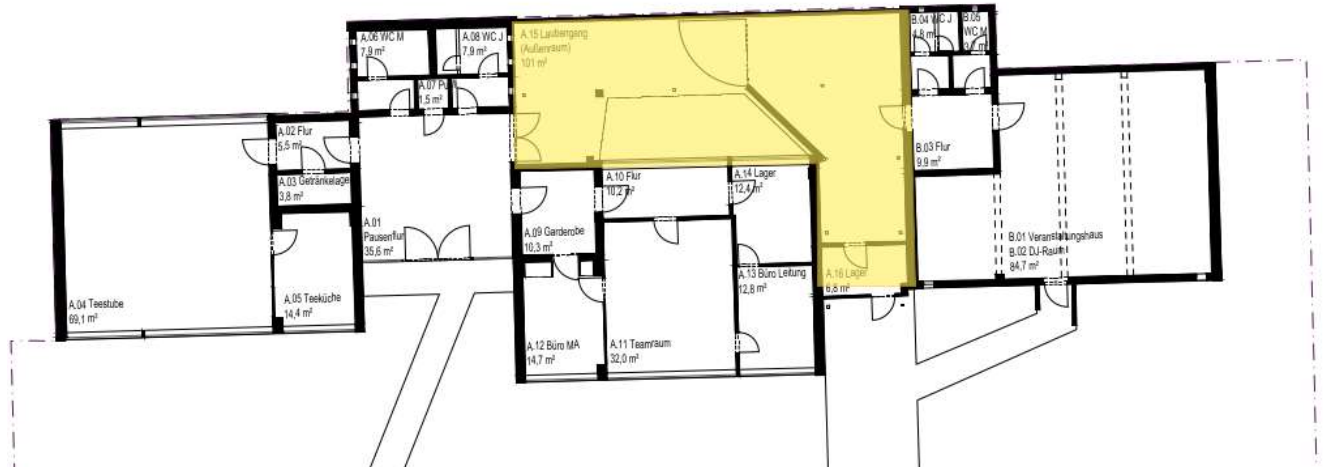
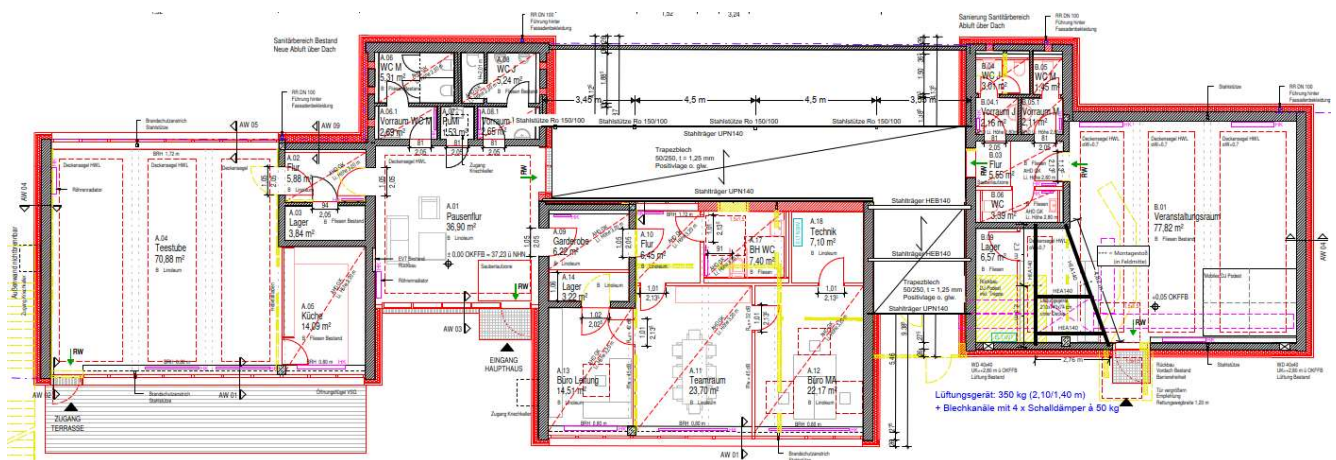


## 10. Umbaumaßnahme

Entlang der Nordfassade des Haupthauses soll ein Laubengang errichtet werden. Im Bestand ist bereits ein Laubengang vorhanden, welcher abgerissen werden soll.



Auszug Grundriss Erdgeschoss im Bestand (Laubengang gelb markiert)



Auszug Grundriss Erdgeschoss (Laubengang)

Der Lastabtrag des neu zu errichtenden Laubengangs soll zum einen über den Bestand und zum anderen über neu geplante Pendelstützen erfolgen. Die Überdachung erfolgt mittels eines Trapez-Blechtes.

Es liegen die Statische Berechnung aus dem Jahr 1966 sowie ein Nachtrag zur Statischen Berechnung aus dem Jahr 1968 vor.

## Lastannahmen

Neue Lasten aus dem Laubengang:

Ständige Lasten	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Trapezblech $t=1,25\text{mm}$ , 50/250	0,13
Abdichtung	0,20
OSB-Platte, $t=12,5\text{ mm}$	0,07
HWL-Platte, $t=60\text{ mm}$	0,20
Summe	0,60

Veränderliche Lasten	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Schnee $s = 0,85\text{ kN/m}^2 \cdot 0,8 = 0,68\text{ kN/m}^2$	0,68
Schnee außerg. $s_{Ad} = 2,3 \cdot 0,68\text{ kN/m}^2$	1,56
Schneekeil $\mu_w < 2 \cdot 0,6 / 0,85 = 1,41$ $s = 1,41 \cdot 0,85 = 1,2\text{ kN/m}$ <i>auf einer Länge <math>l = 1,2\text{ m}</math></i>	1,20

## Wind

Windzone 2, Geländekategorie 3:

$q_{b,0}$	$z$	$q_p$	$h_1/h$	$h_1/d_1$	$C_{p,\text{net,Abwärts}}$	$C_{p,\text{net,Aufwärts}}$	$W_{\text{druck}}$	$W_{\text{sog}}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]
0,39	3,5	0,59 (1,5* $q_{b,0}$ )	0,73 (3,5/4,8)	1,1 (3,5/3,2)	0,7	1,3	0,41	0,77

## Bemessung Trapezprofil

$$\text{vorh. } q = 0,60 \text{ kN/m}^2 + 0,68 \text{ kN/m}^2 + 0,6 \cdot 0,41 \text{ kN/m}^2 = 1,53 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{vorh. } q_{\text{Ad}} = 0,60 \text{ kN/m}^2 + 1,56 \text{ kN/m}^2 + 0,2 \cdot 0,41 \text{ kN/m}^2 = 2,24 \text{ kN/m}^2$$

gewählt: z.B. Wurzer Trapezprofil 50/250 in Positivlage oder glw.

				Endauflagerbreite: $b_A = 40 \text{ mm}$															
$t_n$	g	Grenzstützweite		zul q=gleichmäßig verteilte Auflast einschließlich Bleicheigengewicht in $\text{kN/m}^2$ für die Stützweite L [m]:															
[mm]	[ $\text{kN/m}^2$ ]	m	Zeile	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	
0,60	0,06	-	1	3,19	2,34	1,79	1,42	1,15	0,95	0,80	0,68	0,59	0,51						
			2	3,19	2,34	1,79	1,42	1,15	0,95	0,80	0,68	0,55	0,45						
			3	3,19	2,34	1,79	1,42	1,13	0,85	0,66	0,52	0,41	0,34						
			4	3,19	2,20	1,48	1,04	0,76	0,57	0,44	0,34	0,28	0,22						
0,75	0,075	2,20	1	5,19	3,81	2,92	2,31	1,87	1,54	1,30	1,10	0,95	0,83	0,73	0,65	0,58	0,52	0,47	
			2	5,19	3,81	2,92	2,31	1,87	1,54	1,30	1,10	0,88	0,72	0,59	0,49	0,41	0,35	0,30	
			3	5,19	3,81	2,92	2,31	1,81	1,36	1,05	0,82	0,66	0,54	0,44	0,37	0,31	0,26	0,23	
			4	5,19	3,52	2,36	1,66	1,21	0,91	1,70	0,55	0,44	0,36	0,29	0,25	0,21	0,18	0,15	
0,88	0,088	2,96	1	7,47	5,49	4,20	3,32	2,69	2,22	1,87	1,59	1,37	1,19	1,05	0,93	0,83	0,74	0,67	
			2	7,47	5,49	4,20	3,32	2,69	2,15	1,65	1,30	1,04	0,85	0,70	0,58	0,49	0,42	0,36	
			3	7,47	5,49	4,18	2,94	2,14	1,61	1,24	0,97	0,78	0,63	0,52	0,44	0,37	0,31	0,27	
			4	6,61	4,16	2,79	1,96	1,43	1,07	0,83	0,65	0,52	0,42	0,35	0,29	0,24	0,21	0,18	
1,00	0,100	3,38	1	9,58	7,04	5,39	4,26	3,45	2,85	2,39	2,04	1,76	1,53	1,35	1,19	1,06	0,96	0,86	
			2	9,58	7,04	5,39	4,26	3,27	2,46	1,89	1,49	1,19	0,97	0,80	0,67	0,56	0,48	0,41	
			3	9,58	7,04	4,79	3,36	2,45	1,84	1,42	1,12	0,89	0,73	0,60	0,50	0,42	0,36	0,31	
			4	7,57	4,76	3,19	2,24	1,63	1,23	0,95	0,74	0,60	0,48	0,40	0,33	0,28	0,24	0,20	
1,25	0,125	4,26	1	13,9	10,2	7,84	6,20	5,02	4,15	3,49	2,97	2,56	2,23	1,96	1,74	1,55	1,39	1,25	
			2	13,9	10,2	7,84	5,64	4,12	3,09	2,38	1,87	1,50	1,22	1,00	0,84	0,71	0,60	0,51	
			3	13,9	9,00	6,03	4,23	3,09	2,32	1,79	1,40	1,12	0,91	0,75	0,63	0,53	0,45	0,39	
			4	9,53	6,00	4,02	2,82	2,06	1,55	1,19	0,94	0,75	0,61	0,50	0,42	0,35	0,30	0,26	
1,50	0,15	5,14	1	17,4	12,8	9,81	7,75	6,28	5,19	4,36	3,72	3,20	2,79	2,45	2,17	1,94	1,74	1,57	
			2	17,4	12,8	9,70	6,82	4,97	3,73	2,88	2,26	1,81	1,47	1,21	1,01	0,85	0,72	0,62	
			3	17,2	10,8	7,28	5,11	3,73	2,80	2,16	1,70	1,36	1,10	0,91	0,76	0,64	0,54	0,47	
			4	11,5	7,24	4,85	3,41	2,48	1,87	1,44	1,13	0,91	0,74	0,61	0,51	0,43	0,36	0,31	

Zeile 1: Ohne Beschränkung der Durchbiegung

Zeile 2:  $f < L/150$

Zeile 3:  $f < L/200$

Zeile 4:  $f < L/300$

Beim außergewöhnlichen Lastfall wird keine Anforderung an die Verformungsbegrenzung gestellt.

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x	Einwirkung	$R_{z,\text{min}}$	$R_{z,\text{max}}$
	[m]		[kN]	[kN]
1	0,00	ständig		0,8
		Windlasten	-1,1	0,6
		Schnee $H < 1000 \text{ m}$		1,0
		außergewöhnliche Einwirkungen	2,1	2,1
2	2,75	ständig		0,8
		Windlasten	-1,1	0,6
		Schnee $H < 1000 \text{ m}$		1,2
		außergewöhnliche Einwirkungen	2,1	2,1

(Außergewöhnliche Einwirkung = Schneelast im norddeutschen Tiefland)

## Variante 1: Lasteinleitung des Laubengangs in den Gesimsträger

Der Gesimsträger wird in der Bestandsstatik als Pos. 3 bzw. 3n nachgewiesen.

