Statische Berechnung

Bauvorhaben: Gruppenkläranlage Düren, Ausbaustufe I

Bauwerk: Mischwasserstreckungsbecken (MWSB)
Unterkonstruktion der PV-Anlage

Auftraggeber: Wasserverband Eifel-Rur (WVER)

Bauherr: Wasserverband Eifel-Rur (WVER)

Planung:

Statik:

Projekt-Nr.: 14896

Die statische Berechnung umfasst folgende Seiten: 1 - 212, Anhang

Diese statische Berechnung darf nur ungekürzt an Dritte weitergegeben werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen ..... Seite: 3
Wind- und Schneelastermittlung ..... Seite: 9
Position: 1 - Wartungswege ..... Seite: 12
Position: 2 - Querträger HEA200 ..... Seite: 22
Position: 3 - Längsträger HEA300 ..... Seite: 39
Position: 4 - Längsträger HEA300 Überlaufschwelle ..... Seite: 52
Position: 5 - Windverband ..... Seite: 77
Position: 6 - Auflager und Verankerung ..... Seite: 87
Position: 7 - Stoßverbindungen ..... Seite: 193
Position: 8 - Stb.-Stütze b/h = 40/50 cm ..... Seite: 206
Schlussseiten ..... Seite: 212

Anhänge

Anhang ..... Seite: A-001
A1 - Positionsplan ..... Seite: A-002
A2 - MWSB Draufsicht (Entwurf) ..... Seite: A-003
A3 - MWSB Schnitte (Genehmigung) ..... Seite: A-004
A4 - PV-Module ..... Seite: A-005

Vorbemerkung

Die Gruppenkläranlage Düren-Merken (GKA) ging 1974 in Betrieb und ist auf 310.000 Einwohnerwerte (EW) ausgelegt. Durch den Anstieg der Zulauffrachten, zum Teil begründet durch eine ansteigende Produktion der Industrieunternehmen, arbeitet die Anlage derzeit an ihrer Kapazitätsgrenze. Zeitweise wird dies verstärkt durch den teilweisen Ausfall von gewerblichen Vorreinigungsanlagen im Einzugsgebiet, die zu kurzfristigen Laststeigerungen führen. Durch die Überlastsituation und durch häufige Lastwechsel ist eine sichere Einhaltung der Ablaufwerte gefährdet.

Der Wasserverband Eifel-Rur (WVER) plant daher die Sanierung und Erweiterung der GKA Düren. Das Bauvorhaben umfasst im Wesentlichen folgende Bauwerke, für die die Tragwerksplanung zu erstellen ist:

- Neubau Entlastungsbauwerk
- Neubau Zulaufpumpwerk
- Neubau Rechenanlage
- Neubau Sandfang
- Neubau Vorklärbecken 1 und 2
- Neubau Zwischenpumpwerk
- Neubau Kombibecken 1 und 2
- Neubau statischer Voreindicker
- Neubau Technikgebäude
- Neubau Mischwasserstreckungsbecken (MWSB)
- Neubau Entleerungspumpwerk MWSB
- Schachtbauwerke
- Baugrubenverbau

Auf Beschluss des WVER soll die Fläche über dem neu entstandenen Mischwasserstreckungsbecken mit einer Grundfläche von ca. 94,25 m x 78,50 m mit einer Photovoltaikanlage (PV-Anlage) ausgestattet werden. Die PV-Anlage wird auf einer festen Stahlunterkonstruktion über dem Becken montiert. Die PV-Module werde mit einem zugelassenen Schienensystem auf der Unterkonstruktion befestigt.

Die vorliegende statische Berechnung umfasst die statischen Nachweise für die Stahlunterkonstruktion der PV-Anlage auf dem neu errichteten Mischwasserstreckungsbecken. Als Berechnungsgrundlagen dienen die 1/50-Pläne der Objektplanung, die auch als Positionspläne verwendet werden.

Da sich das Mischwasserstreckungsbecken – und damit auch die geplante PV-Anlage – in unmittelbarer Nähe zur Bundesautobahn A4 befindet, wurde ein Blendgutachten (Bericht-Nr. DE24OYEX 001, November 2024) erstellt. Das Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass die PV-Module zur Vermeidung einer möglichen Blendwirkung in einem Neigungswinkel von 25° aufzustellen sind.

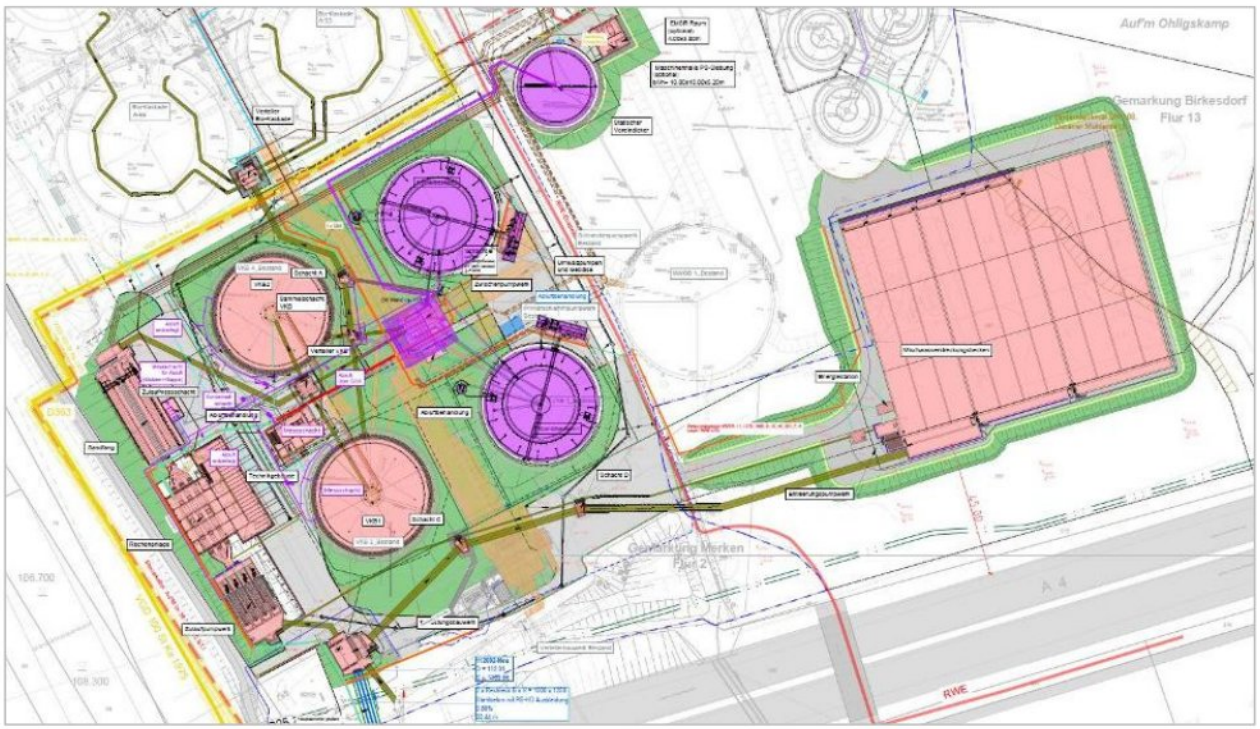


Abbildung 1: Ausschnitt Lageplan GKA Düren mit geplanten Bauwerken

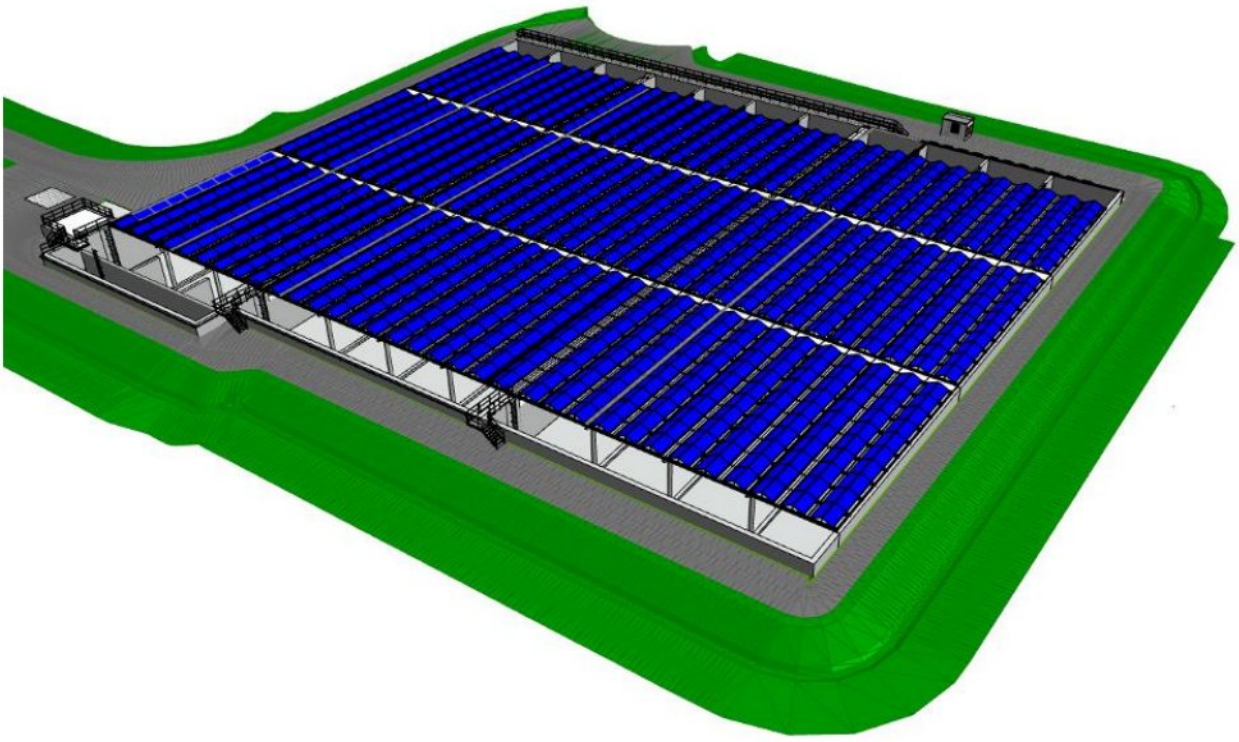


Abbildung 2: 3D-Ansicht MWSB mit geplanter PV-Anlage



Abbildung 3: Luftaufnahme neues MWSB

Konstruktion

Die Stahlunterkonstruktion besteht aus quer und längs verlaufenden Doppel-T-Trägern. Die Gesamtkonstruktion unterteilt sich entsprechend der Dehn- und Bauwerksfugen in insgesamt neun Felder. Lastabtrag der Auflagerkräfte über Stb.-Stützen und Stb.-Wände in die Gründung. Über die Flachgründung des Beckens erfolgt der weitere Lastabtrag in den Baugrund. Die Aussteifung in Beckenlängsrichtung erfolgt über Kreuzverbände, die mittig je Feld angeordnet sind, um Zwangskräfte zu vermeiden. Die Aussteifung in Beckenquerrichtung erfolgt über die Verankerung der Stahlträger an die Beckenwände. Zur Vermeidung von Zwangskräften infolge von Temperaturbeanspruchung sind die Träger zwangsfrei zu lagern.

