



shl ingenieure GmbH | Hannover
Beratende Ingenieure für das Bauwesen

STATISCHE BERECHNUNG

Auftragsnr. 2021 / 2028

Bauvorhaben: **Umbau eines Bürogebäudes der AOK Niedersachsen**
Wiesenstraße 2
29614 Soltau

Bauherr/in: AOK Die Gesundheitskasse für Niedersachsen
Hildesheimer Straße 273
30519 Hannover

Planer/in: WP | ARC plan GmbH
Georgsplatz 18 + 19
30159 Hannover

Aufstellerin: shl ingenieure GmbH
Lange Laube 19
30159 Hannover

Tel. 0511-12 35 66 60
Fax 0511-12 35 66 80

Diese Berechnung umfasst 55 Seiten und 1 Positionsplan.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	3
1 Lastannahmen	
Pos. L01: Bauteilaufbauten und Nutzlasten	5
Pos. L02: Lasten aus Wind und Schnee	6
2 Bemessung Stahlbau	
Pos. 01: Trapezblech	10
Pos. 02: U-Profil Längsträger	12
Pos. 03: Stahlträger HEB 120	19
Pos. 04: Abhängung	23
Pos. 05: Stahlstütze HEB 140	25
Anschluss an Kellergeschossdecke	42
Pos. 06: Stahlstrebe HEB 120	49
Schlussseite	55

Vorbemerkungen:

Die nachfolgende statische Berechnung beinhaltet den Standsicherheitsnachweis des geplanten Neubaus eines Vordachs. Der Standsicherheitsnachweis umfasst die Berechnung des neuen Vordachs. Dieses wird durch den Anschluss an das Hauptgebäude ausgesteift. Das Vordach soll als Gründach mit leichtem Sedum ausgeführt werden.

Werden die Planungsunterlagen durch einen Prüfsingenieur geprüft, darf die Materialbestellung und die Bauausführung erst erfolgen, wenn eine Freigabe des Prüfsingenieurs vorliegt.

Anstelle aller herstellerbezogen angegebenen Materialien können auch gleichwertige Materialien anderer Hersteller verwendet werden.

Die Funktionsfähigkeit der vorhandenen Bauteile ist im Zuge der Bauausführung vom Bauleiter verantwortlich zu prüfen.

Berechnungsgrundlagen

Neubauplanung Grundrisse Ausführungsplanung M 1:50 vom 03.04.2025 (WP ARC plan gmbh)

Anschlussplanung Vordach M 1:20 vom 14.01.2025 (WP ARC plan gmbh)

Details Vordach M 1:10 vom 11.02.2025 (WP ARC plan gmbh)

Vorschriften

Allgemeine technische Baubestimmungen, insbesondere:

DIN EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
DIN EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1992	Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken
DIN EN 1993	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1995	Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
DIN EN 1996	Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten
DIN EN 1997	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

Die Eurocodes gelten nur in Verbindung mit den zugehörigen nationalen Anhängen (NA).

Weiterhin ist bei der Ausführung die Vergabe- und Vertragsordnung (VOB) für Bauleistungen zu beachten.

Baustoffe

Beton: C 25/30, Expositionsklassen XC2, XF1

Baustahl: S 235

Baugrund

Infolge der Maßnahme resultieren keine signifikanten Änderungen der Baugrundbelastung im Vergleich zur Bestandssituation. Die neuen Fundamente werden für einen Bemessungswert der Sohlwiderstandes $\sigma_{Rd} \leq 150 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt.

Stahlbau

Die Stahlgüte ist unter Beachtung der DIN EN 1993-1-10 zu wählen. Die Stahlkonstruktion wird in die Ausführungsklasse EXC 2 nach DIN EN 1090-2 eingestuft.

Bei Stahlteilen, die auf Zug in Dickenrichtung beansprucht werden, ist die DIN EN 1993-1-10 zu beachten.

Alle Stahlbauteile sind mit einem geeigneten Korrosions- und Brandschutz zu versehen. Bei Beschädigungen und Baustellenschweißungen ist der Korrosions- und Brandschutz nachträglich sachgemäß wiederherzustellen.

Schweißarbeiten müssen nach DIN EN 1090-2 mit qualifizierten Verfahren und von dafür zugelassenem Fachpersonal ausgeführt werden.

Stahlbeton:

Die Stahlbetonarbeiten sind unter Beachtung der DIN EN 1992 auszuführen.

Freie ungestützte Ränder von Platten, rechnerisch nicht berücksichtigte Einspannungen und parallel zur Deckenspannrichtung verlaufende Stützungen sind konstruktiv entsprechend DIN EN 1992 zu bewehren.

Bei der Anwendung von vorgefertigten Bewehrungsanschlüssen ist das DBV Merkblatt: "Rückbiegen von Betonstahl und Anforderungen an Verwahrkästen nach EC 2" (Januar 2011) zu beachten.

Das Vorhaltemaß Δc ist bei einem Betonieren gegen unebene Flächen um mind. 5 cm zu vergrößern.

Durchbrüche, Schlitze und weitere Eingriffe in die Stb.-Bauteile sind ohne Zustimmung des Tragwerkplaners nicht zulässig.

Hinweise

Alle Maße sowie die getroffenen Annahmen bezüglich Belastung und statischer Systeme sind im Zuge der Bauausführung verantwortlich zu prüfen. Bei Abweichungen ist der Aufsteller der Statik zu informieren.

Bei den angegebenen Maßen handelt es sich nicht um Ausführungsmaße, sondern um statische Systemmaße.

Für die Güte der verwendeten Materialien und die Standsicherheit der Bauzustände ist der ausführende Unternehmer verantwortlich.

1. Lastannahmen

Pos. L01: Bauteilaufbauten und Nutzlasten

Ständige Einwirkungen:

Dachtragwerk:

- a. Eigengewicht
- b. Gründach inkl. Abdichtung
- c. aus Unterdecke, Installation ohne Gründach

programmintern

$$g \leq 1,8 \text{ kN/m}^2$$

$$g \leq 0,3 \text{ kN/m}^2$$

Veränderliche Einwirkungen:

Nutzlasten gem. DIN EN 1991-1-1/NA

aus veränderlichen Lasten

- a. Mannlast

$$Q_k \leq 1,0 \text{ kN}$$

Lasten aus Schnee und Wind gem. DIN EN 1991-1-3/NA und -1-4/NA

Gemeinde	29614 Soltau Stadt
Klimaregion	Zentral Ost
Schneelastzone:	2
Windlastzone:	2
Geländekategorie:	Mischkategorie Binnenland
Außergewöhnliche Einwirkung:	Norddeutsche Tiefebene

1. Basisdaten

ZUGRUNDELIEGENDE NORM:	Eurocode:	Wind:	DIN EN 1991-1-4:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-4:2010-12/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-4 genannt
		Schnee:	DIN EN 1991-1-3:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-3:2019-04/NA (geschützt) nachfolgend EC1-1-3 genannt
STANDORT:	Soltau, Stadt		
AMTL. GEMEINDESCHLÜSSEL:	03358021		
TYP:	Stadt		
LANDKREIS:	Soltau-Fallingb.ostel		
BUNDESLAND:	Niedersachsen		
ERDBEBENWARNUNG:	keine Erdbebengefährdung nach EC8		
HÖHE ÜBER NN:	60 m		
WINDZONE:	2	⇒	$v_{b,0} = 25.00 \text{ m/s}$
SCHNEELASTZONE:	2	⇒	$s_k = 0.85 \text{ kN/m}^2$

wichtige Anmerkungen

Der ausgewählte Ort ist Teil der Norddeutschen Tiefebene. Für diese Orte muss - wenn sie der Schneelastzone 1 oder 2 zugeordnet sind - zusätzlich zum Nachweis für ständige und vorübergehende Bemessungssituationen ein Nachweis für eine außergewöhnliche Bemessungssituation mit den 2.3-fachen charakteristischen Schneelasten geführt werden.

2. Windlasten

Lage: Binnenland Topographie: Regelfall

2.1 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

$$\begin{aligned} q(z) &= 1.5 \cdot q_{\text{ref}} & \text{für } z < 7 \text{ m} & \Rightarrow q(h) = q(30.00) = 1.00 \text{ kN/m}^2 \\ q(z) &= 1.7 \cdot q_{\text{ref}} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.37} & \text{für } 7 \text{ m} < z < 50 \text{ m} & \Rightarrow q(b) = q(10.00) = 0.66 \text{ kN/m}^2 \\ q(z) &= 2.1 \cdot q_{\text{ref}} \left(\frac{z}{10}\right)^{0.24} & \text{für } 50 \text{ m} < z < 300 \text{ m} & \Rightarrow q(d) = q(20.00) = 0.86 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

2.2 Windlasten auf Vordach

Geometrie

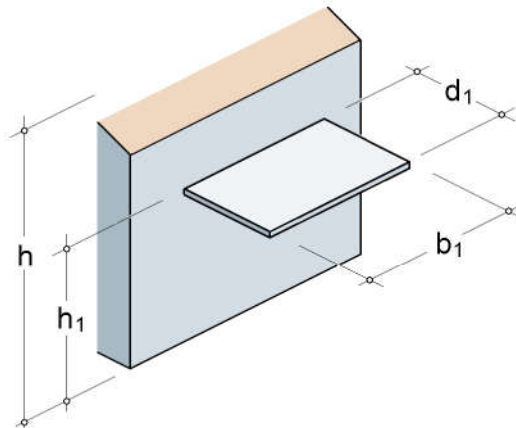
$$b_1 = 4.80 \text{ m}$$

$$d_1 = 1.50 \text{ m}$$

$$h_1 = 2.50 \text{ m}$$

$$h = 12.50 \text{ m}$$

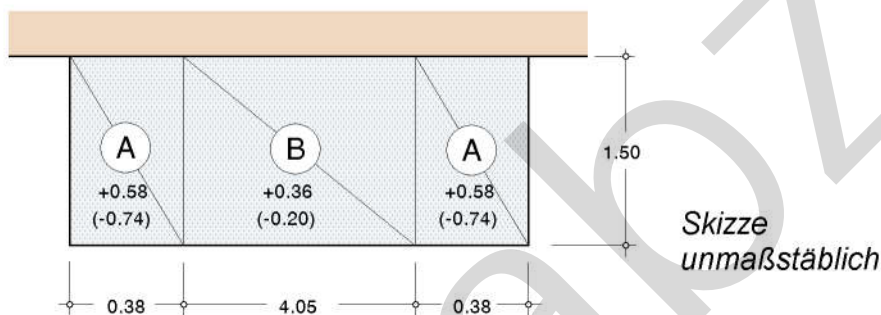
h ist die mittlere Höhe
des Hauptgebäudes



Die Lastermittlung erfolgt nach der Muster-Liste der Technischen Baubestimmungen vom Februar 2007 - Anlage 1.1/1 - Absatz 4. Dies entspricht inhaltlich dem normativen Anhang NA.V des deutschen nationalen Anhangs DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 zu Eurocode - und ist somit in Deutschland Euronorm.

$$e = \min (d_1/4, b_1/2) = 0.38 \text{ m}$$

$$q(h) = 0.72 \text{ kN/m}^2$$

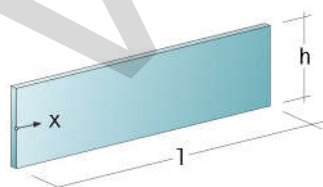


Druckbeiwerte und Lastordinaten für Vordächer				
Lastrichtung	abwärts (+)		aufwärts (-)	
Bereich	A	B	A	B
$C_{p,net}$	+0.80	+0.50	-1.03	-0.28
Ordinaten	+0.58	+0.36	-0.74	-0.20

interpoliert
kN/m²

$$\text{Ordinate} = c_{p,net} q(h)$$

2.3 Freistehende Wand



Höhe Wandunterkante über Grund: 0.00 m
Völligkeitsgrad $\phi = 1.00$

$$h = 2.50 \text{ m}$$

$$l = 1.50 \text{ m}$$

Die Windlastermittlung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4 Abs. 7.4 / Tab. 7.9
Die Ergebnisse verstehen sich als Extremwerte aller Windrichtungen.
 $q(z_e) = q(2.50) = 0.58 \text{ kN/m}^2$

Bereich	Δx	$C_{p,net} (x)$	$q(x)$
1) $0.00\text{m} < x < 1.50\text{m}$	1.50m	2.30	$\pm 1.35 \text{ kN/m}^2$

3. Schneelasten

3.1 Grundbelastung

Dachform: Flachdach

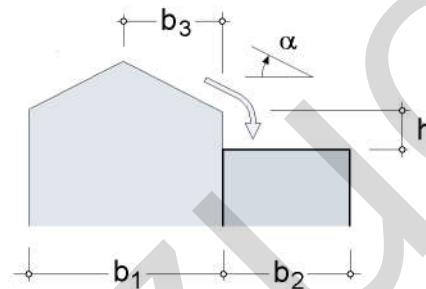
$\mu_1 = 0.80$ (gemäß EC 1-1-3 / Tab. 5.2)

$q = \mu_1 s_k = 0.68 \text{ kN/m}^2$

(konstant auf der gesamten Dachfläche)

3.2 Belastung aus Höhengsprung

$h = 9.75 \text{ m}$
 $b_1 = 26.50 \text{ m}$
 $b_2 = 1.50 \text{ m}$
 $b_3 = 5.75 \text{ m}$
 $\alpha = 38.00^\circ$