Als Belastung werden das Eigengewicht des Balkens sowie die Einzellasten aus dem Dachträger angesetzt. Ein bestehender Laubengang wurde als Last nicht angesetzt. Gemäß Nachtrag ist die Stützbewehrung zu 91% und die Feldbewehrung zu 99% ausgenutzt.

Erforderliche Bewehrung:

$$\begin{aligned}
 b/d/h &= 28/51/47 \\
 M &= -6,00 \\
 \eta &= 47 / \sqrt{6,00/0,28} = 10,1 \\
 F_e &= 0,46 \cdot 6,00 / 0,47 = 5,9 \text{ cm}^2 \\
 M &= +6,55 \\
 \eta &= 47 / \sqrt{6,55/0,40} = 11,6 \\
 F_e &= 0,46 \cdot 6,55 / 0,47 = 6,4 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Stützbewehrung:

EINGELEGT:

$$\begin{aligned}
 \text{OBEN} & 2 \phi 14^m + 3 \phi 12^m \\
 \text{UNTEN} & 3 \phi 12^m
 \end{aligned}$$

Feldbewehrung:

EINGELEGT:

$$\begin{aligned}
 \text{UNTEN} & 2 \phi 14^m + 3 \phi 12^m \\
 \text{OBEN} & 3 \phi 12^m
 \end{aligned}$$

Auszug Statik Nachtrag, S. 3

## Fazit

Es bestehen keine Reserven, um die Lasten des Laubengangs über den Gesimsbalken abzutragen.

**Variante 2: Lasteinleitung des Laubengangs in die Stützen Pos. 7 und 8**

Das Trapezblech des Laubengangs soll auf einem Randträger lagern, welches nur im Bereich der Stützen bzw. tragenden Außenwände an den Bestand angeschlossen wird und somit keine zusätzliche Belastung für den Gesimsträger darstellt. Im Folgenden wird untersucht, ob die maßgebende Stütze Pos. 7 die Zusatzlasten abtragen kann.

Die Stütze Pos. 7 wird in der Bestandsstatik auf S. 12 mit einer Last von 11,3 Mp o.w.N. aufgeführt. Der Nachweis erfolgt dort für die Stütze Pos. 6, die bei gleichem Querschnitt eine Auflast von 14,4 Mp hat. Somit liegt bei der Stütze Pos. 7 eine Lastreserve von 3,1 Mp = 31 kN vor.

Die auf die Stütze einwirkende Lasteinzugsbreite beträgt in etwa 5,0 m. Aus den Auflagerlasten des Trapezbleches und dem Eigengewicht des Randträgers ergibt sich folgende charakteristische Lastzunahme auf die Stütze Pos. 7:

$$\Delta F = 5,0 \cdot (0,16 + 0,8 + 1,2 + 0,6) = 13,8 \text{ kN} \sim 1,4 \text{ Mp}$$

$$F_{\text{neu}} = 11,3 + 1,4 = 12,7 \text{ Mp} < 14,4 \text{ Mp} \quad \checkmark$$

Das Randprofil soll über Dübel an den Bestand befestigt werden. Die Anschlüsse sollen sich im Bereich der tragenden Stützen bzw. Außenwände befinden. Folgende Bemessungslasten werden für den Dübelnachweis angesetzt:

$$F_{\text{Ed}} = 5,0 \text{ m} \cdot [1,35 \cdot (0,16 \text{ kN/m} + 0,8 \text{ kN/m}) + 1,5 \cdot (1,2 \text{ kN/m} + 0,6 \cdot 0,6 \text{ kN/m})] = 18,2 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Ed}} = 18,2 \text{ kN} \cdot 0,06 \text{ m} = 1,1 \text{ kNm (außermittige Lasteinleitung)}$$

**Fazit**

Die Stahl-Stütze Pos. 7 hat eine ausreichende Reserve, um die zusätzliche Last aufzunehmen. Es wird davon ausgegangen, dass die Einzellasten über die Brüstung und die Wand des Kriechkellers ausreichend verschmiert werden und von der Gründung aufgenommen werden können.

Dennoch ist eine Anbringung des Randprofils an den Bestand im Bereich der Stützen Pos. 7 und 8 mittels Dübel nicht möglich, da die anzubringende Last zu groß ist (Betonausbruch).

Die Lasten aus dem Laubengang können somit auf die hier betrachtete Weise nicht aufgenommen werden.

### Variante 3: Kraftschlüssige Untermauerung des Gesimsträgers

Gemäß der Entwurfsplanung von MoRe Architekten wird der Gesimsträger zum Großteil untermauert. Über eine **kraftschlüssige Untermauerung** kann die hinzukommende Belastung aus dem Laubengang linienförmig von dem Stahl-Randträger (U140) in den Gesimsträger eingeleitet werden und unmittelbar ans Mauerwerk abgetragen werden. Somit wirkt keine zusätzliche Belastung auf den Gesimsträger.

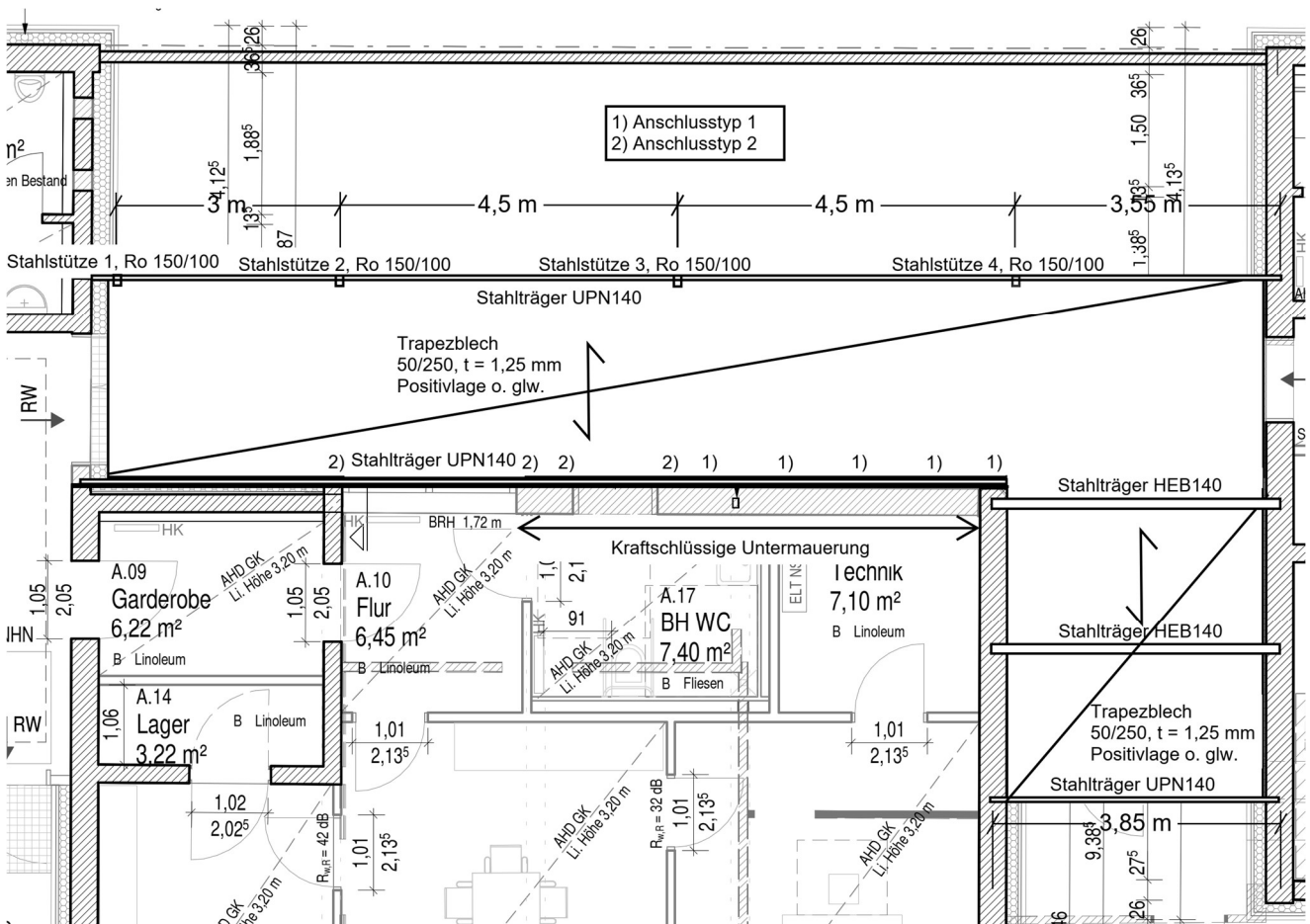
Die Lastweiterleitung des bestehenden Gebäudes bleibt davon unberührt, da die Dachlast punktuell über Dachträger in die vertikalen Bauteile eingeleitet wird und somit keine Last ins Mauerwerk führt.

Die horizontale Aussteifung des Laubengangs ist über die Anbindung an die Bestandsbauten gegeben.

Im Folgenden wird für diese Variante eine Bemessung durchgeführt.

Es wird empfohlen, alle nicht zugänglichen Elemente der Tragkonstruktion in Edelstahl herzustellen. Alternativ beachten Sie bitte folgende Hinweise zum Korrosionsschutz:

Bei Verzinkung oder Beschichtung sind die entsprechenden Nachweise vorzulegen (siehe unzugängliche Tragkonstruktion:). Zur Vermeidung der Kontaktkorrosion zwischen Edelstahlanker und verzinktem Profil sind entsprechende Hülsen anzuordnen.



Grundriss Laubengang



### Nachweis des Anschlusses an den Bestand

In Bereichen, in denen eine linienförmige Lagerung des Gesimsträgers durch eine Untermauerung gegeben ist, soll eine gleichmäßige Verdübelung im Abstand von 1,0 m mit dem Anschlusstyp 1 erfolgen. Unmittelbar neben Öffnungen, die eine kontinuierliche Lagerung verhindern, soll Anschlusstyp 2 verwendet werden.

### Anschlusstyp 1 im Bereich der Linienlagerung

Das Eigengewicht der Verbindungsmittel wird mit einem Faktor von 1,1 bei den ständigen Lasten berücksichtigt.

$$F_{Ed} = 1,0 \text{ m} * [1,35 * (0,16 \text{ kN/m} + 0,8 \text{ kN/m}) * 1,1 + 1,5 * (1,2 \text{ kN/m} + 0,6 * 0,6 \text{ kN/m})] = 3,8 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,8 \text{ kN} * 0,06 \text{ m} = 0,23 \text{ kNm}$$

Nachweis siehe nachfolgende Seiten.

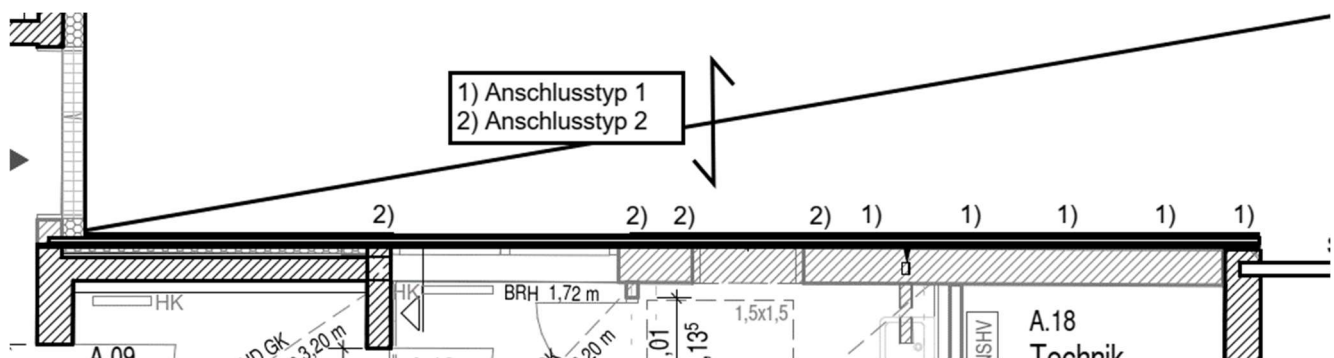
### Anschlusstyp 2 im Bereich von Lager-Unterbrechungen

Die maximale Lasteinzugsbreite beträgt ca. 3,1 m.

$$F_{Ed} = 3,1 \text{ m} * 3,8 \text{ kN} = 11,8 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,1 \text{ m} * 0,23 \text{ kNm} = 0,71 \text{ kNm}$$

Nachweis siehe nachfolgende Seiten.