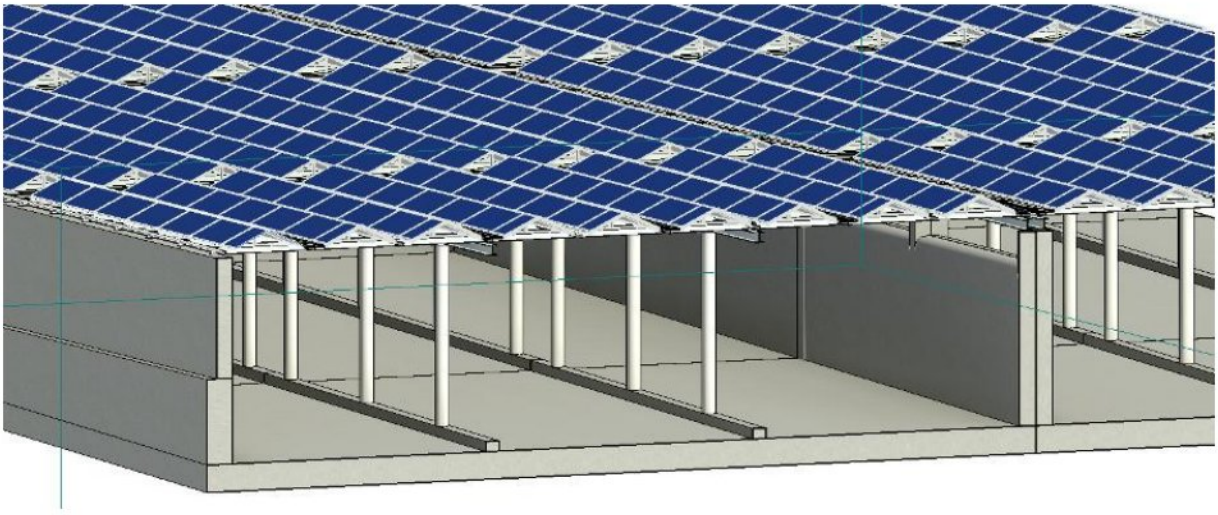


Abbildung 4: Ausschnitt aus 3D-Modell

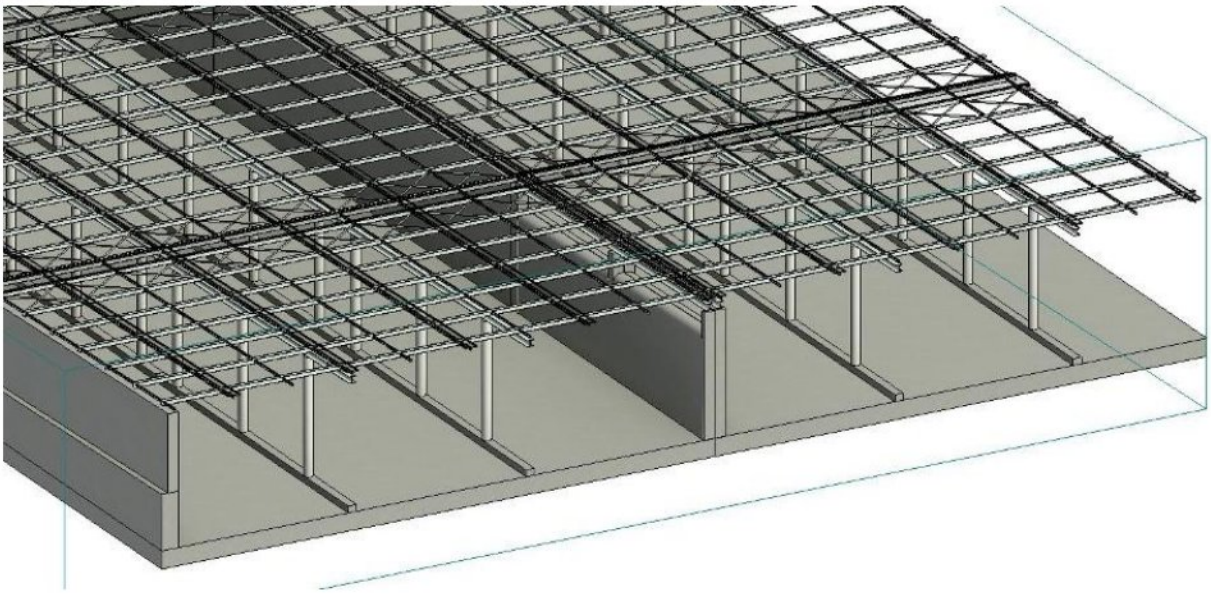


Abbildung 5: Ausschnitt aus 3D-Modell ohne PV-Module

Die Befestigung der PV-Module auf den Querträgern erfolgt mittels zugelassener und geprüfter Trägersysteme aus Aluminium, bspw. S:FLEX DREIECK DELTA oder gleichwertig. Die Aufständerung selbst ist nicht Bestandteil der vorliegenden Genehmigungsstatik.



Abbildung 6: Auszug Produktkatalog Fa. S:FLEX, DREIECK DELTA

Berechnungsansätze

Die Berechnung Konstruktion erfolgt mittels Stabwerksmodellen bzw. 2D-/3D-FEM-Modellen.

Windzone 2 / Schneelastzone 2 / Lage: Binnenland / Topographie: Regelfall
Erdbebenzone 3 / Baugrundklasse C / Untergrundklasse S

Auf Grund der geplanten Aufstellanordnung und des Neigungswinkels von 25° wird die auf die einzelnen Reihen der PV-Anlage wirkende Windlast näherungsweise als ‘freistehendes Satteldacht‘ betrachtet. Die Betrachtung als freistehendes Sheddach ist nach Norm für Winkel ≥ 20° nicht zulässig. Hinzu kommt bei freistehenden Sheddächern eine Abminderung der Druckbeiwerte. Der Ansatz als freistehendes Satteldach gilt daher auf der sicheren Seite.

Baustoffe

Beton:	C35/45, XC4 / XD2 / XF3 / XA3 / WF
Betonstahl:	B500B
Profilstahl:	S235 JR und S355 JR, verzinkt
Ausführungsklasse:	EXC2

Normen und Richtlinien

• DIN EN 1990/NA	Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung
• DIN EN 1991-1-1 bis 7	Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke
• DIN EN 1992-1-1/NA	Eurocode 2 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbeton-tragwerken
• DIN EN 1993-1-1/NA	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
• DIN EN 1997-1/NA	Eurocode 7 Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik Teil 1: Allgemeine Regeln
• DIN EN 1998-1/NA	Eurocode 8 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten
• DIN EN 1998-5/NA	Eurocode 8 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben Teil 5: Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte
• DIN 1054	Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
• DIN EN 1536	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau – Bohrpfähle
• DIN EN 14199	Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Mikropfähle
• EAU 2020 (12. Auflage)	Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen"
• EAB 2012 (5. Auflage)	Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Baugruben"
• EA Pfähle (2. Auflage)	Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Pfähle"

Hinweis: Bei der Ausführung sind sämtliche Bestimmungen der zutreffenden DIN-Normen zu berücksichtigen, auch wenn hierauf nicht ausdrücklich verwiesen wird.

Literatur: Goris/Bender, Stahlbetonbau-Praxis nach Eurocode 2, 6. Auflage
Grundbautaschenbuch, 6. Auflage
Schneider Bautabellen, 22. Auflage
Betonkalender, diverse Jahrgänge

Software: Frilo-Software, Baustatische Berechnungsprogramme
PCAE *4H*-Statikprogramme

1. Basisdaten

BAUVORHABEN:	**WUSL_PV-Anlage**		
ZUGRUNDELIEGENDE NORM:	Eurocode:	Wind:	DIN EN 1991-1-4:2010-12 in Verbindung mit dem nationalen Anhang "Deutschland" hier: DIN EN 1991-1-4:2024-08/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:	Düren, Stadt		
AMTL. GEMEINDESCHLÜSSEL:	05358008		
TYP:	Stadt		
LANDKREIS:	Düren		
BUNDESLAND:	Nordrhein-Westfalen		
ERDBEBENWARNUNG:	Erdbebenzone: Zone 3 / geologische Untergrundklasse: gemischt $S_{aP,R}$ = 2.6911 m/s²		
HÖHE ÜBER NN:	110 m		
WINDZONE:	2	⇒ $v_{b,0}$ = 25.00 m/s	
SCHNEELASTZONE:	2	⇒ s_k = 0.85 kN/m²	

2. Windlasten

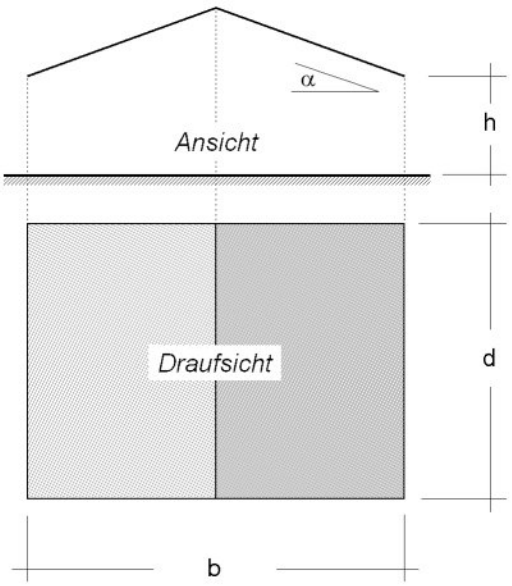
Lage: Binnenland Topographie: Regelfall

2.1 Höhenabhängiger Böengeschwindigkeitsdruck

vereinfacht nach EC1-1-4 / NA.B.3.2 / Tab. NA.B.3 (für h < 25 m)

q(h) = q(b) = q(d) = q = 0.65 kN/m²

2.2 freistehendes Dach



2.2.1 System

Typ: Satteldach

h = 2.50 m
b = 2.20 m
d = 25.00 m
α = 25.00 °

Versperrung: φ = 0.0000

Oberfläche: rau
⇒ Reibungsbeiwert = 0.02

Die Ermittlung der Lasten erfolgt nach EN 1991-1-4:2010-12 (Eurocode) Absätze 7.3 freistehende Dächer und 7.5 Reibungsbeiwerte

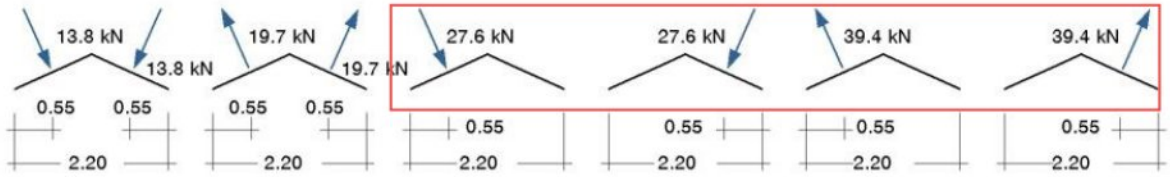
2.2.2 Resultierende Windkraft und zu untersuchende Lastanordnungen

siehe auch DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08 NCI zu 7.3 Bild 7.17

φ	Fo alle	Fu 0
c_f	+0.70	-1.00
F	**+27.61**	**-39.45**

$F = c_f \, q(h) \, A_{ref}$ mit $q(h) =$ 0.65 kN/m und $A_{ref} = b \, d / \cos\alpha =$ 60.69 m²

Außerdem ist in der Dachflächenebene eine resultierende Kraft aus Reibung in ungünstiger Richtung anzusetzen: $F_{Reibung} = 0.02 \cdot 2 \cdot A_{ref} \cdot q(h) =$ **1.58 kN**

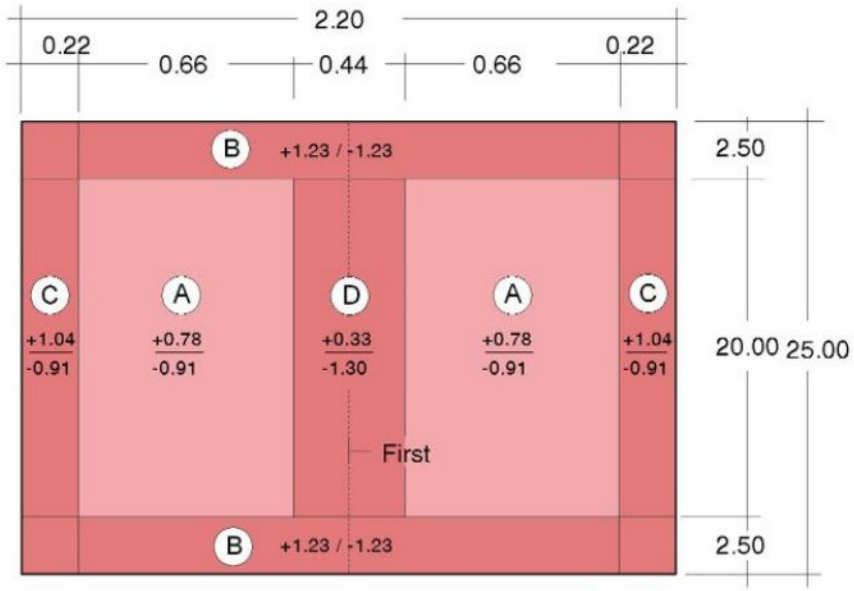


2.2.3 Druckverteilung zur Bemessung von Dachelementen und Verankerungen

Bereiche	A	B	C	D
$c_{pe,net}$	+1.20	+1.90	+1.60	+0.50
q(+)	**+0.78**	**+1.23**	**+1.04**	**+0.33**
$c_{pe,net}$	-1.40	-1.90	-1.40	-2.00
q(-)	**-0.91**	**-1.23**	**-0.91**	**-1.30**

$q = c_{pe,net} \, q(h)$

\+ Werte bedeuten eine nach unten gerichtete resultierende Windlast
\- Werte bedeuten eine nach oben gerichtete resultierende Windlast

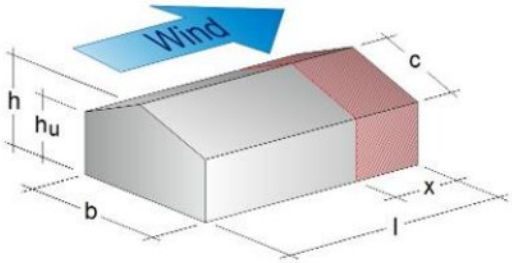


Aufteilung der Dachfläche

Skizze unmaßstäblich

2.3 Reibung

Die Berechnung erfolgt nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.5



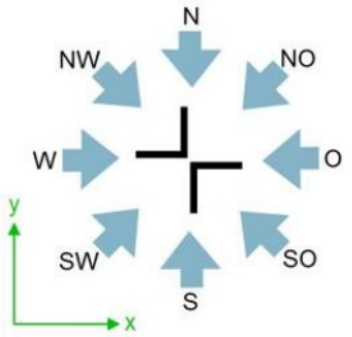
l = 25.00 m
b = 2.20 m
h = 1.00 m x = 21.00 m
hu = 0.00 m c = 1.49 m

Oberfläche: rau ⇒ cfr = 0.02
Bezugsfläche Afr = 62.44 m²
q(h) = q(1.00) = 0.65 kN/m²

Resultierende Windkraft aus Reibung (in Windrichtung): H = 0.81 kN

2.4 Kantige Querschnitte

2.4.1 Profil 1



Profilhöhe b = 70.00 cm
Profilbreite d = 220.00 cm
Länge l = 2.27 m
Höhe über Grund h = 3.20 m
⇒ q(h) = 0.65 kN/m²

Die Ermittlung der Kraftbeiwerte erfolgt nach DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08 (deutscher nationaler Anhang) Tabelle NA.2; qx und qy sind als gleichzeitig wirkend anzunehmen; Ψ_λ nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 Absatz 7.13

Voraussetzung für die Anwendbarkeit der hier ausgewiesenen Werte: d/b ≈ 1.00!