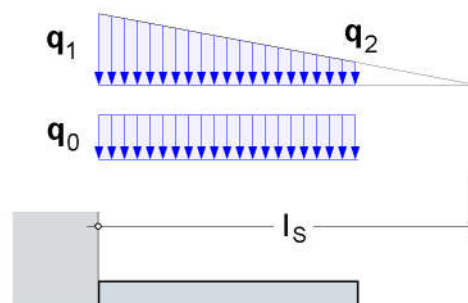


Länge	$l_s = 5 \leq 2h \leq 15$	= 15.00 m
abrutschende Schneelast	$\mu_s = 0.8 b_3 / l_s$	= 0.31
Verwehung	$\mu_{w1} = (b_1 + b_2) / 2h$	= 1.44
(mit $\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$)	$\mu_{w2} = \gamma h / s_k$	= 22.94
	$\mu_w = \min(\mu_{w1}, \mu_{w2})$	= 1.44
gesamt	$\mu_h = \mu_{\min} \leq \mu_s + \mu_w \leq \mu_{\max}$	= 1.74
Lastordinaten	$q_0 = \mu_1(0) s_k$	= <u>0.68 kN/m²</u>
	$q_1 = \mu_h s_k - q_0$	= <u>0.80 kN/m²</u>

Prinzipskizze

$$q_2 = \frac{q_1}{l_s} (l_s - b_2)$$

$$= \underline{\underline{0.72 \text{ kN/m}^2}}$$



Für die außergewöhnliche Bemessungssituation der Norddeutschen Tiefebene gilt:

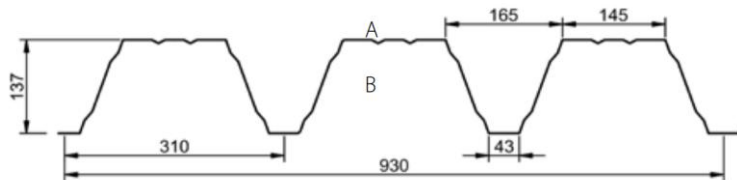
(vgl: NA-DE: NA.8)	$\mu_{W2} = \gamma h / (2.3 s_k)$	= 9.97
	$\mu_W = \min(\mu_{W1}, \mu_{W2})$	= 1.44
gesamt	$\mu_h = \mu_{\min} \leq \mu_S + \mu_W \leq \mu_{\max}$	= 1.74
Lastordinaten	$q_0^a = 2.3 \mu_1(0) s_k$	= <u>1.56 kN/m²</u>
	$q_1^a = 2.3 \mu_h s_k - q_0^a$	= <u>1.84 kN/m²</u>

($q_2^a = 1.66 \text{ kN/m}^2$)

2. Bemessung Stahlbau

Pos. 01: Trapezblech

System:



Rahmenhöhe $H \leq 1,50 \text{ m}$

Bemessen wird ein Trapezblech von Fischer mit Hilfe der Bemessungstabelle.

Belastung:

aus ständigen Lasten

a. Eigengewicht inkl. Unterdecke

$$g_k \leq 0,50 \text{ kN/m}^2$$

aus veränderlichen Lasten

a. Gründach inkl. Dämmung und Abdichtung

$$q_k \leq 1,80 \text{ kN/m}^2$$

b. Wind_{Druck} (Bereich A)

$$w_{Dak} \leq 0,58 \text{ kN/m}^2$$

c. Wind_{Druck} (Bereich B)

$$w_{Dbk} \leq 0,36 \text{ kN/m}^2$$

d. Wind_{Sog} (Bereich A)

$$w_{Sak} \leq -0,74 \text{ kN/m}^2$$

e. Wind_{Sog} (Bereich B)

$$w_{Sbk} \leq -0,20 \text{ kN/m}^2$$

f. Mannlast (Kategorie H)

$$q_k \leq 1,00 \text{ kN}$$

g. Schnee

$$s_k \leq 1,50 \text{ kN/m}^2$$

h. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Schnee)

$$a_k \leq 3,40 \text{ kN/m}^2$$

Schnittgrößen/Vorbemessung:

siehe Tabelle nächste Seite

gewählt:

FischerTRAPEZ 135/310 Positivlage, eingeschränkte Grenzabmaße, S320GD
 $t = 0,88 \text{ mm}$

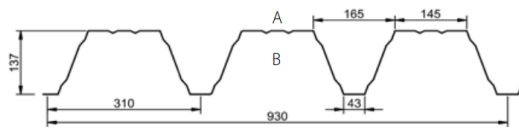
Anschluss an Pos. S02

Auflage auf U-Profil und konstruktiv
Gewählte Verbindung.

$$\text{Belastung: } Q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2 + 1,80 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \text{ kN/m}^2 + 0,58 \text{ kN/m}^2 = 4,38 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Belastung: } Q_d = 0,50 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,35 + 1,60 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,5 + 0,75 \cdot 1,50 \text{ kN/m}^2 + 0,58 \cdot 0,9 = 5,022 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Außergewöhnliche Belastung: } A_d = 0,50 \text{ kN/m}^2 + 1,8 \text{ kN/m}^2 + 3,40 \text{ kN/m}^2 = 5,70 \text{ kN/m}^2$$



A Tata Steel Enterprise

Belastungstabellen nach DIN EN 1993-1-3 für andrückende Belastung.

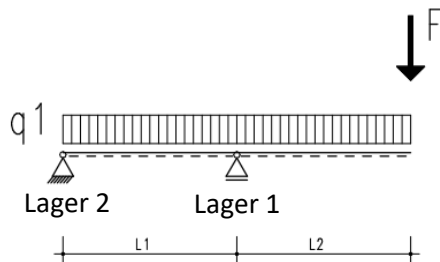
Die grau hinterlegten Werte gelten für Wandsysteme sowie für Dachsysteme bei Verwendung lastverteilender Maßnahmen.

$\gamma_M=1,1$
S320GD

Einfeldträger				Endauflagerbreite: a ≥ 40 mm																											
t _n [mm]	g [kN/m²]	L _p [m]	Zeile	Zulässige Belastung q [kN/m²] einschl. Bleicheigengewicht bei einer Stützweite L [m]																											
				2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00					
0,75	0,097	5,50	1	4,15	3,77	3,46	3,19	2,96	2,77	2,59	2,44	2,26	2,03	1,83	1,66	1,51	1,38	1,27	1,17	1,08	1,00	0,93	0,87	0,81	0,76	0,72					
			2	4,15	3,77	3,46	3,19	2,96	2,77	2,59	2,44	2,26	2,03	1,83	1,66	1,51	1,38	1,27	1,17	1,08	1,00	0,89	0,80	0,73	0,66	0,60					
			3	4,15	3,77	3,46	3,19	2,96	2,77	2,59	2,44	2,26	2,03	1,83	1,59	1,38	1,21	1,06	0,94	0,84	0,75	0,67	0,60	0,54	0,49	0,45					
			4	4,15	3,77	3,46	3,19	2,96	2,77	2,39	1,99	1,68	1,43	1,22	1,06	0,92	0,81	0,71	0,63	0,56	0,50	0,45	0,40	0,36	0,33	0,30					
			5	4,15	3,77	3,40	2,68	2,14	1,74	1,44	1,20	1,01	0,86	0,73	0,63	0,55	0,48	0,43	0,38	0,33	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18					
0,88	0,114	9,00	1	5,70	5,18	4,75	4,38	4,07	3,80	3,56	3,23	2,88	2,59	2,34	2,12	1,93	1,77	1,62	1,48	1,32	1,18	1,06	0,95	0,86	0,78	0,71					
			2	5,70	5,18	4,75	4,38	4,07	3,80	3,56	3,23	2,88	2,53	2,17	1,88	1,63	1,43	1,26	1,11	0,99	0,88	0,79	0,71	0,64	0,58	0,53					
			4	5,70	5,18	4,75	4,38	4,07	3,43	2,83	2,36	1,99	1,69	1,45	1,25	1,09	0,95	0,84	0,74	0,66	0,59	0,53	0,47	0,43	0,39	0,35					
			5	5,70	5,18	4,02	3,16	2,53	2,06	1,70	1,41	1,19	1,01	0,87	0,75	0,65	0,57	0,50	0,44	0,40	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23	0,21					
			1	7,25	6,59	6,04	5,58	5,18	4,84	4,38	3,88	3,46	3,10	2,80	2,54	2,31	2,12	1,94	1,79	1,66	1,54	1,43	1,33	1,24	1,17	1,09					
1,00	0,129	10,29	2	7,25	6,59	6,04	5,58	5,18	4,84	4,38	3,88	3,46	3,10	2,80	2,54	2,31	2,12	1,92	1,70	1,51	1,35	1,21	1,09	0,98	0,89	0,81					
			3	7,25	6,59	6,04	5,58	5,18	4,84	4,38	3,88	3,41	2,90	2,48	2,15	1,87	1,63	1,44	1,27	1,13	1,01	0,91	0,81	0,74	0,67	0,61					
			4	7,25	6,59	6,04	5,58	4,83	3,92	3,23	2,70	2,27	1,93	1,66	1,43	1,24	1,09	0,96	0,85	0,75	0,67	0,60	0,54	0,49	0,44	0,40					
			5	7,25	5,97	4,60	3,62	2,90	2,35	1,94	1,62	1,36	1,16	0,99	0,86	0,75	0,65	0,57	0,51	0,45	0,40	0,36	0,33	0,29	0,27	0,24					
			1	9,43	8,57	7,86	7,25	6,74	5,92	5,20	4,61	4,11	3,69	3,33	3,02	2,75	2,52	2,31	2,13	1,97	1,83	1,70	1,58	1,48	1,39	1,30					
1,13	0,146	11,68	2	9,43	8,57	7,86	7,25	6,74	5,92	5,20	4,61	4,11	3,69	3,33	3,02	2,75	2,47	2,18	1,92	1,71	1,53	1,37	1,23	1,11	1,01	0,92					
			3	9,43	8,57	7,86	7,25	6,74	5,92	5,20	4,59	3,87	3,29	2,82	2,44	2,12	1,85	1,63	1,44	1,28	1,15	1,03	0,92	0,84	0,76	0,69					
			4	9,43	8,57	7,86	6,84	5,48	4,45	3,67	3,06	2,58	2,19	1,88	1,62	1,41	1,24	1,09	0,96	0,86	0,76	0,68	0,62	0,56	0,50	0,46					
			5	9,02	7,78	5,22	4,11	3,29	2,67	2,20	1,84	1,55	1,32	1,13	0,97	0,85	0,74	0,65	0,58	0,51	0,46	0,41	0,37	0,33	0,30	0,28					
			1	11,44	10,40	9,53	8,80	7,80	6,79	5,97	5,29	4,72	4,23	3,82	3,47	3,16	2,89	2,65	2,44	2,26	2,10	1,95	1,82	1,70	1,59	1,49					
1,25	0,161	12,96	2	11,44	10,40	9,53	8,80	7,80	6,79	5,97	5,29	4,72	4,23	3,82	3,47	3,13	2,74	2,41	2,14	1,90	1,70	1,52	1,37	1,24	1,12	1,02					
			3	11,44	10,40	9,53	8,80	7,80	6,79	5,97	5,09	4,29	3,65	3,13	2,70	2,35	2,06	1,81	1,60	1,42	1,27	1,14	1,03	0,93	0,84	0,76					
			4	11,44	10,40	9,53	7,60	6,08	4,94	4,07	3,40	2,86	2,43	2,09	1,80	1,57	1,37	1,21	1,07	0,95	0,85	0,76	0,68	0,62	0,56	0,51					
			5	10,01	7,52	5,79	4,56	3,65	2,97	2,44	2,04	1,72	1,46	1,25	1,08	0,94	0,82	0,72	0,64	0,57	0,51	0,46	0,41	0,37	0,34	0,31					
			1	16,36	14,87	13,19	11,24	9,69	8,44	7,42	6,57	5,86	5,26	4,75	4,31	3,92	3,59	3,30	3,04	2,81	2,61	2,42	2,26	2,11	1,98	1,85					
1,50	0,194	15,65	2	16,36	14,87	13,19	11,24	9,69	8,44	7,42	6,57	5,86	5,26	4,75	4,31	3,78	3,31	2,91	2,58	2,29	2,05	1,83	1,65	1,49	1,35	1,23					
			3	16,36	14,87	13,19	11,24	9,69	8,44	7,37	6,14	5,18	4,40	3,77	3,26	2,84	2,48	2,18	1,93	1,72	1,53	1,38	1,24	1,12	1,01	0,92					
			4	16,36	14,87	11,65	9,16	7,33	5,96	4,91	4,10	3,45	2,93	2,52	2,17	1,89	1,65	1,46	1,29	1,15	1,02	0,92	0,83	0,75	0,68	0,61					
			5	12,08	9,07	6,99	5,50	4,40	3,58	2,95	2,46	2,07	1,76	1,51	1,30	1,13	0,99	0,87	0,77	0,69	0,61	0,55	0,50	0,45	0,41	0,37					

Pos. 02: U-Profil Längsträger

System:



$$\begin{array}{ll} L_1 & \leq 3,10 \text{ m} \\ L_2 & \leq 1,70 \text{ m} \end{array}$$

Bemessen wird das umlaufende U-Profil auf Längsseite. Dieses wird an die seitlichen U-Profile und an den Querträger (Pos. 03) biegesteif angeschlossen. Die wandseitig liegenden U-Profile stoßen biegesteif an den Querträger (Pos. 03). Das außen liegende U-Profil wird maßgebend berechnet.

