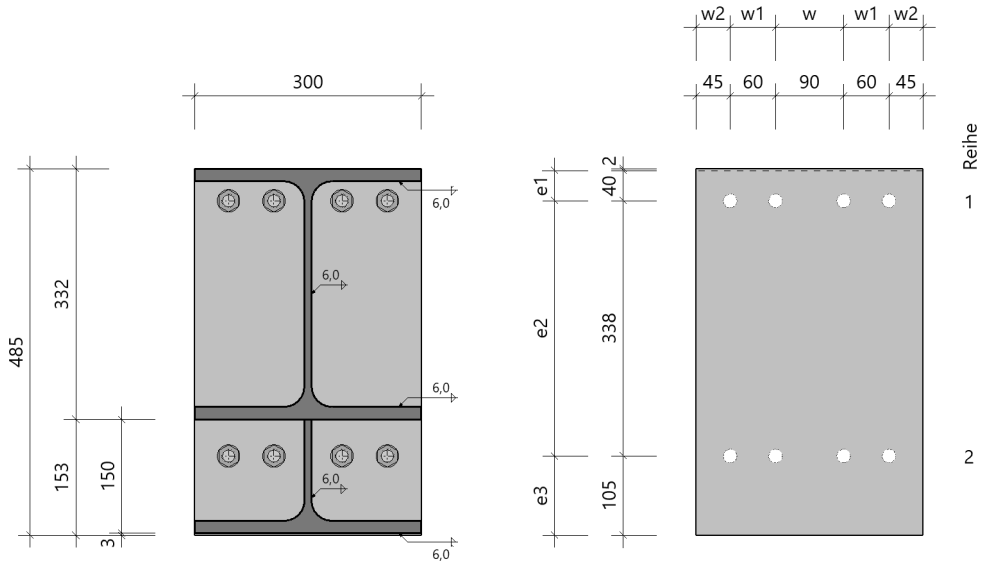
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	plastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 4-reihig AiF/GW Modell mit Normalkraft + Momenten Interaktion Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Längsdruck Stützenflansch unberücksichtigt Ft_{Rd} Versagensart 1 Standardverfahren Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe f = 0,50 Übertragungsfaktor β = 1,00
Klassifizierung	:	Rahmen seitlich verschieblich Iy für Steifigkeit aus Mittelwert der Aussteifung Trägerlänge (Stützenachse - Stützenachse) l = 10,00 m
Querkraft	:	nur über zugfreie Schrauben abtragen V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
Schweißnaht	:	vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System Rahmenecke geschraubt

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : einseitiger Träger an Stützenende Trägerneigung 5.7°
Schrauben : Stirnplatte 8 x M16 - 10.9 (rohe Schraube)
Zuglasche an Stütze 6 x M20 - 10.9 (rohe Schraube)

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 340	S235	330	300	17	10	27	300	17
Stütze	HEA 280	S235	270	280	13	8	24	280	13

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M16	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	18.0
Zuglasche an Träger	M20	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	22.0

Aussteifung

Bauteil		l mm	h mm	t_s mm	b_f mm	t_f mm	r_f mm
Träger	I-Profil - unten	1200	150	9	300	16	27

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen a mm	h mm	b mm	t mm	Schweißnaht $a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235		0	485	300	25	6.0	6.0	6.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 4 x 2 = 8 Schrauben M16 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand w2 mm	w1 mm	w mm	w1 mm	w2 mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e1 mm	e2 mm	e3 mm
45	60	90	60	45	40	338	105

e1 Abstand von Aussenkante Stützengurt im Anschnitt.

Zuglasche am Träger

Material	Anordnung	Abmessungen l mm	b mm	t mm	Schweißnaht $a_{w,s}$ mm
S235	am Anschluss geschweißt	600	300	20	6.0

Schraubenanordnung Zuglasche an Stütze - 2 x 3 = 6 Schrauben M20 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand e2 mm	w mm	längs - Schraubenabstände in der Reihe e2 mm	e1,1 mm	2 x p1 mm	e1,2 mm
60	180	60	72	80	72

e1 Abstand von Aussenkante Stützengurt im Anschnitt.

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
2	Stütze	Aussteifungsgurt unten	Steifen	135	244	15	24	6.0	6.0	6.0

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
1	PV:1.35 + Ständig:1.35 + Schnee unverweht:1.50 + Schiefstellung (n.li.):1.00	P/T	Träger rechts	A	-31.5	-79.3	-161.72
			Stütze unten g)	A	75.8	-39.2	-161.72
19	Ständig:1.00 + Wind von rechts Fall 1:1.50 + Schiefstellung (n.li.):1.00	P/T	Träger rechts	A	-1.0	-9.5	40.57
			Stütze unten g)	A	9.3	-2.0	40.57
32	PV:1.00 + Ständig:1.00 + Schnee unverweht:2.30 + Wind von links ohne Sog:0.200 + Schiefstellung (n.re.):1.00	A	Träger rechts	A	-32.3	87.8	-119.62
			Stütze unten g)	A	-90.6	-23.4	-119.62

g) : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten
A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung
β_1 : Übertragungsfaktor in allen Lastfallkombinationen = 1.00

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 1 - Zuglaschenmodell für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-39.2	-75.8	-168.74

Zuglasche Anschluss an Träger

Schraubenreihen

	Randabstand				Lochabstand			Tragfähigkeit				
	Lasche		Gurt		Lasche	Gurt		Lasche		Gurt		
an	e_1 mm	e_2 mm	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e mm	e_3 mm	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN
Träger	72	60	72	60	80	80	180	288.0	277.1	237.6	228.6	98.0

an	N_d kN	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN	F_{Rd} kN	η
Träger	346.4	1371.6	588.0	588.0	0.59

Zugnachweis

	Lasche				Gurt		
an	N_d kN	A_{netto} mm²	N_{Rd} kN	η	A_{netto} mm²	N_{Rd} kN	η
Träger	346.4	5120.0	1327.1	0.26	4224.0	1094.9	0.32

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
30.5	3178.0	32.0	483.8	4.07	3.67	350.8	420.1	0.84

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand				Lochabstand			Tragfähigkeit				
	Platte		Gurt		Platte	Gurt		Platte		Gurt		
	e_1 mm	e_2 mm	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e mm	e_3 mm	$k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
2	105	45	54	35	338	338	60	2.50	1152.0	2.50	599.0	251.2
1	443	45	42	35	338	42	60	2.50	1152.0	1.34	471.5	251.2

V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
-75.8	502.4	0.15

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuglasche-Stützensteg			Stützensteg		Druckgurt Aussteifung	
$f_{vw,d}$ N/mm²	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	146.5	0.71	16.7	0.08	119.1	0.57

Aussteifung unten

F kN	F_{Rd} kN	σ N/mm²	η Voutengurt	N_{ki} kN	η Knicken	λ,ρ	ρ,Beulen	$A_{eff,c}$ mm²	η Beulen
393.5	1092.8	84.6	0.36	43856.8	0.01	0.41	1.00	1836.8	0.36

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	$F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	σ_v N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
2	383.9	153.3	49.9	105.7	0.45	115.1	0.58

Steifenlose Lasteinleitung

Lasteinleitung in	$F_{t,w,Rd}$ kN	F kN	η
Träger (Aussteifungsgurt)	449.4	48.0	0.11

Ergebnisse Lfk 19 - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-2.0	-9.3	39.47

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 156.8$ kN

Schraubenstatus in Stirnplatte

Schrauben in der Reihe (von oben nach unten)	Reihe (von links nach rechts) 1	2	3	4
1	V	V	V	V
2	N	N	N	N

Biegetragfähigkeit MRd 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	45.0	35.0	33.7	95.0	36.72	113.0

[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig, Typ 1 - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	315.9	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	269.4	-	-	-	0.24	0.57	7.99

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stützengurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	$\min(F_{t,Rd},B_{t,Rd})$ kN
1	1	35.0	35.0	21.8	87.3	36.5	9.93	113.0

[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster

effektive Längen, cp kreisförmig, Typ 1 - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	2	257.0	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	174.4	-	-	-	0.19	0.68	8.00

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
2	1	1	248.1	Stützenstegfeld auf Druck

globale Komponenten Stütze

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w
Druck	1.00	142.6	248.1	1.00

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	796.8	670.77	670.77	1434.1

Stützensteg	A_v mm²	$Fv_{wp,Rd}$ kN
Schub	3178.0	388.1

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,plastisch kN	Fc_{Rd},zug,plastisch kN
8.3	248.1	248.1

Ma_{Sd} kNm	Ma_{Rd},elastisch kNm	**Ma_{Rd},plastisch kNm**	**η**
-39.28	61.47	**92.21**	**0.43**

zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Druck

Normalkrafttragfähigkeit NRd ohne gleichzeitig wirkendes Moment

Komponenten Druck oben

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w
Druck	1.00	142.6	248.1	1.00

Trägergurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	796.8	670.77	670.77	1434.1

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.51	248.1

Komponenten Druck unten

Stützensteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w	$Fc_{w,Rd\ Steife}$ kN
Druck	1.00	229.2	360.0	1.00	853.4

Voutengurt	$Fc_{fv,Rd}$ kN	Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$Fc_{w,Rd}$ kN	k_w	$Fc_{w,RdSteife}$ kN
Druck	1066.0	Druck	1.00	229.2	360.0	1.00	853.4

N-Anteil	$Fc_{Rd,red}$ kN
0.49	237.7

Normalkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

N_{Sd} kN	N_{Rd},elastisch kN	**N_{Rd},plastisch kN**	**η**
-2.0	323.8	**485.8**	**0.00**

zuerst versagende Komponente : Stützenstegfeld auf Druck oben

Interaktion MRd und NRd nach Gleichung (6.24)

η,N_{Rd},plastisch	η,M_{Rd},plastisch	**η,gesamt**
0.00	0.43	**0.43**

$N_d < 0.05 * N_{pld} = 156.8$ kN : Eine N-M Interaktion nach Gl. 6.24 ist nicht erforderlich.

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
30.5	3178.0	32.0	483.8	4.07	3.67	-107.2	420.1	0.26

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Spalte	Randabstand Platte e_1 mm	Randabstand Platte e_2 mm	Randabstand Gurt e_1 mm	Randabstand Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Lochabstand Gurt e mm	Lochabstand e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Platte $V_{l,Rd}$ kN	Tragfähigkeit Gurt $k_1*\alpha$	Tragfähigkeit Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	innen	443	105	42	95	338	42	60	2.50	576.0	1.97	235.7	125.6
	außen	443	45	42	35	338	42	60	2.50	576.0	1.97	235.7	125.6

Träger A_v mm²	Träger $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
5540.1	751.7	-9.3	251.2	0.04

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuggurte (konstruktiv) Aussteifung		Zuggurte (konstruktiv) Träger unten		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	3.0	-	32.8	0.16	-33.1	0.16

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	4.983	33.285	98.871	8.737

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
3.249	4.073	371.7	2.815	2.00	31934.2	15967.1

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

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

nach Tragfähigkeit Klassifizierung	$M_{pldTräger}$ kNm	$M_{pldStütze}$ kNm	nach Steifigkeit Klassifizierung	$L_{Träger}$ m	$I_{yTräger}$ cm⁴
teiltragfähig	434.86	261.37	**verformbar**	10.00	47178.5
				Rahmen seitlich verschieblich	

Iy für Steifigkeit aus Mittelwert vom Voutenabschnitt abgeschätzt !

Ergebnisse Lfk 32 - Zuglaschenmodell für negatives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-23.4	90.6	-105.48

Zuglasche Anschluss an Träger

Schraubenreihen

an	Randabstand Lasche e_1 mm	Lasche e_2 mm	Gurt e_1 mm	Gurt e_2 mm	Lochabstand Lasche e mm	Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Lasche $F_{b,Rd}$ kN	Lasche $F_{b,Rd}$ kN	Gurt $F_{b,Rd}$ kN	Gurt $F_{b,Rd}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN
Träger	72	60	72	60	80	80	180	288.0	277.1	237.6	228.6	98.0

an	N_d kN	$F_{b,Rd}$ kN	$F_{v,Rd}$ kN	F_{Rd} kN	η
Träger	217.0	1371.6	588.0	588.0	0.37

Zugnachweis

an	Lasche N_d kN	Lasche A_{netto} mm²	Lasche N_{Rd} kN	Lasche η	Gurt A_{netto} mm²	Gurt N_{Rd} kN	Gurt η
Träger	217.0	5120.0	1410.0	0.15	4224.0	1163.3	0.19

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Rd\ add}$ kN	ds mm	$M_{pl,fc,Rd}$ kNm	$M_{pl,st,Rd}$ kNm	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
30.5	3178.0	32.0	483.8	4.07	3.67	219.6	420.1	0.52

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand Platte e_1 mm	Platte e_2 mm	Gurt e_1 mm	Gurt e_2 mm	Lochabstand Platte e mm	Gurt e mm	e_3 mm	Tragfähigkeit Platte $k_1*\alpha$	Platte $V_{l,Rd}$ kN	Gurt $k_1*\alpha$	Gurt $V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	42	45	54	35	338	338	60	2.50	906.7	2.50	599.0	251.2
2	380	45	54	35	338	338	60	2.50	1152.0	2.50	599.0	251.2

V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
90.6	502.4	0.18

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

	Zuglasche-Stützensteg		Stützensteg		Druckgurt Aussteifung	
$f_{vw,d}$ N/mm²	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	91.8	0.44	20.0	0.10	74.3	0.36

Aussteifung unten

F kN	F_{Rd} kN	σ N/mm²	η Voutengurt	N_{ki} kN	η Knicken	λ,ρ	$\rho,_{Beulen}$	$A_{eff,c}$ mm²	η Beulen
245.3	1092.8	52.8	0.22	48242.5	0.01	0.41	1.00	1836.8	0.22

Steifen

Steifen Nr	Kraft $F_{Steifenpaar}$ kN	$F_{1,Steife}$ kN	$F_{2,Steife}$ kN	Querschnitt σ_v N/mm²	η	Schweißnähte σ_w N/mm²	η
2	239.3	95.6	31.1	65.9	0.28	71.7	0.36

Steifenlose Lasteinleitung

Lasteinleitung in	$F_{t,w,Rd}$ kN	F kN	η
Träger (Aussteifungsgurt)	494.3	29.9	0.06

Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.43** [**Lfk 19**]	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	η = **0.18** [**Lfk 32**]	
Verbindung Schweißnaht	η = **0.71** [**Lfk 1**]	Zuglasche am ableitenden Bauteil
Steifen	η = **0.58** [**Lfk 1**]	Schweißnaht
Aussteifung	η = **0.36** [**Lfk 1**]	
Schubfeld	η = **0.84** [**Lfk 1**]	
Zuglasche	η = **0.59** [**Lfk 1**]	Schraubentragfähigkeit Bauteilanschluss

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 250 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | 40 °C / 24 °C (Bemessung)
Nutzungsdauer	50 Jahre
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Vorhanden
Anschlussprofil	HEA 280
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 016 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000** **- Zuschnittlänge: 220 mm** **- Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 4**	**M16**	**1000 mm**	**20 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

Mörtelartikel:

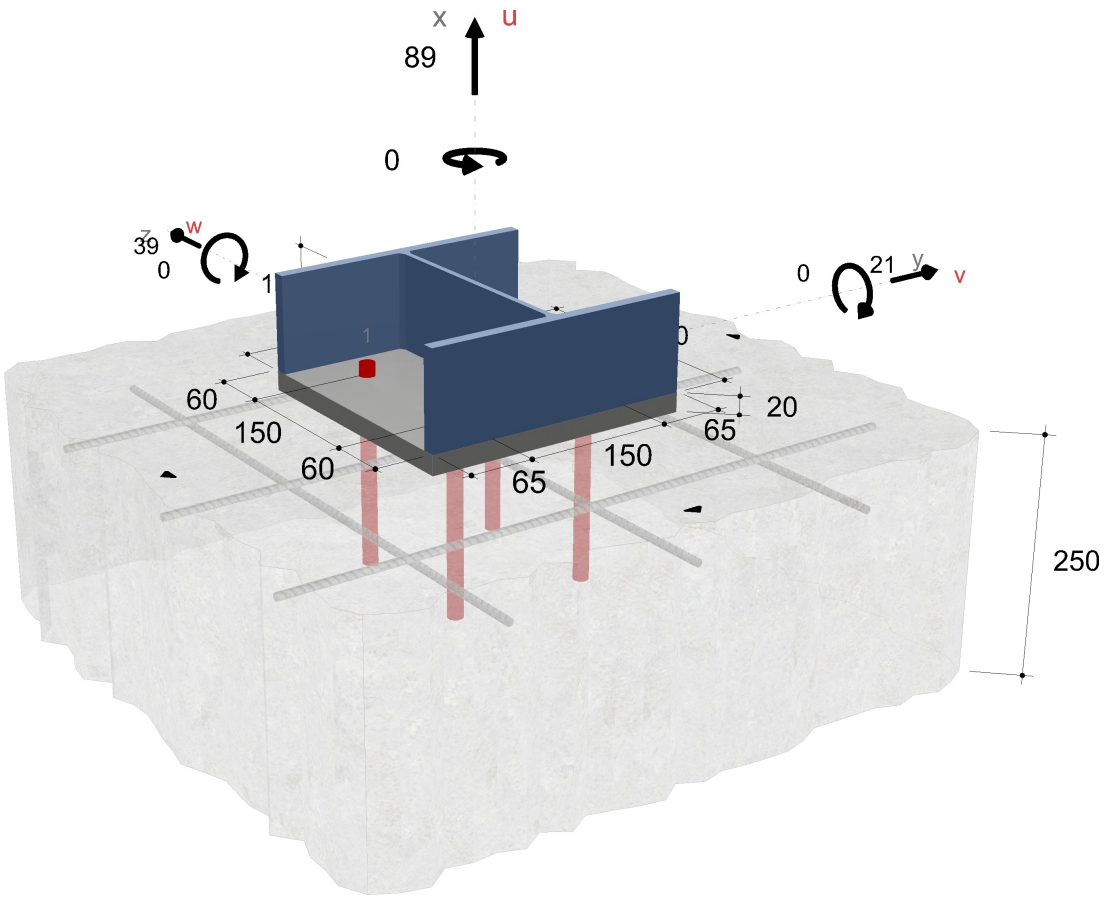
Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S 5.8 M16**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	180 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,v}$ [kN]	$V_{Ed,w}$ [kN]	$M_{Ed,u}$ [kNm]	$M_{Ed,v}$ [kNm]	$M_{Ed,w}$ [kNm]	Belastungstyp
1		**89,000**	**21,000**	**39,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**22,250**	0,000	0,000	5,250	9,750	**5,250**	**9,750**	**11,074**
2	**22,250**	0,000	0,000	5,250	9,750	**5,250**	**9,750**	**11,074**
3	**22,250**	0,000	0,000	5,250	9,750	**5,250**	**9,750**	**11,074**
4	**22,250**	0,000	0,000	5,250	9,750	**5,250**	**9,750**	**11,074**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**89,000**	0,000	0,000	21,000	39,000	**21,000**	**39,000**	**44,294**

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 1,66 % erhöht

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	42,61 %	nachgewiesen
Zug	**Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch**	**92,19 %**	**nachgewiesen**
Zug	Betonausbruch	87,94 %	nachgewiesen
Querkraft	**Stahlversagen ohne Hebelarm**	**29,45 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	21,88 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	26,83 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**95,06 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Die ausgewählte Ankerplatte ist ausreichend steif.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 102,29 \text{ N/mm}^2 / (235 \text{ N/mm}^2 / 1,10) = 47,88 \%$

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise:

- Nachweisverfahren: EN 1992-4 (2019-04)
- Verbindliche Bemessung
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Die Artikelnummern des Dübels entnehmen Sie bitte der zugehörigen Produktbeschreibung.
- Die Artikelnummern der Zubehörartikel (Verarbeitung und Bohrlochreinigung) entnehmen Sie bitte der Produktbeschreibung des Dübels. Die Montageanweisung entnehmen Sie bitte der Zulassung des Dübels.
- Es werden hier lediglich die Ergebnisse des zugrunde gelegten Bemessungsverfahrens aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf hinsichtlich der prüfbaren Nachweise an den zuständigen Planer/Statiker.
- Die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises werden hier nicht aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an den zuständigen Planer/Statiker.
- Nach EN1992-4: A.2.4 muss entweder die Verankerungstiefe hef ≥ 0,8 · h sein oder die Lasten durch zusätzliche Rückhängebewehrung aufgenommen werden können.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in EN 1992-4 Tabelle 6.1 oder der jeweiligen Zulassung angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in EN 1992-4 zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.
- Die zulässigen Verbundspannungswerte sind von den vorliegenden Kurz- und Langzeittemperaturen abhängig.
- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

- Wenn Sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstherorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen Sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie EN 1992-4, Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass sich unter der Ankerplatte keine Luftblasen befinden und die Unterfütterung vor der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!
- Das Bohrloch ist mit Druckluft (CAC) laut ETA-17/0127 zu reinigen.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Fachwerkträger Stahl FWS+ (FRILO 2026-0-6)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt (C_{esl} = 2.30)

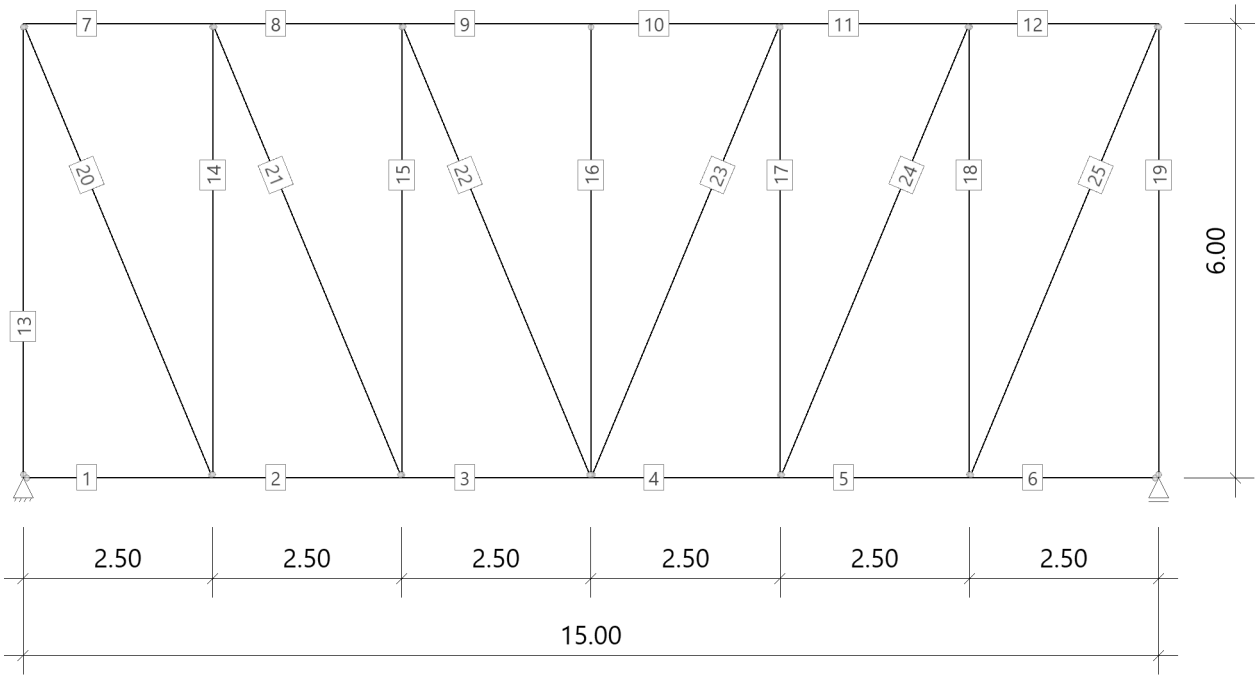
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit : charakteristisch
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit δ_{lim} = l_{eff}/ 300

System Parallelbinder



Binderlänge L = 15.00 m 6 Felder mit L_1 = 2.50 m
Binderhöhe H = 6.00 m
Ober- und Untergurt gelenkfrei

Querschnittswerte

Nr	Name	I_y [cm^4]	I_z [cm^4]	W_y [cm^3]	W_z [cm^3]	A [cm^2]
1	HEA 320	22900.0	6990.0	1479.3	465.7	124.0
2	IPE 200	1943.0	142.4	194.3	28.5	28.5
3	RND 12	0.1	0.1	0.2	0.2	1.1

Querschnittsgeometrie

Name	h	t_s	b	t	r	[mm]
HEA 320	310	9	300	16	27	
IPE 200	200	6	100	9	12	
RND 12	12					

Stäbe - Querschnitt und Material

Bauteil	Querschnitt	Material	Stäbe
Obergurt	HEA 320	S235	7 8 9 10 11 12
Untergurt	HEA 320	S235	1 2 3 4 5 6
Pfosten	IPE 200	S235	13 14 15 16 17 18 19
Diagonale	RND 12	S235	20 21 22 23 24 25

Materialwerte Stahl

Name	E_k [N/mm²]	G_k [kN/m³]	γ	μ	t [mm]	f_{yk} [N/mm²]	f_{uk} [N/mm²]
S235	210000	80769	78.50	0.30	0 - 40	235.00	360.00
					40 - 80	215.00	360.00

Lagerbedingungen

Knoten	Verschiebung Cx	Cz
1001	starr	starr
1002	-	starr

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
14	Q	ständig/vorübergehend	sonstige veränderliche Einwirkungen	1.50	0.00	0.80	0.70	0.50
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			

Lasten

Lastarten

Art 5 = Streckenlast von a bis a+l kN/m 2 = Gleichstreckenlast kN/m

Zusatz-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Art	Ausrichtung	pi	a m	pj	l m	Bauteil
Windlasten :	9							
		5	quer	1.95	0.00	1.50	-	Obergurt
Austeifungslasten (Binderimperfektionen) :	14							
		2	quer	1.57	0.00	0.00	-	Obergurt
Windinnendruck :	15							
		5	quer	1.59	0.00	1.20	-	Obergurt

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Obergurt	HEA 320	S235	9	1	0,06	0,09
Untergurt	HEA 320	S235	3	1	0,06	0,07
Pfosten	IPE 200	S235	13	1	0,04	0,43
Diagonale	RND 12	S235	20	1	0,70	0,00
Obergurt	HEA 320	S235	7	1	0,03	0,09
Untergurt	HEA 320	S235	1	1	0,04	0,07

HEA 320 Stab 9 Obergurt S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-13.8	6.2	18.57
1.37	-13.8	0.0	22.80
2.50	-13.8	-5.1	19.91

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.01	0.05	0.05
1.37	1	0.00	0.00	0.06	0.06
2.50	1	0.00	0.01	0.05	0.05

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 1.37 m

N_{pld}	= 2914.0 kN	N_{Rd}	= 2914.0 kN		
N_{Ed}	= -13.8 kN	η_N	= 0.00		
$M_{y,pld}$	= 383.74 kNm	$M_{y,Rd}$	= 383.74 kNm	6.33-35)	
$M_{y,Ed}$	= 22.80 kNm	η_{My}	= 0.06		
$V_{z,pld}$	= 553.1 kN	$V_{z,Rd}$	= 553.1 kN		
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN	η_{Vz}	= 0.00		
		η	**= 0.06**		

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

HEA 320 Stab 3 Untergurt S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	12.2	0.7	21.11
2.50	12.2	0.7	22.98

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.00	0.06	0.06
2.50	1	0.00	0.00	0.06	0.06

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.50 m

N_{pld}	= 2914.0 kN	N_{Rd}	= 2914.0 kN		
N_{Ed}	= 12.2 kN	η_N	= 0.00		
$M_{y,pld}$	= 383.74 kNm	$M_{y,Rd}$	= 383.74 kNm	6.33-35)	
$M_{y,Ed}$	= 22.98 kNm	η_{My}	= 0.06		
$V_{z,pld}$	= 553.1 kN	$V_{z,Rd}$	= 553.1 kN		
$V_{z,Ed}$	= 0.7 kN	η_{Vz}	= 0.00		
		η	**= 0.06**		

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

IPE 200 Stab 13 Pfosten S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-28.2	0.0	0.00
6.00	-28.2	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.04	0.00	0.00	0.04
6.00	1	0.04	0.00	0.00	0.04

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld}	= 669.8 kN	N_{Rd}	= 669.8 kN
N_{Ed}	= -28.2 kN	η_N	= 0.04
$M_{y,pld}$	= 52.00 kNm	$M_{y,Rd}$	= 52.00 kNm
$M_{y,Ed}$	= 0.00 kNm	η_{My}	= 0.00
$V_{z,pld}$	= 190.2 kN	$V_{z,Rd}$	= 190.2 kN
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN	η_{Vz}	= 0.00
		η	**= 0.04**

RND 12 Stab 20 Diagonale S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	18.7	0.0	0.00
6.50	18.7	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.70	0.00	0.00	0.70
6.50	1	0.70	0.00	0.00	0.70

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld}	= 26.6 kN	N_{Rd}	= 26.6 kN
N_{Ed}	= 18.7 kN	η_N	= 0.70
$M_{y,pld}$	= 0.07 kNm	$M_{y,Rd}$	= 0.07 kNm
$M_{y,Ed}$	= 0.00 kNm	η_{My}	= 0.00
$V_{z,pld}$	= 13.6 kN	$V_{z,Rd}$	= 13.6 kN
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN	η_{Vz}	= 0.00
		η	**= 0.70**

IPE 200 Stab 13 Pfosten S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
0.00	1	28.2	0.00	6.46	0.43	1

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd})$ = **0.06** $N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd})$ = **0.43**

N_{Ed}	=	28.2 kN	N_{Rk}	=	669.8 kN
			s_{kz}	=	6.00 m
λ_T	=	0.75	λ_z	=	2.86
$N_{cr,T}$	=	1179.3 kN	$N_{cr,z}$	=	82.0 kN
χ_T	=	0.75	χ_z	=	0.11
γ_{M1}	=	1.10			

Nachweis bei x = 0.00 m nach Gl. (6.46) erfüllt.

HEA 320 Stab 7 Obergurt S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
6.39	1	13.8	22.80	6.62	0.09	1

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.07**

N_{Ed}	=	13.8 kN	N_{Rk}	=	2914.0 kN
$N_{cr,y}$	=	88002.9 kN			
s_{ky}	=	2.32 m			
λ_y	=	0.18			
χ_y	=	1.00			
k_{yy}	=	0.95	k_{yz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	22.80 kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	4257.06 kNm			
χ_{lt}	=	1.00			
$M_{y,Rk}$	=	383.74 kNm	$M_{z,Rk}$	=	166.92 kNm
γ_{M1}	=	1.10			

Nachweis bei x = 6.39 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.09**

N_{Ed}	=	13.8 kN	N_{Rk}	=	2914.0 kN
$N_{cr,z}$	=	960.4 kN			
s_{kz}	=	12.28 m			
λ_z	=	1.74			
χ_z	=	0.25			
k_{zy}	=	1.00	k_{zz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	22.80 kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	4257.06 kNm			
χ_{lt}	=	1.00			
$M_{y,Rk}$	=	383.74 kNm	$M_{z,Rk}$	=	166.92 kNm
γ_{M1}	=	1.10			

Nachweis bei x = 6.39 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

HEA 320 Stab 1 Untergurt S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
7.50	1	0.0	22.98	6.54	0.07	1

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.07**

$M_{y,Ed}$	=	22.98	kNm
M_{cr}	=	4375.60	kNm
λ_{lt}	=	0.30	
χ_{lt}	=	1.00	
$M_{y,Rk}$	=	383.74	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis bei x = 7.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Obergurt	HEA 320	S235	9	5	0,03	0,04
Untergurt	HEA 320	S235	3	5	0,03	0,03
Pfosten	IPE 200	S235	13	5	0,02	0,22
Diagonale	RND 12	S235	20	5	0,40	0,00
Obergurt	HEA 320	S235	7	5	0,02	0,04
Untergurt	HEA 320	S235	1	5	0,02	0,03

HEA 320 Stab 9 Obergurt S235 Querschnittsnachweis Lfk 5

Schnittgrößen - Lfk 5

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-7.8	3.5	10.52
1.36	-7.8	0.0	12.90
2.50	-7.8	-2.9	11.24

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 5 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.01	0.03	0.03
1.36	1	0.00	0.00	0.03	0.03
2.50	1	0.00	0.01	0.03	0.03

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 1.36 m

N_{pld}	= 2914.0 kN	N_{Rd}	= 2914.0 kN			
N_{Ed}	= -7.8 kN	η_N	= 0.00			
$M_{y,pld}$	= 383.74 kNm	$M_{y,Rd}$	= 383.74 kNm	6.33-35)		
$M_{y,Ed}$	= 12.90 kNm	η_{My}	= 0.03			
$V_{z,pld}$	= 553.1 kN	$V_{z,Rd}$	= 553.1 kN			
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN	η_{Vz}	= 0.00			
		η	**= 0.03**			

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

HEA 320 Stab 3 Untergurt S235 Querschnittsnachweis Lfk 5

Schnittgrößen - Lfk 5

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	6.9	0.4	11.97
2.50	6.9	0.4	12.98

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 5 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.00	0.03	0.03
2.50	1	0.00	0.00	0.03	0.03

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 2.50 m

N_{pld} =	2914.0 kN	N_{Rd} =	2914.0 kN		
N_{Ed} =	6.9 kN	η_N =	0.00		
$M_{y,pld}$ =	383.74 kNm	$M_{y,Rd}$ =	383.74 kNm	6.33-35)	
$M_{y,Ed}$ =	12.98 kNm	η_{My} =	0.03		
$V_{z,pld}$ =	553.1 kN	$V_{z,Rd}$ =	553.1 kN		
$V_{z,Ed}$ =	0.4 kN	η_{Vz} =	0.00		
		η =	**0.03**		