Wind-richtg.	Ψ_λ -	A_{ref} m²/m	$c_{fx,0}$ -	qx kN/m	$c_{fy,0}$ -	qy kN/m
N	0.63	2.200	0.00	**0.00**	-2.00	**-1.81**
NO	0.66	1.025	-0.85	**-0.38**	-0.85	**-0.38**
O	0.68	0.700	-2.00	**-0.62**	0.00	**0.00**
SO	0.66	1.025	-0.85	**-0.38**	0.85	**0.38**
S	0.63	2.200	0.00	**0.00**	2.00	**1.81**
SW	0.66	1.025	0.85	**0.38**	0.85	**0.38**
W	0.68	0.700	2.00	**0.62**	0.00	**0.00**
NW	0.66	1.025	0.85	**0.38**	-0.85	**-0.38**



3. Schneelasten

3.1 Grundbelastung

α = 25.00 °

h = 0.70 m

μ_1 = 0.80

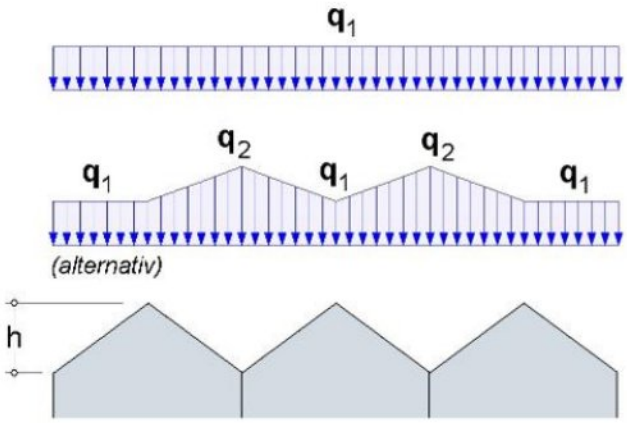
μ_2 = 1.47

q_1 = 0.68 kN/m²

q_2 = 1.25 kN/m²

Sonderbedingung:
$\mu_2 \leq \gamma\, h / s_k + \mu_1$
mit γ = 2 kN/m³

symmetrisches Satteldach (aneinandergereiht)



μ-Werte gemäß EC 1-1-3 / Tab. 5.2

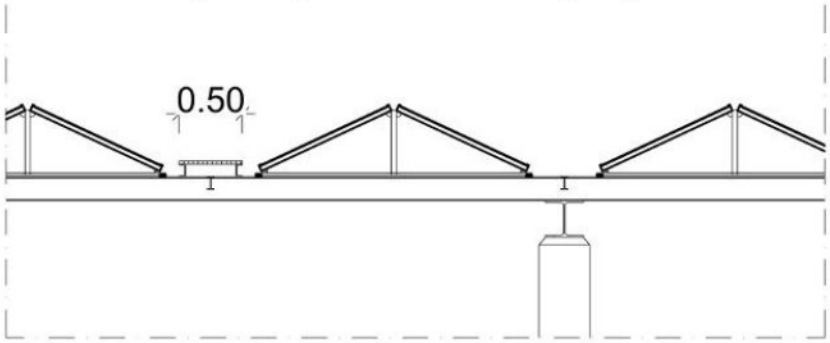
Position 1 - Wartungswege

System und Abmessungen

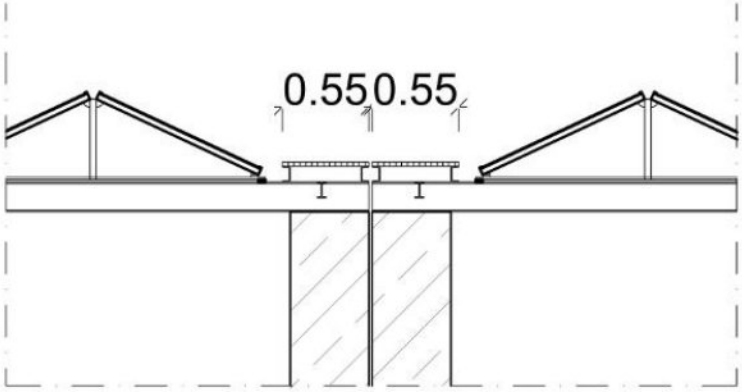
Draufsicht Unterkonstruktion PV-Anlage: geplante Wartungswege in Rot eingetragen



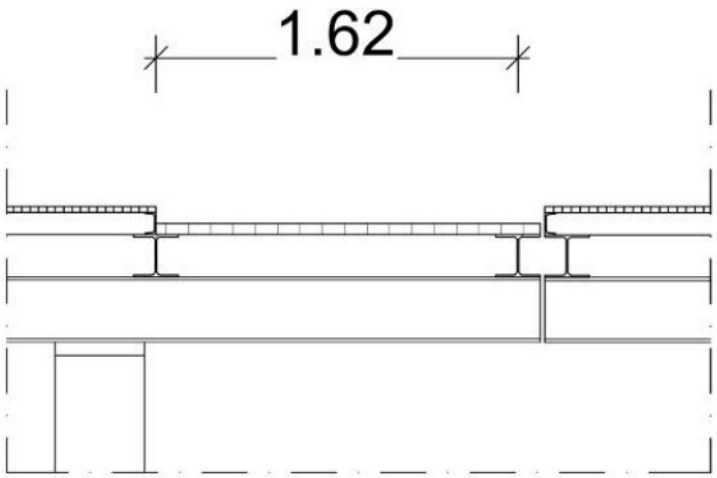
Ausschnitt in Beckenlängsrichtung: Wartungsweg b = 50 cm



Ausschnitt in Beckenlängsrichtung Achse 4.1/2 bzw. 8.1/2: Wartungsweg b = 1,10 m



Ausschnitt in Beckenquerrichtung Achse B bzw. C: Wartungsweg b = 1,60 m



1.1 - Gitterrost l ≤ 0,60 m: Einfeldträger l = 0,60 m
1.2 - Gitterrost l ≤ 1,60 m: Einfeldträger l = 1,60 m
1.3 - Längsträger UPE100: 5-Feldträger, Feldlänge l = 2,32 m
1.4 - Querträger HEA200: 4-Feldträger, Feldlänge l_1 = 8,45 m, l_2 = 8,40 m

Die Lagerung der Querträger HEA200 für die Wartungswege b = 1,60 m bzw. 1,20 m im Bereich der Dehnfugen Achse B und C erfolgt auf den Längsträgern in den Achsen 2 und 3, 5 bis 7 und 9 bis 11 sowie auf den Wandkronen. Die Lagerung der Längsträger UPE100 erfolgt auf den Querträgern HEA200, die für die Auflagerung der PV-Module vorgesehen sind.

Querschnitt + Material

Gitterrost	PX3 225-33-2 und PX3 350-33-3
Querträger	HEA200
Längsträger	UPE100
Stahl	S235 JR

Belastung

Eigengewicht		g_k → wird programmintern angesetzt
Gitterrost		Δg_{k1} = **0,20 kN/m²**
		Δg_{k2} = **0,45 kN/m**
Verkehrslast		q_k = **3,50 kN/m²**
Schneelast		s_k = 1,25 kN/m²
	→	wirkt im Bereich der Wartungswege alternativ zur Verkehrslast, gilt über die Verkehrslast q_k als abgedeckt.

Bemessung

1.1 – Gitterrost l ≤ 0,60 m:

Gewählt Pressrost z.B. PX3-225-33-2
Tragstab 2x25 mm, Maschenteilung 33 x 33 mm
→ Traglasttabelle

1.2 - Gitterrost l ≤ 1,60 m:

Gewählt Pressrost z.B. PX3-350-33-3
Tragstab 3x50 mm, Maschenteilung 33 x 33 mm
→ Traglasttabelle

1.3 - Längsträger: → Bemessung s. EDV!

mit: Δg_{k1} = 0,20 kN/m² * ½ * 0,60 m = **0,10 kN/m**
q_k = 3,50 kN/m² * ½ * 0,60 m = **1,10 kN/m**

1.4 - Querträger: → Bemessung s. EDV!

mit: Δg_{k1} = 0,45 kN/m² * ½ * 1,60 m = **0,40 kN/m**
q_k = 3,50 kN/m² * ½ * 1,60 m = **2,80 kN/m**

PRESSROST RUTSCHHEMMEND S235 BELASTUNGSTABELLE

Tragstabteilung 33,33 mm × Querstabteilung ≤ 33,33 mm, rutschhemmend gestanzt*, Material: S235