Belastung:

aus ständigen Lasten

- Eigengewicht
- Trapezblech inkl. Unterdecke

programmintern

$$g_k \leq 0,50 \text{ kN/m}^2$$

aus veränderlichen Lasten

- Gründach inkl. Abdichtung
- Wind_{Druck} (Bereich A)
- Wind_{Druck} (Bereich B)
- Wind_{Sog} (Bereich A)
- Wind_{Sog} (Bereich B)
- Mannlast (Kategorie H)
- Schnee

$$q_k \leq 1,80 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{Dak} \leq 0,58 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{Dbk} \leq 0,36 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{Sak} \leq -0,74 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{Sbk} \leq -0,20 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_k \leq 1,00 \text{ kN}$$

$$s_k \leq 1,50 \text{ kN/m}^2$$

- Außergewöhnliche Bemessungssituation (Schnee Wandseitig) $a_k \leq 3,40 \text{ kN/m}^2$

- Außergewöhnliche Bemessungssituation (Schnee Auskragung) $a_k \leq 3,22 \text{ kN/m}^2$

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe

gewählt:

UPE 240, S235

Anschluss an Pos. 02 & Pos. 03

Kopfplattenstoß $t \geq 10 \text{ mm}$ S235
mit 4 Schrauben M12 A2 - 70,
Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$
Steifen im Auflager $t \geq 10 \text{ mm}$
S235, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$.

Nachweis Anschluss Pos.02 an Pos.03

Kräfte am Auflager Bemessungswert:

$$Q_d(\text{aus Pos. 02 Auflager 1}) = 14,9 \text{ kN}$$

$$M_d(\text{aus Pos. 02 Auflager 1}) = 7,05 \text{ kNm} = 705 \text{ kNcm}$$

Gewählt $t = 10 \text{ mm}$

$$\text{Biegung Stirnplatte an Pos.02: } M_{Rd} = W \times f_y / \gamma_{M0} = 112,67 \text{ cm}^3 \times 23,5 \text{ kN/cm}^2 / 1,0 = 2647,74 \text{ kNcm}$$

$$\text{Nachweis } \eta = 705 \text{ kNcm} / 2647,74 \text{ kNcm} = 0,27 \leq 1,0$$

Normalkraft Zugbereich

$$N = 705 \text{ kNcm} / 17 \text{ cm} = 41,47 \text{ kN}$$

Abstand Schrauben im Zugbereich = 17 cm

Biegung Stirnplatte an Pos. 03

$$M = 41,47 \text{ kN} \times 4 \text{ cm} = 165,88 \text{ kNcm}$$

Abstand obere Schraube Zugband = 4 cm

Gewählt $t = 10 \text{ mm}$

$$\text{Nachweis Stirnplatte Pos. 03 } \eta = 165,88 / 2647,74 \text{ kNcm} = 0,06 \leq 1,0$$

Gewählt M12 A2-70

Beanspruchbarkeit auf Zug

$$F_{Rd} = 0,9 \times 2 \times 70 \text{ kN/cm}^2 \times 0,843 / 1,25 = 84,97 \text{ kN}$$

Nachweis Schrauben

$$\eta = 41,47 / 84,97 \text{ kNcm} = 0,49 \leq 1,0$$

Pos. 02: U-Profil Längsträger

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

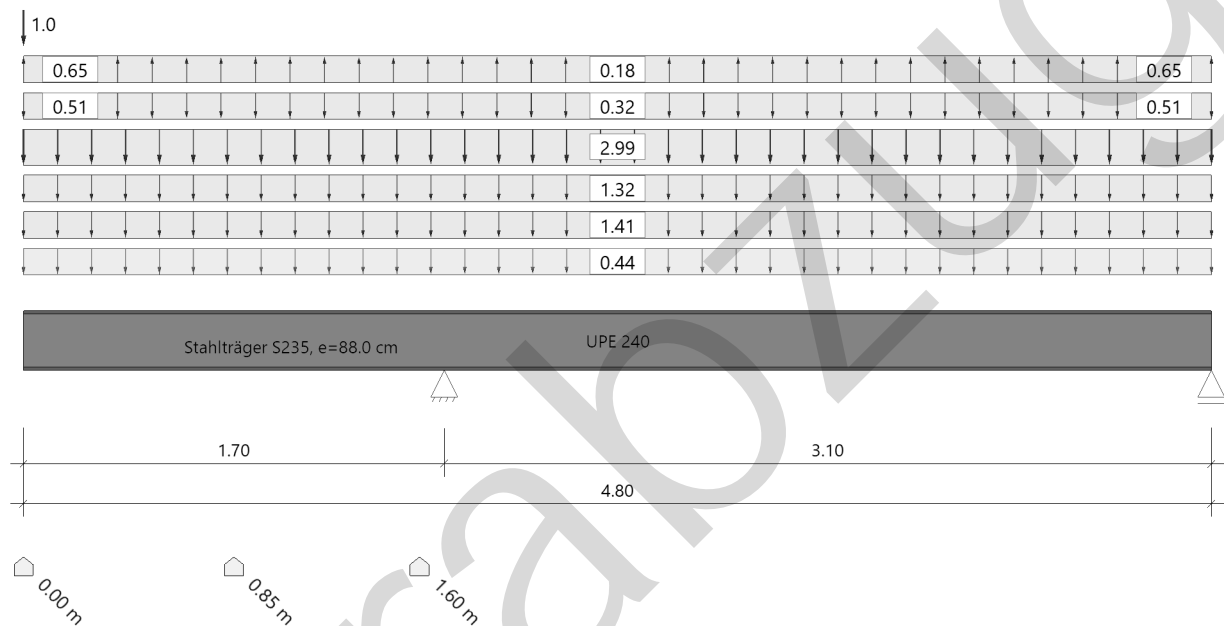
Grundparameter

Stahlträger (e = 88.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

$$\begin{aligned} E_k &= 210000 \text{ N/mm}^2 & G_k &= 80769 \text{ N/mm}^2 \\ \gamma &= 78.50 \text{ kN/m}^3 & \mu &= 0.30 \\ & & \beta_w &= 0.80 \\ \text{Streckgrenze} & t \leq 40 \text{ mm} & f_{yk} &= 235.00 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Zugfestigkeit} & t \leq 40 \text{ mm} & f_{uk} &= 360.00 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
UPE 240	3599	311	291	50	38.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	1.70	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	4.80	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.00	1.0 kN	Kat. H		

Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast
A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger
EG : Lasteinwirkung
Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe
Alt : Alternativgruppe

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
----	-------------

Streckenlasten aus Flächenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m ²]	W2 [kN/m ²]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	2	GL		4.80		1.60		Ja	Kat. H		
	3	GL		4.80		1.50		Nein	Schnee		
	4	GL		4.80		3.40		Nein	außergewöhnlich		
	5	TL		0.38		-0.74	-0.74	Nein	Wind	1	1
	6	TL	4.42	0.38		-0.74	-0.74	Nein	Wind	1	1
	7	TL	0.38	4.04		-0.20	-0.20	Nein	Wind	1	1
	8	TL	0.38	4.04		0.36	0.36	Nein	Wind	2	1
	9	TL		0.38		0.58	0.58	Nein	Wind	2	1
	10	TL	4.42	0.38		0.58	0.58	Nein	Wind	2	1
	11	GL		4.80		0.50		Nein	ständig		

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
2	Abstand 0,88 m
3	Abstand 0,88 m
4	Abstand 0,88 m
5	Abstand 0,88 m
6	Abstand 0,88 m
7	Abstand 0,88 m
8	Abstand 0,88 m
9	Abstand 0,88 m
10	Abstand 0,88 m
11	Abstand 0,88 m

Die Lastwerte werden intern mit dem Trägerabstand e = 0.88 m multipliziert.

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 145 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
Kat. H: Dächer					1.50
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

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 γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/$ 150
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/$ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.10	-	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.09	-	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.13

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	UPE 240	Feld 1, x = 1.70	7.1	-7.05	0.10		6
außergewöhnlich	UPE 240	Feld 1, x = 1.70	8.1	-5.78	0.09		7

Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.1) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	QkI	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	σ_d [N/mm ²]	τ_d [N/mm ²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm ²]	η	Lk
Kra li	0.00 ¹	1	-1.5	0.00	0.0	1.0	1.8	0.01	1
	0.85 ¹	1	-4.1	-2.40	-8.0	2.9	8.8	0.04	3
	1.60 ¹	1	-6.5	-6.39	-21.3	4.5	22.0	0.09	3
	1.70	1	-6.8	-7.05	-23.5	4.7	24.2	0.10	3
Feld 1	1.70	1	7.1	-7.05	-23.5	-4.9	24.3	0.10	6
	3.33	1	0.2	3.04	-10.2	-0.1	10.2	0.04	4
	3.82	1	-1.3	2.78	-9.3	0.9	9.3	0.04	4
	3.98	1	0.0	1.05	-3.5	0.0	3.5	0.01	6
	3.98	1	-1.8	2.52	-8.4	1.3	8.6	0.04	4
	4.80	1	-4.4	0.00	0.0	3.0	5.2	0.02	4

1 : Benutzerdefinierter Schnitt

Benutzerdefinierte Schnitte max/min mit zugehörigen Schnittkräfte (Bemessungswerte)

Nr	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]		$V_{z,Ed}$ [kN]	
1	0.00	0.00	max	-1.5 -1.5	min
2	0.85	0.01 -2.40 0.01 -2.40	max min	-0.1 -4.1 -0.1 -4.1	max min
3	1.60	-0.23 -6.39 -0.23 -6.39	max min	-0.5 -6.5 -0.5 -6.5	max min

Tragsicherheit - Lastkombination außergewöhnlich

Querschnittstragfähigkeit

Schnittgrößen/Querschnittstragfähigkeit nach DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08 6.2.1(6.1) $\gamma_{M0} = 1,00$

Feld	x [m]	Qkl	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	σ_d [N/mm ²]	T_d [N/mm ²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm ²]	η	Lk
Kra li	0.85 ¹	1	-3.4	-1.44	-4.8	2.3	5.7	0.02	7
	1.60 ¹	1	-6.4	-5.12	-17.1	4.4	18.0	0.08	7
	1.70	1	-6.8	-5.78	-19.3	4.7	20.2	0.09	7
Feld 1	1.70	1	8.1	-5.78	-19.3	-5.6	20.5	0.09	7
	3.72	1	0.0	2.35	-7.8	0.0	7.8	0.03	7
	4.80	1	-4.3	0.00	0.0	3.0	5.2	0.02	7

1 : Benutzerdefinierter Schnitt

Benutzerdefinierte Schnitte max/min mit zugehörigen Schnittkräfte (Bemessungswerte)

Nr	x [m]	$M_{y,Ed}$ [kNm]		$V_{z,Ed}$ [kN]	
2	0.85	-1.31 -1.44 -1.31 -1.44	max min	-3.1 -3.4 -3.1 -3.4	max min
3	1.60	-4.68 -5.12 -4.68 -5.12	max min	-5.9 -6.4 -5.9 -6.4	max min

Benutzerdefinierte Schnitte charakteristisch max/min je Ewg mit zugehörigen Schnittkräften

Nr	x [m]	Einwirkung	$M_{y,k}$ [kNm]		$V_{z,k}$ [kN]	
1	0.00	Kat. H: Dächer			-1.0	min
2	0.85	ständig	-0.27	max ¹	-0.6	
		Kat. H: Dächer	-1.36	min ¹	-2.2	
		Windlasten	0.18	max ¹	0.3	
		Schnee H < 1000 m	-0.16	min ¹	-0.3	
		außergewöhnliche Einwirkungen	-0.48	min ¹	-1.1	
			-1.08	max ¹	-2.5	
3	1.60	ständig	-0.95	max ¹	-1.2	
		Kat. H: Dächer	-3.40	min ¹	-3.3	
		Windlasten	0.48	max ¹	0.5	
		Schnee H < 1000 m	-0.51	min ¹	-0.6	
		außergewöhnliche Einwirkungen	-1.69	min ¹	-2.1	
			-3.83	max ¹	-4.8	

1 : Maxwerte gleich Minwerte

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch min/max je Einwirkung mit zugehörigen Auflagerreaktionen

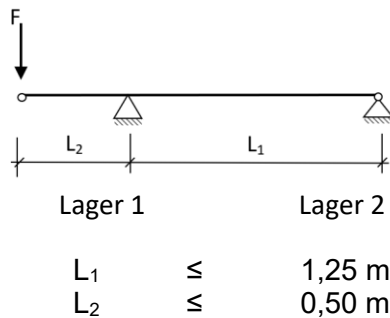
Nr	x [m]	Einwirkung	R _z [kN]		R _y [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	1.70	ständig Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	2.8 6.8 1.3 -0.9 4.9 11.1 11.1	max max max min max max min			
2	4.80	ständig Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	0.8 2.2 -1.2 0.4 -0.3 1.4 3.2 3.2	max max min max min max max min			

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	1.70	Lk 7 Lk 2	14.9 1.4	
2	4.80	Lk 4 Lk 5	4.4 -1.0	

Pos. 03: Stahlträger HEB 120

System:



Das U-Profil (Pos. 02) wird Biegesteif an den Querträger angeschlossen.
Der Querträger wird an einen Zugstab gehängt. Der Zugstab greift am Auflager 1 an.
Lager 2 stellt den Anschluss an Pos. 05 dar.