Auszug Grundriss mit Anordnung der Dübel-Anschlüsse an den Bestand

## Nachweis Anschlussstyp 1



Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:  
Adresse:  
Tel. | Fax:  
Befestigung: Anschlussstyp 1  
Pos. Nr.:

Seite: 47  
Bearbeiter:  
E-Mail:  
Datum: 17.04.2023

Kommentare des Planers:

### 1 Eingabedaten

**Dübeltyp und Größe:** HST3 M10 hef2

Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Artikelnummer: 2105712 HST3 M10x90 30/10

Effektive Verankerungstiefe:  $h_{ef} = 60,0 \text{ mm}$ ,  $h_{nom} = 68,0 \text{ mm}$

Werkstoff:

Zulassungs-Nr.: Hilti Technische Daten

Ausgestellt | Gültig: - | -

Nachweis: Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch

Abstandsmontage:  $e_b = 0,0 \text{ mm}$  (Kein Abstand);  $t = 10,0 \text{ mm}$

Ankerplatte<sup>R</sup>:  $l_x \times l_y \times t = 140,0 \text{ mm} \times 100,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ ; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)

Profil: kein Profil

Untergrund: gerissener Beton, C16/20,  $f_{c,cyl} = 16,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 2.800,0 \text{ mm}$ , Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials  $\gamma_c = 1,500$

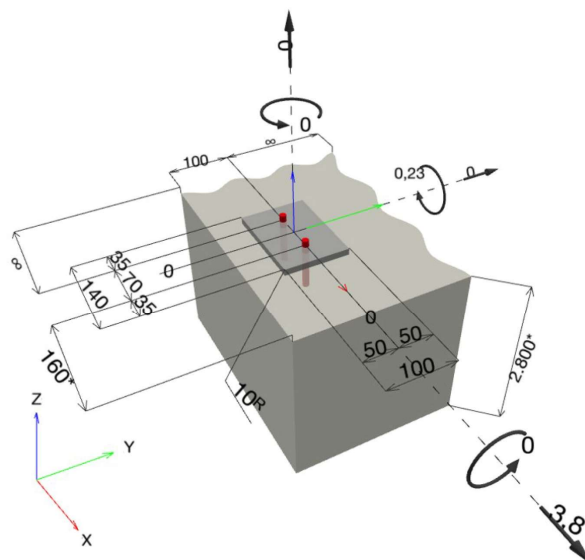
**Installation:** Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken

Bewehrung: Keine Bewehrung oder Stababstand  $\geq 150 \text{ mm}$  (jeder  $\emptyset$ ) oder  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ )  
mit Randlängsbewehrung  $d \geq 12,0 \text{ [mm]}$   
Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden



<sup>R</sup> - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]







**Hilti PROFIS Engineering 3.0.84**

www.hilti.de

Firma:		Seite:	48
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel.   Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 1	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

**1.1 Lastkombination**

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; V <sub>x</sub> = 3,800; V <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,230; M <sub>z</sub> = 0,000;	nein	keine	54



## Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:		Seite:	49
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 1	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

## 2 Nachweise I Ausnutzung (Massgebende Fälle)

Beanspruchung	Nachweis	Bemessungswert [kN]		Ausnutzung	
		Einwirkung	Tragfähigkeit	$\beta_N / \beta_V$ [%]	Status
Zug	Herausziehen	2,268	6,767	34 / -	OK
Quer	Betonkantenbruch, Richtung x+	3,800	7,810	- / 49	OK

Beanspruchung	$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung	0,335	0,487	1,500	54	OK

## 3 Warnungen / Hinweise

- Bitte beachten Sie alle Details sowie Hinweise/Warnungen aus dem Langausdruck!

**Nachweis der Verankerung: OK!**



## Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:		Seite:	50
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 1	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

### 4 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen

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

## Nachweis Anschlussstyp 2



Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:  
Adresse:  
Tel. / Fax:  
Befestigung: Anschlussstyp 2  
Pos. Nr.:

Seite: 51  
Bearbeiter:  
E-Mail:  
Datum: 17.04.2023

Kommentare des Planers:

### 1 Eingabedaten

**Dübeltyp und Größe:** HST3 M10 hef2

Wiederkehrperiode (Lebensdauer in Jahren): 50

Artikelnummer: 2105712 HST3 M10x90 30/10

Effektive Verankerungstiefe:  $h_{ef} = 60,0 \text{ mm}$ ,  $h_{nom} = 68,0 \text{ mm}$

Werkstoff:

Zulassungs-Nr.: Hilti Technische Daten

Ausgestellt / Gültig: - / -

Nachweis: Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch

Abstandsmontage:  $e_b = 0,0 \text{ mm}$  (Kein Abstand);  $t = 10,0 \text{ mm}$

Ankerplatte<sup>R</sup>:  $l_x \times l_y \times t = 140,0 \text{ mm} \times 200,0 \text{ mm} \times 10,0 \text{ mm}$ ; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)

Profil: kein Profil

Untergrund: gerissener Beton,  $C16/20$ ,  $f_{c,cyl} = 16,00 \text{ N/mm}^2$ ;  $h = 2.800,0 \text{ mm}$ , Benutzerdefinierter Teilsicherheitsbeiwert des Materials  $\gamma_c = 1,500$

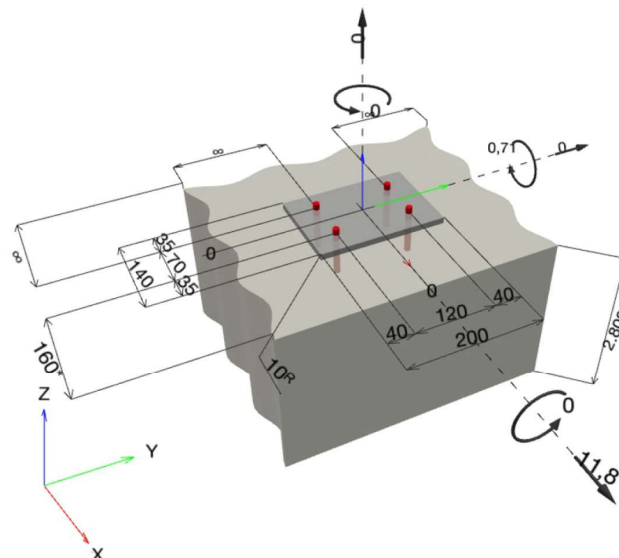
**Installation:** **Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**

Bewehrung: Keine Bewehrung oder Stababstand  $\geq 150 \text{ mm}$  (jeder  $\emptyset$ ) oder  $\geq 100 \text{ mm}$  ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ )  
mit Randlängsbewehrung  $d \geq 12,0 \text{ [mm]}$   
Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden



<sup>R</sup> - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

### Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]





## Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:		Seite:	52
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel.   Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 2	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

### 1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; V <sub>x</sub> = 11,800; V <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,710; M <sub>z</sub> = 0,000;	nein	keine	97



## Hilti PROFIS Engineering 3.0.84

www.hilti.de

Firma:		Seite:	53
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel.   Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 2	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

## 2 Nachweise I Ausnutzung (Massgebende Fälle)

Beanspruchung	Nachweis	Bemessungswert [kN]		Ausnutzung	
		Einwirkung	Tragfähigkeit	$\beta_N / \beta_V$ [%]	Status
Zug	Herausziehen	3,500	6,767	52 / -	OK
Quer	Betonkantenbruch, Richtung x+	11,800	16,706	- / 71	OK

Beanspruchung	$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung	0,517	0,706	1,500	97	OK

## 3 Warnungen / Hinweise

- Bitte beachten Sie alle Details sowie Hinweise/Warnungen aus dem Langausdruck!

**Nachweis der Verankerung: OK!**



**Hilti PROFIS Engineering 3.0.84****www.hilti.de**

Firma:		Seite:	54
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel.   Fax:		E-Mail:	
Befestigung:	Anschlussstyp 2	Datum:	17.04.2023
Pos. Nr.:			

**4 Hinweise; Ihre Mitwirkungsverpflichtungen**

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

**Bemessung Randträger U140**

Bauteil: Randträger UPN140, (maßgebend: Träger entlang der Stützenreihe)

System: 4-Feld-Träger

Belastung: Eigengewicht  $g_k = 0,16 \text{ kN/m}$   
Aus Trapezprofil:  $g_k = 0,8 \text{ kN/m}$   
 $w_{d,k} = 0,6 \text{ kN/m}$   
 $w_{s,k} = -1,1 \text{ kN/m}$   
 $s_k = 1,0 \text{ kN/m}$   
 $s_{k,Ad} = 2,1 \text{ kN/m}$   
Schneekeil zum Veranstaltungshaus:  $s_k = 2,2 \text{ kN/m}$   
*bis zu einer Länge  $l = 1,6 \text{ m}$*   
 $s_{k,Ad} = 2,2 \text{ kN/m}$   
 $\Delta s_{k,Ad} = 0,1 \text{ kN/m}$ , vernachlässigbar gering

Auf der sicheren Seite liegend werden alle Lasten mit einer Exzentrizität von  $e_z = 6,0\text{cm} + 1,6\text{cm} = 7,6\text{cm}$  zum Schubmittelpunkt angesetzt.

Das Eigengewicht der Verbindungsmittel wird mit einem Faktor von 1,1 bei den ständigen Lasten berücksichtigt.