Gitterrosttyp	Tragstab in mm	Stützweite im Lichten (mm)																								
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500
PX3 220-33-2	2 × 20	F_0 5,68	2,84	1,89	1,42	1,14	0,95	0,81	0,71	0,63	0,57	0,52	0,47	0,44	0,41	0,38	0,36	0,33	0,32	0,30	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24
		f_0 0,35	0,76	1,31	2,00	2,83	3,80	4,90	6,15	7,53	9,05	10,71	12,50	14,44	16,51	18,72	21,07	23,56	26,18	28,94	31,84	34,88	38,06	41,38	44,83
		F_1 91,38	40,61	22,84	14,62	10,15	7,46	5,71	4,51	3,66	3,02	2,54	2,16	1,86	1,62	1,43	1,26	1,13	1,01	0,91	0,83	0,76	0,69	0,63	0,58
		f_1 0,35	0,78	1,38	2,16	3,11	4,23	5,53	6,99	8,63	10,45	12,43	14,59	16,92	19,43	22,10	24,95	27,98	31,17	34,54	38,08	41,79	45,68	49,74	53,97
PX3 225-33-2	2 × 25	F_0 9,20	4,60	3,07	2,30	1,84	1,53	1,31	1,15	1,02	0,92	0,84	0,77	0,71	0,66	0,61	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,38
		f_0 0,27	0,59	1,03	1,57	2,22	2,97	3,84	4,81	5,89	7,08	8,38	9,78	11,30	12,92	14,65	16,49	18,43	20,49	22,65	24,92	27,30	29,79	32,38	35,09
		F_1 148,19	66,31	37,30	23,87	16,58	12,18	9,32	7,37	5,97	4,93	4,14	3,53	3,04	2,65	2,33	2,06	1,84	1,65	1,49	1,35	1,23	1,13	1,04	0,95
		f_1 0,27	0,61	1,08	1,69	2,43	3,31	4,32	5,47	6,76	8,18	9,73	11,42	13,24	15,20	17,30	19,53	21,89	24,39	27,03	29,80	32,71	35,75	38,92	42,23
PX3 230-33-2	2 × 30	F_0 13,51	6,75	4,50	3,38	2,70	2,25	1,93	1,69	1,50	1,35	1,23	1,13	1,04	0,96	0,90	0,84	0,79	0,75	0,71	0,68	0,64	0,61	0,59	0,56
		f_0 0,22	0,49	0,84	1,29	1,82	2,44	3,15	3,95	4,84	5,82	6,88	8,04	9,28	10,61	12,03	13,54	15,14	16,83	18,61	20,47	22,43	24,47	26,60	28,82
		F_1 221,11	98,27	55,28	35,38	24,57	18,05	13,82	10,92	8,84	7,31	6,14	5,23	4,51	3,93	3,45	3,06	2,73	2,45	2,21	2,01	1,83	1,67	1,54	1,42
		f_1 0,22	0,50	0,89	1,39	2,00	2,72	3,55	4,50	5,55	6,72	7,99	9,38	10,88	12,49	14,21	16,04	17,98	20,04	22,20	24,48	26,87	29,36	31,97	34,69
PX3 235-33-2	2 × 35	F_0 18,60	9,30	6,20	4,65	3,72	3,10	2,66	2,32	2,07	1,86	1,69	1,55	1,43	1,33	1,24	1,16	1,09	1,03	0,98	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77
		f_0 0,19	0,41	0,72	1,09	1,54	2,07	2,68	3,35	4,11	4,94	5,84	6,82	7,87	9,01	10,21	11,49	12,85	14,28	15,79	17,37	19,03	20,76	22,57	24,46
		F_1 307,13	136,50	76,78	49,14	34,13	25,07	19,20	15,17	12,29	10,15	8,53	7,27	6,27	5,46	4,80	4,25	3,79	3,40	3,07	2,79	2,54	2,32	2,13	1,97
		f_1 0,19	0,42	0,75	1,18	1,70	2,31	3,01	3,81	4,71	5,70	6,78	7,96	9,23	10,60	12,06	13,61	15,26	17,00	18,84	20,77	22,80	24,91	27,13	29,44
PX3 240-33-2	2 × 40	F_0 24,43	12,22	8,14	6,11	4,89	4,07	3,49	3,05	2,71	2,44	2,22	2,04	1,88	1,75	1,63	1,53	1,44	1,36	1,29	1,22	1,16	1,11	1,06	1,02
		f_0 0,16	0,36	0,62	0,95	1,34	1,80	2,32	2,91	3,57	4,29	5,07	5,92	6,84	7,82	8,87	9,98	11,16	12,40	13,71	15,08	16,52	18,03	19,60	21,24
		F_1 407,26	181,00	101,81	65,16	45,25	33,24	25,45	20,11	16,29	13,46	11,31	9,64	8,31	7,24	6,36	5,64	5,03	4,51	4,07	3,69	3,37	3,08	2,83	2,61
		f_1 0,16	0,37	0,65	1,02	1,47	2,00	2,62	3,31	4,09	4,95	5,89	6,91	8,02	9,20	10,47	11,82	13,25	14,77	16,36	18,04	19,80	21,64	23,56	25,56
PX3 250-33-2	2 × 50	F_0 38,27	19,14	12,76	9,57	7,65	6,38	5,47	4,78	4,25	3,83	3,48	3,19	2,94	2,73	2,55	2,39	2,25	2,13	2,01	1,91	1,82	1,74	1,66	1,59
		f_0 0,13	0,28	0,49	0,75	1,06	1,42	1,84	2,31	2,82	3,39	4,02	4,69	5,41	6,19	7,02	7,90	8,83	9,82	10,85	11,94	13,08	14,27	15,52	16,81
		F_1 649,79	288,80	162,65	103,97	72,20	53,04	40,61	32,09	25,99	21,68	18,05	15,38	13,26	11,55	10,15	8,99	8,02	7,20	6,50	5,89	5,37	4,91	4,51	4,16
		f_1 0,13	0,29	0,52	0,81	1,17	1,59	2,07	2,62	3,24	3,92	4,66	5,47	6,35	7,29	8,29	9,36	10,48	11,69	12,95	14,28	15,67	17,13	18,65	20,24
PX3 320-33-3	3 × 20	F_0 8,53	4,26	2,84	2,13	1,71	1,42	1,22	1,07	0,95	0,85	0,78	0,71	0,66	0,61	0,57	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,36
		f_0 0,35	0,76	1,31	2,00	2,83	3,80	4,90	6,15	7,53	9,05	10,71	12,50	14,44	16,51	18,72	21,07	23,56	26,18	28,94	31,84	34,88	38,06	41,38	44,83
		F_1 137,07	60,92	34,27	21,93	15,23	11,19	8,57	6,77	5,48	4,53	3,81	3,24	2,80	2,44	2,14	1,90	1,69	1,52	1,37	1,24	1,13	1,04	0,95	0,88
		f_1 0,35	0,78	1,38	2,16	3,11	4,23	5,53	6,99	8,63	10,45	12,43	14,59	16,92	19,43	22,10	24,95	27,98	31,17	34,54	38,08	41,79	45,68	49,74	53,97
PX3 325-33-3	3 × 25	F_0 13,80	6,90	4,60	3,45	2,76	2,30	1,97	1,72	1,53	1,38	1,25	1,15	1,06	0,99	0,92	0,86	0,81	0,77	0,73	0,69	0,66	0,63	0,60	0,57
		f_0 0,27	0,59	1,03	1,57	2,22	2,97	3,84	4,81	5,89	7,08	8,38	9,78	11,30	12,92	14,65	16,49	18,43	20,49	22,65	24,92	27,30	29,79	32,38	35,09
		F_1 223,79	99,46	55,95	35,81	24,87	18,27	13,99	11,05	8,95	7,40	6,22	5,30	4,57	3,98	3,50	3,10	2,76	2,48	2,24	2,03	1,85	1,69	1,55	1,43
		f_1 0,27	0,61	1,08	1,69	2,43	3,31	4,32	5,47	6,76	8,18	9,73	11,42	13,24	15,20	17,30	19,53	21,89	24,39	27,03	29,80	32,71	35,75	38,92	42,23
PX3 330-33-3	3 × 30	F_0 20,26	10,13	6,75	5,07	4,05	3,38	2,89	2,53	2,25	2,03	1,84	1,69	1,56	1,45	1,35	1,27	1,19	1,13	1,07	1,01	0,96	0,92	0,88	0,84
		f_0 0,22	0,49	0,84	1,29	1,82	2,44	3,15	3,95	4,84	5,82	6,88	8,04	9,28	10,61	12,03	13,54	15,14	16,83	18,61	20,47	22,43	24,47	26,60	28,82
		F_1 331,67	147,41	82,92	53,07	36,85	27,07	20,73	16,38	13,27	10,96	9,21	7,85	6,77	5,90	5,18	4,59	4,09	3,67	3,32	3,01	2,74	2,51	2,30	2,12
		f_1 0,22	0,50	0,89	1,39	2,00	2,72	3,55	4,50	5,55	6,72	7,99	9,38	10,88	12,49	14,21	16,04	17,98	20,04	22,20	24,48	26,87	29,36	31,97	34,69
PX3 335-33-3	3 × 35	F_0 27,89	13,95	9,30	6,97	5,58	4,65	3,98	3,49	3,10	2,79	2,54	2,32	2,15	1,99	1,86	1,74	1,64	1,55	1,47	1,39	1,33	1,27	1,21	1,16
		f_0 0,19	0,41	0,72	1,09	1,54	2,07	2,68	3,35	4,11	4,94	5,84	6,82	7,87	9,01	10,21	11,49	12,85	14,28	15,79	17,37	19,03	20,76	22,57	24,45
		F_1 460,59	204,75	115,17	73,71	51,19	37,61	28,79	22,75	18,43	15,23	12,80	10,90	9,40	8,19	7,20	6,38	5,69	5,10	4,61	4,18	3,81	3,48	3,20	2,95
		f_1 0,19	0,42	0,75	1,18	1,70	2,31	3,01	3,81	4,71	5,70	6,78	7,96	9,23	10,60	12,06	13,61	15,26	17,00	18,84	20,77	22,80	24,91	27,13	29,44
PX3 340-33-3	3 × 40	F_0 36,65	18,33	12,22	9,16	7,33	6,11	5,24	4,58	4,07	3,67	3,33	3,05	2,82	2,62	2,44	2,29	2,16	2,04	1,93	1,83	1,75	1,67	1,59	1,53
		f_0 0,16	0,36	0,62	0,95	1,34	1,80	2,32	2,91	3,57	4,29	5,07	5,92	6,84	7,82	8,87	9,98	11,16	12,40	13,71	15,08	16,52	18,03	19,60	21,24
		F_1 610,87	271,50	152,72	97,74	67,87	49,87	38,18	30,17	24,43	20,19	16,97	14,46	12,47	10,86	9,54	8,45	7,54	6,77	6,11	5,54	5,05	4,62	4,24	3,91
		f_1 0,16	0,37	0,65	1,02	1,47	2,00	2,62	3,31	4,09	4,95	5,89	6,91	8,02	9,20	10,47	11,82	13,25	14,77	16,36	18,04	19,80	21,64	23,56	25,56
PX3 350-33-3	3 × 50	F_0 57,41	28,70	19,14	14,35	11,48	9,57	8,20	7,18	6,38	5,74	5,22	4,78	4,42	4,10	3,83	3,59	3,38	3,19	3,02	2,87	2,73	2,61	2,50	2,39
		f_0 0,13	0,28	0,49	0,75	1,06	1,42	1,84	2,31	2,82	3,39	4,02	4,69	5,41	6,19	7,02	7,90	8,83	9,82	10,85	11,94	13,08	14,27	15,52	16,81
		F_1 974,69	433,20	243,67	155,95	108,30	79,57	60,92	48,13	38,99	32,22	27,07	23,07	19,89	17,33	15,23	13,49	12,03	10,80	9,75	8,84	8,06	7,37	6,77	6,24
		f_1 0,13	0,29	0,52	0,81	1,17	1,59	2,07	2,62	3,24	3,92	4,66	5,47	6,35	7,29	8,29	9,36	10,48	11,69	12,95	14,28	15,67	17,13	18,65	20,24
PX3 360-33-3	3 × 60	F_0 82,25	41,13	27,42	20,56	16,45	13,71	11,75	10,28	9,14	8,23	7,48	6,85	6,33	5,88	5,48	5,14	4,84	4,57	4,33	4,11	3,92	3,74	3,58	3,43
		f_0 0,11	0,24	0,41	0,62	0,88	1,18	1,52	1,91	2,34	2,81	3,32	3,88	4,48	5,12	5,81	6,54	7,31	8,12	8,98	9,88	10,83	11,81	12,84	13,91
		F_1 1423,11	632,50	355,78	227,70	158,12	116,17	88,94	70,28	56,92	47,05	39,53	33,68	29,04	25,30	22,24	19,70	17,57	15,77	14,23	12,91	11,76	10,76	9,88	9,11
		f_1 0,11	0,24	0,43	0,67	0,96	1,31	1,72	2,17	2,68	3,24	3,86	4,53	5,25	6,03	6,86	7,74	8,68	9,67	10,72	11,82	12,97	14,18	15,44	16,75
PX3 525-33-5	5 × 25	F_0 22,99	11,50	7,66	5,75	4,60	3,83	3,28	2,87	2,55	2,30	2,09	1,92	1,77	1,64	1,53	1,44	1,35	1,28	1,21	1,15	1,09	1,05	1,00	0,96
		f_0 0,27	0,59	1,03	1,57	2,22	2,97	3,84	4,81	5,89	7,08	8,38	9,78	11,30	12,92	14,65	16,49	18,43	20,49	22,65	24,92	27,30	29,79	32,38	35,09
		F_1 372,98	165,77	93,25	59,68	41,44	30,45	23,31	18,42	14,92	12,33	10,26	8,63	7,61	6,63	5,83	5,16	4,60	4,13	3,73	3,38	3,08	2,82	2,59	2,39
		f_1 0,27	0,61	1,08	1,69	2,43	3,31	4,32	5,47	6,76	8,18	9,73	11,42	13,24	15,20	17,30	19,53	21,89	24,39	27,03	29,80	32,71	35,75	38,92	42,23
PX3 530-33-5	5 × 30	F_0 33,77	16,89	11,26	8,44	6,75	5,63	4,82	4,22	3,75	3,38	3,07	2,81	2,60	2,41	2,25	2,11	1,99	1,88	1,78	1,69	1,61	1,54	1,47	1,41
		f_0 0,22	0,49	0,84	1,29	1,82	2,44	3,15	3,95	4,84	5,82	6,88	8,04	9,28	10,61	12,03	13,54	15,14	16,83	18,61	20,47	22,43	24,47	26,60	28,82
		F_1 552,78	245,68	138,19	88,44	61,42	45,12	34,55	27,30	22,11	18,27	15,35	13,08	11,28	9,83	8,64	7,65	6,82	6,12	5,53	5,01	4,57	4,18	3,84	3,54
		f_1 0,22	0,50	0,89	1,39	2,00	2,72	3,55	4,50	5,55	6,72	7,99	9,38	10,88	12,49	14,21	16,04	17,98	20,04	22,20	24,48	26,87	29,36	31,97	34,69
PX3 535-33-5	5 × 35	F_0 46,49	23,25	15,50	11,62	9,30	7,75	6,64	5,81	5,17	4,65	4,23	3,87	3,58	3,32	3,10	2,91	2,73	2,58	2,45	2,32	2,21	2,11	2,02	1,94
		f_0 0,19	0,41	0,72	1,09	1,54	2,07	2,68	3,35	4,11	4,94	5,84	6,82	7,87	9,01	10,21	11,49	12,85	14,28	15,79	17,37	19,03	20,76	22,57	24,45
		F_1 767,82	341,25	191,96	122,85	85,31	62,68	47,99	37,92	30,71	25,38	21,33	18,17	15,67	13,65	12,00	10,63	9,48	8,51	7,68	6,96	6,35	5,81	5,33	4,91
		f_1 0,19	0,42	0,75	1,18	1,70	2,31	3,01	3,81	4,71	5,70	6,78	7,96	9,23	10,60	12,06	13,61	15,26	17,00	18,84	20,77	22,80	24,91	27,13	29,44
PX3 540-33-5	5 × 40	F_0 61,09	30,54	20,36	15,27	12,22	10,18	8,73	7,64	6,79	6,11	5,55	5,09	4,70	4,36	4,07	3,82	3,59	3,39	3,22	3,05	2,91	2,78	2,66	2,55
		f_0 0,16	0,36	0,62	0,95	1,34	1,80	2,32	2,91	3,57	4,29	5,07	5,92	6,84	7,82	8,87	9,98	11,16	12,40	13,71	15,08	16,52	18,03	19,60	21,24
		F_1 1018,12	452,50	254,53	162,90	113,12	83,11	63,63	50,28	40,72	33,66	28,28	24,10	20,78	18,10	15,91	14,09	12,57	11,28	10,18	9,23	8,41	7,70	7,07	6,52
		f_1 0,16	0,37	0,65	1,02	1,47	2,00	2,62	3,31	4,09	4,95	5,89	6,91	8,02	9,20	10,47	11,82	13,25	14,77	16,36	18,04	19,80	21,64	23,56	25,56
PX3 550-33-5	5 × 50	F_0 95,68	47,84	31,89	23,92	19,14	15,95	13,67	11,96	10,63	9,57	8,70	7,97	7,36	6,83	6,38	5,98	5,63	5,32	5,04	4,78	4,56	4,35	4,16	3,99
		f_0 0,13	0,28	0,49	0,75	1,06	1,42	1,84	2,31	2,82	3,39	4,02	4,69	5,41	6,19	7,02	7,90	8,83	9,82	10,85	11,94	13,08	14,27	15,52	16,81
		F_1 1624,48	721,99	405,12	259,92	180,50	132,61	101,53	80,22	64,98	53,70	45,12	38,45	33,15	28,88	25,38	22,48	20,06	18,00	16,24	14,73	13,43	12,28	11,28	10,40
		f_1 0,13	0,29	0,52	0,81	1,17	1,59	2,07	2,62	3,24	3,92	4,66	5,47	6,35	7,29	8,29	9,36	10,48	11,69	12,95	14,28	15,67	17,13	18,65	20,24
PX3 560-33-5	5 × 60	F_0 137,09	68,54	45,70	34,27	27,42	22,85	19,58	17,14	15,23	13,71	12,46	11,42	10,55	9,79	9,14	8,57	8,06	7,62	7,22	6,85	6,53	6,23	5,96	5,71
		f_0 0,11	0,24	0,41	0,62	0,88	1,18	1,52	1,91	2,34	2,81	3,32	3,88	4,48	5,12	5,81	6,54	7,31	8,12	8,98	9,88	10,83	11,81	12,84	13,91
		F_1 2371,86	1054,16	592,96	379,50	263,54	193,62	148,24	117,13	94,87	78,41	65,88	56,14	48,41	42,17	37,05	32,83	29,28	26,28	23,72	21,51	19,60	17,93	16,47	15,18
		f_1 0,11	0,24	0,43	0,67	0,96	1,31	1,72	2,17	2,68	3,24	3,86	4,53	5,25	6,03	6,86	7,74	8,68	9,67	10,72	11,82	12,97	14,18	15,44	16,75
PX3 570-33-5	5 × 70	F_0 184,85	92,43	61,62	46,21	36,97	30,81	26,41	23,11	20,54	18,49	16,80	15,40	14,22	13,20	12,32	11,55	10,87	10,27	9,73	9,24	8,80	8,40	8,04	7,70
		f_0 0,09	0,20	0,35	0,53	0,75	1,01	1,30	1,63	1,99	2,40	2,83	3,31	3,82	4,37	4,95	5,58	6,24	6,93	7,66	8,43	9,23	10,08	10,95	11,87
		F_1 3260,25	1449,00	815,06	521,64	362,25	266,14	203,77	161,00	130,41	107,78	90,56	77,17	66,54	57,96	50,94	45,12	40,25	36,12	32,60	29,57	26,94	24,65	22,64	20,87
		f_1 0,09	0,21	0,37	0,57	0,82	1,12	1,46	1,85	2,29	2,77	3,29	3,86	4,48	5,14	5,85	6,61	7,41	8,25	9,14	10,08	11,06	12,09	13,17	14,29
PX3 580-33-5	5 × 80	F_0 238,50	119,25	79,50	59,62	47,70	39,75	34,07	29,81	26,50	23,85	21,68	19,87	18,35	17,04	15,90	14,91	14,03	13,25	12,55	11,92	11,36	10,84	10,37	9,94
		f_0 0,08	0,18	0,30	0,46	0,65	0,88	1,13	1,42	1,74	2,09	2,47	2,89	3,33	3,81	4,32	4,86	5,44	6,04	6,68	7,35	8,05	8,78	9,55	10,35
		F_1 4289,65	1906,51	1072,41	686,34	476,63	350,18	268,10	211,83	171,59	141,81	119,16	101,53	87,54	76,26	67,03	59,37	52,96	47,53	42,90	38,91	35,45	32,44	29,79	27,45
		f_1 0,08	0,18	0,32	0,50	0,72	0,98	1,28	1,61	1,99	2,41	2,87	3,37	3,91	4,48	5,10	5,76	6,46	7,19	7,97	8,79	9,64	10,54	11,48	12,45