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft

IPE 200 Stab 13 Pfosten S235 Querschnittsnachweis Lfk 5

Schnittgrößen - Lfk 5

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-16.0	0.0	0.00
6.00	-16.0	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 5 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.02	0.00	0.00	0.02
6.00	1	0.02	0.00	0.00	0.02

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld} =	669.8 kN	N_{Rd} =	669.8 kN
N_{Ed} =	-16.0 kN	η_N =	0.02
$M_{y,pld}$ =	52.00 kNm	$M_{y,Rd}$ =	52.00 kNm
$M_{y,Ed}$ =	0.00 kNm	η_{My} =	0.00
$V_{z,pld}$ =	190.2 kN	$V_{z,Rd}$ =	190.2 kN
$V_{z,Ed}$ =	0.0 kN	η_{Vz} =	0.00
		η =	**0.02**

RND 12 Stab 20 Diagonale S235 Querschnittsnachweis Lfk 5

Schnittgrößen - Lfk 5

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	10.6	0.0	0.00
6.50	10.6	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 5 γ_{M0} = 1,00

x [m]	QkI	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.40	0.00	0.00	0.40
6.50	1	0.40	0.00	0.00	0.40

Nachweis für maximale Auslastung bei x = 0.00 m

N_{pld}	= 26.6 kN	N_{Rd}	= 26.6 kN
N_{Ed}	= 10.6 kN	η_N	= 0.40
$M_{y,pld}$	= 0.07 kNm	$M_{y,Rd}$	= 0.07 kNm
$M_{y,Ed}$	= 0.00 kNm	η_{My}	= 0.00
$V_{z,pld}$	= 13.6 kN	$V_{z,Rd}$	= 13.6 kN
$V_{z,Ed}$	= 0.0 kN	η_{Vz}	= 0.00
		η	**= 0.40**

IPE 200 Stab 13 Pfosten S235 Stabilitätsnachweis Lfk 5

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	16.0	0.00	6.46	0.22	5

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd})$ = **0.03** $N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd})$ = **0.22**

N_{Ed}	= 16.0 kN	N_{Rk}	= 669.8 kN
		s_{kz}	= 6.00 m
λ_T	= 0.75	λ_z	= 2.86
$N_{cr,T}$	= 1179.3 kN	$N_{cr,z}$	= 82.0 kN
χ_T	= 0.75	χ_z	= 0.11
γ_{M1}	= 1.00		

Nachweis bei x = 0.00 m nach Gl. (6.46) erfüllt.

HEA 320 Stab 7 Obergurt S235 Stabilitätsnachweis Lfk 5

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
6.39	1	7.8	12.90	6.62	0.04	5

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.61)

$N_{Ed} / (\chi_y * N_{Rd}) + k_{yy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{yz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.03**

N_{Ed}	= 7.8 kN	N_{Rk}	= 2914.0 kN
$N_{cr,y}$	= 88001.8 kN		
s_{ky}	= 2.32 m		
λ_y	= 0.18		
χ_y	= 1.00		
k_{yy}	= 0.95	k_{yz}	= 0.00
$M_{y,Ed}$	= 12.90 kNm	$M_{z,Ed}$	= 0.00 kNm
M_{cr}	= 4263.56 kNm		
χ_{lt}	= 1.00		
$M_{y,Rk}$	= 383.74 kNm	$M_{z,Rk}$	= 166.92 kNm
γ_{M1}	= 1.00		

Nachweis bei x = 6.39 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

Stabilitätsnachweis Biegung ohne/mit Normalkraft (Gl. 6.62)

$N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) + k_{zy} * M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) + k_{zz} * M_{z,Ed} / M_{z,Rd}$ = **0.04**

N_{Ed}	=	7.8	kN	N_{Rk}	=	2914.0 kN
$N_{cr,z}$	=	960.4	kN			
s_{kz}	=	12.28	m			
λ_z	=	1.74				
χ_z	=	0.25				
k_{zy}	=	1.00		k_{zz}	=	0.00
$M_{y,Ed}$	=	12.90	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00 kNm
M_{cr}	=	4263.56	kNm			
χ_{lt}	=	1.00				
$M_{y,Rk}$	=	383.74	kNm	$M_{z,Rk}$	=	166.92 kNm
γ_{M1}	=	1.00				

Nachweis bei x = 6.39 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

HEA 320 Stab 1 Untergurt S235 Stabilitätsnachweis Lfk 5

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
7.50	1	0.0	12.98	6.54	0.03	5

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 6.54)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd})$ = **0.03**

$M_{y,Ed}$	=	12.98	kNm
M_{cr}	=	4374.44	kNm
λ_{lt}	=	0.30	
χ_{lt}	=	1.00	
$M_{y,Rk}$	=	383.74	kNm
γ_{M1}	=	1.00	

Nachweis bei x = 7.50 m nach Gl. (6.54) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit

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
Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5, 6)	7.50	15.00	0.00	15.00	0.8	5.0	0.15	10
Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5, 6)	7.50	15.00	0.00	15.00	0.8	5.0	0.15	10

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Windlasten	9	-	13.5	-
		Austeifungslasten (Binderimperfektionen)	14	-	11.8	-
		Windinnendruck	15	-	10.9	-
	15.00	Windlasten	9	-	12.4	-
		Austeifungslasten (Binderimperfektionen)	14	-	11.8	-
		Windinnendruck	15	-	10.0	-

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

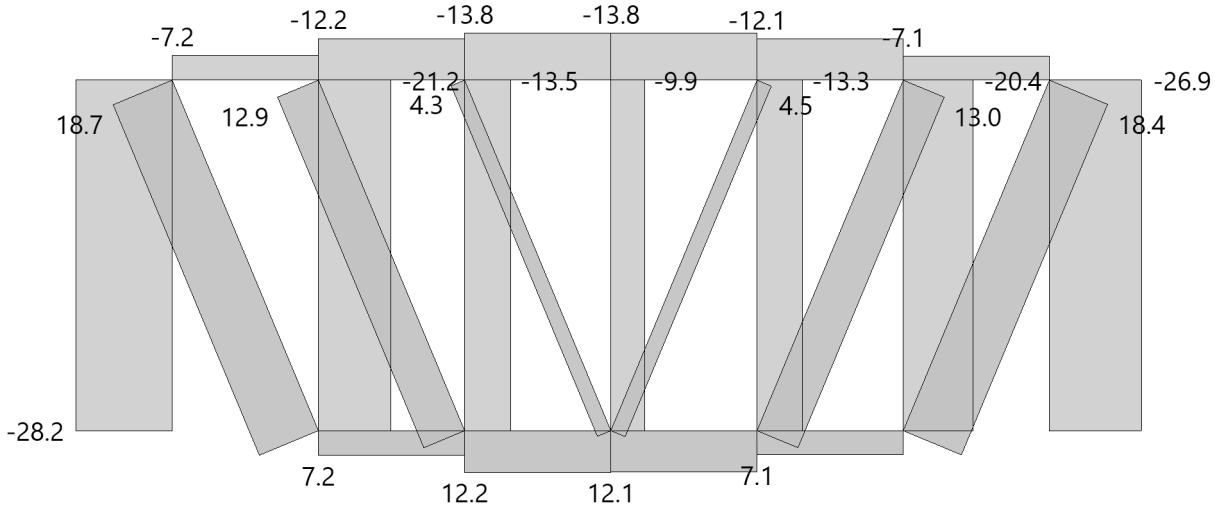
Lager	x [m]	Ew	$R_{x,min}$ [kN]	$R_{x,max}$ [kN]	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]
Links	0.00	9	-	-	-	13.5
		14	-	-	-	11.8
		15	-	-	-	10.9
Rechts	15.00	9	-	-	-	12.4
		14	-	-	-	11.8
		15	-	-	-	10.0

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Windlasten :1,50 + Austeifungslasten (Binderimperfektionen):1,20
5	außergewöhnlich	Windlasten :0,20 + Austeifungslasten (Binderimperfektionen):0,50 + Windinnendruck:1,00
10	charakteristisch	Windlasten :1,00 + Austeifungslasten (Binderimperfektionen):0,80

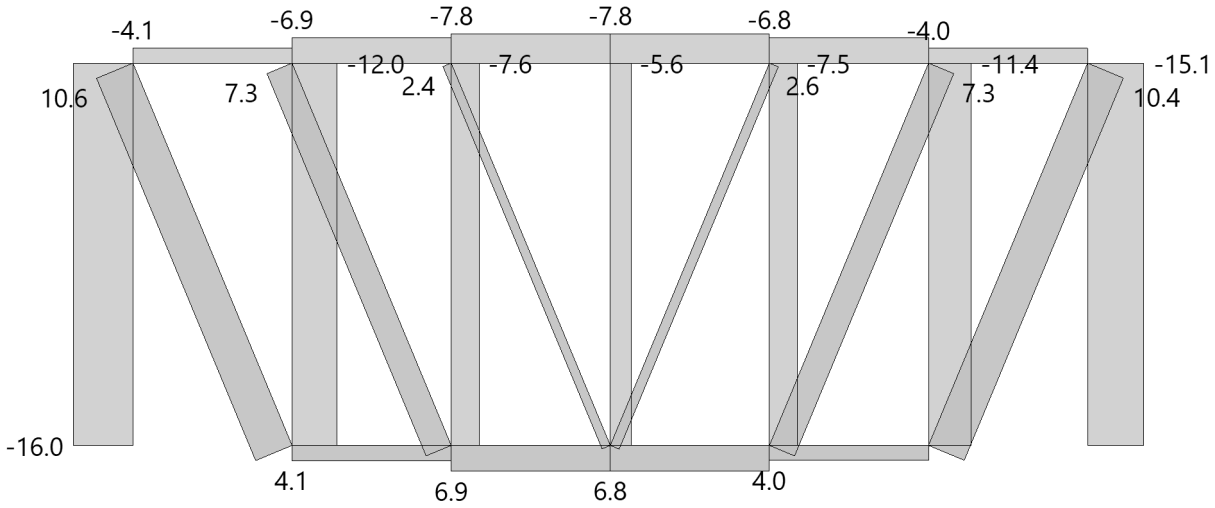
Ergebnisgrafiken für Lastfallkombination 1

Lfk 1 - Normalkraft kN



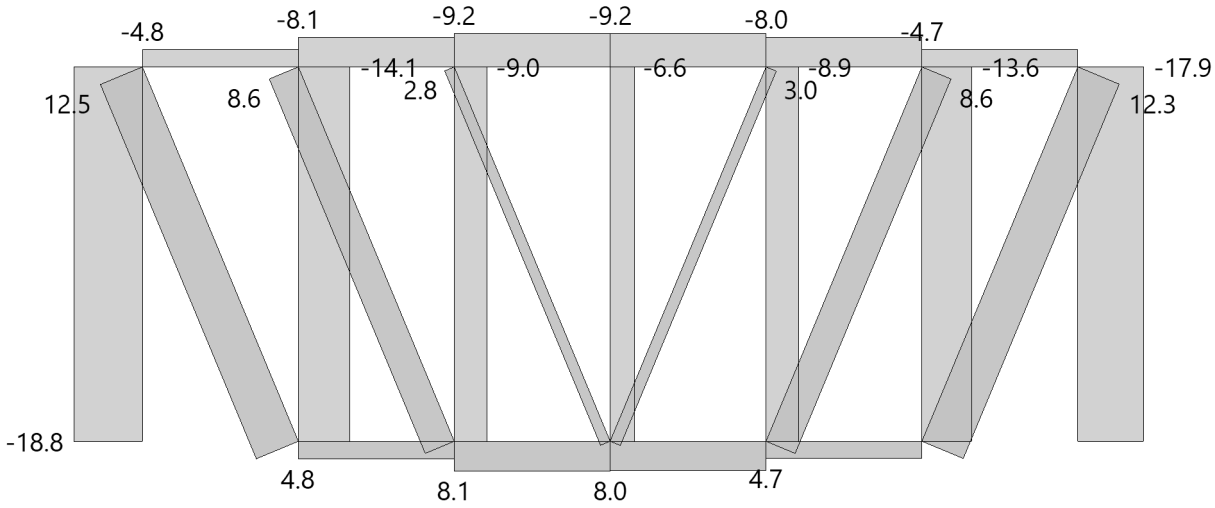
Ergebnisgrafiken für Lastfallkombination 5

Lfk 5 - Normalkraft kN



Ergebnisgrafiken für Lastfallkombination 10

Lfk 10 - Normalkraft kN



Zusammenfassung

Bemessungssituation	Bauteil,Stab(zug)	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	RND 12 Stab 20	1	Querschnitt	0,70
ständig/vorübergehend	IPE 200 Stab 13	1	Stabilität	0,43
charakteristisch	Stabzug Untergurt (Stäbe: 1, 2, 3, 4, 5, 6)	10	Relativverformung	0,15

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-7)

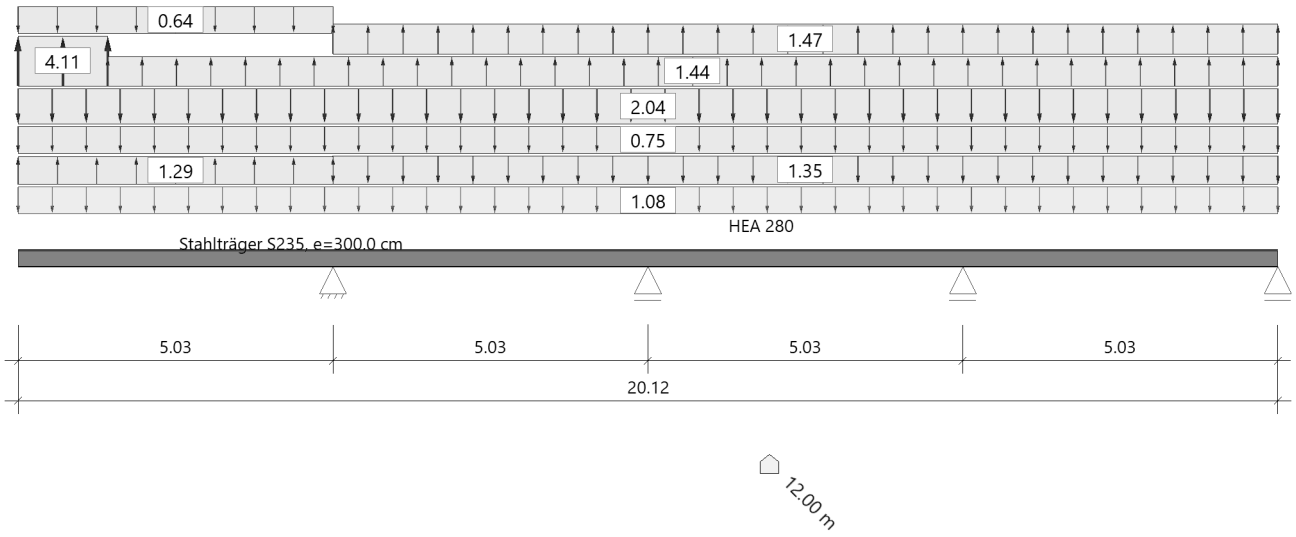
Grundparameter

Stahlträger über 3 Felder (e = 300.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

	E_k =	210000	N/mm²	G_k =	80769	N/mm²
	γ =	78.50	kN/m³	μ =	0.30	
				β_W =	0.80	
Streckgrenze	t ≤	40	mm	f_{yk} =	235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	40	mm	f_{uk} =	360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 280	13700	4760	1013	340	97.3

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	5.03	HEA 280
2	5.03	HEA 280
3	5.03	HEA 280
Kra Links	5.03	HEA 280

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	5.03	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	10.06	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	15.09	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	20.12	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m²]	W2 [kN/m²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		20.12		0.36		Nein	ständig		
	2	GL		20.12		0.25		Ja	ständig, demontierbar (PV)		
	3	GL		20.12		0.68		Ja	Schnee		
	4	TL		1.43		-1.37	-1.37	Ja	Wind	1	
	5	TL	1.43	18.69		-0.48	-0.48	Ja	Wind	1	
	6	TL		5.03		-0.43	-0.43	Ja	Wind	1	1
	7	TL		5.03		0.21	0.21	Ja	Wind		1
	8	TL	5.03	15.09		-0.49	-0.49	Ja	außergewöhnlich		2
	9	TL	5.03	15.09		0.45	0.45	Ja	außergewöhnlich		2

Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
Art : 1 - Gleichstreckenlast (GL), 4 - Trapezlast (TL), 5 - Dreiecklast (DL)
A : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	Abstand 3,00 m
2	Abstand 3,00 m
3	Abstand 3,00 m
4	links
5	links
6	links
7	kragarm Winddruck
8	Innendruck
9	Innensog

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 3.00 m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1537 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
außergewöhnliche Einwirkungen					1.00
ständig, demontierbar (PV)	1.00	1.00	1.00		1.35

Es wird immer nur eine außergewöhnliche Last angesetzt. Mehrere außergewöhnliche Lasten werden nur dann gemeinsam berücksichtigt, wenn sie über Zusammengehörigkeitsgruppen verknüpft wurden.