Bemessung: siehe EDV

**gewählt: UPN140, S235**

*Nachweis der Verbindungen durch die ausführende Firma. Zur Vermeidung von Zwangsbeanspruchung aus Temperaturunterschieden sind Langlöcher anzuordnen. Die Anordnung muss weiterhin eine horizontale Aussteifung des Laubengangs sicherstellen.*

*Der Träger ist an den Mauerwerkstaschen umlaufend kraftschlüssig zu vermörteln, sodass Torsionsmomente sowie abhebende und abwärts gerichtete Kräfte eingeleitet werden können.*

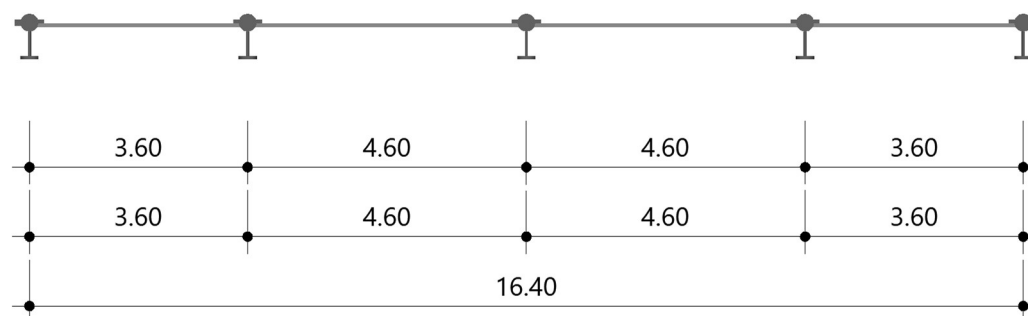
## Biegetorsionstheorie (x64) BTII+ 02/2022 (FRILO R-2022-2/P09)

### Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	untereinander mit $v_{G, sup}$ und $v_{G, inf}$
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Systemtragfähigkeit	:	Theorie II. Ordnung
Schubspannungen infolge primärer Torsion	:	berücksichtigt
Schubspannungen infolge sekundärer Torsion	:	berücksichtigt
Nachweis Absolutverformung in y mit $\delta_{lim}$	=	1.5 cm
Nachweis Absolutverformung in z mit $\delta_{lim}$	=	2.5 cm

### System

Maßstab 1 : 125



### Stabzug

Gesamtlänge = 16.40 m  
Material S235

### Querschnitte

#### Statische Werte

Nr	Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_w$ [cm <sup>6</sup> ]	$\max_w$ [cm <sup>2</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
1	UNP 140	62.7	605.0	5.7	1800	-22.3	20.4

### Abmessungen

#### Querschnitt Nr. 1 - UNP 140

Profil	h = 140 mm	
Steg (lichte Höhe)	h <sub>1</sub> = 100 mm	s = 7 mm
Ober- und Unterquert	b = 60 mm	t = 10 mm
Schwerpunkt zu Stegmitte	z <sub>s</sub> = 14 mm	
Schwerpunkt zu Schubmittelpunkt	z <sub>m</sub> = -34 mm	

### Spannungspunkte

Nr	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung
Name		$V_O$	$Z_O$	$V_S$	$Z_S$	$V_M$	$Z_M$	$\omega$
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]
1	1	-70	57	-70	43	-70	90	-22.3
UNP 140	2	-70	-4	-70	-18	-70	30	14.4
	3	70	-4	70	-18	70	30	-14.4
	4	70	57	70	43	70	90	22.3

Nr Name	Punkt	O-Punkt		S-Punkt		M-Punkt		Verwölbung $\omega$ [cm <sup>2</sup> ]
		$V_O$ [mm]	$Z_O$ [mm]	$V_S$ [mm]	$Z_S$ [mm]	$V_M$ [mm]	$Z_M$ [mm]	
	5	-70	14	-70	-1	-70	47	0.0
	6	70	14	70	-0.5	70	47	0.0
	7	-49	4	-49	-11	-49	37	0.0
	8	49	4	49	-11	49	37	0.0
	9	0	4	0	-11	0	37	0.0
	17	-50	-4	-50	-18	-50	30	0.0
	18	50	-4	50	-18	50	30	0.0
	19	0	-4	0	-18	0	30	0.0

**System: 4 Abschnitte, Gesamtlänge = 16.40 m**

Nr	von x [m]	bis x [m]	Länge [m]	Querschnitt	
				[Nr. Anfang]	[Nr. Ende]
1	0.00	3.60	3.60	1	1
2	3.60	8.20	4.60	1	1
3	8.20	12.80	4.60	1	1
4	12.80	16.40	3.60	1	1

**Auflager**
**Lagerbedingungen - Verschiebung**

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>		Abstände	
		$v$ [kN/m]	$w$ [kN/m]	$v$ [mm]	$z$ [mm]
1	0.00	-1	-1	0	0
2	3.60	-1	-1	0	0
3	8.20	-1	-1	0	0
4	12.80	-1	-1	0	0
5	16.40	-1	-1	0	0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Lagerbedingungen - Verdrehungen**

Nr	x [m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>			Verwölbung <sup>*)</sup> $\Omega_{v,z}$ [kNm <sup>3</sup> ]
		$\Phi_v$ [kNm/rad]	$\Phi_v$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]	
1	0.00	-1	0.0	0.0	0.00
2	3.60	-1	0.0	0.0	0.00
3	8.20	-1	0.0	0.0	0.00
4	12.80	-1	0.0	0.0	0.00
5	16.40	-1	0.0	0.0	0.00

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

**Belastung**
**Lastdefinitionen**

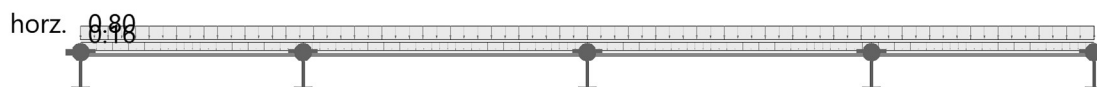
Art 1 =	Gleichlast	kN/m	5 =	Dreieckslast über l	kN/m
2 =	Einzellast	kN	6 =	Trapezlast über l	kN/m
3 =	Einzelmoment	kNm	7 =	Bereichstorsionsmoment	kNm/m
4 =	Trapezlast	kN/m	8 =	Normalkraftverlauf	kN/m

**Lastfall 1: ständige Lasten**

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	v	0.80				0	76	
1	y	0.16				0	76	

Einwirkungsgruppe 99 - ständig

Maßstab 1 : 125


**Lastfall 2: Winddruck**

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	y	0.60				0	76	Last

Einwirkungsgruppe 9 - Windlasten

**Lastfall 3: Windsog**

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	y	-1.10				0	76	Last

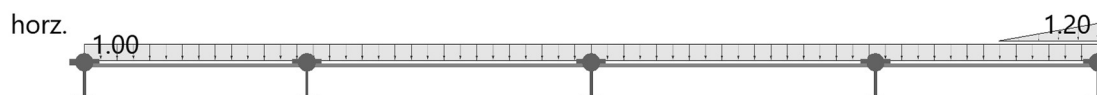
Einwirkungsgruppe 9 - Windlasten

**Lastfall 4: Schnee**

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	v	1.00				0	76	
4	y	0.00	14.80	1.20	1.60	0	76	Last

Einwirkungsgruppe 10 - Schnee H &lt; 1000 m

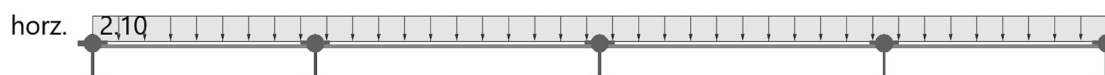
Maßstab 1 : 125


**Lastfall 5: Schnee ndt.**

Art	in/um	Pli	a [m]	Pre	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Bemerkungen zur Last
1	y	2.10				0	76	Last

Einwirkungsgruppe 28 - Schnee (außergewöhnlich)

Maßstab 1 : 125



## Berechnung nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

### Überlagerung 1: $1.35 \cdot 1,1 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1,5 \cdot 0,6 \cdot W_d$

#### Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	$\gamma$
1	ständige Lasten	1.49
2	Winddruck	0.90
4	Schnee	1.50

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

x [m]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	$V_{v,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$M_{td}$ [kNm]	$M_{ts}$ [kNm]	$M_{t,Ed}$ [kNm]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	0.0	0.03	0.00	4.6	0.00	-0.36	-0.08	-0.44	0.0
0.65	0.0	0.2	0.09	2.3	2.28	-0.26	-0.01	-0.26	-196.4
1.31	0.0	0.04	0.20	0.1	3.07	-0.09	0.00	-0.09	-217.5
1.47	0.0	-0.04	0.20	-0.5	3.03	-0.05	0.00	-0.05	-218.1
1.64	0.0	-0.1	0.19	-1.1	2.90	-0.004	0.00	-0.005	-217.6
1.80	0.0	-0.2	0.16	-1.6	2.68	0.04	0.00	0.04	-216.1
2.29	0.0	-0.3	0.03	-3.3	1.46	0.16	0.005	0.17	-201.0
3.11	0.0	0.0	-0.15	-6.2	-2.43	0.29	0.10	0.39	73.2
3.27	0.0	0.1	-0.14	-6.7	-3.49	0.25	0.18	0.43	297.5
3.44	0.0	0.1	-0.12	-7.3	-4.64	0.16	0.32	0.47	695.1
3.60	0.0	-0.1	-0.12	-7.9	-5.88	-0.05	0.56	0.52	1399.1
	0.0	-0.1	-0.12	7.9	-5.88	-0.05	-0.57	-0.61	1399.1
3.76	0.0	-0.2	-0.14	7.4	-4.67	-0.24	-0.33	-0.57	711.0
4.08	0.0	-0.03	-0.19	6.3	-2.51	-0.38	-0.11	-0.49	88.4
4.87	0.0	0.4	0.01	3.5	1.37	-0.27	-0.005	-0.27	-198.7
5.82	0.0	0.04	0.29	0.2	3.13	-0.02	0.00	-0.02	-220.8
6.93	0.0	-0.4	-0.003	-3.6	1.22	0.27	0.01	0.28	-196.8
7.72	0.0	0.1	-0.20	-6.4	-2.76	0.37	0.12	0.49	116.8
8.04	0.0	0.2	-0.14	-7.5	-4.97	0.22	0.36	0.58	797.5
8.20	0.0	0.0	-0.12	-8.1	-6.20	0.00	0.62	0.62	1549.6
	0.0	0.0	-0.12	8.0	-6.20	0.00	-0.62	-0.62	1549.6
8.36	0.0	-0.2	-0.14	7.5	-4.97	-0.22	-0.36	-0.57	797.5
8.68	0.0	-0.1	-0.20	6.4	-2.78	-0.37	-0.12	-0.49	116.8
9.47	0.0	0.4	-0.01	3.6	1.18	-0.27	-0.01	-0.28	-196.7
10.58	0.0	-0.04	0.27	-0.2	3.05	0.02	0.00	0.02	-220.4
11.53	0.0	-0.4	-0.002	-3.5	1.25	0.27	0.01	0.27	-198.3
12.32	0.0	0.04	-0.20	-6.3	-2.65	0.37	0.11	0.48	93.3
12.64	0.0	0.2	-0.15	-7.4	-4.82	0.24	0.33	0.57	726.2
12.80	0.0	0.1	-0.12	-7.9	-6.04	0.04	0.57	0.61	1425.7
	0.0	0.1	-0.12	8.1	-6.04	0.04	-0.57	-0.54	1425.7
13.11	0.0	-0.1	-0.15	7.1	-3.70	-0.26	-0.20	-0.46	343.0
13.26	0.0	-0.02	-0.16	6.5	-2.65	-0.30	-0.12	-0.41	109.7
14.03	0.0	0.4	0.02	3.9	1.35	-0.20	-0.01	-0.21	-196.2
14.80	0.0	0.1	0.24	1.2	3.30	0.00	-0.003	-0.003	-229.1
14.96	0.0	0.1	0.26	0.6	3.44	0.05	-0.005	0.04	-236.1
15.12	0.0	-0.04	0.26	0.03	3.50	0.09	-0.01	0.09	-243.6
15.60	0.0	-0.3	0.18	-1.9	3.05	0.24	-0.003	0.24	-256.9
15.76	0.0	-0.3	0.13	-2.7	2.68	0.29	0.002	0.29	-251.9
16.40	0.0	-0.1	0.00	-5.8	0.00	0.43	0.11	0.53	0.0