ZEICHENERKLÄRUNG

- F_0 Einzellast in kN auf einem Lastwürfel 200 mm × 200 mm
- f_0 Durchbiegung in mm bei jeweiliger Einzellast F0
- F_1 gleichmäßig verteilte Last auf einem m²
- f_1 Durchbiegung in mm bei jeweiliger Last F1

1 kN 1000 N = ca. 100 kg

* Werte sind gültig für alle Rutschhemmungen, bei denen der Tragstab rutschhemmend gestanzt ist. Bei allen anderen rutschhemmenden Ausführungen kann die Tabelle „Pressrost S235" verwendet werden.

GRUNDLAGEN

Material S 235
Maschenteilung 33,33 mm × 33,33 mm
Teilsicherheitsbeiwerte nach RAL-GZ 638
Einwirkseite γQ = 1,5
Widerstandseite γM = 1,0

Bei den Werten in der Tabelle handelt es sich um charakteristische Werte. Die erforderlichen Teilsicherheitsbeiwerte wurden bereits berücksichtigt.

Die der Planung zugrundeliegende Auflagerlänge für Metallroste muß mindestens 30mm betragen. Im Betriebszustand darf die Auflagerlänge das Maß von 25 mm nicht unterschreiten. Abweichungen sind zulässig, wenn durch konstruktive Maßnahmen ein Verschieben der Metallroste in Tragrichtung zwangsläufig verhindert ist (siehe auch Merkblatt BGI 588).

BEGEHBARKEIT

HELLGRAU: Bezüglich der Begehbarkeit verweisen wir auf die Festlegungen der Berufsgenossenschaften im Merkblatt BGI 588 und auf die Güte- und Prüfbestimmungen für Gitterroste nach RAL-GZ 638. Hier wird angegeben, dass eine einwandfreie Begehbarkeit gewährleistet ist, wenn Gitterroste so bemessen sind, dass mindestens 1,5 kN Einzellast an ungünstigster Stelle aufgebracht werden kann. Die Lastangriffsfläche beträgt hierbei 200 × 200 mm. Die Durchbiegung unter Belastung darf nicht mehr als 1/200 der Stützweite und der Höhenunterschied von benachbarten Stoßstellen zwischen belasteten und unbelasteten Bodenbelägen nicht mehr als 4 mm betragen.

SCHWARZ: Bei dieser Begrenzung ist bei einer Einzellast von 1,5 kN auf einer Fläche von 200 × 200 mm die Durchbiegung kleiner als L/200.

ROT: Bei einer verteilten Nutzlast von 5kN/m² beträgt die maximale Durchbiegung bei dieser Begrenzung 1/200 der Stützweite.

M-WERT TABELLE

(Anzahl mittragender Tragstäbe)

Tragstabhöhe in mm	Anzahl "m" der durch die Lastverteilung der Querstäbe mittragenden Tragstäbe		
	SchweißrostetMT (ca. 34 × 38)	Pressroste MT (ca. 33 × 33)	Steckroste MT (ca. 33 × 33)
20	2,25	3,33	3,50
25	2,19	3,25	3,38
30	2,13	3,17	3,25
35	2,06	3,08	3,13
40	2,00	3,00	3,00
45	1,94	2,92	2,88
50	1,88	2,83	2,75
55	1,81	2,75	2,63
60	1,75	2,67	2,50
65	1,69	2,58	2,38
70	1,63	2,50	2,25
75	1,56	2,42	2,13
80	1,50	2,33	2,00
85	-	2,25	1,88
90	-	2,17	1,75
95	-	2,08	1,63
100	-	2,00	1,50

MT: Maschenteilung

Position: 1.3 Längsträger UPE100

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-9)

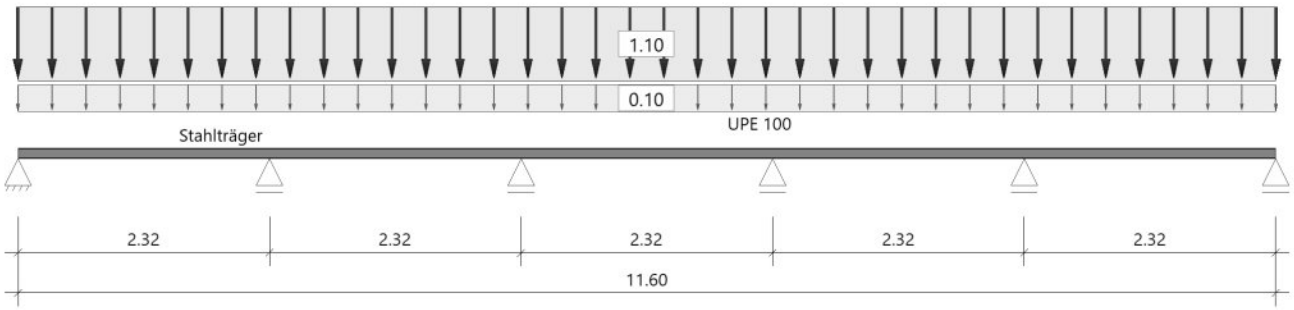
Grundparameter

Stahlträger über 5 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
UPE 100	207	38	40	11	12.5
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	2.32	UPE 100
2	2.32	UPE 100
3	2.32	UPE 100
4	2.32	UPE 100
5	2.32	UPE 100

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	2.32	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	4.64	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	6.96	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	9.28	-1	-1	0.0	0.0	0.0
6	11.60	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		11.60		0.10		Nein	ständig		
	2	GL		11.60		1.10		Ja	sonstig		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	delta gk
2	qk

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 114 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
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

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

[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}
ständig/vorübergehend	UPE 100	Feld 1, x = 2.32	-2.7	-1.21	0.13	

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.10	0.0	0.1	0.1	0.03	11
Feld 2	1.20	0.0	0.1	0.1	0.02	12
Feld 3	1.16	0.0	0.1	0.1	0.02	11
Feld 4	1.12	0.0	0.1	0.1	0.02	12
Feld 5	1.22	0.0	0.1	0.1	0.03	11

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	1.10	2.32	0.00	2.32	0.01	0.1	0.8	0.10	11
Feld 2	1.20	2.32	0.00	2.32	0.0	0.1	0.8	0.07	12
Feld 3	1.16	2.32	0.00	2.32	0.0	0.1	0.8	0.08	11
Feld 4	1.12	2.32	0.00	2.32	0.0	0.1	0.8	0.07	12
Feld 5	1.22	2.32	0.00	2.32	0.01	0.1	0.8	0.10	11

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	0.2	0.2		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.1	1.1		
2	2.32	ständig	0.5	0.5		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.2	3.1		
3	4.64	ständig	0.4	0.4		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.5	3.0		
4	6.96	ständig	0.4	0.4		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.5	3.0		
5	9.28	ständig	0.5	0.5		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.2	3.1		
6	11.60	ständig	0.2	0.2		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.1	1.1		

Position: 1.4 Querträger HEA200

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-9)

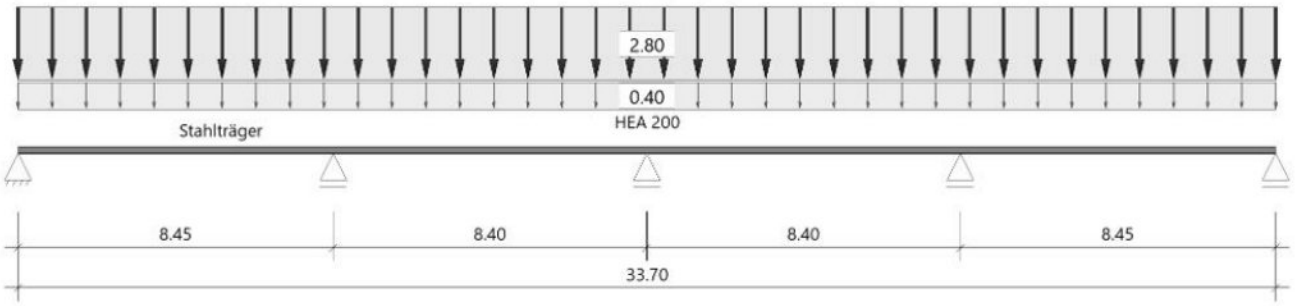
Grundparameter

Stahlträger über 4 Felder, DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	8.45	HEA 200
2	8.40	HEA 200
3	8.40	HEA 200
4	8.45	HEA 200