Belastung:

aus ständigen Lasten

- a. Eigengewicht
- b. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.02 Lager 1) programmintern
 $G_k \leq 2,8 \text{ kN}$

aus veränderlichen Lasten

- a. Kategorie H (Gründach) (Pos.02 Lager 1) $Q_k \leq 6,80 \text{ kN}$
- b. Wind_{Druck} (Pos.02 Lager 1) $W_{Dk} \leq 1,30 \text{ kN}$
- c. Wind_{Sog} (Pos.02 Lager 1) $W_{Sk} \leq -0,90 \text{ kN}$
- d. Schnee (Pos.02 Lager 1) $S_k \leq 4,90 \text{ kN}$
- e. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.02 Lager 1) $A_k \leq 11,10 \text{ kN}$

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe

gewählt: HEB 120, S235

Anschluss an Pos. 02
(äußere Randträger)

Kopfplattenstoß $t \geq 10 \text{ mm}$ S235 mit 4 Schrauben M12 A2-70 und Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$. Steifen im Auflager $t \geq 10 \text{ mm}$ S235, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$. Steife $t \geq 10 \text{ mm}$ zwischen Pos. 02

Anschluss an Pos. 04
(Abhängung)

umlaufende Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$.

Anschluss an Pos. 05
(Stütze)

Kopfplattenstoß $t \geq 10 \text{ mm}$ S235, mit Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$ mit 4 Schrauben M12 A2-70. 2 Steifen $t \geq 10 \text{ mm}$ S235 im Auflager von Pos. 05, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$.

Pos. 03: Stahlträger

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-8)

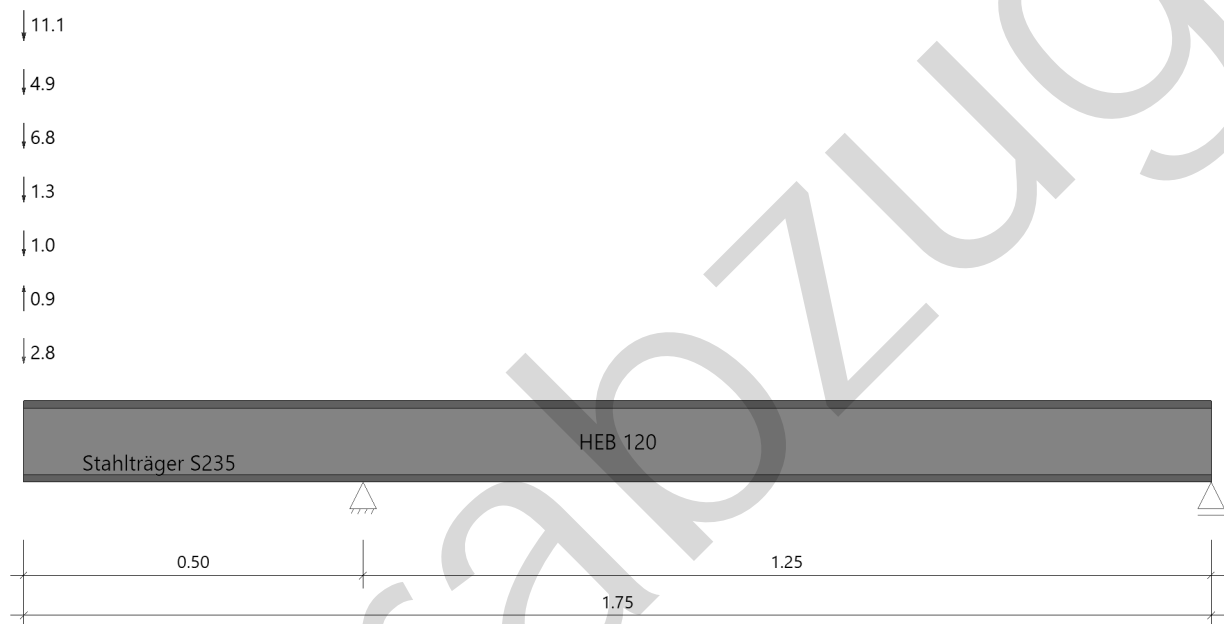
Grundparameter

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

Stahlgüte: S235

System

Systembild



Material

Material S235

$E_k =$	210000	N/mm ²	$G_k =$	80769	N/mm ²
$\gamma =$	78.50	kN/m ³	$\mu =$	0.30	
			$\beta_w =$	0.80	
Streckgrenze	$t \leq$	40 mm	$f_{yk} =$	235.00	N/mm ²
Zugfestigkeit	$t \leq$	40 mm	$f_{uk} =$	360.00	N/mm ²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	W_y [cm ³]	W_z [cm ³]	A [cm ²]
HEB 120	864	318	144	53	34.0

Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	u _y [kN/m]	u _z [kN/m]	Verdrehungen*)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.50	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	1.75	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W []	EG	Zus	Alt
System	1	kraft	0.00	2.8 kN	ständig		
	2	kraft	0.00	6.8 kN	Kat. H		
	3	kraft	0.00	1.3 kN	Wind		1
	4	kraft	0.00	-0.9 kN	Wind		1
	5	kraft	0.00	4.9 kN	Schnee		
	6	kraft	0.00	1.0 kN	Kat. H		
	7	kraft	0.00	11.1 kN	außergewöhnlich		
Bezug : Systembezogen (Vorderkante Träger) oder Feldlast A [m] : Abstand zur Last von Feldanfang oder Vorderkante Träger EG : Lasteinwirkung Zus : Zusammengehörigkeitsgruppe Alt : Alternativgruppe							

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 47 kg mit $\gamma = 78.50 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Kat. H: Dächer					1.50
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

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 γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	Kragarm $l_{eff}/150$
	$\delta_{lim} =$	Felder $l_{eff}/300$

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.23	1)	
Tragfähigkeit	außergewöhnlich	0.22	1)	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.26

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	HEB 120	Kragarm links, $x = 0.50$	-15.7	-7.79	0.23		2
außergewöhnlich	HEB 120	Kragarm links, $x = 0.50$	-15.0	-7.47	0.22		3

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch min/max je Einwirkung mit zugehörigen Auflagerreaktionen

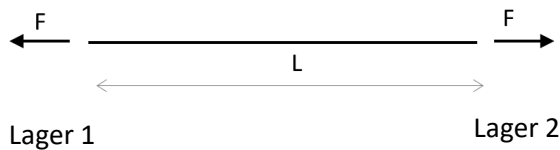
Nr	x [m]	Einwirkung	R _z [kN]		R _y [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
1	0.50	ständig Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	4.2 10.9 1.8 -1.3 6.9 15.5 15.5	max max max min max max min			
2	1.75	ständig Kat. H: Dächer Windlasten Schnee H < 1000 m außergewöhnliche Einwirkungen	-1.0 -3.1 0.4 -0.5 -2.0 -4.4 -4.4	max min max min min max min			

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R _z [kN]	M _y [kNm]
1	0.50	Lk 2 Lk 1	22.1 2.4	
2	1.75	Lk 1 Lk 2	-0.4 -6.0	

Pos. 04: Abhängung

System:



Zugstangenlänge $L \leq 1,77 \text{ m}$

Der Querträger Pos. 3 wird am Auflager 1 hochgehängt. Lager 2 den Anschluss an Pos. 05 dar.

Belastung:

aus ständigen Lasten

- a. Eigengewicht nicht angesetzt
- b. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.03 aus Lager 1) = $(4,2 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = G_k \leq 5,94 \text{ kN}$

aus veränderlichen Lasten

- a. Kategorie H (Gründach) (Pos.03 aus Lager 1) = $(10,9 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = Q_k \leq 14,71 \text{ kN}$
- b. Wind_{Druck} (Pos.03 aus Lager 1) = $(1,8 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = W_{kD} \leq 2,55 \text{ kN}$
- c. Wind_{Sog} (Pos.03 aus Lager 1) = $(-1,3 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = W_{kS} \leq -1,84 \text{ kN}$
- d. Schnee (Pos.03 aus Lager 1) = $(6,9 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = S_k \leq 9,76 \text{ kN}$
- e. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.03 aus Lager 1)
= $(15,0 \text{ kN} \times 2^{0,5}) = A_k \leq 21,21 \text{ kN}$

Schnittgrößen/Bemessung:

gewählt:

Zugstab	BESISTA Zugstabsystem M16 oder vergleichbares
Anschluss	Knotenblech, S235 $t \geq 15 \text{ mm}$ mit Kehlnaht mit umlaufender Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$. Gelenkige Lagerung durch Augenstab.

Abhebende Kräfte für Dachkonstruktion mit und ohne Gründach

Lagesicherung mit Gründach: $N_d = (1,35 \cdot 4,2 \text{ kN} + 1,5 \cdot 10,9 \text{ kN} + 0,75 \cdot 6,9 \text{ kN} + 0,9 \cdot 1,8) \cdot \sqrt{2}$
= $40,75 \text{ kN}$

Lagesicherung ohne Gründach: $N_d = (1,00 \cdot 4,2 \text{ kN} + 1,5 \cdot (-1,3 \text{ kN})) \cdot \sqrt{2}$
= $1,44 \text{ kN} > 0$

Der Stab darf als Zugstab ausgebildet werden, weil rechnerisch keine Druckkräfte übertragen werden.

Nachweis des Anschlusses durch ein Knotenblech

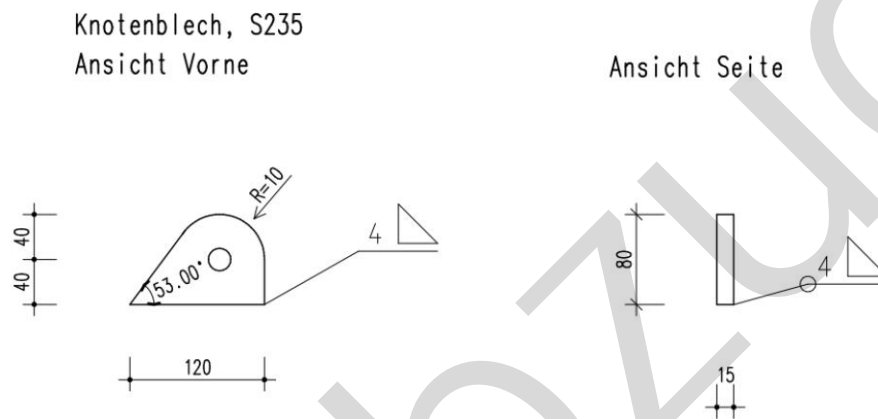
Einwirkende resultierende Kräfte aus Lagesicherung mit Gründach: $F_{w,Ed} = 40,75 \text{ kN}$

Länge umlaufender Schweißnaht: $L = 2 * 12 \text{ cm} + 2 * 1,5 \text{ cm} = 27 \text{ cm}$

Tragfähigkeit der Schweißnaht: $F_{w,Rd} = (36,0 \text{ kN/cm}^2 / \sqrt{3} * 0,8 * 1,25) * 0,4 \text{ cm} = 8,31 \text{ kN/cm}$
 $= 8,31 \text{ kN/cm} * 27 \text{ cm} = 224,37 \text{ kN}$

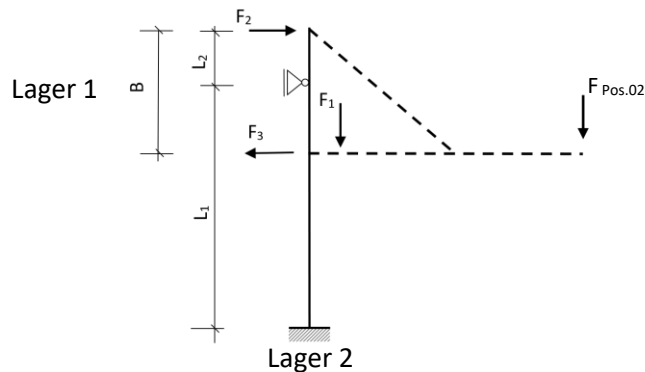
$$\eta = F_{w,Ed} / F_{w,Rd} = 0,18 < 1$$

Skizze:



Pos. 05: Stahlstütze HEB 140

System:



Stützenlänge	L_1	\leq	3,25 m
	L_2	\leq	0,50 m
	B	\leq	1,25 m

Zur Aufnahme der Lasten aus dem Querträger Pos. 03 und dem Zugstab Pos. 04 wird in der Fassade eine Stahlstütze vorgesehen. Diese wird auf der Geländeoberkante an das Bestandsgebäude angeschlossen und auf Höhe der Decke über dem Erdgeschoss am Bestand befestigt. Bemessen wird die Stütze zur Abfangung der Dachkonstruktion. Diese steht in der Dämmschicht des Bestandsgebäudes. Aufgrund der Biegung soll 1,5 cm Platz hinter der Stütze gelassen werden, um Verformungen zuzulassen.