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

x [m]	Pkt	Qkl	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_v$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{vd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	n
0.00	3	1	0.0	-69.4	120.1	213.6	0.56
0.65	2	1	-44.7	46.7	92.5	213.6	0.43
1.31	2	1	-58.4	16.0	64.7	213.6	0.30
1.47	2	1	-58.1	-8.7	60.0	213.6	0.28
1.64	2	1	-56.2	-1.3	56.3	213.6	0.26
1.80	2	1	-52.8	-7.6	54.5	213.6	0.25
2.29	3	1	32.3	32.4	64.7	213.6	0.30
3.11	3	1	-29.7	57.3	103.6	213.6	0.48
3.27	2	1	68.2	-50.4	110.8	213.6	0.52
3.44	2	1	112.8	-35.8	128.7	213.6	0.60
3.60	2	1	183.5	22.3	187.5	213.6	0.88
3.60	2	1	183.5	-22.6	187.6	213.6	0.88
3.76	2	1	115.0	51.5	145.6	213.6	0.68
4.08	3	1	-30.7	-73.4	130.8	213.6	0.61
4.87	3	1	31.4	-50.6	93.0	213.6	0.44
5.82	2	1	-62.0	3.2	62.2	213.6	0.29
6.93	3	1	30.0	51.7	94.5	213.6	0.44
7.72	3	1	-35.8	73.0	131.5	213.6	0.62
8.04	2	1	125.4	-47.8	150.3	213.6	0.70
8.20	2	1	199.3	17.9	201.7	213.6	0.94
8.20	2	1	199.3	-17.9	201.7	213.6	0.94
8.36	2	1	125.4	47.6	150.2	213.6	0.70
8.68	2	1	47.1	70.7	131.2	213.6	0.61
9.47	3	1	29.7	-51.5	94.1	213.6	0.44
10.58	2	1	-60.5	3.2	60.8	213.6	0.28
11.53	3	1	30.4	50.6	92.8	213.6	0.43
12.32	3	1	-32.5	73.2	130.8	213.6	0.61
12.64	2	1	118.2	-50.7	147.3	213.6	0.69
12.80	2	1	187.6	21.7	191.4	213.6	0.90
12.80	2	1	187.6	-21.7	191.3	213.6	0.90
13.11	2	1	74.5	52.2	117.1	213.6	0.55
13.26	3	1	-35.0	-60.1	109.8	213.6	0.51
14.03	3	1	30.9	-39.4	74.9	213.6	0.35
14.80	2	1	-63.3	-0.9	63.3	213.6	0.30
14.96	2	1	-66.0	8.4	67.5	213.6	0.32
15.12	2	1	-67.2	16.3	72.9	213.6	0.34
15.60	2	1	-60.8	-42.9	96.1	213.6	0.45
15.76	2	1	-54.9	-52.1	105.6	213.6	0.49
16.40	3	1	0.0	81.9	141.9	213.6	0.66

**Überlagerung 2: 1,0 \*1,1\*G + 1,0 \*A**
**Überlagerungsfaktoren**

Nr	Lastfall	$\gamma$
1	ständige Lasten	1.10
5	Schnee ndt.	1.00

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

x [m]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	$V_{v,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$M_{td}$ [kNm]	$M_{ts}$ [kNm]	$M_{t,Ed}$ [kNm]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	0.0	0.02	0.00	4.2	0.00	-0.33	-0.07	-0.40	0.0
0.65	0.0	0.2	0.07	2.1	2.07	-0.23	-0.01	-0.24	-178.1
1.31	0.0	0.03	0.15	0.1	2.79	-0.08	0.00	-0.08	-196.9
1.47	0.0	-0.03	0.15	-0.4	2.76	-0.04	0.00	-0.04	-197.4
1.64	0.0	-0.1	0.14	-1.0	2.65	-0.004	0.00	-0.004	-197.0

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>v,Ed</sub> [kNm]	V <sub>v,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>tb</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>w,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
1.80	0.0	-0.1	0.12	-1.5	2.45	0.03	0.00	0.03	-195.8
2.29	0.0	-0.2	0.02	-3.0	1.34	0.15	0.005	0.15	-182.6
3.11	0.0	0.0	-0.11	-5.6	-2.20	0.26	0.09	0.35	66.2
3.27	0.0	0.1	-0.11	-6.1	-3.16	0.23	0.16	0.39	269.7
3.44	0.0	0.1	-0.09	-6.6	-4.20	0.14	0.29	0.43	630.1
3.60	0.0	-0.1	-0.09	-7.2	-5.33	-0.04	0.51	0.47	1267.9
	0.0	-0.1	-0.09	7.2	-5.33	-0.04	-0.51	-0.55	1267.9
3.76	0.0	-0.1	-0.11	6.7	-4.23	-0.22	-0.30	-0.52	644.5
4.08	0.0	-0.02	-0.14	5.7	-2.27	-0.34	-0.10	-0.44	80.2
4.87	0.0	0.3	0.01	3.2	1.24	-0.24	-0.005	-0.25	-180.4
5.82	0.0	0.03	0.21	0.2	2.84	-0.02	0.00	-0.02	-199.3
6.93	0.0	-0.3	-0.01	-3.3	1.09	0.25	0.01	0.25	-178.7
7.72	0.0	0.05	-0.15	-5.8	-2.55	0.34	0.11	0.44	106.1
8.04	0.0	0.1	-0.11	-6.8	-4.56	0.20	0.32	0.52	723.2
8.20	0.0	0.0	-0.09	-7.3	-5.68	0.00	0.56	0.56	1405.0
	0.0	0.0	-0.09	7.3	-5.68	0.00	-0.56	-0.56	1405.0
8.36	0.0	-0.1	-0.11	6.8	-4.56	-0.20	-0.32	-0.52	723.2
8.68	0.0	-0.05	-0.15	5.8	-2.55	-0.34	-0.11	-0.44	106.1
9.47	0.0	0.3	-0.01	3.3	1.09	-0.25	-0.01	-0.25	-178.7
10.58	0.0	-0.03	0.21	-0.2	2.84	0.02	0.00	0.02	-199.3
11.53	0.0	-0.3	0.01	-3.2	1.24	0.24	0.005	0.25	-180.4
12.32	0.0	0.02	-0.14	-5.7	-2.27	0.34	0.10	0.44	80.2
12.64	0.0	0.1	-0.11	-6.7	-4.23	0.22	0.30	0.52	644.5
12.80	0.0	0.1	-0.09	-7.2	-5.33	0.04	0.51	0.55	1267.9
	0.0	0.1	-0.09	7.2	-5.33	0.04	-0.51	-0.47	1267.9
12.95	0.0	-0.1	-0.09	6.7	-4.27	-0.13	-0.30	-0.43	658.9
13.11	0.0	-0.1	-0.10	6.2	-3.28	-0.22	-0.18	-0.40	302.8
13.26	0.0	-0.01	-0.11	5.7	-2.36	-0.26	-0.10	-0.36	94.7
14.03	0.0	0.2	0.003	3.3	1.09	-0.17	-0.01	-0.17	-177.7
14.80	0.0	0.1	0.14	0.9	2.68	0.01	0.00	0.01	-197.2
14.96	0.0	0.02	0.15	0.3	2.77	0.05	0.00	0.05	-197.3
15.12	0.0	-0.04	0.15	-0.2	2.79	0.09	0.00	0.09	-196.7
15.76	0.0	-0.2	0.07	-2.2	2.04	0.24	0.01	0.24	-177.0
16.40	0.0	-0.02	0.00	-4.2	0.00	0.33	0.07	0.40	0.0

**Querschnittsnachweis nach Gleichung 6.1 - Theorie II. Ordnung  $\gamma_{M0} = 1.00$** 

x [m]	Pkt	Qkl	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_v$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{vd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	n
0.00	3	1	0.0	-62.9	109.0	235.0	0.46
0.65	2	1	-40.2	42.4	83.7	235.0	0.36
1.31	2	1	-52.3	14.5	58.0	235.0	0.25
1.47	2	1	-52.0	-7.9	53.7	235.0	0.23
1.64	2	1	-50.3	-1.2	50.4	235.0	0.21
1.80	2	1	-47.4	-6.9	48.9	235.0	0.21
2.29	3	1	29.5	29.2	58.6	235.0	0.25
3.11	3	1	-27.6	52.0	94.1	235.0	0.40
3.27	2	1	61.1	-45.7	100.1	235.0	0.43
3.44	2	1	101.7	-32.5	116.2	235.0	0.49
3.60	2	1	165.8	20.3	169.5	235.0	0.72
3.60	2	1	165.8	-20.5	169.6	235.0	0.72
3.76	2	1	103.7	46.6	131.4	235.0	0.56
4.08	3	1	-28.7	-66.5	118.7	235.0	0.51
4.87	3	1	28.5	-45.7	84.1	235.0	0.36
5.82	2	1	-54.7	2.9	54.9	235.0	0.23
6.93	3	1	27.1	46.7	85.4	235.0	0.36
7.72	3	1	-33.8	66.2	119.5	235.0	0.51
8.04	2	1	113.8	-43.3	136.2	235.0	0.58

x [m]	Pkt	Qkl	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_v$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{vd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\eta$
8.20	2	1	181.0	16.2	183.1	235.0	0.78
8.20	2	1	181.0	-16.2	183.1	235.0	0.78
8.36	2	1	113.8	43.3	136.2	235.0	0.58
8.68	3	1	-33.8	-66.2	119.5	235.0	0.51
9.47	3	1	27.1	-46.7	85.4	235.0	0.36
10.58	2	1	-54.7	2.8	54.9	235.0	0.23
11.53	3	1	28.5	45.7	84.1	235.0	0.36
12.32	3	1	-28.7	66.5	118.7	235.0	0.51
12.64	2	1	103.7	-46.6	131.4	235.0	0.56
12.80	2	1	165.8	20.5	169.6	235.0	0.72
12.80	2	1	165.8	-20.3	169.5	235.0	0.72
12.95	2	1	104.8	31.3	117.9	235.0	0.50
13.11	2	1	65.1	44.7	101.2	235.0	0.43
13.26	3	1	-31.8	-51.7	95.0	235.0	0.40
14.03	3	1	26.8	-32.5	62.3	235.0	0.27
14.80	2	1	-50.8	2.7	51.0	235.0	0.22
14.96	2	1	-52.1	9.2	54.5	235.0	0.23
15.12	2	1	-52.2	15.7	58.8	235.0	0.25
15.76	2	1	-39.7	-43.0	84.4	235.0	0.36
16.40	3	1	0.0	62.9	109.0	235.0	0.46

### Überlagerung 3: 1,0\*G + 1,5\* Ws

#### Überlagerungsfaktoren

Nr	Lastfall	$\gamma$
1	ständige Lasten	1.00
3	Windsog	1.50

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

x [m]	$N_{x,Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	$V_{v,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$M_{tn}$ [kNm]	$M_{ts}$ [kNm]	$M_{t,Ed}$ [kNm]	$M_{\omega,Ed}$ [kNcm <sup>2</sup> ]
0.00	0.0	0.0	0.00	-0.9	0.00	0.07	0.02	0.09	0.0
0.65	0.0	0.01	0.004	-0.5	-0.45	0.05	0.002	0.05	38.7
1.31	0.0	0.0	0.01	-0.01	-0.61	0.02	0.00	0.02	42.6
1.47	0.0	0.0	0.01	0.1	-0.60	0.01	0.00	0.01	42.7
1.64	0.0	0.0	0.01	0.2	-0.58	0.001	0.00	0.001	42.7
2.29	0.0	-0.01	0.001	0.7	-0.29	-0.03	-0.001	-0.03	39.8
3.11	0.0	0.0	-0.01	1.2	0.48	-0.06	-0.02	-0.08	-14.4
3.27	0.0	0.0	-0.01	1.3	0.69	-0.05	-0.04	-0.08	-58.6
3.44	0.0	0.0	-0.005	1.5	0.92	-0.03	-0.06	-0.09	-136.9
3.60	0.0	0.0	-0.004	1.6	1.17	0.01	-0.11	-0.10	-275.4
	0.0	0.0	-0.004	-1.6	1.17	0.01	0.11	0.12	-275.4
3.76	0.0	-0.01	-0.01	-1.5	0.93	0.05	0.06	0.11	-140.0
4.08	0.0	0.0	-0.01	-1.2	0.50	0.07	0.02	0.10	-17.5
4.87	0.0	0.02	0.001	-0.7	-0.27	0.05	0.001	0.05	39.3
5.82	0.0	0.0	0.01	-0.04	-0.62	0.004	0.00	0.004	43.0
6.93	0.0	-0.02	0.00	0.7	-0.24	-0.05	-0.001	-0.05	39.0
7.72	0.0	0.0	-0.01	1.3	0.56	-0.07	-0.02	-0.10	-23.1
8.04	0.0	0.01	-0.01	1.5	1.00	-0.04	-0.07	-0.11	-157.0
8.20	0.0	0.0	-0.005	1.6	1.24	0.00	-0.12	-0.12	-304.8
	0.0	0.0	-0.005	-1.6	1.24	0.00	0.12	0.12	-304.8
8.36	0.0	-0.01	-0.01	-1.5	1.00	0.04	0.07	0.11	-157.0
8.68	0.0	0.0	-0.01	-1.3	0.56	0.07	0.02	0.10	-23.1
9.47	0.0	0.02	0.00	-0.7	-0.24	0.05	0.001	0.05	39.0
10.58	0.0	0.0	0.01	0.04	-0.62	-0.004	0.00	-0.004	43.0
11.53	0.0	-0.02	0.001	0.7	-0.27	-0.05	-0.001	-0.05	39.3
12.32	0.0	0.0	-0.01	1.2	0.50	-0.07	-0.02	-0.10	-17.5