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.45	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	16.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	25.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	33.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	1	GL		33.70		0.40		Nein	ständig		
	2	GL		33.70		2.80		Ja	sonstig		

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
1	delta gk
2	qk

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1424 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
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12
Basis	:	EN 1993-1-1:2010
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Schadensfolgeklasse	:	CC 2
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0 cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/ 150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/ 300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.49	0.62	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.76

Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}
ständig/vorübergehend	HEA 200	Feld 1, x = 8.45	-27.7	-44.45	0.49	
	HEA 200	Feld 1				0.62

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	0.0	2.1	2.1	0.71	11
Feld 2	4.39	0.0	1.4	1.4	0.48	12
Feld 3	4.01	0.0	1.4	1.4	0.48	11
Feld 4	4.45	0.0	2.1	2.1	0.71	12

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	8.45	0.00	8.45	0.3	2.1	2.8	0.76	11
Feld 2	4.39	8.40	0.00	8.40	0.1	1.4	2.8	0.51	12
Feld 3	4.01	8.40	0.00	8.40	0.1	1.4	2.8	0.51	11
Feld 4	4.45	8.45	0.00	8.45	0.3	2.1	2.8	0.76	12

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

Auflagerkräfte

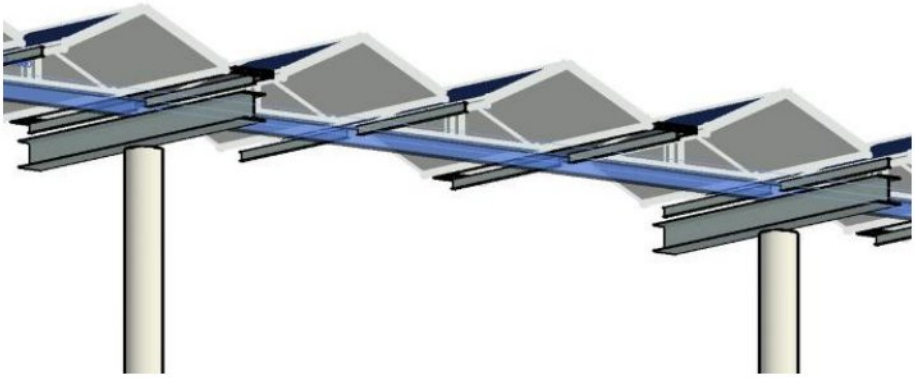
Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	2.7	2.7		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-1.3	10.6		
2	8.45	ständig	7.9	7.9		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-1.9	28.9		
3	16.85	ständig	6.4	6.4		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-5.1	26.9		
4	25.25	ständig	7.9	7.9		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-1.9	28.9		
5	33.70	ständig	2.7	2.7		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-1.3	10.6		

Position 2 - Querträger HEA200

System und Abmessungen

Ausschnitt 3D-Modell: maßgebende Stelle: Becken B2.1 bis B2.3 und B3.1 bis B3.3



2.1 Querträger HEA200: 4-Feldträger, Feldlänge l_1 = 8,45 m, l_2 = 8,40 m, Abstand a = 2,32 m

2.2 Im Feld B2.3 ist der Querträger durch den Windverband unterbrochen:
2-Feldträger, l_1 = 8,45 m, l_2 = 8,40 m, Abstand a = 2,32 m

Querschnitt + Material

Querträger	HEA200
Stahl	S235 JR

Belastung

Eigengewicht $g_k \rightarrow$ wird programmintern angesetzt

Wartungswege b = 50 cm (Pos. 1.3, Lager 2 + 5) ΔG_k = **0,5 kN**

$\rightarrow$ Für die Kabeltrassen gilt vereinfacht der gleiche Lastansatz

PV-Module inkl. Unterkonstruktion

- PV-Module 540-560 W: l x b = 2,27 x 1,13 m, m = 28 kg
- Aufständerung: zugelassenes und geprüftes Trägersystem aus Aluminium, z.B. S:FLEX DREIECK DELTA bestehend aus 2 x Basisdreieck (25°) + 2 x Längsschiene + Querstrebe + Klemmen und Befestigungsmaterial

  m = 2 x 2,30 kg + 2 x 3,0 kg + 1,5 kg + 2,0 kg = 14,1 kg
- Gesamtgewicht je Modul: m = 28,0 + 14,10 = 42,1 kg

→ $\Delta g_{k,PV}$ = 0,421 kN / 1,10 m = 0,40 kN/m
→ je Querträger lagern 2 x ½ Modul auf
→ die Last aus PV-Modulen und Unterkonstruktion wird als konstante Ausbaulast verschmiert auf den Querträger angesetzt:

Δg_{k1} = 2 * 1,10 m * 0,40 kN/m / (2,20 + 0,50 m)
Δg_{k1} = **0,35 kN/m**

Verkehrslast Wartungswege (Pos. 1.3, Lager 2 + 5) Q_k = **3,1 kN**

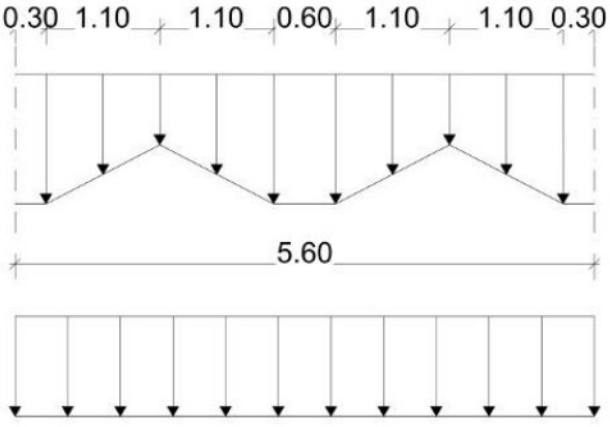
→ Für die Kabeltrassen gilt vereinfacht der gleiche Lastansatz

Windlasten
- Winddruck w_{k1} = (2 * 13,8 / 25 m) * 2,32 m / 2,20 m = **1,16 kN/m**
- Windsog w_{k2} = (2 * 19,7 / 25 m) * 2,32 m / 2,20 m = **1,62 kN/m**
- Reibung w_{k3} = (0,81 / 21 m) * 2,32 m / 2,20 m = 0,04 kN/m
- Auflager unterhalb Träger W_k = (39,4 kN * sin(25) / 25 m) * 2,32 m) * 6 Reihen = 9,30 kN
  M_{wk} = ± 9,30 kN * ½ * (0,19 + 0,30 m) = **2,30 kNm**

→ Windlasten wirken alternativ. Der horizontale Lastabtrag infolge Windreibung gilt über die Auflagerpunkte sowie die Zug- und Druckpfosten als sichergestellt. Bemessung des Windverbands erfolgt gesondert.

Schneelast s_{k1} = 1,25 kN/m²
s_{k2} = 0,68 kN/m²

→ Die Schneelast wird in Trägerlängsrichtung verschmiert:



$\bar{s}_k = \frac{2{,}32*(1{,}2*1{,}25+4*1/2*(0{,}68+1{,}25)*1{,}10)}{5{,}60}$
$\bar{s}_k$ = **2,40 kN/m**

→ Schnee- und Verkehrslast wirken alternativ

<u>Bemessung</u> → Bemessung s. EDV!

Position: 2.1 Querträger HEA200

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

Stahlträger über 4 Felder (e = 232.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Material

Material S235JR

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.00	
Streckgrenze	t ≤	3	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
	t ≤	16	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	3	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²
	t ≤	16	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	8.45	HEA 200
2	8.40	HEA 200
3	8.40	HEA 200
4	8.45	HEA 200

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.45	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	16.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	25.25	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	33.70	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Seitliche Halterung in y-Richtung : Benutzerdefiniert bei x0 = 0.00 m, 2.85 m, 5.65 m, 8.45 m, 11.25 m, 14.05 m, 16.85 m, 19.65 m, 22.45 m, 25.25 m, 28.05 m, 30.85 m und 33.70 m.

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Feld 1	1	kraft	2.60	0.5	kN	ständig		
	2	kraft	3.10	0.5	kN	ständig		
	3	kraft	5.40	0.5	kN	ständig		
	4	kraft	5.90	0.5	kN	ständig		
	5	kraft	2.60	3.1	kN	sonstig	1	2
	6	kraft	3.10	3.1	kN	sonstig	1	2
	7	kraft	5.40	3.1	kN	sonstig	1	2
	8	kraft	5.90	3.1	kN	sonstig	1	2
	9	moment	0.30	2.30	kNm	sonstig		3
	10	moment	0.30	-2.30	kNm	sonstig		3
Feld 2	11	kraft	2.55	0.5	kN	ständig		
	12	kraft	3.05	0.5	kN	ständig		
	13	kraft	8.15	0.5	kN	ständig		
	14	kraft	2.55	3.1	kN	sonstig	1	2
	15	kraft	3.05	3.1	kN	sonstig	1	2
	16	kraft	8.15	3.1	kN	sonstig	1	2
Feld 3	17	kraft	0.25	0.5	kN	ständig		
	18	kraft	5.35	0.5	kN	ständig		
	19	kraft	5.85	0.5	kN	ständig		
	20	kraft	0.25	3.1	kN	sonstig	1	2
	21	kraft	5.35	3.1	kN	sonstig	1	2
	22	kraft	5.85	3.1	kN	sonstig	1	2
Feld 4	23	kraft	2.55	0.5	kN	ständig		
	24	kraft	3.05	0.5	kN	ständig		
	25	kraft	5.35	0.5	kN	ständig		
	26	kraft	5.85	0.5	kN	ständig		
	27	kraft	2.55	3.1	kN	sonstig	1	2
	28	kraft	3.05	3.1	kN	sonstig	1	2
	29	kraft	5.35	3.1	kN	sonstig	1	2
	30	kraft	5.85	3.1	kN	sonstig	1	2

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
1	delta Gk
2	delta Gk
3	delta Gk
4	delta Gk
5	Qk
6	Qk
7	Qk
8	Qk
9	MQk = 9,3 * 0,5 * (0,19+0,30)

Nr	Bezeichnung
10	MQk = 9,3 * 0,5 * (0,19+0,30)
11	delta Gk
12	delta Gk
13	delta Gk
14	Qk
15	Qk
16	Qk
17	delta Gk
18	delta Gk
19	delta Gk
20	Qk
21	Qk
22	Qk
23	delta Gk
24	delta Gk
25	delta Gk
26	delta Gk
27	Qk
28	Qk
29	Qk
30	Qk

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	31	GL		33.70		0.35		Nein	ständig		
	32	GL		33.70		1.16		Ja	Wind		1
	33	GL		33.70		-1.62		Ja	Wind		1
	34	GL		33.70		2.40		Ja	Schnee		2

Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
31	delta gk
32	wk1
33	wk2
34	sk

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1424 kg mit Gamma = 78.50 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Basis	:	EN 1993-1-1:2010	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Schadensfolgeklasse	:	CC 2	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	elastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.57	0.58	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.90

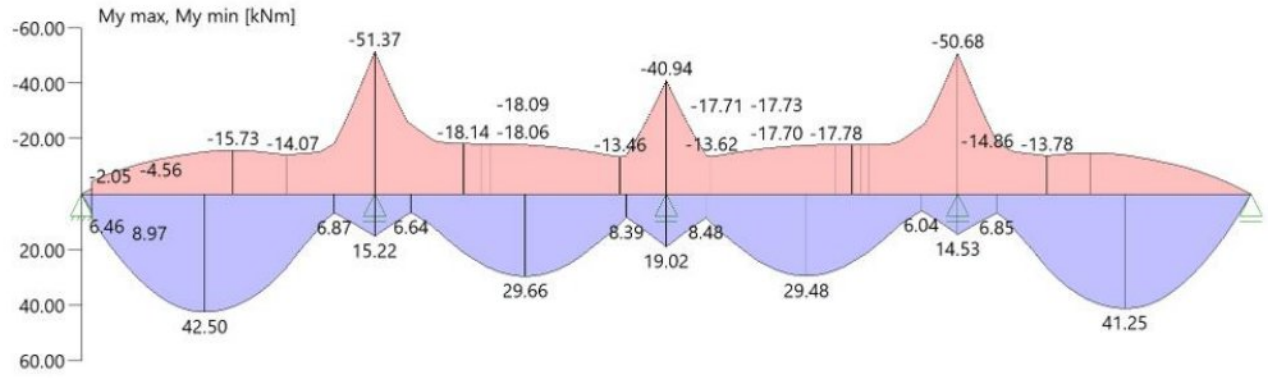
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 200	Feld 1, x = 8.45	-31.8	-51.37	0.57	0.58	194