Belastung:

aus ständigen Lasten

a. Eigengewicht	nicht angesetzt
b. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.02 Lager 1 an F1)	$G_k \leq 2,80 \text{ kN}$
c. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.03 Lager 2 an F1)	$G_k \leq -1,0 \text{ kN}$
d. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.04 Lager 2 an F2)	$G_{kv} \leq -4,2 \text{ kN}$
e. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.04 Lager 2 an F2)	$G_{kh} \leq 4,2 \text{ kN}$
f. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos.04 Lager 2 an F3)	$G_k \leq 4,2 \text{ kN}$

aus veränderlichen Lasten

a. Kategorie H (Gründach) (Pos.02 Lager 1 an F1)	$Q_k \leq 6,80 \text{ kN}$
b. Kategorie H (Gründach) (Pos.03 Lager 2 an F1)	$Q_k \leq -3,1 \text{ kN}$
c. Kategorie H (Gründach) (Pos.04 Lager 2 an F2)	$Q_k \leq -11,1 \text{ kN}$
d. Kategorie H (Gründach) (Pos.04 Lager 2 an F2)	$Q_k \leq 11,1 \text{ kN}$
e. Kategorie H (Gründach) (Pos.04 Lager 1 an F3)	$Q_k \leq 11,1 \text{ kN}$
f. Wind _{Druck} (Pos.02 Lager 1 an F1)	$W_{kD} \leq 1,3 \text{ kN}$
g. Wind _{Druck} (Pos.03 Lager 2 an F1)	$W_{kD} \leq -0,5 \text{ kN}$
h. Wind _{Druck} (Pos.04 Lager 2 an F2)	$W_{kDv} \leq -1,8 \text{ kN}$
i. Wind _{Druck} (Pos.04 Lager 2 an F2)	$W_{kDh} \leq 1,8 \text{ kN}$
j. Wind _{Druck} (Pos.04 Lager 1 an F3)	$W_{kD} \leq 1,8 \text{ kN}$
k. Wind _{Sog} (Pos.02 Lager 1 an F1)	$W_{kS} \leq -0,9 \text{ kN}$
l. Wind _{Sog} (Pos.03 Lager 2 an F1)	$W_{kS} \leq 0,4 \text{ kN}$
m. Wind _{Sog} (Pos.04 Lager 2 an F2)	$W_{kSv} \leq 1,3 \text{ kN}$
n. Wind _{Sog} (Pos.04 Lager 2 an F2)	$W_{kSh} \leq -1,3 \text{ kN}$
o. Wind _{Sog} (Pos.04 Lager 1 an F3)	$W_{kS} \leq -1,3 \text{ kN}$

p. Schnee (Pos.02 Lager 1 an F1)	$S_k \leq 4,9 \text{ kN}$
q. Schnee (Pos.03 Lager 2 an F1)	$S_k \leq -2,0 \text{ kN}$
r. Schnee (Pos.04 Lager 2 an F2)	$S_k \leq -6,9 \text{ kN}$
s. Schnee (Pos.04 Lager 2 an F2)	$S_k \leq 6,9 \text{ kN}$
t. Schnee (Pos.04 Lager 1 an F3)	$S_k \leq 6,9 \text{ kN}$
u. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.02 Lager 1 an F1)	$A_k \leq 10,7 \text{ kN}$
v. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.03 Lager 2 an F1)	$A_k \leq -4,3 \text{ kN}$
w. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.04 Lager 2 an F2)	$A_k \leq -15,00 \text{ kN}$
x. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.04 Lager 2 an F2)	$A_k \leq 15,00 \text{ kN}$
y. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos.04 Lager 1 an F3)	$A_k \leq 15,00 \text{ kN}$

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe

gewählt:

Stahlstütze mit Anschluss Isokorb HEB 140, S235

Mit Fußplatte an
Kellerdecke

200x200x20, S235 symmetrisches L-Profil
konstruktive Aussteifung mit IPE 180
Anschluss als Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$. 2
Kopfplatten $t \geq 15 \text{ mm}$ mit Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$.

mit Isokorb an
Decke über EG

T Typ S-V, Gewinde D16, Dämmkörper
X80, Stirnplattendicke bauseitig: mind. $t \geq 15 \text{ mm}$ mit M16 8.8. Anschluss mit
horizontalen Langloch stützensseitig.
Überbrückung der 8,5 cm an
Obergeschossdecke mit einem IPE 180,
S235 mit umlaufender Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$

Anschluss an
Obergeschossdecke

Hilti 2x HST4 M16 oder Vergleichbares.
Einbindetiefe von $h \geq 150 \text{ cm}$

Anschluss an Pos. 03

Steife $t \geq 10 \text{ mm}$ S235, mit
Kopfplattenstoß, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$ mit 4
Schrauben M12

Anschluss an wie Pos. 05

Steife $t \geq 10 \text{ mm}$ S235, mit
Kopfplattenstoß, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$ mit 4
Schrauben M12

Anschluss an Kellerdecke

Hilti 2x HST4 M16 oder Vergleichbares.
Einbindetiefe von $h \geq 90 \text{ cm}$. Winkel
verlängern mit Lasche FI 50 x 400 x 20
mm, S235, V-Naht $a_w \geq 20 \text{ mm}$

Anschluss Isokorb

Nachweis Anschluss an Decke 1. OG:

$$\begin{aligned} N_{\text{Zug}} &= 4,2 \text{ kN} \cdot 1,35 + 10,90 \text{ kN} \cdot 1,5 + 6,9 \text{ kN} \cdot 0,75 + 1,8 \text{ kN} \cdot 0,9 = 28,82 \text{ kN} \\ V_{\text{Zug}} &= 4,2 \text{ kN} \cdot 1,35 + 10,90 \text{ kN} \cdot 1,5 + 6,9 \text{ kN} \cdot 0,75 + 1,8 \text{ kN} \cdot 0,9 = 28,82 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gewählt: Schöck Isokorb T Typ S-V, Gewinde D16, Dämmkörper X80, 2 Stück

Nachweis: $\eta = \pm 2/3 \times 58,4 \times 2 - N_{Ed,Zug} / V_{Ed,Zug} = 28,82 / (2 / 3 \times 58,4 \times 2 - 28,82 \text{ kN}) = 0,59$

Nachweis Anschluss an Kellerdecke

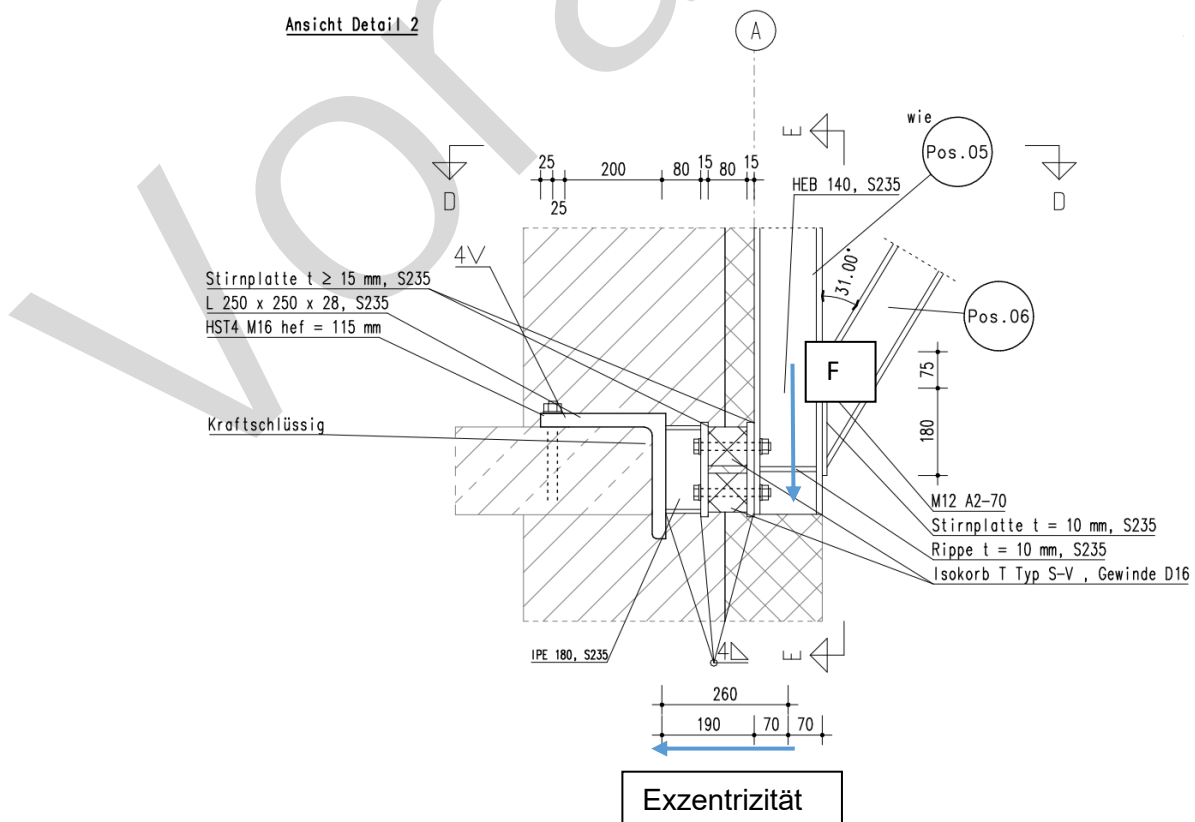
N _{Ed}	=	1,35 * 5,5 kN + 1,5 * 14,6 kN + 1,5 * (0,6 * 3,5 + 0,5 * 9,8 kN)	=	39,83 kN
V _{Ed}	=	1,35 * 1,6 kN + 1,5 * 4,2 kN + 1,5 * (0,6 * 0,7 + 0,5 * 2,7 kN)	=	11,12 kN
Exzentrizität aufgrund des Isokorbes und Abstand zum Bestand				= 0,26 m

Nachweis Biegung

M_{Ed}	=	$39,83 \text{ kN} \cdot 0,26 \text{ m}$	=	$10,36 \text{ kNm}$
M_{Rd}	=	$W_{el,min} \cdot f_y / \gamma_{M0} = (0,40 \text{ m} \cdot (0,028 \text{ m})^2 / 6) \cdot 235000 \text{ kN/m}^2 / 1,0$	=	$12,28 \text{ kNm}$
η	=	$10,36 \text{ kNm} / 14,1 \text{ kNm}$	=	$0,84$

Gewählt: Schöck Isokorb T Typ S-V 2x, Gewinde D16, Dämmkörper X80
Querkraft Bereich Druck

Nachweis: $\eta = V_{ed} / V_{x,Rd} = \pm 30 \cdot 2 / V_{Ed} = 30 \text{ kN} / 39,83 \text{ kN} / 2 = 0,66$



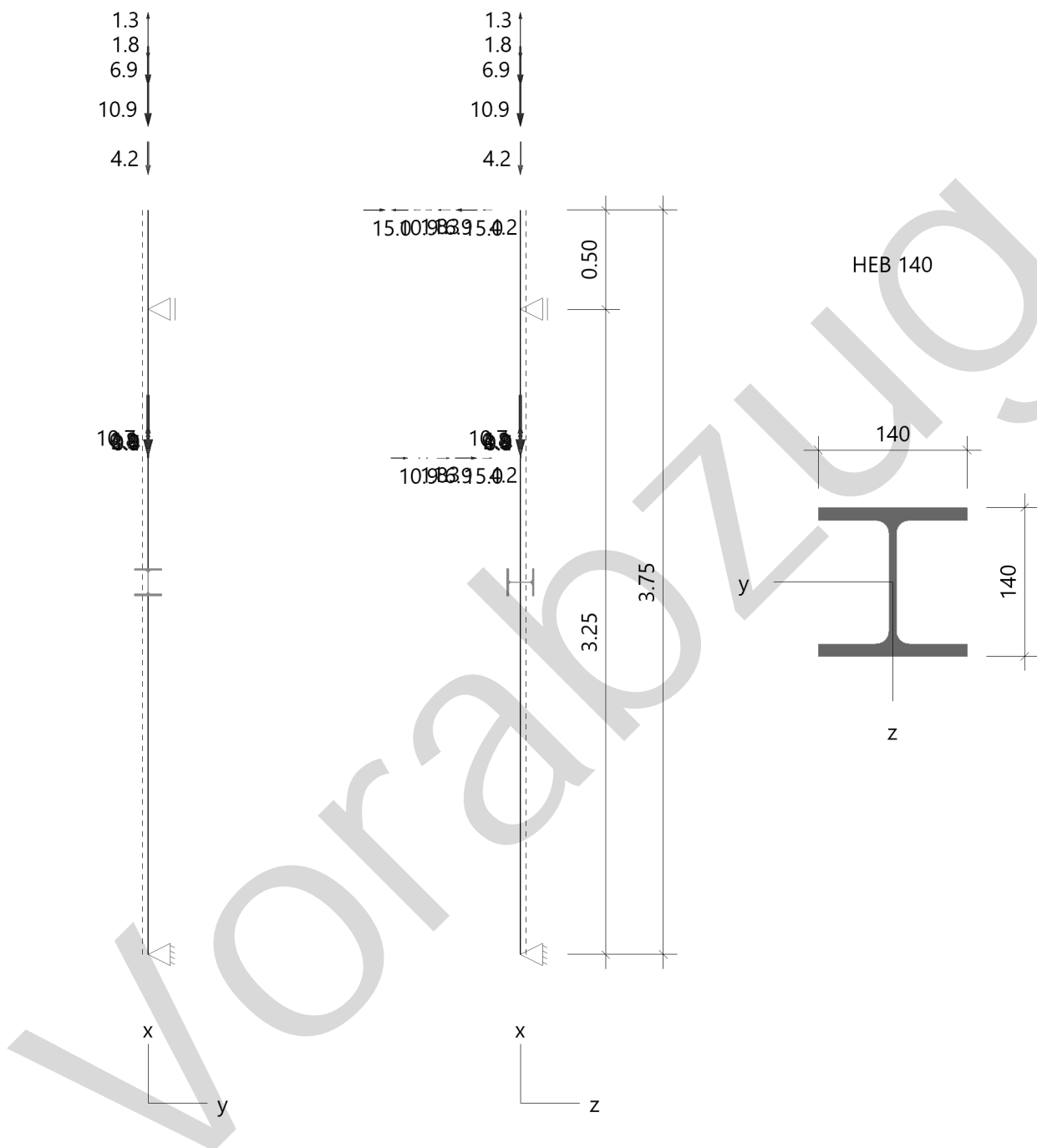
Pos. 05: Stahlstütze

Stahlstütze STS+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	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 Allgemeine Stütze