x [m]	N <sub>x,Ed</sub> [kN]	V <sub>z,Ed</sub> [kN]	M <sub>v,Ed</sub> [kNm]	V <sub>v,Ed</sub> [kN]	M <sub>z,Ed</sub> [kNm]	M <sub>td</sub> [kNm]	M <sub>ts</sub> [kNm]	M <sub>t,Ed</sub> [kNm]	M <sub>ω,Ed</sub> [kNcm <sup>2</sup> ]
12.64	0.0	0.01	-0.01	1.5	0.93	-0.05	-0.06	-0.11	-140.0
12.80	0.0	0.0	-0.004	1.6	1.17	-0.01	-0.11	-0.12	-275.3
	0.0	0.0	-0.004	-1.6	1.17	-0.01	0.11	0.10	-275.3
12.95	0.0	0.0	-0.005	-1.5	0.93	0.03	0.06	0.09	-143.1
13.11	0.0	0.0	-0.01	-1.4	0.72	0.05	0.04	0.09	-65.8
13.26	0.0	0.0	-0.01	-1.2	0.52	0.06	0.02	0.08	-20.6
14.03	0.0	0.01	0.00	-0.7	-0.24	0.04	0.002	0.04	38.8
14.65	0.0	0.01	0.01	-0.3	-0.55	0.01	0.00	0.01	42.6
14.80	0.0	0.0	0.01	-0.2	-0.59	-0.003	0.00	-0.003	42.7
14.96	0.0	0.0	0.01	-0.1	-0.61	-0.01	0.00	-0.01	42.7
15.12	0.0	0.0	0.01	0.03	-0.61	-0.02	0.00	-0.02	42.6
15.76	0.0	-0.01	0.004	0.5	-0.45	-0.05	-0.002	-0.05	38.5
16.40	0.0	0.0	0.00	0.9	0.00	-0.07	-0.02	-0.09	0.0

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

x [m]	Pkt	Qkl	$\sigma_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_v$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{vd}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	n
0.00	3	1	0.0	13.7	23.7	213.6	0.11
0.65	3	1	-8.5	9.4	18.3	213.6	0.09
1.31	3	1	-10.7	3.2	12.0	213.6	0.06
1.47	3	1	-10.6	1.6	11.0	213.6	0.05
1.64	3	1	-10.3	-0.4	10.3	213.6	0.05
2.29	3	1	-6.6	-6.2	12.7	213.6	0.06
3.11	3	1	6.9	-11.3	20.8	213.6	0.10
3.27	3	1	12.8	-10.5	22.2	213.6	0.10
3.44	3	1	21.7	-7.8	25.6	213.6	0.12
3.60	3	1	35.7	-4.9	36.7	213.6	0.17
3.60	3	1	35.7	4.9	36.7	213.6	0.17
3.76	3	1	22.1	10.8	29.0	213.6	0.14
4.08	3	1	7.4	14.4	26.1	213.6	0.12
4.87	3	1	-6.3	9.8	18.0	213.6	0.08
5.82	3	1	-10.9	0.6	11.0	213.6	0.05
6.93	3	1	-5.9	-10.0	18.3	213.6	0.09
7.72	3	1	8.5	-14.4	26.3	213.6	0.12
8.04	3	1	24.3	-10.1	30.0	213.6	0.14
8.20	3	1	38.9	-3.5	39.4	213.6	0.18
8.20	3	1	38.9	3.5	39.4	213.6	0.18
8.36	3	1	24.3	10.1	30.0	213.6	0.14
8.68	3	1	8.5	14.4	26.3	213.6	0.12
9.47	3	1	-5.9	10.0	18.3	213.6	0.09
10.58	3	1	-10.9	0.6	11.0	213.6	0.05
11.53	3	1	-6.3	-9.8	18.0	213.6	0.08
12.32	3	1	7.4	-14.4	26.1	213.6	0.12
12.64	3	1	22.1	-10.8	29.0	213.6	0.14
12.80	3	1	35.7	-4.9	36.7	213.6	0.17
12.80	3	1	35.7	4.9	36.7	213.6	0.17
12.95	3	1	22.4	7.5	25.9	213.6	0.12
13.11	3	1	13.7	10.3	22.5	213.6	0.11
13.26	3	1	7.8	11.3	21.0	213.6	0.10
14.03	3	1	-5.9	7.0	13.4	213.6	0.06
14.65	3	1	-10.0	1.1	10.1	213.6	0.05
14.80	3	1	-10.4	0.7	10.5	213.6	0.05
14.96	3	1	-10.7	2.0	11.2	213.6	0.05
15.12	3	1	-10.7	3.4	12.2	213.6	0.06
15.76	3	1	-8.4	-9.5	18.4	213.6	0.09
16.40	3	1	0.0	-13.7	23.7	213.6	0.11

## Zusammenfassung aller Berechnungsergebnisse

### Auslastung - Tragsicherheit

Nr	Lastkombination	Querschnitt	Stabilität
1	1,35*1,1*G + 1,5*Q + 1,5*0,6*Wd	0.94	-
2	1,0 *1,1*G + 1,0 *A	0.78	-
3	1,0*G + 1,5* Ws	0.18	-

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>v,min</sub> [kNm]	M <sub>v,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig		1.4		
		Windlasten	-1.5	0.8		
		Schnee H < 1000 m		1.3		
		außergewöhnliche Einwirkungen	2.8	2.8		
2	3.60	ständig		4.8		
		Windlasten	-5.0	2.7		
		Schnee H < 1000 m		4.5		
		außergewöhnliche Einwirkungen	9.5	9.5		
3	8.20	ständig		4.9		
		Windlasten	-5.1	2.8		
		Schnee H < 1000 m		4.6		
		außergewöhnliche Einwirkungen	9.8	9.8		
4	12.80	ständig		4.8		
		Windlasten	-5.0	2.7		
		Schnee H < 1000 m		4.5		
		außergewöhnliche Einwirkungen	9.5	9.5		
5	16.40	ständig		1.4		
		Windlasten	-1.5	0.8		
		Schnee H < 1000 m		1.3		
		außergewöhnliche Einwirkungen	2.8	2.8		

Ein Stabilitätsnachweis kann aufgrund der kontinuierlichen seitlichen Stützung durch das Trapezprofil entfallen.

Die Anschlussbemessung erfolgt durch die ausführende Firma.

### Auflagernachweis

#### Mauerwerkspressung

Es wird eine Einbindetiefe von 15 cm gewählt.

Auflagerkraft  $F_k = 1,4 \text{ kN} + 0,8 \text{ kN} + 1,3 \text{ kN} = 4,5 \text{ kN}$

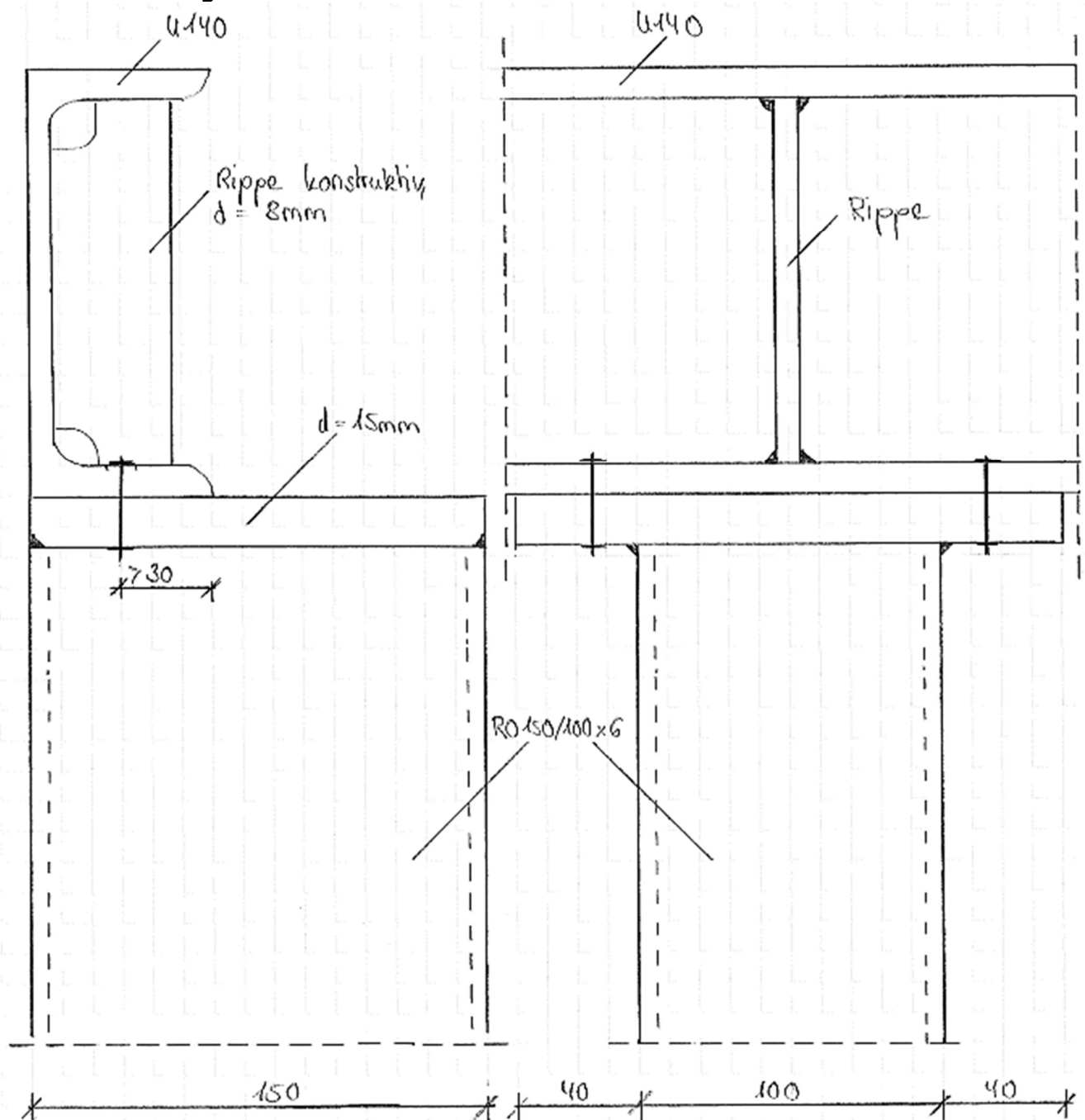
vorh. Druckspannung  $\sigma_{\text{vorh}} = 4,5 \text{ kN} / (6 \text{ cm} * 15 \text{ cm}) = 0,05 \text{ kN/cm}^2$

zul. Druckspannung  $\sigma_{\text{zul}} = 0,12 \text{ kN/cm}^2$

$\eta = 0,42$

Torsionsmomente sowie abhebende Kräfte werden über eine umlaufende, kraftschlüssige Vermörtelung ins Mauerwerk eingeleitet.