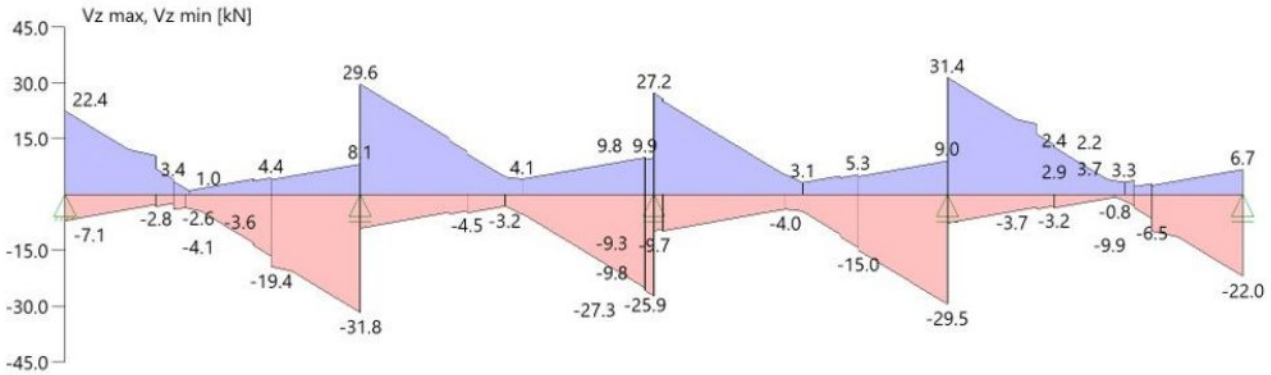
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	QkI	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	GI	η	Lfk
8.45	1	0.0	51.37	8.78	0.58	4

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 8.78)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.58**

$M_{y,Ed}$	=	51.37	kNm
M_{cr}	=	406.82	kNm
λ_{lt}	=	0.50	
χ_{lt}	=	0.96	
$M_{y,Rk}$	=	101.24	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 4 bei x = 8.45 m nach Gl. (8.78) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	0.0	2.5	2.5	0.84	11
Feld 2	4.29	0.0	1.6	1.6	0.54	12
Feld 3	4.08	0.0	1.6	1.6	0.53	13
Feld 4	4.45	0.0	2.5	2.5	0.82	14

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	8.45	0.00	8.45	0.5	2.5	2.8	0.90	11
Feld 2	4.29	8.40	0.00	8.40	0.1	1.6	2.8	0.58	12
Feld 3	4.08	8.40	0.00	8.40	0.1	1.6	2.8	0.57	13
Feld 4	4.45	8.45	0.00	8.45	0.5	2.5	2.8	0.87	14

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	3.3	3.3		
		Windlasten	-6.1	4.4		
		Schnee H < 1000 m	-1.1	9.0		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.3	4.9		
2	8.45	ständig	9.6	9.6		
		Windlasten	-16.7	12.0		
		Schnee H < 1000 m	-1.6	24.8		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.4	13.8		
3	16.85	ständig	7.2	7.2		
		Windlasten	-15.6	11.1		
		Schnee H < 1000 m	-4.4	23.0		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.1	7.5		
4	25.25	ständig	9.6	9.6		
		Windlasten	-16.7	12.0		
		Schnee H < 1000 m	-1.6	24.8		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.03	13.4		
5	33.70	ständig	3.3	3.3		
		Windlasten	-6.1	4.4		
		Schnee H < 1000 m	-1.1	9.0		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	0.0	4.6		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	22.4	
		Lk 2	-7.1	
2	8.45	Lk 4	61.4	
		Lk 3	-17.2	
3	16.85	Lk 7	54.5	
		Lk 6	-19.6	
4	25.25	Lk 9	60.9	
		Lk 8	-16.7	
5	33.70	Lk 5	22.0	
		Lk 10	-6.7	

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	Grp	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	0	31	0.35	0.35	0.00	33.70
L 2	1	ständig	0	1	0.50	*	2.60	*
				2	0.50	*	3.10	*
				3	0.50	*	5.40	*
				4	0.50	*	5.90	*
L 3	2	ständig	0	11	0.50	*	2.55	*
				12	0.50	*	3.05	*
				13	0.50	*	8.15	*
L 4	3	ständig	0	17	0.50	*	0.25	*
				18	0.50	*	5.35	*
				19	0.50	*	5.85	*
L 5	4	ständig	0	23	0.50	*	2.55	*
				24	0.50	*	3.05	*
				25	0.50	*	5.35	*
				26	0.50	*	5.85	*
L 6	1	sonstig	1	5	3.10	*	2.60	*

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	Grp	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 7	1	sonstig	1	6	3.10	*	3.10	*
L 8	1	sonstig	1	7	3.10	*	5.40	*
L 9	1	sonstig	1	8	3.10	*	5.90	*
L 10	2	sonstig	1	14	3.10	*	2.55	*
L 11	2	sonstig	1	15	3.10	*	3.05	*
L 12	2	sonstig	1	16	3.10	*	8.15	*
L 13	3	sonstig	1	20	3.10	*	0.25	*
L 14	3	sonstig	1	21	3.10	*	5.35	*
L 15	3	sonstig	1	22	3.10	*	5.85	*
L 16	4	sonstig	1	27	3.10	*	2.55	*
L 17	4	sonstig	1	28	3.10	*	3.05	*
L 18	4	sonstig	1	29	3.10	*	5.35	*
L 19	4	sonstig	1	30	3.10	*	5.85	*
L 20	1	sonstig	0	9	0.00	*	0.30	*
L 21	1	sonstig	0	10	0.00	*	0.30	*
L 22	1	Wind	0	32	1.16	1.16	0.00	8.45
L 23	2	Wind	0	32	1.16	1.16	0.00	8.40
L 24	3	Wind	0	32	1.16	1.16	0.00	8.40
L 25	4	Wind	0	32	1.16	1.16	0.00	8.45
L 26	1	Wind	0	33	-1.62	-1.62	0.00	8.45
L 27	2	Wind	0	33	-1.62	-1.62	0.00	8.40
L 28	3	Wind	0	33	-1.62	-1.62	0.00	8.40
L 29	4	Wind	0	33	-1.62	-1.62	0.00	8.45
L 30	1	Schnee	0	34	2.40	2.40	0.00	8.45
L 31	2	Schnee	0	34	2.40	2.40	0.00	8.40
L 32	3	Schnee	0	34	2.40	2.40	0.00	8.40
L 33	4	Schnee	0	34	2.40	2.40	0.00	8.45

Teil 1/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
L 4	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
L 5	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00
L 6								
L 7								
L 8								
L 9								
L 10								
L 11								
L 12								
L 13								
L 14								
L 15								
L 16								
L 17								
L 18								
L 19								
L 20		1.20		1.20		1.20		
L 21	1.20		1.20		1.20		1.20	1.20
L 22	0.90			0.90				
L 23				0.90	0.90		0.90	
L 24	0.90						0.90	
L 25				0.90	0.90			
L 26		**1.50**	**1.50**					**1.50**
L 27			**1.50**			**1.50**		
L 28		**1.50**				**1.50**		**1.50**
L 29			**1.50**					**1.50**
L 30	**1.50**			**1.50**		0.75		
L 31		0.75		**1.50**	**1.50**		**1.50**	0.75
L 32	**1.50**		0.75				**1.50**	

gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 3	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8
L 33		0.75		**1.50**	**1.50**	0.75		
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.35	1.00

Teil 2/2 - maßgebliche Kombinationen

gen. Last	Lk 9	Lk 10	Lk 11	Lk 12	Lk 13	Lk 14
L 1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 4	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 5	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L 6						
L 7						
L 8						
L 9						
L 10						
L 11						
L 12						
L 13						
L 14						
L 15						
L 16						
L 17						
L 18						
L 19						
L 20	1.20	1.20	0.80		0.80	
L 21				0.80		0.80
L 22	0.90		0.60			
L 23						0.60
L 24	0.90		0.60			
L 25	0.90					0.60
L 26				0.60		
L 27		**1.50**			0.60	
L 28				0.60		
L 29		**1.50**			0.60	
L 30	**1.50**	0.75	**1.00**		**1.00**	
L 31				**1.00**		**1.00**
L 32	**1.50**	0.75	**1.00**		**1.00**	
L 33	**1.50**			**1.00**		**1.00**
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Position: 2.2 Querträger HEA200

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-13)

Grundparameter

Stahlträger über 2 Felder (e = 232.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Material

Material S235JR

	E_k	= 210000	N/mm²	G_k	= 80769	N/mm²
	γ	= 78.50	kN/m³	μ	= 0.30	
				β_w	= 0.00	
Streckgrenze	t ≤	3	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
	t ≤	16	mm	f_{yk}	= 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t ≤	3	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²
	t ≤	16	mm	f_{uk}	= 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 200	3692	1336	389	134	53.8
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	0.00	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	8.45	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	16.85	-1	-1	0.0	0.0	0.0
*) -1 = starr, 0 = frei, > 0 = elastisch						

Seitliche Halterung in y-Richtung : Benutzerdefiniert bei x0 = 0.00 m, 2.85 m, 5.65 m, 8.45 m, 11.25 m, 14.05 m und 16.85 m.

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Feld 1	1	kraft	2.60	0.5	kN	ständig		
	2	kraft	3.10	0.5	kN	ständig		
	3	kraft	5.40	0.5	kN	ständig		
	4	kraft	5.90	0.5	kN	ständig		
	5	kraft	2.60	3.1	kN	sonstig	1	2
	6	kraft	3.10	3.1	kN	sonstig	1	2
	7	kraft	5.40	3.1	kN	sonstig	1	2
	8	kraft	5.90	3.1	kN	sonstig	1	2
	9	moment	0.30	2.30	kNm	sonstig		3
	10	moment	0.30	-2.30	kNm	sonstig		3
Feld 2	11	kraft	2.55	0.5	kN	ständig		
	12	kraft	3.05	0.5	kN	ständig		
	13	kraft	8.15	0.5	kN	ständig		
	14	kraft	2.55	3.1	kN	sonstig	1	2
	15	kraft	3.05	3.1	kN	sonstig	1	2
	16	kraft	8.15	3.1	kN	sonstig	1	2

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
1	delta Gk
2	delta Gk
3	delta Gk
4	delta Gk
5	Qk
6	Qk
7	Qk
8	Qk
9	MQk = 9,3 * 0,5 * (0,19+0,30)
10	MQk = 9,3 * 0,5 * (0,19+0,30)
11	delta Gk
12	delta Gk
13	delta Gk
14	Qk
15	Qk
16	Qk

Streckenlasten

Bezug	Nr	Art	A [m]	L1 [m]	L2 [m]	W1 [kN/m]	W2 [kN/m]	wirkt Feldweise	EG	Zus	Alt
System	17	GL		16.85		0.35		Nein	ständig		
	18	GL		16.85		1.16		Ja	Wind		1
	19	GL		16.85		-1.62		Ja	Wind		1
	20	GL		16.85		2.40		Ja	Schnee		2

Der Systembezug einer gleichzeitig feldweise und alternativen Last bleibt erhalten!