Stütze: Höhe = 3.75 m Material: S235 Querschnitt: HEB 140
Seitliche Halterung in y-Richtung : im Abstand $x_0 = 3.25$ m am Schubmittelpunkt

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*)			Verdrehungen*)		
		ux [kN/m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
10	3.25	0.00	-1	0.00	0.0	0.0	0.0
30	3.25	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
8	Q	außergewöhnlich/Erdbeben	Kat. H: Dächer	1.00	1.00			
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Q	außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
10	Q	ständig/vorübergehend	Schnee H < 1000 m	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
15	A	außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00			
15	A	ständig/vorübergehend	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00
		außergewöhnlich/Erdbeben		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Lasten

Lastarten

Art 3 = Einzellast bei a kN 14 = Kopflast kN
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	pi	a [m]	pj	l [m]	Ew	Alt	Zus
ständig Pos. 02	1	3	in x-Richtung	2.8	2.50		0.01	99		1
Kat. H. Pos. 02	2	3	in x-Richtung	6.8	2.50		0.01	8		2
Wind Pos. 02	3	3	in x-Richtung	1.3	2.50		0.01	9	1	3
Wind Pos. 02	4	3	in x-Richtung	-0.9	2.50		0.01	9	1	4
Schnee Pos. 02	5	3	in x-Richtung	4.9	2.50		0.01	10		5
außergewöhnlich Pos. 02	6	3	in x-Richtung	10.7	2.50		0.01	15		6
ständig Pos. 03	7	3	in x-Richtung	-1.0	2.50		0.01	99		1
Kat. H. Pos. 03	8	3	in x-Richtung	-3.1	2.50		0.01	8		2
Wind Pos. 03	9	3	in x-Richtung	0.4	2.50		0.01	9	1	3
Wind Pos. 03	10	3	in x-Richtung	-0.5	2.50		0.01	9	1	4
Schnee Pos. 03	11	3	in x-Richtung	-2.0	2.50		0.01	10		5
außergewöhnlich Pos. 03	12	3	in x-Richtung	-4.3	2.50		0.01	15		6
ständig Pos. 04 Kopfpunkt	13	14	in z-Richtung	-4.2	3.75		-	99		1
Kat. H. Pos. 04 Kopfpunkt	14	14	in z-Richtung	-10.9	3.75		-	8		2
Wind Pos. 04 Kopfpunkt	15	14	in z-Richtung	-1.8	3.75		-	9	1	3
Wind Pos. 04 Kopfpunkt	16	14	in z-Richtung	1.3	3.75		-	9	1	4
Schnee Pos. 04 Kopfpunkt	17	14	in z-Richtung	-6.9	3.75		-	10		5
außergewöhnlich Pos. 04 Kopfpunkt	18	14	in z-Richtung	-15.0	3.75		-	15		6
ständig Pos. 04 Hebelwirkung	19	3	in z-Richtung	4.2	2.50		0.01	99		1
Kat. H. Pos. 04 Hebelwirkung	20	3	in z-Richtung	10.9	2.50		0.01	8		2
Wind Pos. 04 Hebelwirkung	21	3	in z-Richtung	1.8	2.50		0.01	9	1	3
Wind Pos. 04 Hebelwirkung	22	3	in z-Richtung	-1.3	2.50		0.01	9	1	4
Schnee Pos. 04 Hebelwirkung	23	3	in z-Richtung	6.9	2.50		0.01	10		5
außergewöhnlich Pos. 04 Hebelwirkung	24	3	in z-Richtung	15.0	2.50		0.01	15		6
ständig Pos. 04 Kopfpunkt V	25	14	in x-Richtung	4.2	3.75		-	99		1
Kat. H. Pos. 04 Kopfpunkt V	26	14	in x-Richtung	10.9	3.75		-	8		2
Wind Pos. 04 Kopfpunkt V	27	14	in x-Richtung	1.8	3.75		-	9	1	3
Wind Pos. 04 Kopfpunkt V	28	14	in x-Richtung	-1.3	3.75		-	9	1	4
Schnee Pos. 04 Kopfpunkt V	29	14	in x-Richtung	6.9	3.75		-	10		5
außergewöhnlich Pos. 04 Kopfpunkt V	30	14	in z-Richtung	15.0	3.75		-	15		6

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 11

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	-31.7	8.5	0.00	0.0	0.00
2.50	-30.6	8.5	21.17	0.0	0.00
2.50	-22.6	-13.6	21.17	0.0	0.00
3.25	-22.2	-13.6	11.01	0.0	0.00
3.25	-22.2	-22.0	11.01	0.0	0.00
3.75	-22.0	-22.0	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 11 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm ²]	T _d [N/mm ²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm ²]	η
0.00	1	-7.4	9.8	18.5	0.08
2.50	1	-105.3	9.8	105.4	0.45
2.50	1	-103.5	15.7	103.7	0.44
3.25	1	-56.3	15.7	56.7	0.24
3.25	1	-56.3	25.5	57.4	0.24
3.75	1	-5.1	25.5	44.5	0.19

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	31.7	21.17	6.62	0.52	11

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Schnittgrößen - Lfk 34

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	-15.6	5.6	0.00	0.0	0.00
2.50	-14.8	5.6	14.02	0.0	0.00
2.50	-6.0	-15.0	14.02	0.0	0.00
3.25	-5.7	-15.0	2.79	0.0	0.00
3.25	-5.7	-5.6	2.79	0.0	0.00
3.75	-5.6	-5.6	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 34 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm ²]	T _d [N/mm ²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm ²]	η
0.00	1	-3.6	6.5	11.8	0.05
2.50	1	-68.5	6.5	68.5	0.29
2.50	1	-66.4	17.3	66.9	0.28
3.25	1	-14.3	17.3	30.1	0.13
3.25	1	-14.3	6.5	14.6	0.06
3.75	1	-1.3	6.5	11.3	0.05

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	Gl	η	Lfk
2.50	1	15.6	14.02	6.62	0.30	45

Gebrauchstauglichkeit

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

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
1.78	0.0	0.0	0.4	0.4	0.08	64

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

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
1.97	3.75	0.00	3.75	0.5	1.3	0.42	64

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	Eigengewicht	99	-1.3	-	-	-	-
		ständig Pos. 04 Kopf...	99	-4.2	-	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	99	-1.8	1.6	-	-	-
		Lasten mit Zus 2	8	-14.6	4.2	-	-	-
		Lasten mit Zus 3	9	-3.5	0.7	-	-	-
		Lasten mit Zus 4	9	2.7	-0.5	-	-	-
Halterung	3.25	Lasten mit Zus 5	10	-9.8	2.7	-	-	-
		Lasten mit Zus 6	15	-6.4	3.5	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	99	-	-1.6	-	-	-
		Lasten mit Zus 2	8	-	-4.2	-	-	-
		Lasten mit Zus 3	9	-	-0.7	-	-	-
		Lasten mit Zus 4	9	-	0.5	-	-	-
		Lasten mit Zus 5	10	-	-2.7	-	-	-
		Lasten mit Zus 6	15	-	11.5	-	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]	R_y [kN]	M_z [kNm]
Halterung	3.25	Lfk 39	-	10.0	-	-	-
		Lfk 11	-	-8.5	-	-	-
Fuss	0.00	Lfk 11	-31.7	8.5	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
11	ständig/vorübergehend	Eigengewicht: 1,35 + 1:1,35 + 2:1,50 + 7:1,35 + 8:1,50 + 13:1,35 + 14:1,50 + 19:1,35 + 20:1,50 + 25:1,35 + 26:1,50
34	außergewöhnlich	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 5:0,20 + 6:1,00 + 7:1,00 + 11:0,20 + 12:1,00 + 13:1,00 + 17:0,20 + 18:1,00 + 19:1,00 + 23:0,20 + 24:1,00 + 25:1,00 + 29:0,20 + 30:1,00
45	außergewöhnlich	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 5:0,20 + 6:1,00 + 7:1,00 + 11:0,20 + 12:1,00 + 13:1,00 + 17:0,20 + 18:1,00 + 19:1,00 + 23:0,20 + 24:1,00 + 25:1,00 + 29:0,20 + 30:1,00
64	charakteristisch	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 2:1,00 + 7:1,00 + 8:1,00 + 13:1,00 + 14:1,00 + 19:1,00 + 20:1,00 + 25:1,00 + 26:1,00
39	außergewöhnlich	Eigengewicht: 1,00 + 1:1,00 + 4:0,20 + 6:1,00 + 7:1,00 + 10:0,20 + 12:1,00 + 13:1,00 + 16:0,20 + 18:1,00 + 19:1,00 + 22:0,20 + 24:1,00 + 25:1,00 + 28:0,20 + 30:1,00

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	11	Querschnitt	0,45
ständig/vorübergehend	11	Stabilität	0,52
charakteristisch	64	Relativverformung	0,42

Vorabzug

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 1
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

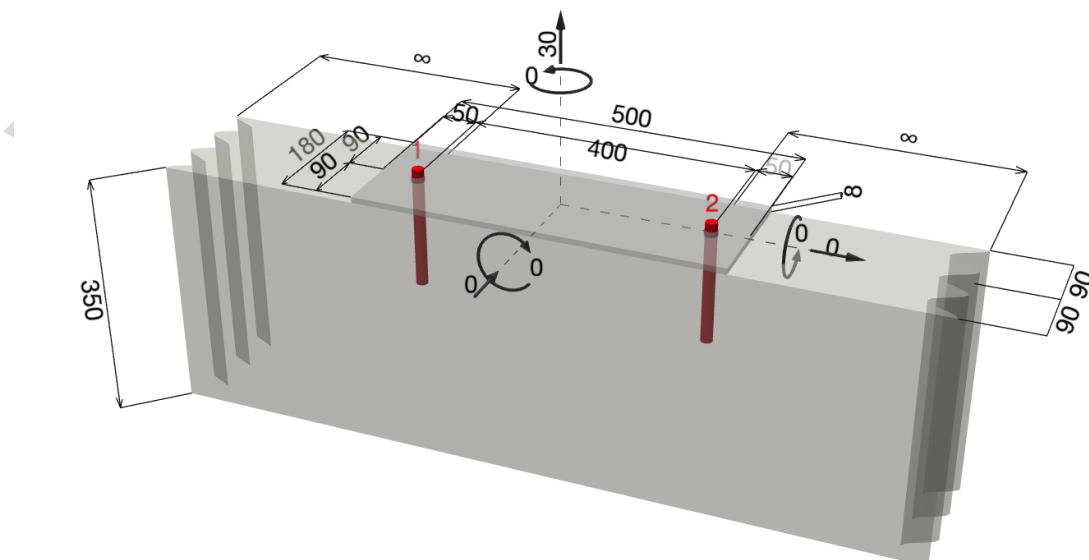
Kommentare des Planers:

1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST4 M16	
Nutzungsdauer in Jahren:	50	
Artikelnummer:	2329078 HST4 M16x220 5-120	
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act} = 150,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$), $h_{nom} = 162,0 \text{ mm}$	
Werkstoff:	Carbon Steel	
Zulassungs-Nr.:	ETA-21/0878	
Ausgestellt Gültig:	10.03.2025 -	
Nachweis:	SOFA basierend auf EN 1992-4, mechanisch	
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 8,0 \text{ mm}$	
Ankerplatte ^R :	$l_x \times l_y \times t = 500,0 \text{ mm} \times 180,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)	
Profil:	kein Profil	
Untergrund:	gerissener Beton, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 350,0 \text{ mm}$, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff $\gamma_c = 1,500$; $\gamma_{c,seismic} = 1,500$	
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken	
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden	
Tolerance data:	Tolerance interval in Y: 0,0 mm; most unfavorable tolerance in Y: 0,0 mm Tolerance interval in Z: 0,0 mm; most unfavorable tolerance in Z: 0,0 mm	

^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 2
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 30,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	nein	keine	100

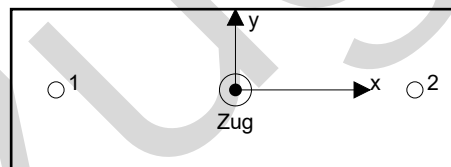
2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	15,000	0,000	0,000	0,000
2	15,000	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: - [%]
Maximale Betondruckspannung: - [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 30,000 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]



Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	15,000	53,571	28	OK
Herausziehen*	15,000	25,333	60	OK
Betonversagen**	30,000	30,202	100	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
75,000	1,400	53,571	15,000

3.2 Herausziehen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
38,000	1,000	1,500	25,333	15,000

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 4
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

3.3 Betonversagen

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.1}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N} [\text{mm}^2]$	$A_{c,N}^0 [\text{mm}^2]$	$c_{cr,N} [\text{mm}]$	$s_{cr,N} [\text{mm}]$	$f_{c,cyl} [\text{N/mm}^2]$		
153.000	202.500	225,0	450,0	20,00		
$e_{c1,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N} [\text{mm}]$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$z [\text{mm}]$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,820	1,000	0,0
$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0 [\text{kN}]$	γ_{Mc}	$N_{Rd,c} [\text{kN}]$	$N_{Ed} [\text{kN}]$	
1,000	8,900	73,121	1,500	30,202	30,000	

Gruppe Dübel-ID

1, 2

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 5
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

Wenn die Eingabe für den Randabstand auf „unendlich“ eingestellt ist, wird der Betonkantenbruchnachweis in dieser Richtung nicht durchgeführt

5 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 11,111 \text{ [kN]} & \delta_N &= 0,5824 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,0000 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 0,5824 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Langzeitbelastung:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 11,111 \text{ [kN]} & \delta_N &= 1,7745 \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,0000 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= 1,7745 \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Hinweis: Die Verschiebungen infolge Zugkraft gelten, wenn die Hälfte des Drehmomentes beim Verankern aufgebracht wurde - ungerissener Beton! Die Verschiebungen infolge Querkraft gelten, wenn zwischen Beton und Ankerplatte keine Reibung vorliegt! Der Verschiebungswert aus dem Lochspiel zwischen Ankerkörper und Bohrlochrand sowie zwischen Ankerkörper und Anbauteil ist in dieser Berechnung nicht berücksichtigt!