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt (C_{esl} = 2.30)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.34	1)	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.36	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.88

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 280	Kragarm links, x = 5.03	-35.9	-90.28	0.34		4
außergewöhnlich	HEA 280	Kragarm links, x = 5.03	-37.3	-93.79	0.36		10

Benutzerdefinierte Schnitte charakteristisch max/min je Ewg mit zugehörigen Schnittkräften

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]		$V_{z,k}$ [kN]	
1	12.00	ständig	4.08	max 1	-0.5	
		ständig, demontierbar (PV)	2.61	max	-0.2	
			-0.95	min		
			0.64		0.7	max
			1.02		-0.9	min
		Windlasten	1.12	max 1	-0.5	
			-7.72	min 1	2.6	
		Schnee H < 1000 m	7.10	max	-0.5	
			-2.58	min		
			1.75		2.0	max
			2.77		-2.6	min

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]			$V_{z,k}$ [kN]
		außergewöhnliche Einwirkungen	2.34	max	1	0.8
			-2.55	min	1	-0.8

1 : Maxwerte gleich Minwerte

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 5.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	0.0	3.0	3.0	0.59	11
Feld 1	1.85	0.0	-0.3	0.3	0.05	11
Feld 2	2.12	0.0	0.1	0.1	0.02	11
Feld 3	2.65	0.0	0.1	0.1	0.02	12

Verformungsnachweis - Relativverformung in z Feld: $f_{Cd} = l_{eff}/300$, Kragarm: $f_{Cd} = l_{eff}/150$

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	5.03	0.00	5.03	0.1	3.0	3.4	0.88	0
Feld 1	1.85	5.03	0.00	5.03	0.03	0.3	1.7	0.16	11
Feld 2	2.12	5.03	0.00	5.03	0.02	0.1	1.7	0.07	11
Feld 3	2.65	5.03	0.00	5.03		0.1	1.7	0.05	12

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	5.03	ständig	18.9	18.9		
		ständig, demontierbar (PV)	-0.2	7.9		
		Windlasten	-33.3	5.2		
		Schnee H < 1000 m	-0.5	21.4		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-3.2	2.9		
2	10.06	ständig	2.8	2.8		
		ständig, demontierbar (PV)	-3.4	4.5		
		Windlasten	-2.6	8.3		
		Schnee H < 1000 m	-9.2	12.3		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-4.8	4.4		
3	15.09	ständig	12.1	12.1		
		ständig, demontierbar (PV)	-0.4	5.3		
		Windlasten	-12.0	0.6		
		Schnee H < 1000 m	-1.0	14.4		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-4.8	4.4		
4	20.12	ständig	3.4	3.4		
		ständig, demontierbar (PV)	-0.3	1.7		
		Windlasten	-2.2			
		Schnee H < 1000 m	-0.9	4.6		
		außergewöhnliche Einwirkungen	-3.2	2.9		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

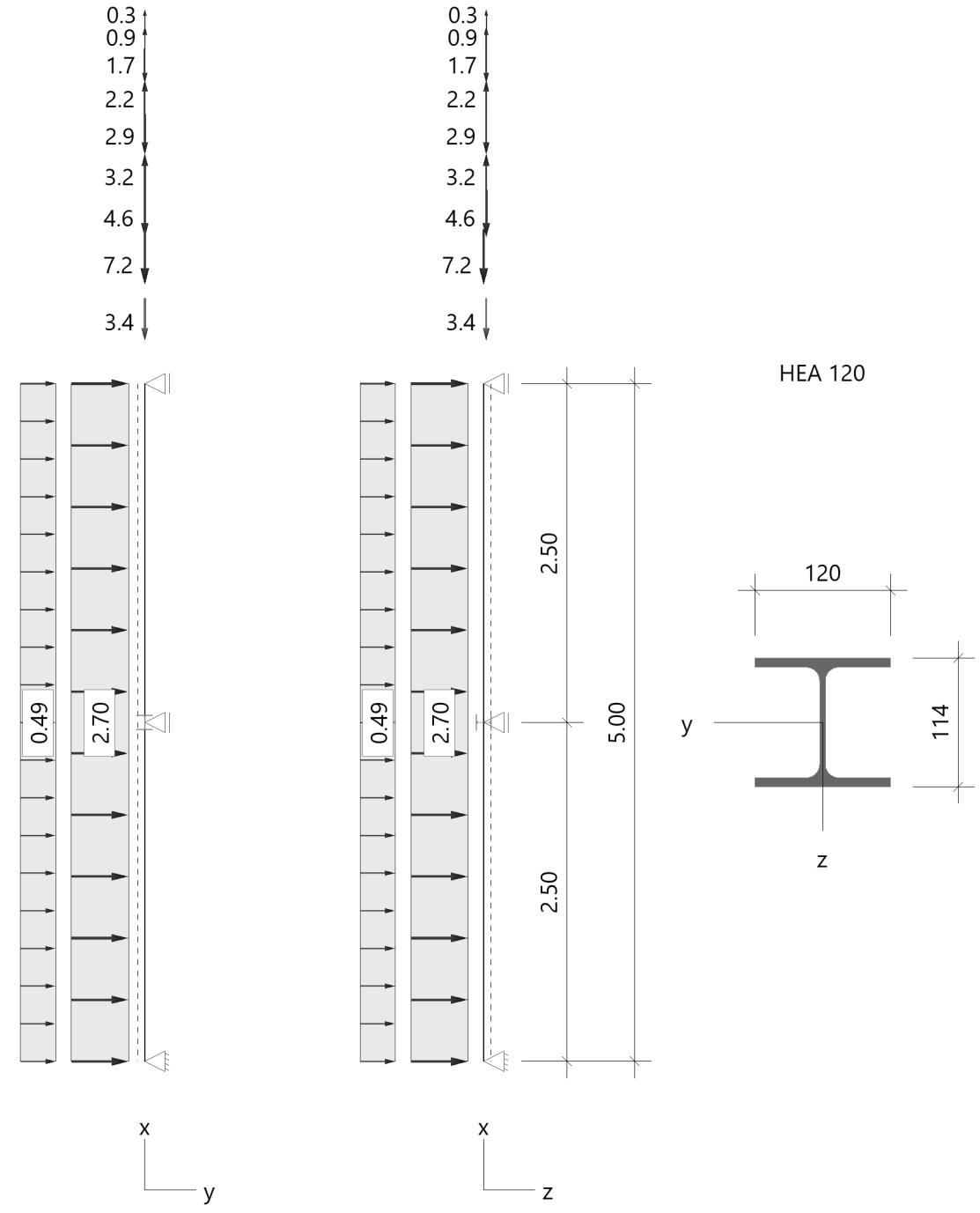
Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	5.03	Lk 10	76.9	
		Lk 5	-31.7	
2	10.06	Lk 7	37.3	
		Lk 6	-22.4	
3	15.09	Lk 8	50.5	
		Lk 1	-7.3	
4	20.12	Lk 9	15.7	
		Lk 3	-1.0	

Stahlstütze STS+ (FRILO 2026-0-7)

Grundparameter

Bemessungsnorm		:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik		:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten		:	0.90
Ψ_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 A
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim}	=	0.0 cm

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 5.00 m Material: S235 Querschnitt: HEA 120
Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand x0 = 2.50 m am Schubmittelpunkt

Lagerbedingungen

Nr	x	Verschiebungen*) ux	uy	uz	Verdrehungen*) Φ_x	Φ_y	Φ_z
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/rad]	[kNm/rad]	[kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.00	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
10	2.50	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0
30	2.50	0.00	0.00	-1	0.0	0.0	0.0

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

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
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
29	Q	ständig/vorübergehend	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			

Lasten

Lastarten

Art 3 = Einzellast bei a kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
14 = Kopflast kN

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	ey [mm]	ez [mm]	Ew	Alt	Zus
(DLT+)	1	3	in x-Richtung	3.4	5.00		-		19	99	1	
(DLT+)	2	3	in x-Richtung	1.7	5.00		-		19	29	2	
(DLT+)	3	3	in x-Richtung	-0.3	5.00		-		19	29	2	
(DLT+)	4	3	in x-Richtung	4.6	5.00		-		19	10	3	
(DLT+)	5	3	in x-Richtung	-0.9	5.00		-		19	10	3	
(DLT+)	6	3	in x-Richtung	-2.2	5.00		-		19	9	4	
(DLT+)	7	3	in x-Richtung	2.9	5.00		-		19	15	5	
(DLT+)	8	3	in x-Richtung	-3.2	5.00		-		19	15	5	
	9	2	in z-Richtung	2.70	-		-			9		
	10	2	in y-Richtung	2.70	-		-			9		
	11	2	in y-Richtung	0.49	-		-			15		1
	12	2	in z-Richtung	0.49	-		-			15		1
Fassade	13	14	in x-Richtung	7.2	5.00		-			15		

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 129

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	1.0	3.8	0.00	3.8	0.00
1.05	1.0	-0.5	1.75	-0.5	-1.75
2.50	1.0	-6.3	-3.17	-6.3	3.16
2.50	1.0	6.3	-3.17	6.3	3.16
4.06	1.0	0.0	1.79	-0.01	-1.78
5.00	1.0	-3.8	0.02	-3.8	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 129 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05
1.05	1	0.00	0.00	0.06	0.00	0.13	0.13	0.13
2.50	1	0.00	0.06	0.11	0.02	0.23	0.24	0.24
4.06	1	0.00	0.00	0.06	0.00	0.13	0.13	0.13
5.00	1	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.05

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	10.3	3.11	3.16	6.62	0.49	23

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Schnittgrößen - Lfk 271

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-2.6	1.0	0.00	1.0	0.00
0.94	-2.6	0.0	0.46	-0.01	-0.45
2.50	-2.6	-1.6	-0.79	-1.6	0.80
2.50	-2.6	1.6	-0.79	1.6	0.80
3.95	-2.6	0.1	0.42	0.1	-0.45
5.00	-2.6	-1.0	-0.05	-1.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 271 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
0.94	1	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.03	0.03
2.50	1	0.00	0.01	0.03	0.01	0.06	0.06	0.06
3.95	1	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.03	0.03
5.00	1	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	5.1	0.78	0.80	6.62	0.09	326

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]
Fuss	0.00	(DLT+)	99	-3.4	0.01	-	-	-
		(DLT+)	29	-1.7	0.0	-	-	-
		(DLT+)	29	0.3	0.0	-	-	-
		(DLT+)	10	-4.6	0.01	-	-	-
		(DLT+)	10	0.9	0.0	-	-	-
		(DLT+)	9	2.2	0.0	-	-	-
		(DLT+)	15	-2.9	0.01	-	-	-
		(DLT+)	15	3.2	-0.01	-	-	-
		Lf 9	9	-	2.5	-	-	-
		Lf 10	9	-	-	-	2.5	-
		Fassade	15	-7.2	-	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	15	-	0.5	-	0.5	-
Halterung	2.50	Lf 10	9	-	-	-	8.4	-
		Lasten mit Zus 1	15	-	-	-	1.5	-
Halterung		(DLT+)	99	-	-0.04	-	-	-
		(DLT+)	29	-	-0.02	-	-	-
		(DLT+)	29	-	0.0	-	-	-
		(DLT+)	10	-	-0.1	-	-	-
		(DLT+)	10	-	0.01	-	-	-
		(DLT+)	9	-	0.03	-	-	-
		(DLT+)	15	-	-0.03	-	-	-
		(DLT+)	15	-	0.04	-	-	-
		Lf 9	9	-	8.4	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	15	-	1.5	-	-	-
Kopf	5.00	(DLT+)	99	-	0.03	-	-	-
		(DLT+)	29	-	0.02	-	-	-
		(DLT+)	29	-	0.0	-	-	-
		(DLT+)	10	-	0.04	-	-	-
		(DLT+)	10	-	-0.01	-	-	-
		(DLT+)	9	-	-0.02	-	-	-
		(DLT+)	15	-	0.03	-	-	-
		(DLT+)	15	-	-0.03	-	-	-
		Lf 9	9	-	2.5	-	-	-
		Lf 10	9	-	-	-	2.5	-
		Lasten mit Zus 1	15	-	0.5	-	0.5	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Kopf	5.00	Lfk 1	-	3.8	-	3.8	-
		Lfk 23	-	3.9	-	3.8	-
		Lfk 159	-	-0.01	-	3.8	-
Halterung	2.50	Lfk 129	-	12.7	-	-	-
		Lfk 52	-	-0.2	-	-	-
		Lfk 1	-	-	-	12.7	-
Fuss	0.00	Lfk 22	-13.8	2.3	-	2.3	-
		Lfk 129	1.0	3.8	-	3.8	-
		Lfk 1	-1.3	3.8	-	3.8	-
		Lfk 23	-10.3	3.8	-	3.8	-
		Lfk 159	1.0	0.0	-	3.8	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
129	ständig/vorübergehend	1:1,00 + 3:1,35 + 5:0,75 + 6:1,50 + 9:1,50 + 10:1,50
23	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:0,75 + 9:1,50 + 10:1,50
271	außergewöhnlich	1:1,00 + 3:1,00 + 6:0,20 + 9:0,20 + 10:0,20 + 11:1,00 + 12:1,00
326	außergewöhnlich	1:1,00 + 2:1,00 + 9:0,20 + 10:0,20 + 11:1,00 + 12:1,00
1	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 6:1,50 + 9:1,50 + 10:1,50
159	ständig/vorübergehend	1:1,00 + 3:1,35 + 5:0,75 + 6:1,50 + 10:1,50
52	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:1,50 + 10:0,90
22	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:1,50 + 9:0,90 + 10:0,90

Zusammenfassung

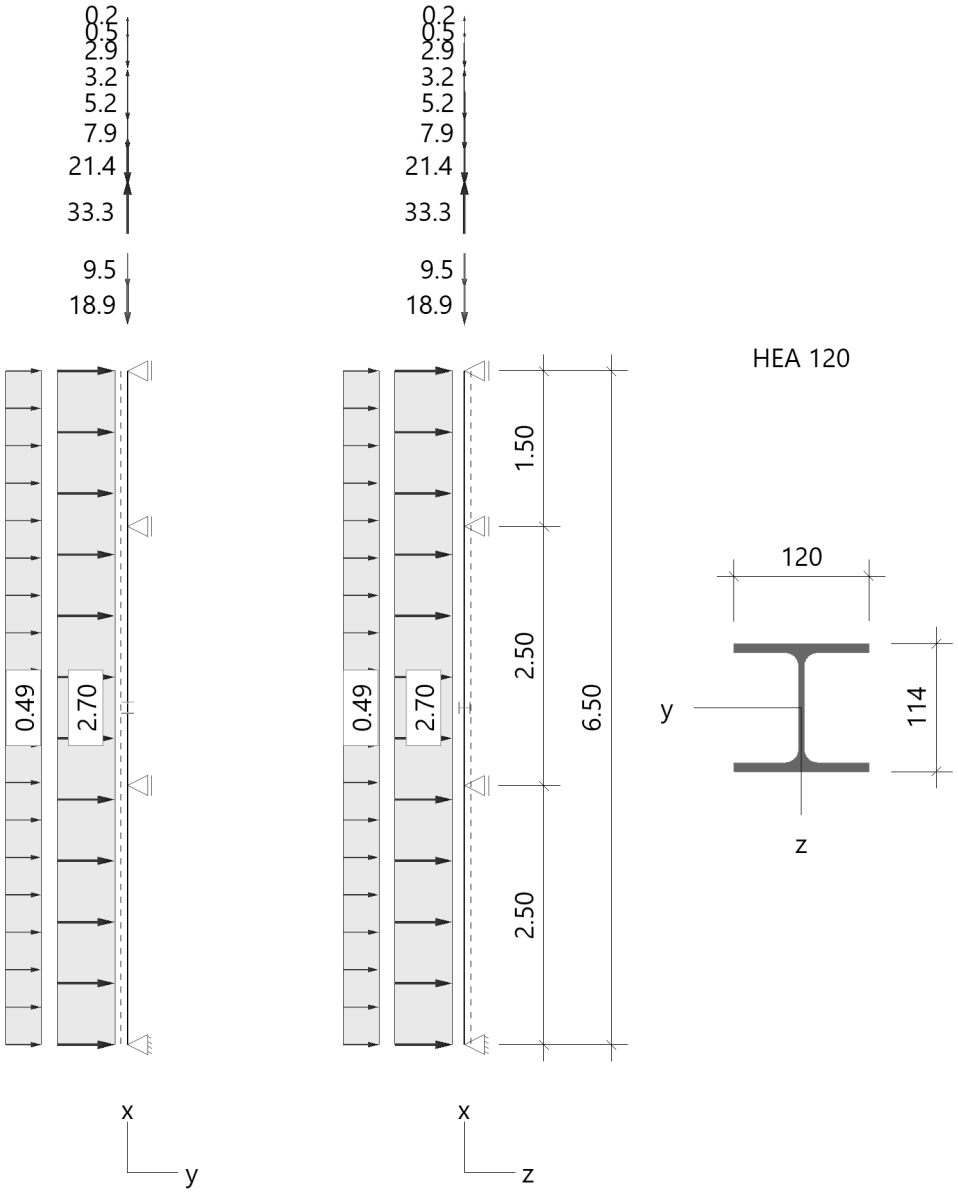
Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	129	Querschnitt	0,24
ständig/vorübergehend	23	Stabilität	0,49