### Anschluss Randträger - Stahlstütze



Nachweis des Montagestoßes gem. ausführende Firma.



**Stahlträger HEA140**System: Einfeldträger,  $l = 3,9 \text{ m}$ 

Belastung: Eigengewicht gem. Programmausdruck

Vereinfachend werden die Auflagerlasten aus der Bemessung des Trapezprofils doppelt angesetzt.

Aus Trapezprofil (2x):  $g_k = 1,6 \text{ kN/m}$   
 $w_{d,k} = 1,2 \text{ kN/m}$   
 $w_{s,k} = -2,2 \text{ kN/m}$   
Schneekeil:  $s_k = 4,4 \text{ kN/m}$

Auf der sicheren Seite liegend wird eine Schneeanhäufung von  $4,4 \text{ kN/m}$  über die gesamte Länge angesetzt.

Das Eigengewicht der Verbindungsmittel wird mit einem Faktor von 1,1 bei den ständigen Lasten berücksichtigt.

Bemessung: siehe EDV

**gewählt:****HEA140, S235**

*Nachweis der Verbindungen durch die ausführende Firma. Zur Vermeidung von Zwangsbeanspruchung aus Temperaturunterschieden sind Langlöcher anzuordnen. Die Anordnung muss weiterhin eine horizontale Aussteifung des Laubengangs sicherstellen.*

*Der Träger ist an den Mauerwerkstaschen umlaufend kraftschlüssig zu vermörteln.*

## Mehrfeldträger Stahl (x64) STM+ 02/22C (FRILO R-2022-2/P09)

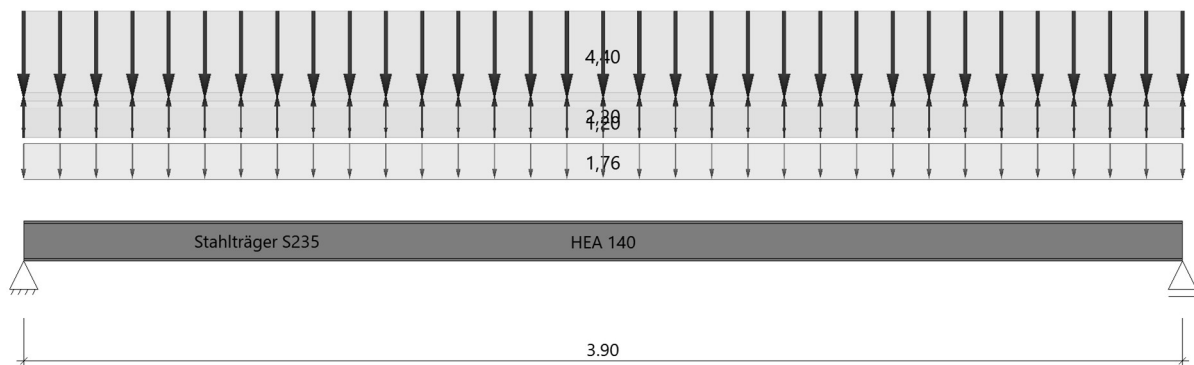
### Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

### System

#### Systembild



### Geometrie

#### Querschnitte

Name	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ]	$W_y$ [cm <sup>3</sup> ]	$W_z$ [cm <sup>3</sup> ]	A [cm <sup>2</sup> ]
HEA 140	1030.0	389.0	155.0	55.6	31.4

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägelänge.

#### Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uv [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen <sup>*)</sup>		
				$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_y$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.90	-1	-1	0.0	0.0	0.0

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

### Lasten

#### Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	Faktor	EG	Zus	Alt
System	1	GL		3.90		1.60		1.10	ständig		
	2	GL		3.90		1.20		1.00	Wind		1
	3	GL		3.90		-2.20		1.00	Wind		1
	4	GL		3.90		4.40		1.00	Schnee		

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 = 96 kg mit  $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$  berücksichtigt.

## Übersicht der verwendeten Einwirkungen

### Einwirkungen

Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee $H < 1000 \text{ m}$	0.50	0.20	0.00		1.50

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

## Ergebnisse

### Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
$\psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $\gamma_{F,G,sup}$ oder $\gamma_{F,G,inf}$
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

### Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	$\eta_{Qs}$	$\eta_{Stabi}$	$\eta_{Verformung}$
Traffähigkeit	ständig/vorübergehend	0.48	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.76

1) Stabilitätsnachweis wurde nicht geführt weil Obergurt kontinuierlich gehalten.

### Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	$\eta_{Qs}$	$\eta_{Stabi}$
ständig/vorübergehend	HEA 140	Feld 1, $x = 1.95$	0.0	19.75	0.48	

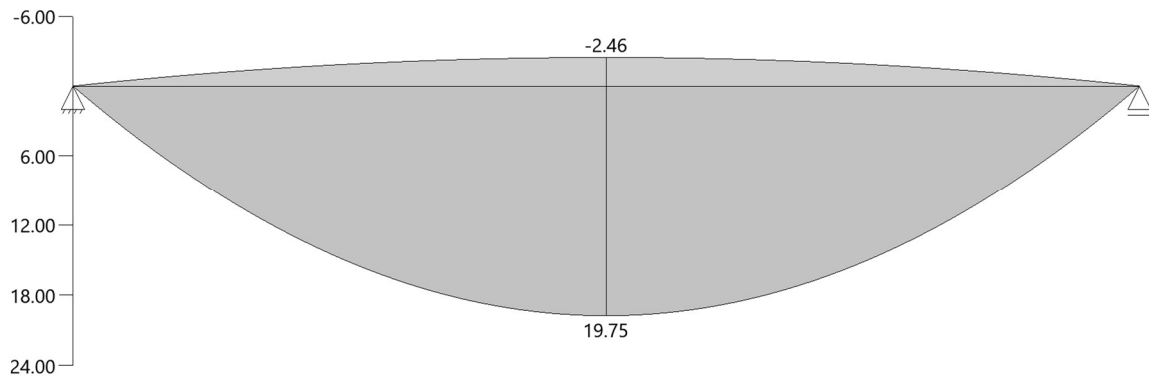
### Nachweis für maximale Auslastung bei $x = 1.95 \text{ m}$ Lk 35

$N_{dld} = 0.0 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 737.9 \text{ kN}$
$N_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.00$
$M_{v,dld} = 19.75 \text{ kNm}$	$M_{v,Rd} = 40.86 \text{ kNm}$
$M_{v,Ed} = 19.75 \text{ kNm}$	$\eta_{Mv} = 0.48$
$V_{z,dld} = 0.0 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 137.1 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 0.0 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.00$
	$\eta = 0.48$

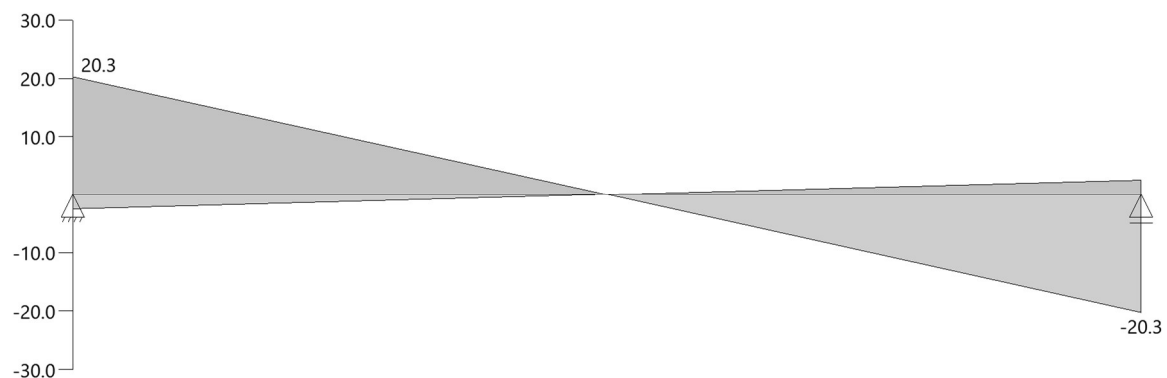
## Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

### Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



### Auflagerkräfte

#### Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x	Einwirkung	R <sub>z,min</sub> [kN]	R <sub>z,max</sub> [kN]	M <sub>v,min</sub> [kNm]	M <sub>v,max</sub> [kNm]
1	0.00	ständig		3.9		
		Windlasten	-4.3	2.3		
		Schnee H < 1000 m		8.6		
2	3.90	ständig		3.9		
		Windlasten	-4.3	2.3		
		Schnee H < 1000 m		8.6		

Ein Stabilitätsnachweis kann aufgrund der kontinuierlichen seitlichen Stützung durch das Trapezprofil entfallen.

Die Anschlussbemessung erfolgt durch die ausführende Firma.

## Auflagernachweis

Abhebende Kräfte werden über eine umlaufende, kraftschlüssige Vermörtelung ins Mauerwerk eingeleitet.

Auflagerkraft  $F_k = 3,9 \text{ kN} + 2,3 \text{ kN} + 8,6 \text{ kN} = 14,8 \text{ kN}$

vorh. Druckspannung  $\sigma_{\text{vorh}} = 14,8 \text{ kN} / (14 \text{ cm} * 15 \text{ cm}) = 0,07 \text{ kN/cm}^2$

zul. Druckspannung  $\sigma_{\text{zul}} = 0,12 \text{ kN/cm}^2$   $\eta = 0,59$

## Montagestoß

Zur Einbringung des Stahlträgers wird ein Montagestoß erforderlich. Dieser ist maximal 0,8 m vom Auflagerand anzuordnen ( $M_{y,Ed} < 13,0 \text{ kNm}$ ).

Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 02/22C (FRILO R-2022-2/P09)

### Grundparameter

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

Nachweisverfahren : Komponentenmethode

Traquwerksberechnung : elastisch

Komponentenmethode : vertikal 2-reihig

ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte

Schrauben für  $N_{Rd}$  Zug ohne Einschränkung ansetzen

Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen

$F_{tRd}$  Versagensart 1 Standardverfahren

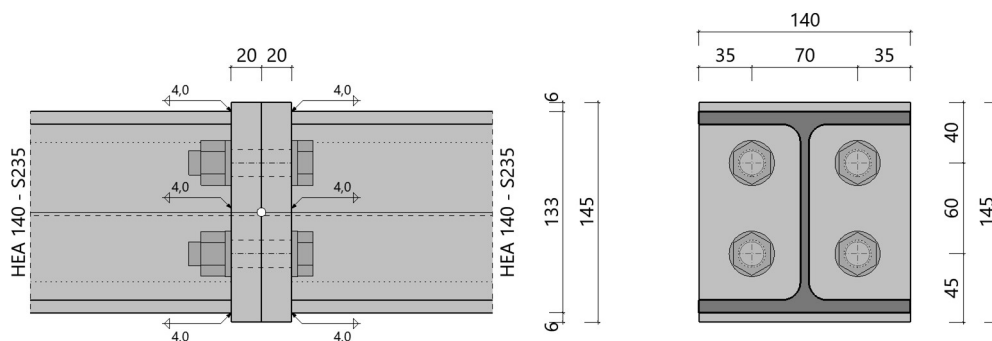
Faktor Zugbereich für  $M_{Rd}$  Anschlusshöhe  $f = 0.50$

Querkraft : nur über zugfreie Schrauben abtragen  
 $V_{Rd}$  auf 50% vom Träger begrenzt

Schweißnaht : vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

### System

Systemdarstellung 2D



Modell : Stirnplattenstoß Trägerneigung 0.0°

Schrauben : 4 x M16 - 10.9 (rohe Schraube)

### Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b <sub>o</sub> mm	t <sub>o</sub> mm	t <sub>s</sub> mm	r mm	b <sub>u</sub> mm	t <sub>u</sub> mm
Träger	HEA 140	S235	133	140	9	6	12	140	9

### Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d <sub>0</sub> mm
Stirnplatte	M16	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	18.0



**Stirnplatte**

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen				Schweißnaht		
		a mm	h mm	b mm	t mm	a <sub>wf,0</sub> mm	a <sub>w,s</sub> mm	a <sub>wf,II</sub> mm
S235		6	145	140	20	4.0	4.0	4.0

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

quer - Reihenabstand		längs - Schraubenabstände in der Reihe				
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	
35	70	35	40	60	45	

**Belastung**
**Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1>**

Situation	N <sub>d</sub> kN	V <sub>zd</sub> kN	M <sub>vd</sub> kNm
P/T	0.0	21.0	13.00

**Bemessungssituationen**

Situation	Beschreibung	γ <sub>M0</sub>	γ <sub>M1</sub>	γ <sub>M2</sub>
P/T	ständig/vorübergehend	1.00	1.10	1.25

**Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment**
**Anschlusschnittgrößen**

Stelle	N <sub>d</sub> kN	V <sub>zd</sub> kN	M <sub>vd</sub> kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	21.0	13.00

**Biegetragfähigkeit MRd**
**plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt**

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Gurt	Nr Platte	F <sub>t,Rd</sub> kN	Versagensmodus
2	0	1	223.7 <sup>p)</sup>	Trägersteg auf Zug

<sup>p)</sup>: \*p) ohne Abstützkräfte in Platte

**globale Komponente Träger**

Trägerquert	Querschnittsklasse	V <sub>dl,Rd</sub> kN	M <sub>c,Rd</sub> kNm	M <sub>c,Rd,red</sub> kNm	F <sub>cF,Rd</sub> kN
Druck	1	137.4	40.86	40.86	328.2

**Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss**

Ma <sub>Sd</sub> kNm	Ma <sub>Rd,elastisch</sub> kNm	η	Ma <sub>Rd,plastisch</sub> kNm
-13.00	13.38	0.97	20.08

zuerst versagende Komponente : Trägersteg auf Zug

**Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss**
**wirksame Schraubenreihen**

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		k <sub>1</sub> ·α	Traafähigkeit	
	e <sub>1</sub> mm	e <sub>2</sub> mm	e mm	e <sub>3</sub> mm		V <sub>l,Rd</sub> kN	V <sub>a,Rd</sub> kN
1	40	35	60	70	1.85	341.3	125.6

Träger $A_v$ mm <sup>2</sup>	Träger $V_{w,Rd}$ kN	$V_{Ed}$ kN	$V_{Rd}$ kN	n
1010.8	137.1	21.0	68.6	0.31

### Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

Zugquert (konstruktiv)			Steig		Druckquert	
$f_{vw,rd}$ N/mm <sup>2</sup>	erf. $a_w$ mm	n	$\sigma_w$ N/mm <sup>2</sup>	n	$\sigma_w$ N/mm <sup>2</sup>	n
207.8	3.0	-	109.2	0.53	-144.6	0.69

### Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

#### Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	$k_3$ mm	$k_4$ mm	$k_5$ mm	$k_{10}$ mm
2	-	58.271	58.271	4.222
$Z_{ea}$ mm	$k_{ea}$ mm	n	$S_{i,ini}$ kNm/rad	$S_{i,n}$ kNm/rad
89.8	3.688	3.00	6237.7	2079.2

### Nachweis des Trägers nach Gl(6.1)

Qkl	$\sigma_{Rd}$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{Rd}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_d$ N/mm <sup>2</sup>	$\tau_d$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{d,v}$ N/mm <sup>2</sup>	n
1	235.0	135.677	-83.9	31.411	85.3	0.36

### Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	$\eta = 0.97$	Tragfähigkeit $M_{Rd}$
Verbindung V	$\eta = 0.31$	Tragfähigkeit $V_{Rd}$
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.69$	Stirnplatte Druckquert
Querschnitt	$\eta = 0.36$	

**Bemessung Stahlstütze**

Bauteil: Stahlstütze

System: Pendelstütze,  $l = 5,0 \text{ m}$ 

Belastung: Eigengewicht gem. Programmausdruck

Aus Randträger:  $g_k = 4,9 \text{ kN}$  $w_k = 2,8 \text{ kN}$  $s_k = 4,6 \text{ kN}$ 

Auf der sicheren Seite liegend werden die Lasten mit einer Exzentrizität von 7,5 cm angesetzt.

Bemessung: siehe EDV

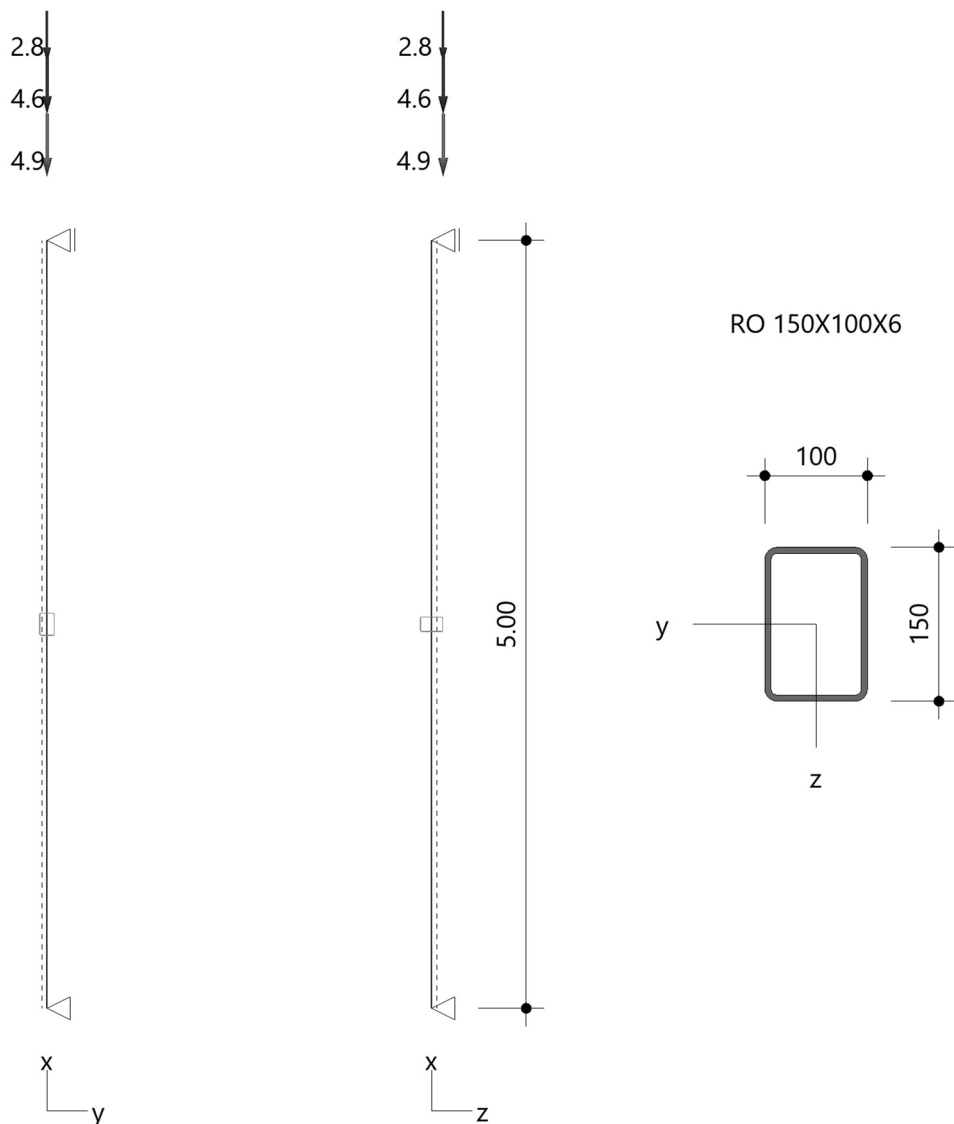
**gewählt: RO 150/100x6, S235***Nachweis der Verbindungen durch die ausführende Firma*

## Stahlstütze (x64) STS+ 02/2022 (FRILO R-2022-2/P09)

### Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
$\Psi_2$ für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches $v_F(v_{G,sup}$ oder $v_{G,inf})$
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit $\delta_{lim}$	=	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit $\delta_{lim}$	=	$l_{eff} / 300$

### System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 5.00 m Material: S235 Querschnitt: RO 150X100X6(warm)

## Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen <sup>*)</sup>			Verdrehungen <sup>*)</sup>		
		ux [kN/m]	uv [kN/m]	uz [kN/m]	$\Phi_x$ [kNm/rad]	$\Phi_v$ [kNm/rad]	$\Phi_z$ [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

<sup>\*)</sup>-1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch

## Belastung

### Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
99	G	ständig/vorübergehend	ständig	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.50	0.20	0.00

## Lasten

### Lastarten

Art 14 = Kopflast kN  
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

### Standard-Lastfälle und Lasten

Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pi	l [m]	ev [mm]	ez [mm]	Ew	Alt
1	14	in x-Richtung	4.9	5.00	-	-	-	75	99	-
2	14	in x-Richtung	4.6	5.00	-	-	-	75	10	1
3	14	in x-Richtung	2.8	5.00	-	-	-	75	9	1

## Ergebnisse

### Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	$\eta$
ständig/vorübergehend	2	Querschnitt	0.06
ständig/vorübergehend	2	Stabilität	0.07
charakteristisch	8	Relativverformung	0,04

### Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

#### Schnittgrößen - Lfk 2

x [m]	$N_{Ed}$ [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	$V_{v,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-15.1	-0.2	0.00	0.0	0.00
5.00	-13.6	-0.2	-1.02	0.0	0.00

### Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 2 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	$\sigma_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\tau_d$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{d,v}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	n
0.00	1	-5.4	0.2	5.5	0.02
5.00	1	-14.1	0.2	14.1	0.06

### Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{v,Ed}$ [kNm]	Gl	n	Lfk
5.00	1	15.0	1.02	6.62	0.07	2

## Gebrauchstauglichkeit

### Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{cd} = 5.0 \text{ cm}$

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{v,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	n	Lfk
2.89	-0.01	0.0	-0.1	0.1	0.01	8

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

x [m]	$l_{eff}$ [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	n	Lfk
2.89	5.00	0.00	5.00	0.1	1.7	0.04	8

## Auflagerkräfte

### Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall

Lager	x	Lf	Ew	$R_x$ [kN]	$R_z$ [kN]	$M_v$ [kNm]	$R_v$ [kN]	$M_z$ [kNm]
	[m]							
Fuss	0.00	Eigengewicht	99	-1.1	-	-	-	-
		Lf 1	99	-4.9	-0.1	-	-	-
		Lf 2	10	-4.6	-0.1	-	-	-
		Lf 3	9	-2.8	-0.04	-	-	-
Kopf	5.00	Lf 1	99	-	0.1	-	-	-
		Lf 2	10	-	0.1	-	-	-
		Lf 3	9	-	0.04	-	-	-

## Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 2:1,50
8	charakteristisch	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 2:1,00

**Bemessung Fundament**

Bauteil: Einzelfundament

Belastung: Eigengewicht 3,2 kN  
Aus Stahlstütze:  $g_k = 6,0$  kN  
 $w_k = 4,6$  kN  
 $s_k = 2,8$  kN

Bemessung: aufgrund der geringen Lasten o.w.N.

**konstr.  
gewählt:** **Stb.-Fundament C25/30, a/b/h = 40/40/80cm  
konstr. bewehrt**

*Das Fundament ist frostfrei in einer Tiefe von 80 cm unter GOK zu gründen. Das Fundament unter der Stahlstütze 1 ist bis auf die Gründungsebene des Bestands zu führen.*

**Achtung:** Bei Ausschachtungen im Bereich bestehender Gebäude nur punktueller Aushub analog zu DIN 4123 (Aushubabschnitte < 1,25m).