Die zulässigen Verschiebungen hängen von der zu befestigenden Konstruktion ab und sind vom Konstrukteur festzulegen!

6 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastischer Verformung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen und auf Plausibilität geprüft werden!
- Die in diesem Bericht dargestellten Gleichungen beruhen auf metrischen Einheiten. Wenn Eingaben in zölligen Einheiten angezeigt werden, sollte sich der Benutzer bewusst sein, dass die Gleichungen in ihrem metrischen Format bleiben.
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie bei Kombination von Zusatzbewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der geplanten Nutzungsdauer in Jahren: 50

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 6
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

Nachweis der Verankerung: OK!

Vorabzug

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 7
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

7 Installationsdaten

Ankerplatte, Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch: $d_f = 18,0 \text{ mm}$

Plattendicke (Eingabe): 8,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HST4 M16

Artikelnummer: 2329078 HST4 M16x220 5-120

Maximales Montagedrehmoment: 120 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 16,0 mm

Bohrlochtiefe im Untergrund: 182,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 225,0 mm

Hilti HST4 Bolzenanker with 150 mm embedment, M16, Galvanisch verzinkt, installation per ETA-21/0878

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren

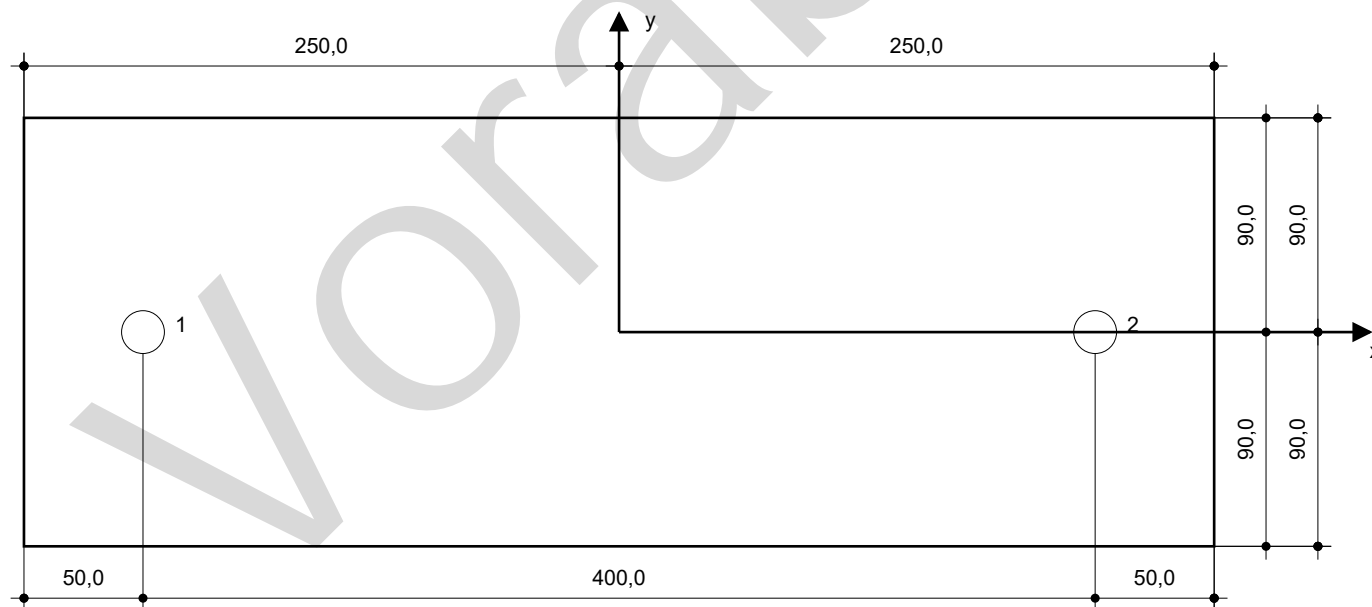
- Geeigneter Hammerbohrer
- Hammerbohrer geeigneten Durchmessers

Reinigen

- Zubehör nicht erforderlich

Installieren

- Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät
- Drehmomentschlüssel
- Hammer



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-200,0	0,0	-	-	90,0	90,0
2	200,0	0,0	-	-	90,0	90,0

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Fassadenanschluss - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 8
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 13.11.2025

8 Bemerkungen; Ihre Mitwirkungspflichten

- 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.

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 1
 Bearbeiter:
 E-Mail:
 Datum: 07.04.2026

Kommentare des Planers:

1 Eingabedaten

Dübeltyp und Größe:	HST4 M16
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2329072 HST4 M16x115 5-15



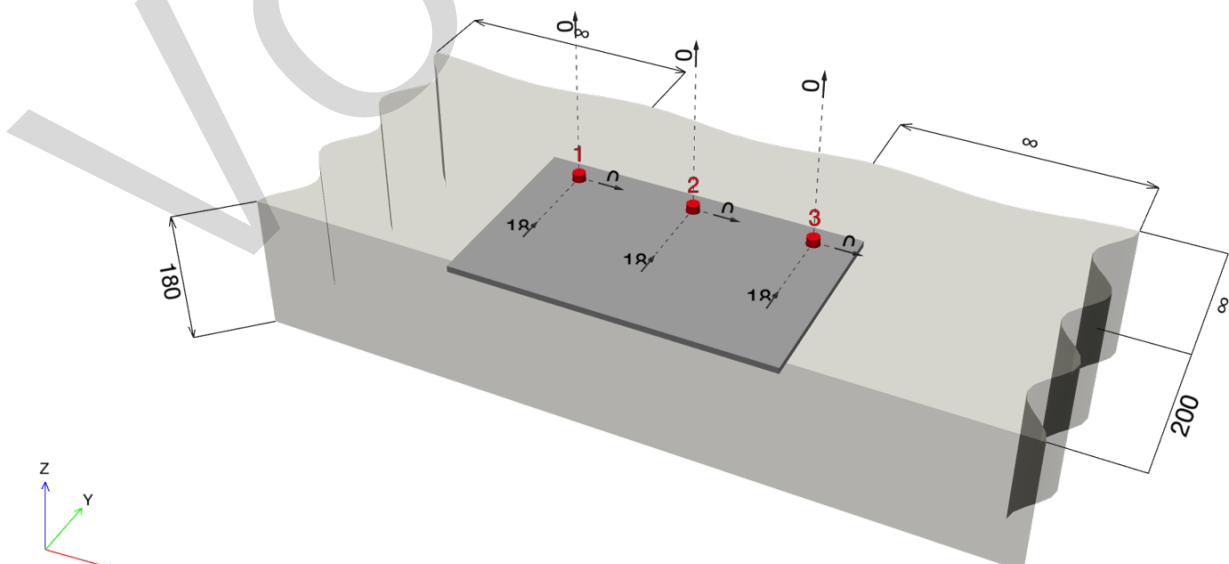
Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel.

Dies kann erreicht werden, indem der Ringspalt zwischen Ankerplatte und Anker verfüllt wird, z. B. mit dem Hilti Verfüllset.

Effektive Verankerungstiefe:	$h_{\text{ef, opti}} = 65,0 \text{ mm}$ ($h_{\text{ef, limit}} = 114,0 \text{ mm}$), $h_{\text{nom}} = 77,0 \text{ mm}$
Werkstoff:	Carbon Steel
Zulassungs-Nr.:	ETA-21/0878
Ausgestellt / Gültig:	09.10.2025 -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Kein Abstand); $t = 8,0 \text{ mm}$
Ankerplatte ^R :	$l_x \times l_y \times t = 400,0 \text{ mm} \times 250,0 \text{ mm} \times 8,0 \text{ mm}$;
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C20/25, $f_{\text{c, cyl}} = 20,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 180,0 \text{ mm}$, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff $\gamma_c = 1,500$; $\gamma_{\text{c, seismic}} = 1,500$
Installation:	Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken
Bewehrung:	Keine Bewehrung oder Stababstand $\geq 150 \text{ mm}$ (jeder \emptyset) oder $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$) Keine Randlängsbewehrung Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden

^R - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 2
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

1.1 Lastkombination

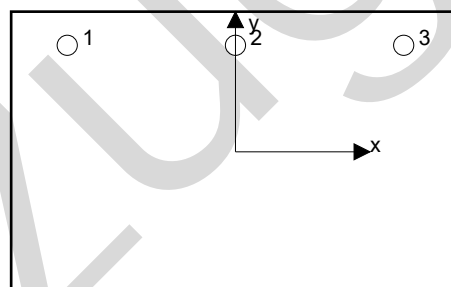
Fall	Beschreibung	Dübel	Kräfte [kN]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	1	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = 18,000$	nein	keine	51
		2	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = 18,000$			
		3	$N = 0,000; V_x = 0,000; V_y = 18,000$			

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Resultierende Dübelkräfte [kN]

Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	0,000	18,000	0,000	18,000
2	0,000	18,000	0,000	18,000
3	0,000	18,000	0,000	18,000



resultierende Zugkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

resultierende Druckkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 4
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	18,000	50,320	36	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	54,000	105,895	51	OK
Betonkantenbruch, Richtung **	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (relevante Dübel)

Wenn die Eingabe für den Randabstand auf „unendlich“ eingestellt ist, wird der Betonkantenbruchnachweis in dieser Richtung nicht durchgeführt

4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
62,900	1,000	62,900	1,250	50,320	18,000

4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabelle 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Gl. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
96.525	38.025	97,5	195,0	3,000	20,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
8,900	20,858	1,500	105,895	54,000		

Gruppe Dübel-ID

1-3

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 5
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

5 Warnungen / Hinweise

- Lastumlagerungen aufgrund von elastischer Verformung der Ankerplatte werden nicht berücksichtigt. Die Ankerplatte muss ausreichend steif sein, so dass sie sich unter den einwirkenden Kräften nicht verformt! Eingabedaten und Ergebnisse müssen mit den tatsächlichen Randbedingungen abgeglichen und auf Plausibilität geprüft werden!
- Die in diesem Bericht dargestellten Gleichungen beruhen auf metrischen Einheiten. Wenn Eingaben in zölligen Einheiten angezeigt werden, sollte sich der Benutzer bewusst sein, dass die Gleichungen in ihrem metrischen Format bleiben.
- Die Bemessung ist nur gültig, wenn das Loch zum Beseitigen des Spiels verfüllt ist, Spiel gemäß EN 1992-4, Tabelle 6.1
- Die Lasteinleitung in den Untergrund muss gewährleistet sein gemäß EN 1992-4, Anhang A.
- Sofern in der entsprechenden ETA nicht anders angegeben, ist die Bemessung nur gültig, solange der Durchmesser des Loches in der Ankerplatte kleiner ist als die Werte in Tabelle 6.1 der Norm EN 1992-4. Für größere Durchmesser der Durchgangslöcher siehe Abs. 6.2.2 der Norm EN 1992-4.
- Die Liste der Zubehörteile in diesem Bericht ist nur zur Information des Anwenders. Die Setzanweisungen, die mit dem Produkt mitgeliefert werden, sind stets zu beachten, um eine korrekte Installation zu gewährleisten.
- Zur Bestimmung des $\psi_{re,v}$ (Betonkantenbruch) wird die in den Bemessungseinstellungen definierte Mindestbetondeckung als Betondeckung der Randbewehrung verwendet.
- Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.
- Stellen Sie bei Kombination von Zusatzbewehrung und nachträglich installierten Dübeln sicher, dass die Bewehrungsstäbe auf der Baustelle nicht durchgebohrt werden.
- Die charakteristischen Verbundspannungswerte sind abhängig von der geplanten Nutzungsdauer in Jahren: 50

Nachweis der Verankerung: OK!