Stahlstütze STS+ (FRILO 2026-0-7)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung	:	berücksichtigt (C_{esl} = 2.30)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang A
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	0.0 cm

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 6.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 120
Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand x0 = 2.50 m am Schubmittelpunkt

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
10	2.50	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0
11	5.00	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0
30	2.50	0.00	0.00	-1	0.0	0.0	0.0
31	5.00	0.00	0.00	-1	0.0	0.0	0.0

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

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
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
29	Q	ständig/vorübergehend	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			

Lasten

Lastarten

Art 3 = Einzellast bei a kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
14 = Kopflast kN

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew	Alt	Zus
(DLT+)	1	3	in x-Richtung	18.9	6.50		-	99	1	
(DLT+)	2	3	in x-Richtung	7.9	6.50		-	29	2	
(DLT+)	3	3	in x-Richtung	-0.2	6.50		-	29	2	
(DLT+)	4	3	in x-Richtung	21.4	6.50		-	10	3	
(DLT+)	5	3	in x-Richtung	-0.5	6.50		-	10	3	
(DLT+)	6	3	in x-Richtung	5.2	6.50		-	9	4	
(DLT+)	7	3	in x-Richtung	-33.3	6.50		-	9	4	
(DLT+)	8	3	in x-Richtung	2.9	6.50		-	15	5	1
(DLT+)	9	3	in x-Richtung	-3.2	6.50		-	15	5	1
	10	2	in z-Richtung	2.70	-		-	9		
	11	2	in y-Richtung	2.70	-		-	9		
	12	2	in y-Richtung	0.49	-		-	9		1
	13	2	in z-Richtung	0.49	-		-	9		1
	14	14	in x-Richtung	9.5	6.50		-	99		

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 22

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-72.8	4.0	0.00	4.0	0.00
0.34	-72.8	2.6	1.11	2.6	-1.11
0.98	-72.8	0.0	1.93	0.0	-1.93
1.37	-72.8	-1.6	1.61	-1.6	-1.61
2.05	-72.8	-4.4	-0.42	-4.4	0.42
2.50	-72.8	-6.2	-2.78	-6.2	2.78
2.50	-72.8	5.6	-2.78	5.6	2.78
2.74	-72.8	4.6	-1.58	4.6	1.58
3.87	-72.8	0.0	1.04	0.0	-1.04
5.00	-72.8	-4.6	-1.54	-4.6	1.54
5.00	-72.8	4.1	-1.54	4.1	1.54
6.16	-72.8	-0.6	0.45	-0.6	-0.45
6.50	-72.8	-2.0	0.00	-2.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 22 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.12	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.12
0.34	1	0.12	0.02	0.04	0.01	0.08	0.08	0.12
0.98	1	0.12	0.00	0.07	0.00	0.14	0.14	0.14
1.37	1	0.12	0.01	0.06	0.01	0.12	0.12	0.12
2.05	1	0.12	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.12
2.50	1	0.12	0.05	0.10	0.02	0.20	0.21	0.21
2.74	1	0.12	0.04	0.06	0.02	0.11	0.12	0.12
3.87	1	0.12	0.00	0.04	0.00	0.07	0.08	0.12
5.00	1	0.12	0.04	0.05	0.02	0.11	0.11	0.12
6.16	1	0.12	0.01	0.02	0.00	0.03	0.03	0.12
6.50	1	0.12	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.12

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	72.8	2.78	2.78	6.62	0.64	22

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Schnittgrößen - Lfk 356

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-86.4	0.5	0.00	0.5	0.00
0.98	-86.4	0.0	0.26	0.0	-0.26
2.50	-86.4	-0.8	-0.37	-0.8	0.37
2.50	-86.4	0.7	-0.37	0.7	0.37
3.87	-86.4	0.0	0.14	0.0	-0.14
5.00	-86.4	-0.6	-0.20	-0.6	0.20
5.00	-86.4	0.5	-0.20	0.5	0.20
6.16	-86.4	-0.1	0.06	-0.1	-0.06
6.50	-86.4	-0.3	0.00	-0.3	0.00
0.34	-86.4	0.3	0.15	0.3	-0.15

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 356 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
0.98	1	0.15	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.15
2.50	1	0.15	0.01	0.01	0.00	0.03	0.03	0.15
3.87	1	0.15	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.15
5.00	1	0.15	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.15
5.00	1	0.15	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.15
6.16	1	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
6.50	1	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
0.34	1	0.15	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.15

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	86.4	0.37	0.37	6.62	0.26	356

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]
Fuss	0.00	(DLT+)	99	-18.9	-	-	-	-
		(DLT+)	29	-7.9	-	-	-	-
		(DLT+)	29	0.2	-	-	-	-
		(DLT+)	10	-21.4	-	-	-	-
		(DLT+)	10	0.5	-	-	-	-
		(DLT+)	9	-5.2	-	-	-	-
		(DLT+)	9	33.3	-	-	-	-
		Lf 10	9	-	2.6	-	-	-
		Lf 11	9	-	-	-	2.6	-
		Lf 14	99	-9.5	-	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	15	0.3	0.5	-	0.5	-
Halterung	2.50	Lf 11	9	-	-	-	7.8	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	-	-	1.4	-
Halterung	5.00	Lf 11	9	-	-	-	5.8	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	-	-	1.0	-
Halterung	2.50	Lf 10	9	-	7.8	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	1.4	-	-	-
Halterung	5.00	Lf 10	9	-	5.8	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	1.0	-	-	-
Kopf	6.50	Lf 10	9	-	1.3	-	-	-
		Lf 11	9	-	-	-	1.3	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	0.2	-	0.2	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Kopf	6.50	Lfk 1	-	2.0	-	2.0	-
Halterung	5.00	Lfk 1	-	8.6	-	-	-
Halterung	2.50	Lfk 1	-	11.7	-	-	-
Halterung	5.00	Lfk 1	-	-	-	8.6	-
Halterung	2.50	Lfk 1	-	-	-	11.7	-
Fuss	0.00	Lfk 356	-86.4	0.5	-	0.5	-
		Lfk 219	22.2	4.0	-	4.0	-
		Lfk 1	-38.3	4.0	-	4.0	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
22	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:0,75 + 6:1,50 + 10:1,50 + 11:1,50 + 14:1,35
356	außergewöhnlich	1:1,00 + 2:1,00 + 4:2,30 + 6:0,20 + 10:0,20 + 11:0,20 + 14:1,00
1	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 10:1,50 + 11:1,50 + 14:1,35
219	ständig/vorübergehend	1:1,00 + 3:1,35 + 5:0,75 + 7:1,50 + 10:1,50 + 11:1,50 + 14:1,00

Zusammenfassung

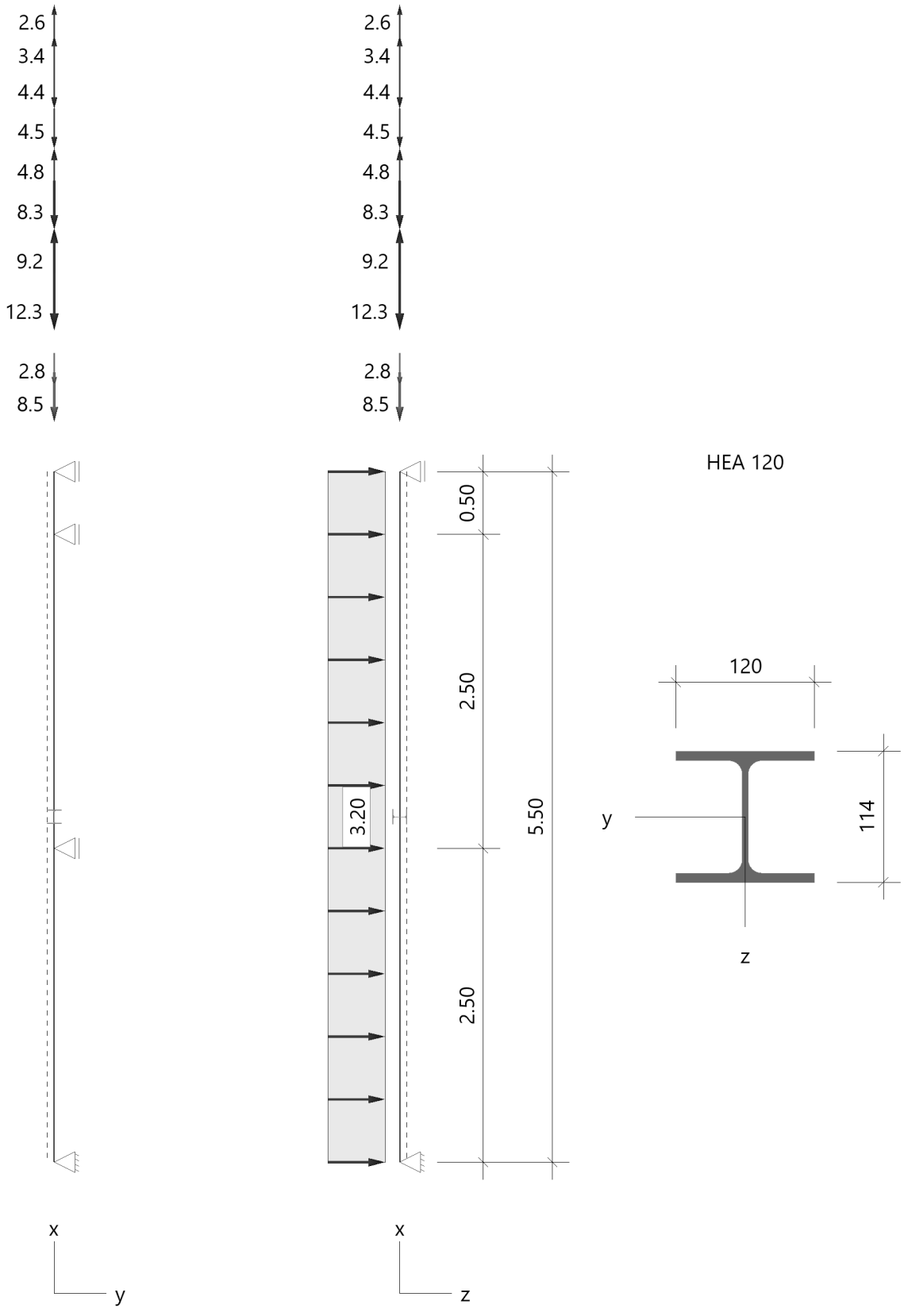
Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	22	Querschnitt	0,21
ständig/vorübergehend	22	Stabilität	0,64

Stahlstütze STS+ (FRILO 2026-0-7)

Grundparameter

Bemessungsnorm		:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik		:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten		:	0.90
Ψ_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 A
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit		:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim}	=	0.0 cm

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 5.50 m Material: S235 Querschnitt: HEA 120
Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand x0 = 2.50 m am Schubmittelpunkt

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*) ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen*) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	5.50	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
10	2.50	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0
11	5.00	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0

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

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
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
29	Q	ständig/vorübergehend	ständig, demontierbar (PV)	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			

Lasten

Lastarten

Art 3 = Einzellast bei a kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
14 = Kopflast kN

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew	Alt
(DLT+)	1	3	in x-Richtung	2.8	5.50		-	99	1
(DLT+)	2	3	in x-Richtung	4.5	5.50		-	29	2
(DLT+)	3	3	in x-Richtung	-3.4	5.50		-	29	2
(DLT+)	4	3	in x-Richtung	12.3	5.50		-	10	3
(DLT+)	5	3	in x-Richtung	-9.2	5.50		-	10	3
(DLT+)	6	3	in x-Richtung	8.3	5.50		-	9	4
(DLT+)	7	3	in x-Richtung	-2.6	5.50		-	9	4
(DLT+)	8	3	in x-Richtung	4.4	5.50		-	15	5
(DLT+)	9	3	in x-Richtung	-4.8	5.50		-	15	5
	10	2	in z-Richtung	3.20	-		-	9	
	11	14	in x-Richtung	8.5	5.50		-	99	

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-15.2	13.2	0.00	0.0	0.00
2.75	-15.2	0.0	18.15	0.0	0.00
5.50	-15.2	-13.2	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
2.75	1	0.03	0.00	0.64	0.00	0.00	0.64	0.64
5.50	1	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.72	1	43.0	18.15	6.61	0.97	22

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Schnittgrößen - Lfk 169

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-15.7	1.8	0.00	0.0	0.00
2.75	-15.7	0.0	2.42	0.0	0.00
5.50	-15.7	-1.8	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 169 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
2.75	1	0.03	0.00	0.09	0.00	0.00	0.09	0.09
5.50	1	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
2.72	1	21.9	2.42	6.61	0.17	222

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]
Fuss	0.00	(DLT+)	99	-2.8	-	-	-	-
		(DLT+)	29	-4.5	-	-	-	-
		(DLT+)	29	3.4	-	-	-	-
		(DLT+)	10	-12.3	-	-	-	-
		(DLT+)	10	9.2	-	-	-	-
		(DLT+)	9	-8.3	-	-	-	-
		(DLT+)	9	2.6	-	-	-	-
		(DLT+)	15	-4.4	-	-	-	-
		(DLT+)	15	4.8	-	-	-	-
		Lf 10	9	-	8.8	-	-	-
		Lf 11	99	-8.5	-	-	-	-
Kopf	5.50	Lf 10	9	-	8.8	-	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Kopf	5.50	Lfk 1	-	13.2	-	-	-
Fuss	0.00	Lfk 21	-47.2	7.9	-	-	-
		Lfk 128	9.5	7.9	-	-	-
		Lfk 1	-15.2	13.2	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 10:1,50 + 11:1,35
22	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:0,75 + 6:1,50 + 10:1,50 + 11:1,35
169	außergewöhnlich	1:1,00 + 8:1,00 + 10:0,20 + 11:1,00
222	außergewöhnlich	1:1,00 + 2:1,00 + 6:0,20 + 8:1,00 + 10:0,20 + 11:1,00
21	ständig/vorübergehend	1:1,35 + 2:1,35 + 4:1,50 + 6:0,90 + 10:0,90 + 11:1,35
128	ständig/vorübergehend	1:1,00 + 3:1,35 + 5:1,50 + 7:0,90 + 10:0,90 + 11:1,00

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	1	Querschnitt	0,64
ständig/vorübergehend	22	Stabilität	0,97

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 250 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer)
Nutzungsdauer	50 Jahre
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Vorhanden
Anschlussprofil	HEA 120
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Standard (Ausblaspumpe), siehe Setzanweisung ETA-20/0229

Dübelartikel:

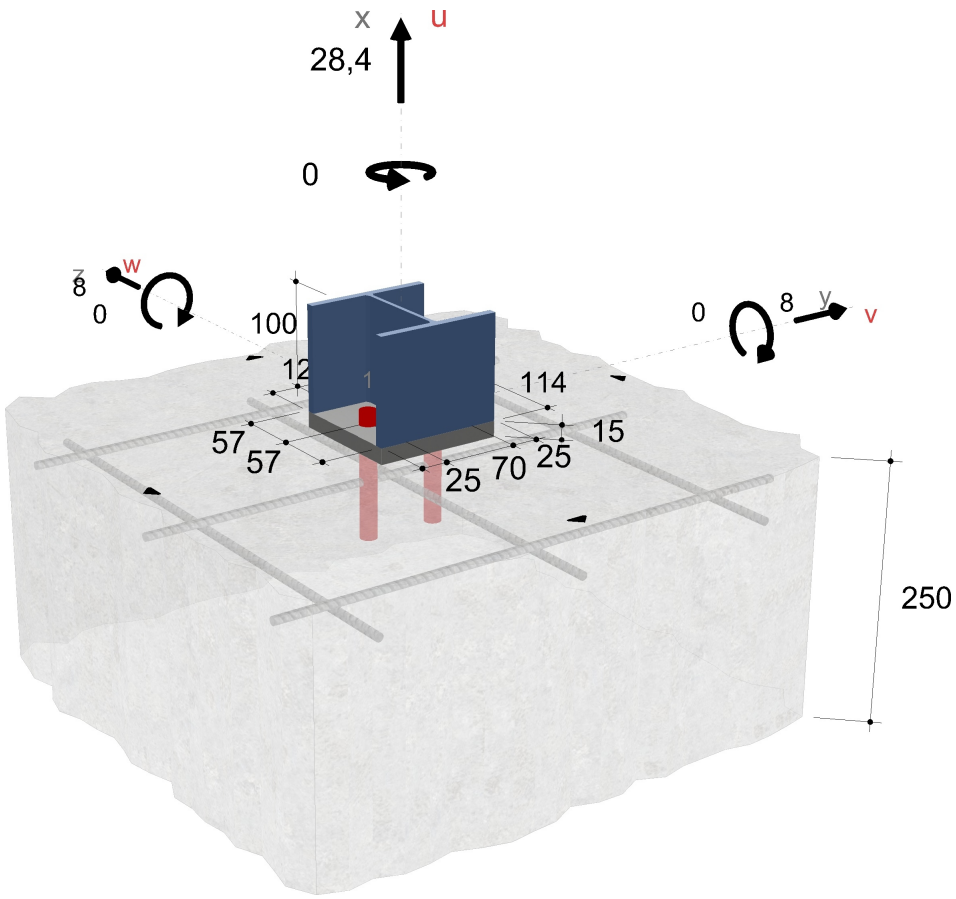
Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5930 216 025	**W-FAZ PRO/S-0-45-M16X145**	**M16**	**145 mm**	**17 mm**	**20**
5930 216 050	W-FAZ PRO/S-0-70-M16X170	M16	170 mm	42 mm	20
5930 216 080	W-FAZ PRO/S-5-100-M16X200	M16	200 mm	72 mm	10

Gewählter Dübeltyp und Größe	**W-FAZ PRO/S M16**
Material	S -
Effektive Verankerungstiefe	93 mm
Zulassung	ETA-20/0229 gültig ab 27.01.2025



Geometrie und Belastung:

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,v}$ [kN]	$V_{Ed,w}$ [kN]	$M_{Ed,u}$ [kNm]	$M_{Ed,v}$ [kNm]	$M_{Ed,w}$ [kNm]	Belastungstyp
1		**28,400**	**8,000**	**8,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**14,200**	0,000	0,000	4,000	4,000	**4,000**	**4,000**	**5,657**
2	**14,200**	0,000	0,000	4,000	4,000	**4,000**	**4,000**	**5,657**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**28,400**	0,000	0,000	8,000	8,000	**8,000**	**8,000**	**11,314**

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 0,07 % erhöht

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	26,86 %	nachgewiesen
Zug	Herausziehen	65,83 %	nachgewiesen
Zug	**Betonausbruch**	**98,63 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	**Stahlversagen ohne Hebelarm**	**11,79 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	10,91 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	8,60 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**91,29 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Die ausgewählte Ankerplatte ist ausreichend steif.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 132{,}03\ N/mm^2 / (235\ N/mm^2 / 1{,}10) = 61{,}80\ \%$

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise:

- Nachweisverfahren: EN 1992-4 (2019-04)
- Verbindliche Bemessung
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Die Artikelnummern des Dübels entnehmen Sie bitte der zugehörigen Produktbeschreibung.
- Die Artikelnummern der Zubehörartikel (Verarbeitung und Bohrlochreinigung) entnehmen Sie bitte der Produktbeschreibung des Dübels. Die Montageanweisung entnehmen Sie bitte der Zulassung des Dübels.
- Es werden hier lediglich die Ergebnisse des zugrunde gelegten Bemessungsverfahrens aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf hinsichtlich der prüfbaren Nachweise an den zuständigen Planer/Statiker.
- Die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises werden hier nicht aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an den zuständigen Planer/Statiker.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in EN 1992-4 Tabelle 6.1 oder der jeweiligen Zulassung angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in EN 1992-4 zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.
- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.
- Wenn Sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstherorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen Sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.
- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie EN 1992-4, Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass sich unter der Ankerplatte keine Luftblasen befinden und die Unterfütterung vor

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Eingabedaten

Untergrund	Beton: gerissen | C25/30; f_{ck} = 25,00 N/mm², $f_{ck,cube}$ = 30,00 N/mm² | h = 250 mm Temperaturbereich: 40 °C / 24 °C (Benutzer) | 40 °C / 24 °C (Bemessung)
Nutzungsdauer	50 Jahre
Bewehrung	Flächenbewehrung: Normal | Randbewehrung: Keine Spaltbewehrung: Vorhanden
Anschlussprofil	HEA 120
Installationsbedingungen	Bohrverfahren: Hammerbohren | Bohrlochzustand: Trocken Dübelbiegung: Keine Reinigungstyp: Pressluftreinigung(CAC), siehe Setzanweisung ETA-17/0127

Dübelartikel:

Art.-Nr.	Bezeichnung	Ø [mm]	l [mm]	$t_{fix,max}$ [mm]	VE [Stück]
5916 016 999	**Ankerstange S-5.8 x 1000** **- Zuschnittlänge: 204 mm** **- Anzahl Zuschnitte je Ankerstange: 4**	**M16**	**1000 mm**	**20 mm**	**10**

Handelsübliche Gewindestange mit:

- Werkstoff, Abmessungen und mechanische Eigenschaften gemäß Tabelle A1 der entsprechenden Zulassung
- Abnahmeprüfzeugnis 3.1 gemäß EN 10204:2004
- Markierung der Setztiefe

Mörtelartikel:

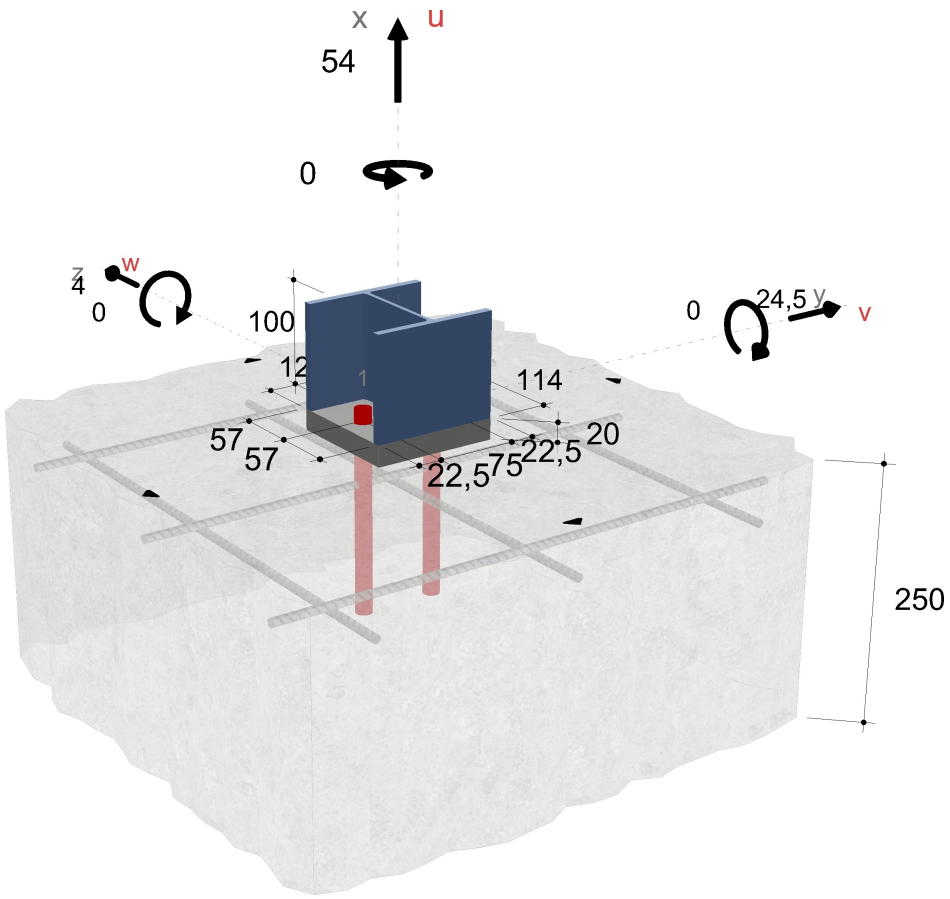
Art.-Nr.	Bezeichnung
5918 500 320	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 320 ml
5918 500 420	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 420 ml
5918 503 825	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 825 ml
5918 504 280	Verbundanker WIT-UH 300 in Mörtelkartusche 280 ml

Gewählter Dübeltyp und Größe	**WIT-UH 300 + Ankerstange Meterware/ S 5.8 M16**
Material	S 5.8
Effektive Verankerungstiefe	164 mm
Zulassung	ETA-17/0127 gültig ab 13.11.2020



Geometrie und Belastung:

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.



Lastfälle:

#	Name	N_{Ed} [kN]	$V_{Ed,v}$ [kN]	$V_{Ed,w}$ [kN]	$M_{Ed,u}$ [kNm]	$M_{Ed,v}$ [kNm]	$M_{Ed,w}$ [kNm]	Belastungstyp
1		**54,000**	**24,500**	**4,000**	**0,000**	**0,000**	**0,000**	**Normal**

Nachweise

Resultierende Dübelkräfte:

Dübelnummer	$N^i_{Ed,x}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$V^i_{Ed,y}$ [kN]	$V^i_{Ed,z}$ [kN]	V^i_{Ed} [kN]
1	**27,000**	0,000	0,000	12,250	2,000	**12,250**	**2,000**	**12,412**
2	**27,000**	0,000	0,000	12,250	2,000	**12,250**	**2,000**	**12,412**

	$\Sigma N^i_{Ed,x}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Mx,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^{Vy,i}_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^{Vz,i}_{Ed,z}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,y}$ [kN]	$\Sigma V^i_{Ed,z}$ [kN]	$\lvert\Sigma V^i_{Ed}\rvert$ [kN]
Summe	**54,000**	0,000	0,000	24,500	4,000	**24,500**	**4,000**	**24,824**

Wegen des Nachweises mit elastischer Ankerplatte werden die Schnittkräfte um 0,00 % erhöht

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

Zusammenfassung:

Beanspruchung	Nachweis	Ausnutzung	Status
Zug	Stahlversagen	51,70 %	nachgewiesen
Zug	**Kombiniertes Versagen Herausziehen und Betonausbruch**	**98,98 %**	**nachgewiesen**
Zug	Betonausbruch	86,92 %	nachgewiesen
Querkraft	**Stahlversagen ohne Hebelarm**	**33,01 %**	**nachgewiesen**
Querkraft	Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite (Dübelgruppe)	20,62 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	Interaktion (Stahlversagen)	37,63 %	nachgewiesen
Zug/Querkraft Kombination	**Interaktion (Andere als Stahl)**	**99,67 %**	**nachgewiesen**

Ankerplattenbemessung:

Die ausgewählte Ankerplatte ist ausreichend steif.

Stahlspannung (Ankerplatte): $\beta = \sigma_{Ed} / (f_{yk} / \gamma_M) = 182{,}87$ N/mm² / (235 N/mm² / 1,10) = 85,60 %

Die Ankerplattenbemessung wurde erfolgreich durchgeführt.

Nachweise erfolgreich durchgeführt!

Hinweise:

- Nachweisverfahren: EN 1992-4 (2019-04)
- Verbindliche Bemessung
- Bitte beachten Sie die Softwarenutzungsbedingungen insbesondere den §4.
- Die Artikelnummern des Dübels entnehmen Sie bitte der zugehörigen Produktbeschreibung.
- Die Artikelnummern der Zubehörartikel (Verarbeitung und Bohrlochreinigung) entnehmen Sie bitte der Produktbeschreibung des Dübels. Die Montageanweisung entnehmen Sie bitte der Zulassung des Dübels.
- Es werden hier lediglich die Ergebnisse des zugrunde gelegten Bemessungsverfahrens aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf hinsichtlich der prüfbaren Nachweise an den zuständigen Planer/Statiker.
- Die Ergebnisse des Gebrauchstauglichkeitsnachweises werden hier nicht aufgeführt. Bitte wenden Sie sich bei Bedarf an den zuständigen Planer/Statiker.
- Diese Berechnung gilt nur, wenn die Durchgangslöcher nicht größer sind als in EN 1992-4 Tabelle 6.1 oder der jeweiligen Zulassung angegeben ist! Bei größeren Durchgangslöchern ist Kapitel 1.1 in EN 1992-4 zu beachten.
- Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch der Dübel oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Dübelzulassung sind zu beachten.
- Innerhalb einer Gruppe können nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt werden.
- Die zulässigen Verbundspannungswerte sind von den vorliegenden Kurz- und Langzeittemperaturen abhängig.
- Die angesetzte Baustoffgüte ist nachzuweisen.
- Die Bemessungsregeln des Programms gelten nur unter der Annahme einer starren Ankerplatte.
- Die Betrachtung der vorliegenden Ankerplatte als starr oder nahezu starre Ankerplatte, ist Bestandteil ihrer technischen Beurteilung.
- Wenn Sie von der starren Ankerplatte abweichen, werden die ermittelten Schnittkräfte nach Elastizitätstherorie mit einem Skalierungsfaktor (Relastische Dübelkräfte/lineare Dübelkräfte) erhöht. Dieses Ergebnis lassen Sie sich bitte von einem Statiker prüfen und frei geben.
- Mehr Informationen zur starren Ankerplatte und deren Bemessung siehe Veröffentlichungen von Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

- Die Weiterleitung der Kräfte im Bauteil ist nach der Bemessungsrichtlinie EN 1992-4, Abschnitt 7 nachzuweisen. Im Falle einer Unterfütterung wird davon ausgegangen, dass sich unter der Ankerplatte keine Luftblasen befinden und die Unterfütterung vor der tatsächlichen Lastauftragung erfolgt und ausgehärtet ist!
- Das Bohrloch ist mit Druckluft (CAC) laut ETA-17/0127 zu reinigen.

Die Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Würth übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.

9 - 11 Bemessung Gründung

Die Fundamente sind mit einer Auflast aus einer 10 cm Asphaltschicht bemessen.
g=2,3kN/m²

Pos 9 Fundament unter Giebelstützen

- Beton C 25/30
- Abmessung: a x b x h = 2,40m x 2,40m x 0,80m ➔ frostfreie Gründung auf gewachsenem Boden
- Die Stütze steht mittig auf dem Fundament.
- Expositionsklasse XC2 / WF
- Betonüberdeckung $_{nom}$ c = 3,5 cm
  - sollte direkt in das Erdreich betoniert werden, ist die Betondeckung um 5cm zu erhöhen.
- B500 A
  - unten kreuzweise je Ø12/12,5cm je Richtung mit Winkelhaken
  - oben kreuzweise je Ø12/12,5cm je Richtung mit Winkelhaken

Pos 10 Fundament unter Hallenrahmen (vorne)

- Beton C 25/30
- Abmessung: a x b x h = 2,80m x 2,80m x 0,80m ➔ frostfreie Gründung auf gewachsenem Boden
- Die Stütze steht mittig auf dem Fundament.
- Expositionsklasse XC2 / WF
- Betonüberdeckung $_{nom}$ c = 3,5 cm
  - sollte direkt in das Erdreich betoniert werden, ist die Betondeckung um 5cm zu erhöhen.
- B500 A
  - unten kreuzweise je Ø12/15cm je Richtung mit Winkelhaken
  - oben kreuzweise je Ø12/15cm je Richtung mit Winkelhaken

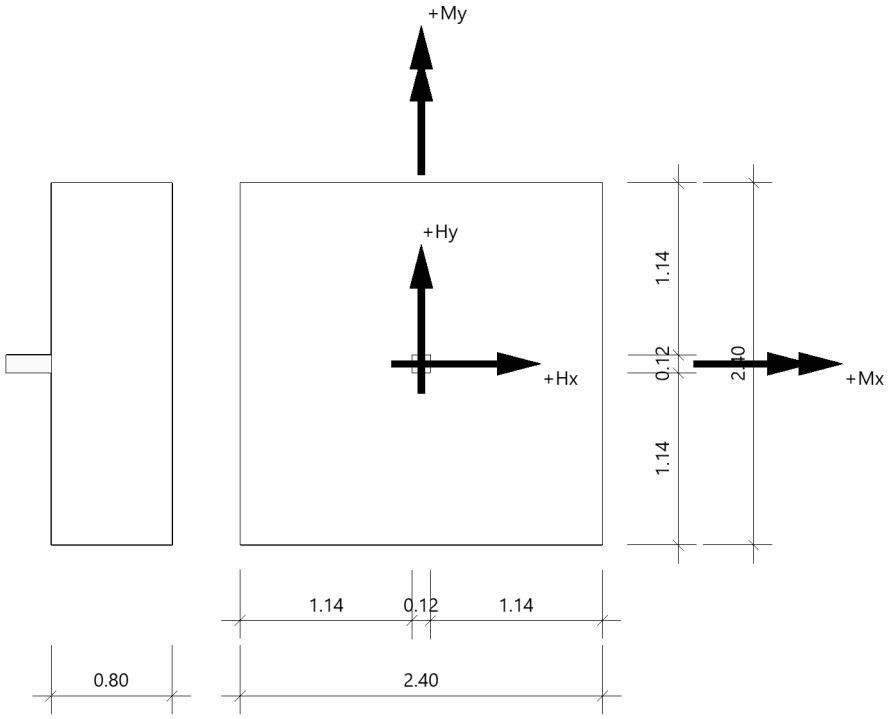
Pos 11 Fundament unter Hallenrahmen (hinten)

- Beton C 25/30
- Abmessung: a x b x h = 2,40m x 2,40m x 0,80m ➔ frostfreie Gründung auf gewachsenem Boden
- Die Stütze steht mittig auf dem Fundament.
- Expositionsklasse XC2 / WF
- Betonüberdeckung $_{nom}$ c = 3,5 cm
  - sollte direkt in das Erdreich betoniert werden, ist die Betondeckung um 5cm zu erhöhen.
- B500 A
  - unten kreuzweise je Ø12/12,5cm je Richtung mit Winkelhaken
  - oben kreuzweise je Ø12/12,5cm je Richtung mit Winkelhaken

Fundamente FDX+ (FRILO 2026-0-7)

System

Draufsicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.40	2.40	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	0.12	0.12	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.80 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 253.08 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - Bemessungswerte

Nr	Bezeichnung	N kN	M_{xI} kNm	M_{xII} kNm	M_{yI} kNm	M_{yII} kNm	H_{xI} kN	H_{xII} kN	H_{yI} kN	H_{yII} kN	Red $_N$ [1]	Red $_{MH}$ [1]	BS [2]	GZ
1	Lastfall 2	86.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	8.0	0.0	8.0	1.40	1.40	BST	STR
2	Lastfall 2	-44.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	24.5	0.0	8.0	1.40	1.40	BST	STR

1 : Reduktionsfaktoren N für vertikale Lasten und MH für Momente und horizontale Lasten, verwendet für das Erzeugen fehlender Grenzzusta
2 : BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich E: Erdbeben T: vorübergehend

Sollte für einen Nachweis ein Lastfall nicht im erforderlichen Grenzzustand vorliegen, so wird ein Lastfall mit gleicher Bezeichnung und gefordertem Grenzzustand verwendet. Liegt kein korrespondierender Lastfall vor, so wird unter Verwendung der Reduktionsfaktoren ein Lastfall erzeugt. Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³. Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 4.608 m³ / 115.20 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Flächenlasten

Nr	wirksam in Lastfall	Einwirkung	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1, 2	ständig	1.00	0.00	2.30	13.2[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	$Lastfall_{\|}$	$\eta_{\|}$	$Lastfall_{\|\|}$	$\eta_{\|\|}$
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	0[1]	0.00	0[1]	0.00
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	1[2]	0.00	2[2]	0.04
Lagesicherheit	2[2]	0.38	2[2]	0.52
Abhebenachweis	2[2]	0.36	2[2]	0.36
Vereinfachter Nachweis ULS	1[2]	0.18		
Neigung der Sohldruckresultierenden	0[1]	0.00	2[2]	0.95
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$			1	0.04
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$			1	0.03

1 : Es sind keine maßgebenden Ergebnisse vorhanden.
2 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Übersicht Bewehrung

Art	Lastfall	cm²
Biegung $A_{s,x,u}$	1[1]	19.4
Biegung $A_{s,y,u}$	1[1]	19.4
Biegung $A_{s,x,o}$	2[1]	19.1
Biegung $A_{s,y,o}$	2[1]	19.1

1 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden Theorie 1. Ordnur

$\tan \delta = H/V = 0.00 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 235.00 kN/m²

σ_{Rd} = 253.08 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden. Erhöhung durch vorübergehende Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,t}$ = 1,4/1,3 = (107.7 %).

Vereinfachter Nachweis Ergebnislastfall

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²		η
$1_{\|}$	GEO	T	257.8	0.0	2.40	2.40	44.75	253.08	1	0.18

1 : Erhöhung durch vorübergehende Bemessungssituation : $\gamma_{R,p}/\gamma_{R,t}$ = 1,4/1,3 = (107.7 %)

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Ergebnislastfälle

LF	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
1 [1]	**27.80**	27.80	0.00	0.00	**19.4***	19.4*	0.0	0.0
2	0.00	0.00	**-22.99**	-16.40	0.0	0.0	**19.1***	19.1*

*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

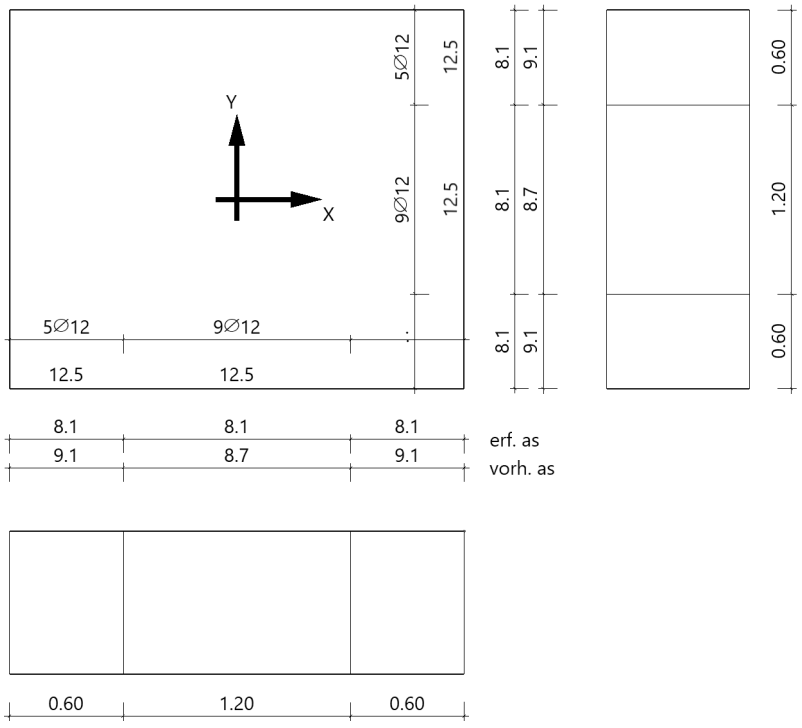
1 : Bzw. korrespondierender Lastfall mit gleicher Bezeichung.

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 4.8 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 4.8 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 3.6 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 3.6 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu

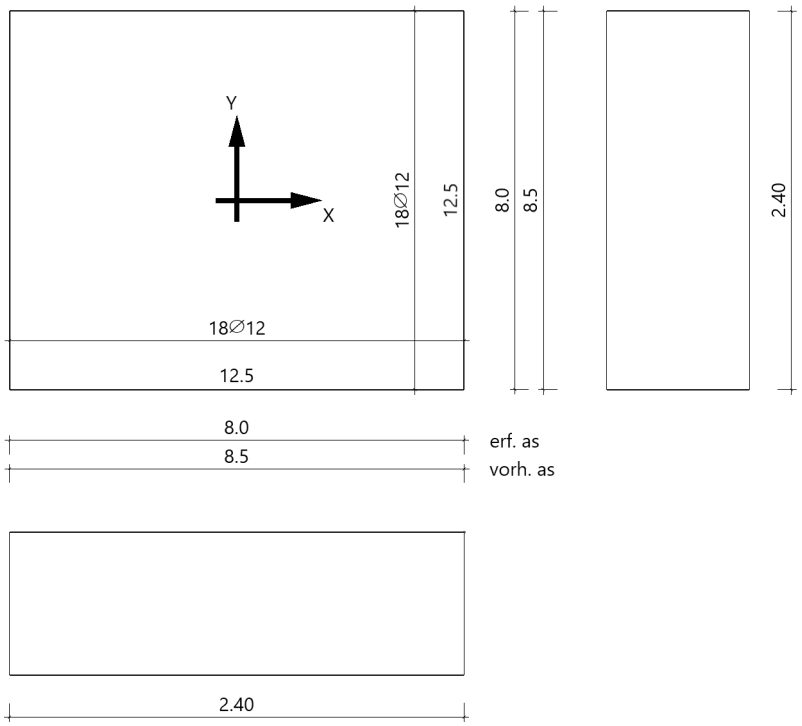
Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	
		=	0.125 * 86.2 * 0.80	
		=	8.66	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	0.002	cm^2
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	
		=	0.125 * 86.2 * 0.80	
		=	8.66	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	0.002	cm^2

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Lastfall 1

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechnungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

plastische Schubspannungsverteilung / Innenstütze (automatisch ermittelt)

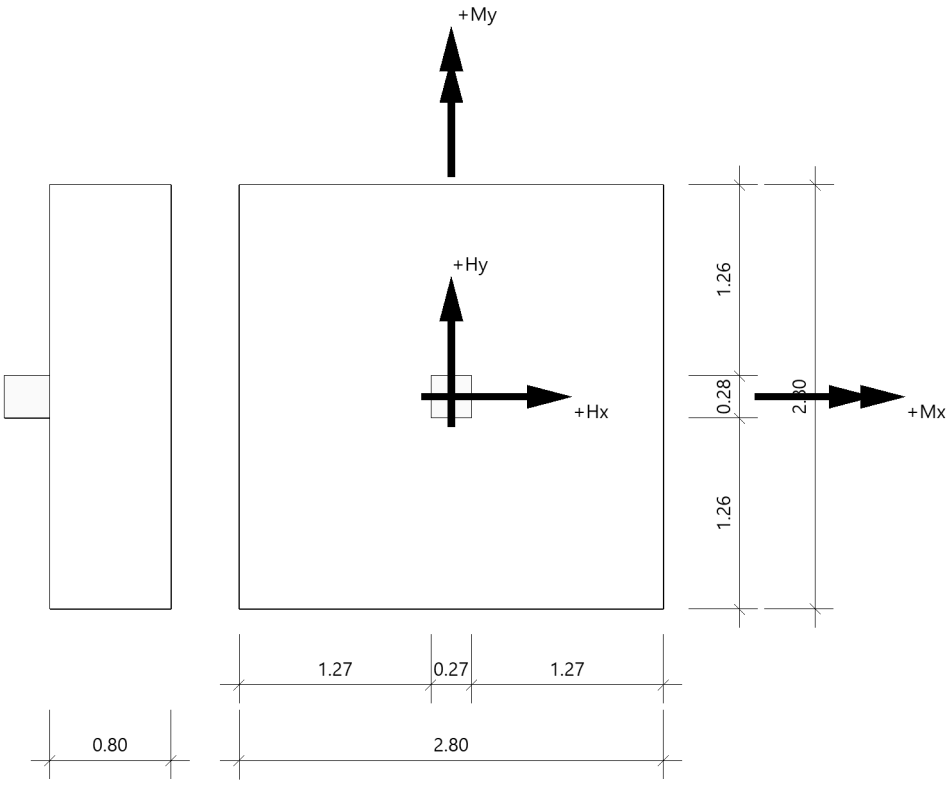
Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	= 0.12	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	= 1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	= 0.04	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	= 1.12	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	= 1.57	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	= 0.04		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	= 0.03		

Keine Bügel erforderlich.

Fundamente FDX+ (FRILO 2026-0-7)

System

Draufsicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.80	2.80	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	0.27	0.28	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 235.00 kN/m^2.

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Ständig	60.5	0.00	0.00	4.7	0.0	0	0
2	I	WindvonlinksFall1	-84.9	0.00	0.00	-25.4	0.0	0	100
3	I	WindvonrechtsFall1	-23.7	0.00	0.00	4.8	0.0	0	100
4	I	WindvonrechtsFall2	16.2	0.00	0.00	11.9	0.0	0	100
5	I	WindvonlinksohneSog	-26.7	0.00	0.00	-16.9	0.0	0	100
6	I	WindvonrechtsohneSog	6.2	0.00	0.00	12.8	0.0	0	100
7	J	Schneeunverweht	56.7	0.00	0.00	6.0	0.0	0	101
8	PV	PV	20.9	0.00	0.00	2.2	0.0	0	0
9	I	Windverband	-15.0	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
10	I	Windverband	0.0	0.00	0.00	0.0	17.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m^3.
Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 6.272 m³ / 156.80 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	1.00	0.00	2.30	18.0[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

maßgebende Kombinationen

Nr	BS	GZ	LEW	Überlagerung
1	P	EQU	I	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (9)
2	P	EQU	I	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (9) + 1.5 x (10)
3	P	UPL	I	0,95 bzw. 1,05 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (9)
4	P	SLS	-	1.0 x (1)
5	P	SLS	I	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (9) + 1.0 x (10)
6	P	GEO	J	1.35 x (1) + 0.9 x (4) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8) + 0.9 x (10)
7	P	SLS	I	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (9) + 1.0 x (10)
8	A	STR	I	1.0 x (1) + 0.2 x (4) + 2.3 x (7) + 1.35 x (8) + 0.2 x (10)
9	P	STR	J	1.35 x (1) + 0.9 x (4) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8) + 0.9 x (10)
10	P	STR	I	1.0 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (9)
11	P	STR	I	1.0 x (1) + 1.5 x (2) + 1.5 x (9) + 1.5 x (10)
12	P	STR	J	1.35 x (1) + 0.9 x (4) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8)
13	A	STR	-	1.0 x (1) + 2.3 x (7) + 1.35 x (8)
14	A	STR	I	1.0 x (1) + 0.2 x (4) + 2.3 x (7) + 1.35 x (8)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	4	0.03
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	5	0.03
Lagesicherheit	1	0.80
Abhebenachweis	3	0.67
Vereinfachter Nachweis ULS	6	0.26
Neigung der Sohldruckresultierenden	7	0.99
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	12	0.08
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	12	0.05

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{s,x,u}$	8	21.5
Biegung $A_{s,y,u}$	9	21.5
Biegung $A_{s,x,o}$	10	21.5
Biegung $A_{s,y,o}$	11	21.5

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

tan δ = H/V = 0.20 ≤ 0.20
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 235.00 kN/m²

σ_{Rd} = 235.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
6	GEO	P	445.3	0.0	2.70	2.75	59.97	235.00	0.26

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
8	**79.74**	71.32	0.00	0.00	**21.5***	21.5*	0.0	0.0
9	77.73	**72.01**	0.00	0.00	21.5*	**21.5***	0.0	0.0
10	0.00	0.00	**-44.67**	-31.34	0.0	0.0	**21.5***	21.5*
11	0.00	0.00	-44.66	**-41.51**	0.0	0.0	21.5*	**21.5***

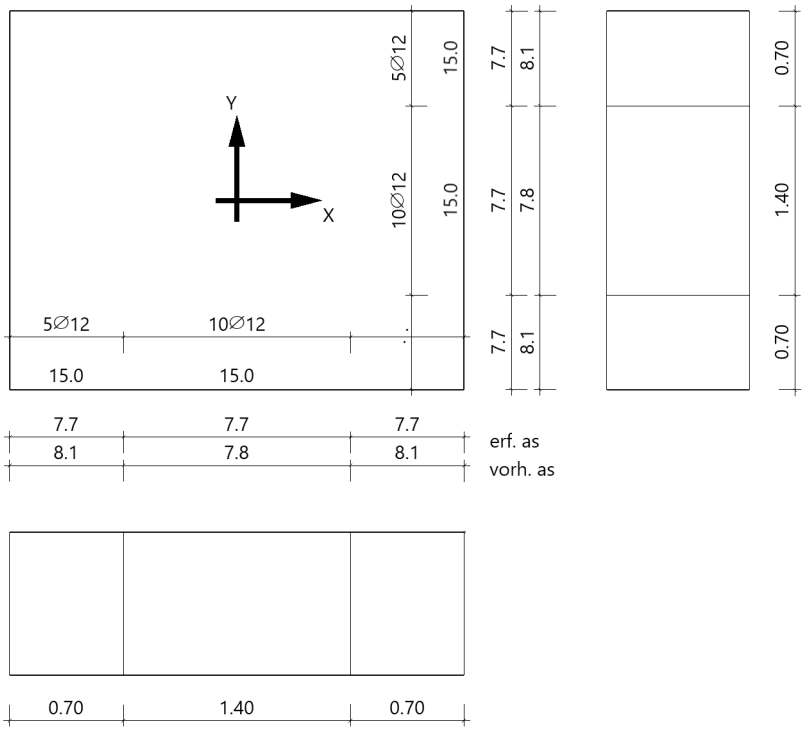
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 1.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu

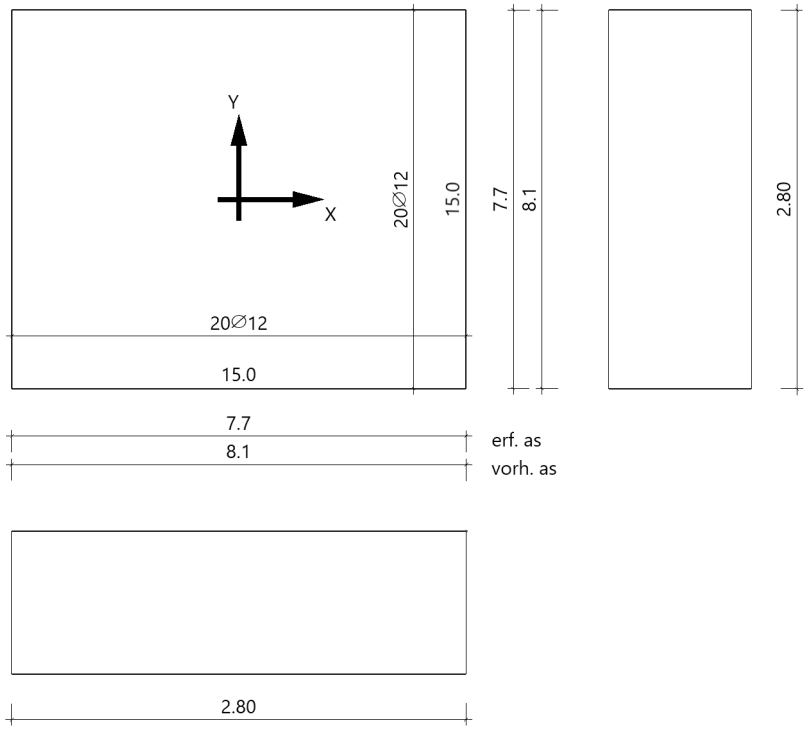
Mindestmomente	$M_{y,min}$	=	$\eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$	
		=	0.125 * 207.5 * 1.17	
		=	30.23	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,x,min}$	=	0.01	cm²
Mindestmomente	$M_{x,min}$	=	$\eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$	
		=	0.125 * 207.5 * 1.16	
		=	29.97	kNm
Mindestbewehrung	$A_{s,y,min}$	=	0.01	cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 12

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechnungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

konstante β-Werte / Innenstütze (automatisch ermittelt)

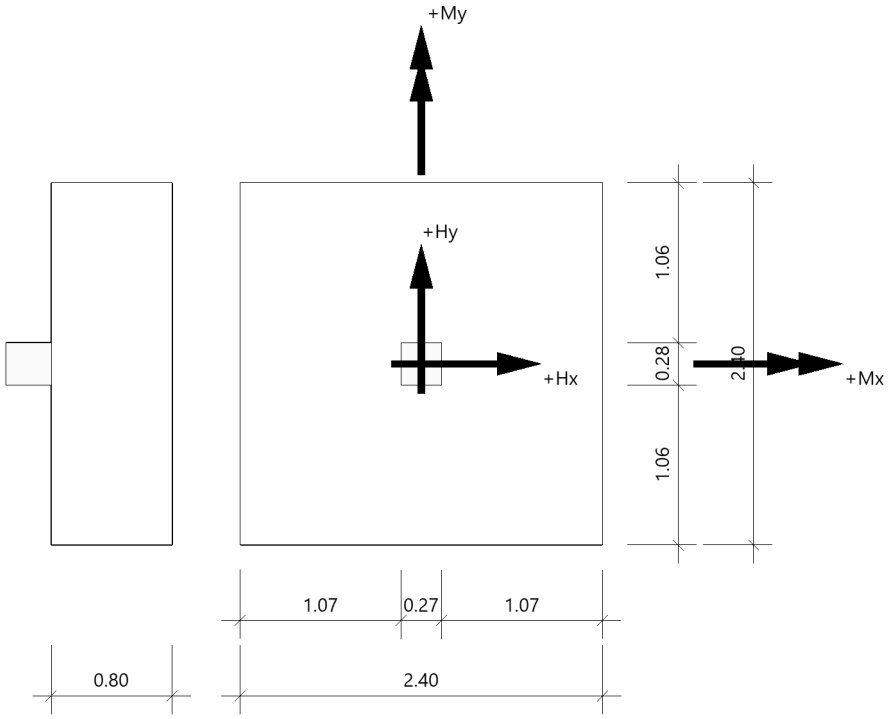
Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh}	=	0.10	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β	=	1.10		
Schubspannung	v_{Ed}	=	0.06	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$	=	0.84	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$	=	1.17	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η	=	0.08		
Ausnutzung für Druckstrebe	η	=	0.05		

Keine Bügel erforderlich.

Fundamente FDX+ (FRILO 2026-0-7)

System

Draufsicht



Bauteil

Bauteil	Beton	Betonstahl	Breite (x) m	Breite (y) m	Höhe (z) m
Fundament	C 25/30	B500A	2.40	2.40	0.80
Stütze	C 25/30	B500A	0.27	0.28	0.00

Einbindetiefe des Fundamentes in den Baugrund 0.00 m. Ohne Grundwasser. Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 235.00 kN/m².

Lasten

Stützenlasten - charakteristisch

Nr	Ew	Bezeichnung	N kN	M_x kNm	M_y kNm	H_x kN	H_y kN	Zus	Alt
1	g	Ständig	34.7	0.00	0.00	-4.7	0.0	0	0
2	I	WindvonlinksFall1	-11.4	0.00	0.00	-15.1	0.0	0	100
3	I	WindvonrechtsFall1	-26.8	0.00	0.00	18.4	0.0	0	100
4	I	WindvonrechtsFall2	-6.7	0.00	0.00	17.3	0.0	0	100
5	I	WindvonlinksohneSog	9.9	0.00	0.00	-15.6	0.0	0	100
6	I	WindvonrechtsohneSog	-4.9	0.00	0.00	15.6	0.0	0	100
7	J	Schneeunverweht	28.3	0.00	0.00	-6.0	0.0	0	101
8	PV	PV	10.5	0.00	0.00	-2.2	0.0	0	0
9	I	Windverband	-11.3	0.00	0.00	0.0	0.0	0	0
10	I	Lastfall 10	0.0	0.00	0.00	0.0	17.0	0	0

Eigengewicht ist bei den Nachweisen berücksichtigt. Wichte Beton : γ = 25.00 kN/m³.
Gesamtfundament ohne Sockel bzw. Stütze 4.608 m³ / 115.20 kN. Horizontallasten greifen an der Oberkante des Sockels bzw. der Stütze an. Torsion aus Horizontallasten wird nicht berücksichtigt.

Flächenlasten - charakteristisch

Nr	wirksam in Lastfall	h_E m	γ_E kN/m³	q kN/m²	R kN
1	1	0.00	0.00	2.30	13.2[1]

1 : Bruttowert. Bei der Bemessung wird diese Last noch um Köcher bzw. Stütze reduziert.

Überlagerung

maßgebende Kombinationen

Nr	BS	GZ	LEW	Überlagerung
1	P	EQU	I	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 1.5 x (3) + 1.5 x (9)
2	P	EQU	I	0,9 bzw. 1,1 x (1) + 1.5 x (3) + 1.5 x (9) + 1.5 x (10)
3	P	UPL	I	0,95 bzw. 1,05 x (1) + 1.5 x (3) + 1.5 x (9)
4	P	SLS	-	1.0 x (1)
5	P	SLS	I	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (9) + 1.0 x (10)
6	P	GEO	J	1.35 x (1) + 0.9 x (5) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8) + 0.9 x (10)
7	P	SLS	I	1.0 x (1) + 1.0 x (2) + 1.0 x (9) + 1.0 x (10)
8	P	STR	J	1.35 x (1) + 0.9 x (5) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8) + 0.9 x (10)
9	P	STR	I	1.35 x (1) + 1.5 x (5) + 0.75 x (7) + 1.35 x (8) + 1.5 x (10)
10	P	STR	I	1.0 x (1) + 1.5 x (3) + 1.5 x (9) + 1.5 x (10)
11	P	STR	I	1.0 x (1) + 1.5 x (3) + 1.5 x (9)
12	P	STR	J	1.35 x (1) + 0.9 x (5) + 1.5 x (7) + 1.35 x (8)
13	P	STR	I	1.35 x (1) + 1.5 x (4) + 0.75 x (7) + 1.35 x (8)
14	A	STR	I	1.0 x (1) + 0.2 x (5) + 2.3 x (7) + 1.35 x (8)

BS: Bemessungssituation P: ständig A: außergewöhnlich
Die Lastfallnummern stehen in den Klammern.

Ergebnisse

Übersicht Nachweise

Nachweis	Überlagerung	η
klaffende Fuge nur ständige Lasten SLS charakteristisch	4	0.06
klaffende Fuge ständige und veränderliche Lasten SLS charakteristisch	5	0.03
Lagesicherheit	2	0.50
Abhebenachweis	3	0.37
Vereinfachter Nachweis ULS	6	0.23
Neigung der Sohldruckresultierenden	7	0.93
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,c}$	8	0.04
Durchstanzen $v_{Ed}/v_{Rd,max}$	8	0.03

Übersicht Bewehrung

Art	Überlagerung	cm²
Biegung $A_{s,x,u}$	12	18.5
Biegung $A_{s,y,u}$	9	18.5
Biegung $A_{s,x,o}$	10	18.5
Biegung $A_{s,y,o}$	10	18.5

Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden

$\tan \delta = H/V = 0.19 \leq 0.20$
Die Neigung der charakteristischen bzw. repräsentativen Sohldruckresultierenden ermöglicht den vereinfachten Nachweis.

Bemessungswert des Sohldruckwiderstands $\sigma_{R,d}$ = 235.00 kN/m²

σ_{Rd} = 235.00 kN/m². Der Bemessungswert des Sohldruckwiderstands ist direkt vorgegeben worden.

Vereinfachter Nachweis Überlagerung

Nr	GZ	BS	N_d kN	R_0 kN	a' m	b' m	σ_d kN/m²	σ_{Rd} kN/m²	η
6	GEO	P	285.5	0.0	2.23	2.32	55.18	235.00	0.23

Der Sohldruck ist mit Sicherheitsbeiwerten behaftet.

Biegung

Bemessung Überlagerungen

Üb.	$M_{yu,Ed}$ kNm	$M_{xu,Ed}$ kNm	$M_{yo,Ed}$ kNm	$M_{xo,Ed}$ kNm	$A_{s,xu}$ cm²	$A_{s,yu}$ cm²	$A_{s,xo}$ cm²	$A_{s,yo}$ cm²
12	**42.74**	29.69	0.00	0.00	**18.5***	18.5*	0.0	0.0
9	40.62	**35.81**	0.00	0.00	18.5*	**18.5***	0.0	0.0
10	3.14	4.20	**-15.91**	-16.93	18.5*	18.5*	**18.5***	18.5*

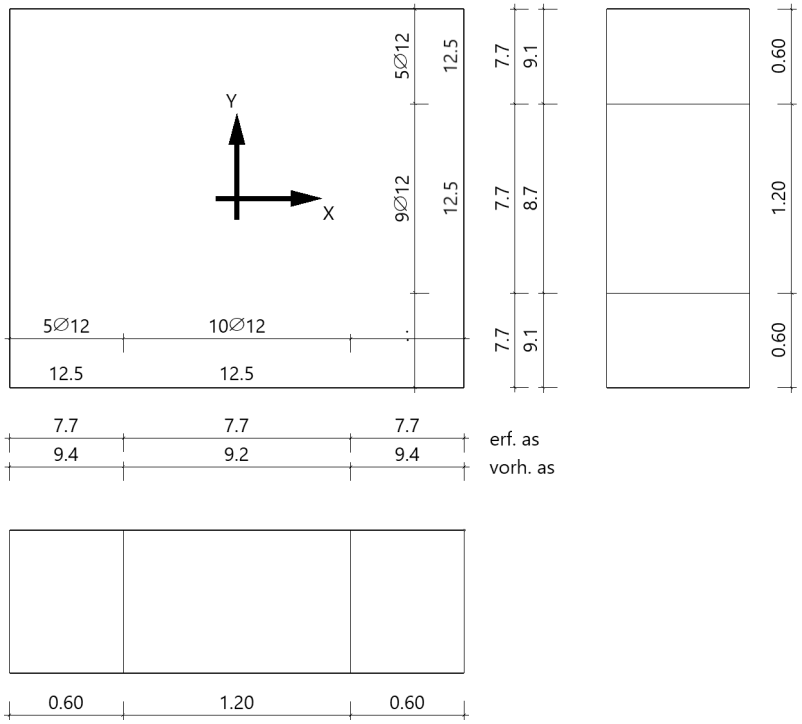
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)
*: Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12 9.2.1.1 (1)

Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d1,x = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d1,y = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in x-Richtung d2,x = 1.0 cm. Bewehrungslage Bewehrung in y-Richtung d2,y = 1.0 cm. Ausgerundetes Biegemoment aus der Achse der Stütze. 20% Querbewehrung wurden berücksichtigt.

Mindestbewehrung zur Sicherstellung der Querkrafttragfähigkeit nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI zu

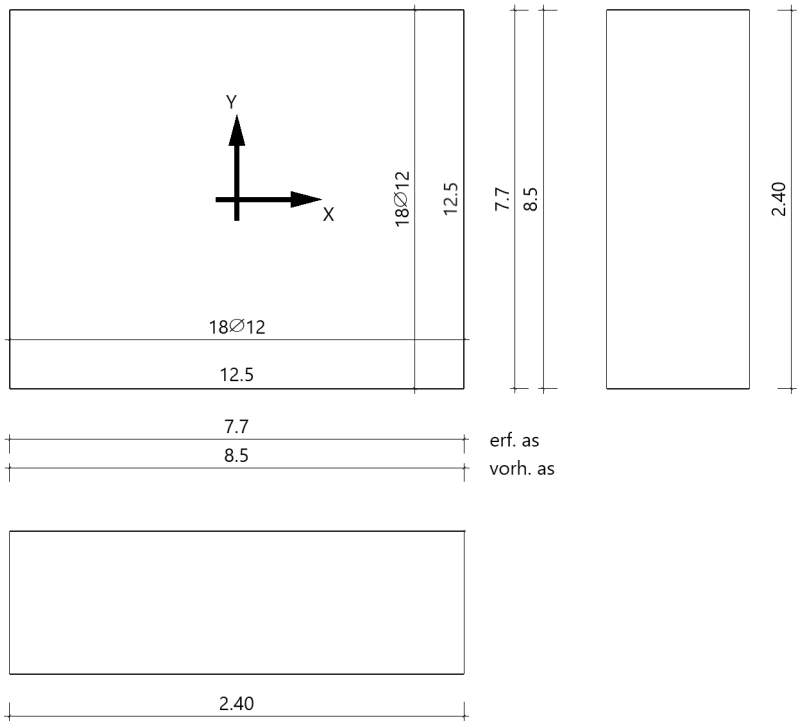
Mindestmomente $M_{y,min} = \eta_x * v_{Ed} * b_{eff,y}$
$= 0.125 * 110.8 * 1.13$
$= 15.68$ kNm
Mindestbewehrung $A_{s,x,min} = 0.004$ cm²
Mindestmomente $M_{x,min} = \eta_y * v_{Ed} * b_{eff,x}$
$= 0.125 * 110.8 * 1.12$
$= 15.54$ kNm
Mindestbewehrung $A_{s,y,min} = 0.004$ cm²

Bewehrungsverteilung unten in m, cm²/m



Untere Bewehrung: Es werden Spitzenwerte der Verteilung nach Heft 631 des Deutsches Ausschusses für Stahlbeton abgedeckt. Daher kann die hier erforderliche Bewehrung höher als die statisch erforderliche Bewehrung sein. Um die Querkrafttragfähigkeit sicherzustellen, ist das Fundament im Durchstanzbereich für Mindestmomente nach Gleichung (NA.6.54.1) bemessen worden, sofern die Schnittgrößenermittlung nicht zu höheren Werten geführt hat.

Bewehrungsverteilung oben in m, cm²/m



Durchstanzen

Durchstanznachweis Überlagerung 8

Grenzzustand der Tragfähigkeit für Durchstanzen nach DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
Berechnungsgrundlagen:
Der Biegebewehrungsgrad ist als Mittelwert unter Berücksichtigung einer Plattenbreite entsprechend der Stützenabmessung zuzüglich 3d pro Seite berechnet. (6.4.4 (1))

konstante β-Werte / Innenstütze (automatisch ermittelt)

Bewehrungsgrad, vorhanden	ρ_{vorh} =	0.11	%	
Beiwert Rotationssymmetrie	β =	1.10		
Schubspannung	v_{Ed} =	0.03	N/mm²	mit β
Tragwiderstand ohne Durchstanzbewehrung	$v_{Rd,c}$ =	0.87	N/mm²	$v_{Rd,c} = v_{Rd,c,min}$
Tragwiderstand Druckstrebe	$v_{Rd,max}$ =	1.22	N/mm²	kritischer Rundschnitt
Ausnutzung für Ausführung ohne Bügel	η =	0.04		
Ausnutzung für Druckstrebe	η =	0.03		

Keine Bügel erforderlich.