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

Seite: 6
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

6 Installationsdaten

Ankerplatte, Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm²; $f_{yk} = 235,00 \text{ N/mm}^2$

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch: $d_f = 18,0 \text{ mm}$

Plattendicke (Eingabe): 8,0 mm

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HST4 M16

Artikelnummer: 2329072 HST4 M16x115 5-15

Maximales Montagedrehmoment: 120 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 16,0 mm

Bohrlochtiefe im Untergrund: 97,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 131,0 mm

Hilti HST4 Bolzenanker with 65 mm embedment, M16, Galvanisch verzinkt, installation per ETA-21/0878 , Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel (Ringspalt verfüllt), z.B. mit dem Hilti Verfüllset

6.1 Erforderliches Zubehör

Bohren

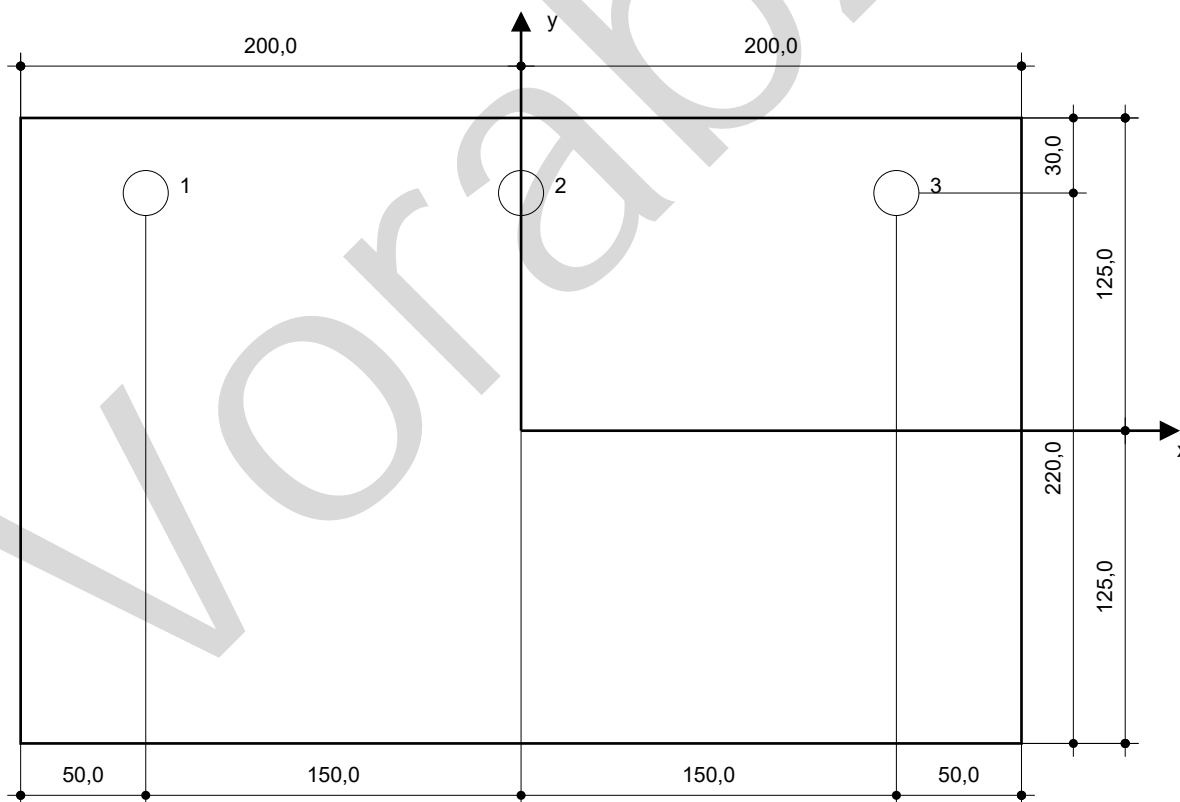
- Geeigneter Hammerbohrer
- Hammerbohrer geeigneten Durchmessers

Reinigen

- Zubehör nicht erforderlich

Installieren

- Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät
- Drehmomentschlüssel
- Hammer



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c _{-x}	c _{+x}	c _{-y}	c _{+y}
1	-150,0	95,0	-	-	200,0	-
2	0,0	95,0	-	-	200,0	-
3	150,0	95,0	-	-	200,0	-

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. | Fax: |
Befestigung: Ankerschiene - 13. Nov. 2025
Pos. Nr.:

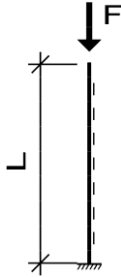
Seite: 7
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 07.04.2026

7 Bemerkungen; Ihre Mitwirkungspflichten

- 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.

Pos. 06: Stahlstrebe HEB 120

System:



Stützenlänge $L \leq 3,00 \text{ m}$

Bemessen wird die Stütze zur Abfangung der Dachkonstruktion. Die Lasten kommen aus Pos. 2. Die Lasten greifen unter einem Winkel von 59° an. Die Stütze neben Achse 3 wird entsprechend zu Pos.05 ausgebildet.

Belastung:

aus ständigen Lasten

- a. Eigengewicht programmintern
- b. Trapezblech inkl. Unterdecke (Pos. 02 Lager 2) = $0,8 \text{ kN} / \sin(59^\circ) = G_{kv} \leq 1,0 \text{ kN}$

aus veränderlichen Lasten

- a. Kategorie H (Pos. 02 Lager 2) = $2,2 \text{ kN} / \sin(59^\circ)$ $Q_{kv} \leq 2,6 \text{ kN}$
- b. W_{Druck} (Pos. 02 Lager 2) = $0,4 \text{ kN} / \sin(59^\circ)$ $W_{\text{kDV}} \leq 0,5 \text{ kN}$
- c. W_{Sog} (Pos. 02 Lager 2) = $-0,3 \text{ kN} / \sin(59^\circ)$ $W_{\text{kSV}} \leq -0,35 \text{ kN}$
- d. Schnee (Pos. 02 Lager 2) = $1,4 \text{ kN} / \sin(59^\circ)$ $S_{kv} \leq 1,65 \text{ kN}$
- e. Außergewöhnliche Bemessungssituation (Pos. 02 Lager 2)
= $3,2 / \sin(59^\circ)$ $A_{kv} \leq 3,8 \text{ kN}$
- f. W_{Druck} auf Wand $W_{\text{kDW}} \leq 1,35 \text{ kN/m}^2$
- g. W_{Sog} auf Wand $W_{\text{kSW}} \leq -1,35 \text{ kN/m}^2$

Schnittgrößen/Bemessung:

siehe EDV-Ausgabe

gewählt:

Stahlstützen außen	HEB 120, S235
Anschluss Pos. 02	Steife mit Stirnplatte $t \geq 10 \text{ mm}$, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$ mit 2 Schrauben M12 A2-70 bzw. Anschluss durch Flansch an Stirnplatte U-Profil 2 Schrauben M12 A2-70
Anschluss an weitere Stütze Pos. 0	Strebe wird mit angeschweißter Stirnplatte $t \geq 10 \text{ mm}$, Kehlnaht $a_w \geq 4 \text{ mm}$ mit 2 Schrauben M12 A2-70 verbunden.
Anschluss an der Fußkonsole	Siehe Pos. 05

Nachweis der Verbindung am Fußpunkt

Auflagerkräfte aus Stützenbemessung. Umrechnung auf horizontale und vertikale Auflagerkräfte

$$N_{Ed} = 6,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 6,3 \text{ kN} \times \cos(31) = 5,4 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 6,3 \text{ kN} \times \sin(31) = 3,24 \text{ kN}$$

Bemessung des Anschlusses an Stütze wie Pos.05

gewählte Schraube M12 A2-70

Nachweis der Scherfuge

Widerstand der Schraube auf Abscheren im Gewinde

$$F_{v,Rd} = 0,5 \times 70 \text{ kN/cm}^2 \times 0,843 \text{ cm}^2 / 1,25 = 23,6 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis der Schraube } \eta = 5,4 / 23,6 = 0,23$$

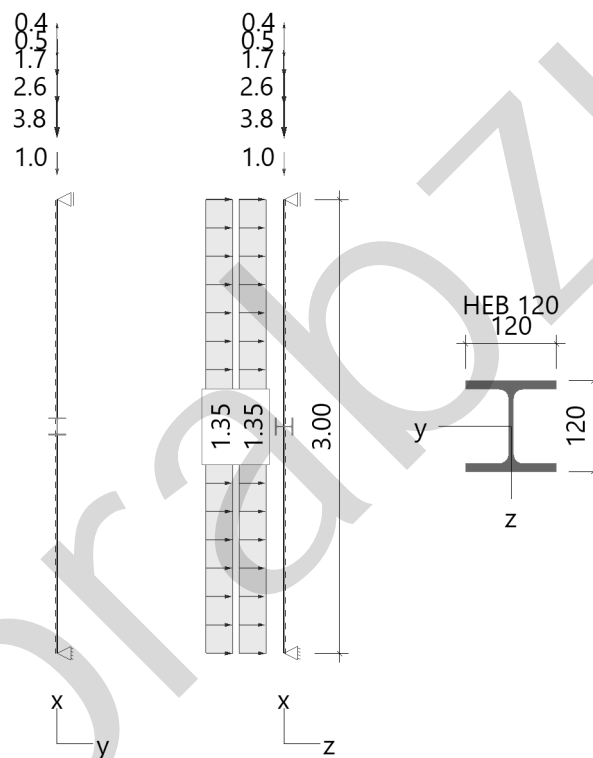
Pos. 06: Stahlstütze

Stahlstütze STS+ (FRILO 2026-0-8)

Grundparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
$\Psi_2 = 0.5$ für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	plastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	$\delta_{lim} =$	5.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	$\delta_{lim} =$	$l_{eff}/300$

System Pendelstütze



Stütze: Höhe = 3.00 m Material: S235 Querschnitt: HEB 120

Lagerbedingungen

Nr	x [m]	Verschiebungen*)			Verdrehungen*)		
		u_x [kN/m]	u_y [kN/m]	u_z [kN/m]	Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	3.00	0.00	-1	-1	-1	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
8	Q	außergewöhnlich/Erdbeben	Kat. H: Dächer	1.00	1.00			
		ständig/vorübergehend		1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Q	außergewöhnlich/Erdbeben	Windlasten	1.00	0.00			
		ständig/vorübergehend		1.50	0.00	0.60	0.20	0.00
10	Q	außergewöhnlich/Erdbeben	Schnee H < 1000 m	1.00	0.00			
		ständig/vorübergehend		1.50	0.00	0.50	0.20	0.00
15	A	außergewöhnlich/Erdbeben	außergewöhnliche Einwirkungen	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		ständig/vorübergehend		1.00	0.00			

Lasten

Lastarten

Art 14 = Kopflast kN 2 = Gleichstreckenlast kN/m
Das Eigengewicht wird automatisch berücksichtigt.

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Nr	Art	in/um	p_i	a [m]	p_j	l [m]	Ew	Alt	Zus
ständig	1	14	in x-Richtung	1.0	3.00		-	99		
Kat. H	2	14	in x-Richtung	2.6	3.00		-	8		
Wind Druck	3	14	in x-Richtung	0.5	3.00		-	9	1	1
Wind Zug	4	14	in x-Richtung	-0.4	3.00		-	9	1	2
Wind Druck	5	2	in z-Richtung	1.35	-		-	9	1	1
Wind Zug	6	2	in z-Richtung	1.35	-		-	9	1	2
Schnee	7	14	in x-Richtung	1.7	3.00		-	10		
außergewöhnlich	8	14	in x-Richtung	3.8	3.00		-	15		

Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Schnittgrößen - Lfk 2

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]
0.00	-4.4	3.0	0.00	0.0	0.00
1.50	-3.9	0.0	2.28	0.0	0.00
3.00	-3.3	-3.0	0.00	0.0	0.00

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

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
1.50	1	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.06
3.00	1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
1.50	1	4.4	2.28	6.62	0.08	7

Tragfähigkeit außergewöhnlich

Schnittgrößen - Lfk 36

x [m]	N _{Ed} [kN]	V _{z,Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	V _{y,Ed} [kN]	M _{z,Ed} [kNm]
0.00	-5.7	0.4	0.00	0.0	0.00
1.50	-5.3	0.0	0.30	0.0	0.00
3.00	-4.9	-0.4	0.00	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 36 $\gamma_{M0} = 1,00$

x [m]	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η_{Vy}	η_{Mz}	η_{MyMz}	η
0.00	1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1.50	1	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
3.00	1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N _{Ed} [kN]	M _{y,Ed} [kNm]	GI	η	Lfk
1.50	1	5.7	0.30	6.62	0.02	52

Gebrauchstauglichkeit

Verformungsnachweis - Absolutverformung $f_{Cd} = 5.0$ cm

x [m]	$f_{x,Ed}$ [cm]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
1.50	0.0	0.0	0.1	0.1	0.02	55

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

x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
1.50	3.00	0.00	3.00	0.1	1.0	0.08	55

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	Eigengewicht	99	-0.8	-	-	-	-
		ständig	99	-1.0	-	-	-	-
		Kat. H	8	-2.6	-	-	-	-
		Schnee	10	-1.7	-	-	-	-
		außergewöhnlich	15	-3.8	-	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	9	-0.5	2.0	-	-	-
Kopf	3.00	Lasten mit Zus 2	9	0.4	2.0	-	-	-
		Lasten mit Zus 1	9	-	2.0	-	-	-
		Lasten mit Zus 2	9	-	2.0	-	-	-

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Lager	x [m]	Lk	R _x [kN]	R _z [kN]	M _y [kNm]	R _y [kN]	M _z [kNm]
Kopf	3.00	Lfk 2	-	3.0	-	-	-
Fuss	0.00	Lfk 11	-6.3	-	-	-	-
		Lfk 2	-4.4	3.0	-	-	-

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
2	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 3:1,50 + 5:1,50 + 7:0,75
7	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 3:1,50 + 5:1,50 + 7:0,75
36	außergewöhnlich	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 3:0,20 + 5:0,20 + 8:1,00
52	außergewöhnlich	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 3:0,20 + 5:0,20 + 8:1,00
55	charakteristisch	Eigengewicht:1,00 + 1:1,00 + 3:1,00 + 5:1,00 + 7:0,50
11	ständig/vorübergehend	Eigengewicht:1,35 + 1:1,35 + 2:1,50

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	2	Querschnitt	0,06
ständig/vorübergehend	7	Stabilität	0,08
charakteristisch	55	Relativverformung	0,08

Schlussseite

Aufgestellt:

Hannover, April 2026



(Malte Engelbracht, B.Sc.)

(Projektbearbeiter/in)

(Stefan Sandbrink, M.Sc.)

(Projektleiter)

(Robert Bernstein, M.Eng.)

(Geschäftsführer)

shl ingenieure GmbH
Lange Laube 19
30159 Hannover

Tel.: 0511/123566 -60
Fax: -80