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

Lastbezeichnungen

Nr	Bezeichnung
17	delta gk
18	wk1
19	wk2
20	sk

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 712 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\gamma_{F,inf}$	$\gamma_{F,sup}$
ständig				1.00	1.35
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Basis	:	EN 1993-1-1:2010	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Schadensfolgeklasse	:	CC 2	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	elastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.60	0.61	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.84

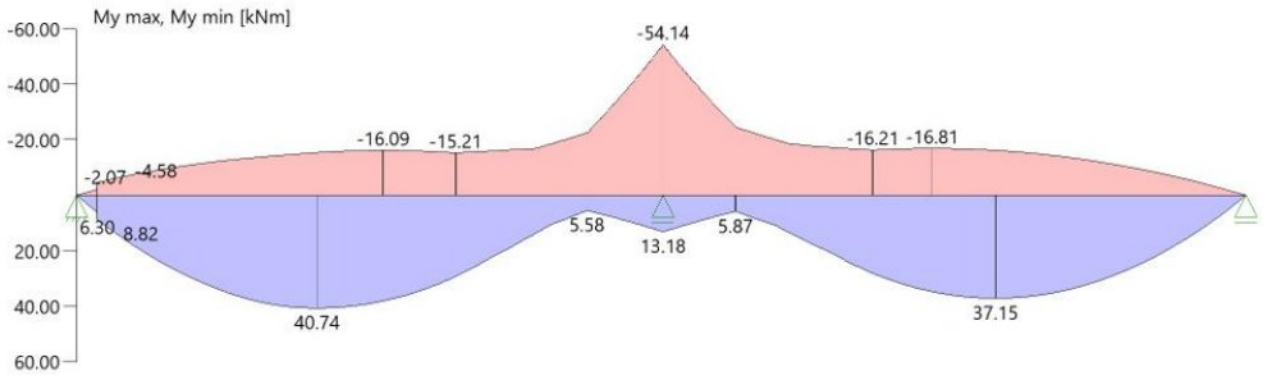
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 200	Feld 1, x = 8.45	-32.1	-54.14	0.60	0.61	116

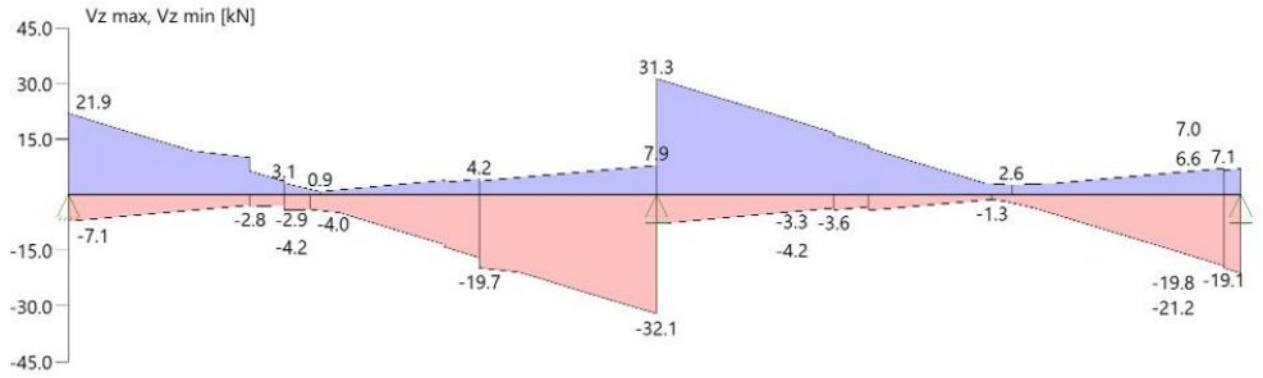
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Stabilität

Stabilitätsnachweis

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
8.45	1	0.0	54.14	8.78	0.61	5

Stabilitätsnachweis einachsige Biegung ohne Normalkraft (Gl. 8.78)

$M_{y,Ed} / (\chi_{lt} * M_{y,Rd}) =$ **0.61**

$M_{y,Ed}$	=	54.14	kNm
M_{cr}	=	406.65	kNm
λ_{lt}	=	0.50	
χ_{lt}	=	0.96	
$M_{y,Rk}$	=	101.24	kNm
γ_{M1}	=	1.10	

Nachweis für Lk 5 bei x = 8.45 m nach Gl. (8.78) erfüllt.

Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	0.0	2.4	2.4	0.79	8
Feld 2	4.42	0.0	2.1	2.1	0.71	9

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Feld 1	4.00	8.45	0.00	8.45	0.4	2.4	2.8	0.84	8
Feld 2	4.42	8.40	0.00	8.40	0.3	2.1	2.8	0.76	9

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	0.00	ständig	3.2	3.2		
		Windlasten	-6.0	4.3		
		Schnee H < 1000 m	-1.2	8.9		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.3	4.9		
2	8.45	ständig	10.3	10.3		
		Windlasten	-17.1	12.2		
		Schnee H < 1000 m		25.3		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.4	14.1		
3	16.85	ständig	3.0	3.0		
		Windlasten	-6.0	4.3		
		Schnee H < 1000 m	-1.3	8.8		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.1	3.5		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	0.00	Lk 1	21.9	
		Lk 2	-7.1	
2	8.45	Lk 5	63.4	
		Lk 4	-15.7	
3	16.85	Lk 6	21.2	
		Lk 7	-7.0	

Maßgebliche Kombinationen

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	Grp	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 1	*	ständig	0	17	0.35	0.35	0.00	16.85
L 2	1	ständig	0	1	0.50	*	2.60	*
				2	0.50	*	3.10	*
				3	0.50	*	5.40	*
				4	0.50	*	5.90	*

In der folgende Tabelle sind die Lasten mit der internen Nummer angegeben. Die anschließende Tabelle der maßgeblichen Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

generierte Last	Feld	Ewg	Grp	orig. Last	W1	W2	A [m]	L [m]
L 3	2	ständig	0	11	0.50	*	2.55	*
				12	0.50	*	3.05	*
				13	0.50	*	8.15	*
L 4	1	sonstig	1	5	3.10	*	2.60	*
L 5	1	sonstig	1	6	3.10	*	3.10	*
L 6	1	sonstig	1	7	3.10	*	5.40	*
L 7	1	sonstig	1	8	3.10	*	5.90	*
L 8	2	sonstig	1	14	3.10	*	2.55	*
L 9	2	sonstig	1	15	3.10	*	3.05	*
L 10	2	sonstig	1	16	3.10	*	8.15	*
L 11	1	sonstig	0	9	0.00	*	0.30	*
L 12	1	sonstig	0	10	0.00	*	0.30	*
L 13	1	Wind	0	18	1.16	1.16	0.00	8.45
L 14	2	Wind	0	18	1.16	1.16	0.00	8.40
L 15	1	Wind	0	19	-1.62	-1.62	0.00	8.45
L 16	2	Wind	0	19	-1.62	-1.62	0.00	8.40
L 17	1	Schnee	0	20	2.40	2.40	0.00	8.45
L 18	2	Schnee	0	20	2.40	2.40	0.00	8.40

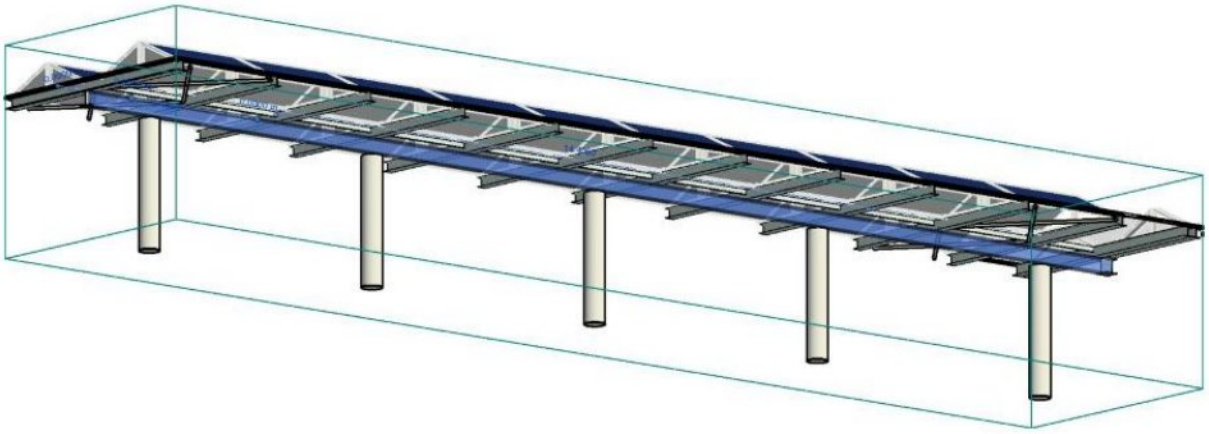
gen. Last	Lk 1	Lk 2	Lk 4	Lk 5	Lk 6	Lk 7	Lk 8	Lk 9
L 1	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
L 2	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
L 3	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00
L 4								
L 5								
L 6								
L 7								
L 8								
L 9								
L 10								
L 11		1.20		1.20		1.20	0.80	
L 12	1.20		1.20		1.20			0.80
L 13	0.90			0.90			0.60	
L 14				0.90	0.90			0.60
L 15		**1.50**	**1.50**					
L 16			**1.50**			**1.50**		
L 17	**1.50**			**1.50**		0.75	**1.00**	
L 18		0.75		**1.50**	**1.50**			**1.00**
Eigengewicht	1.35	1.00	1.00	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00

Position 3 - Längsträger HEA300

System und Abmessungen

Position 3.1

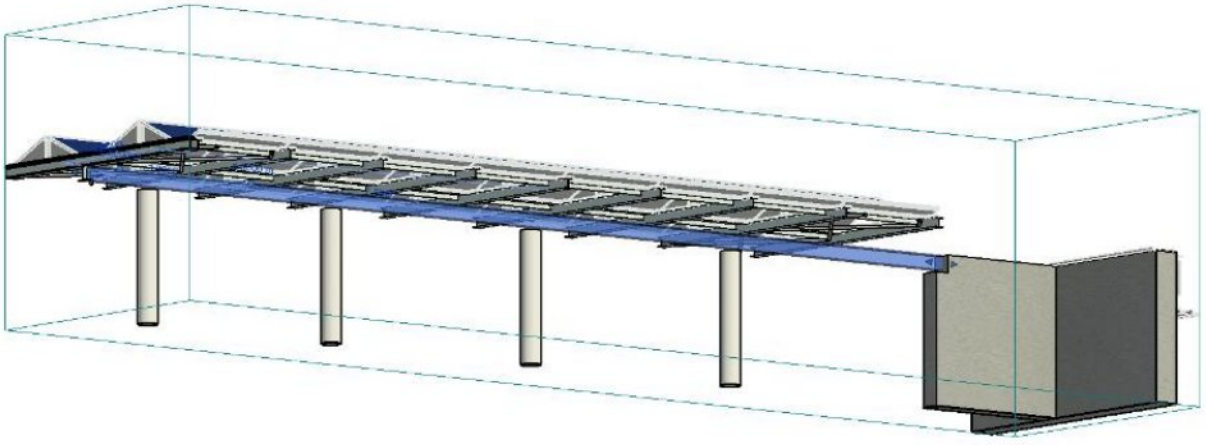
Ausschnitt 3D-Modell: maßgebende Stelle: Becken B1.2 bis B3.2



Längsträger HEA300: 4-Feldträger, Feldlänge l_1 = 5,50 m, l_k = 1,50 m, Abstand a = 8,40 m

Position 3.2

Ausschnitt 3D-Modell: maßgebende Stelle: Becken B2.1 bis B3.1



Längsträger HEA300: 4-Feldträger, Feldlänge l_1 = 4,60 m, l_2 = 5,0 m, $l_{k,li}$ = 1,50 m,
Abstand a = 8,40 m

Querschnitt + Material

Längsträger	HEA300
Stahl	S235 JR

Belastung

Eigengewicht $g_k \rightarrow$ wird programmintern angesetzt

Aus Position 1.4
G_{k1} = **7,9 kN**
Q_{k1} = **28,9 kN**

Aus Position 2
Belastung inf. Eigengewicht + Ausbaulast + Schnee (LE) + Wind ist maßgebend
Lager 2 bzw. 4, LK 4 und 9:
→ A_{d1} = 60,9 kN

G_{k2} = **9,6 kN**
W_{k1} = **12,0 kN**
W_{k2} = **- 16,7 kN**
S_{k1} = **24,8 kN**

Bemessung
→ 3.1 Feld B1.2 bis B3.2
→ 3.2 Feld B2.1 bis B3.1
→ Bemessung s. EDV!

Position: 3.1 Längsträger HEA300

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-10)

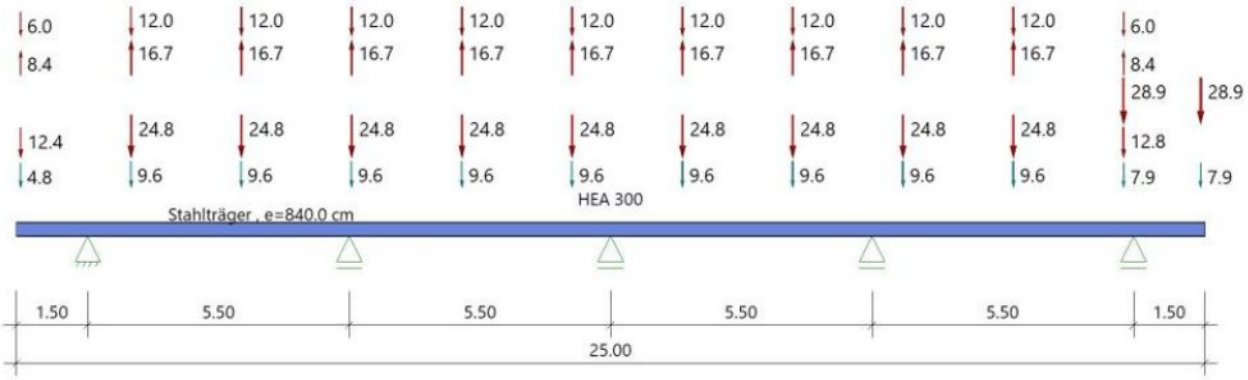
Grundparameter

Stahlträger über 4 Felder (e = 840.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Material

Material S235JR

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k = 80769	N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ = 0.30	
					β_W = 0.00	
Streckgrenze	t	≤	3	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
	t	≤	16	mm	f_{yk} = 235.00	N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	3	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²
	t	≤	16	mm	f_{uk} = 360.00	N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 300	18300	6310	1260	421	113.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	5.50	HEA 300
2	5.50	HEA 300
3	5.50	HEA 300
4	5.50	HEA 300
Kra Links	1.50	HEA 300
Kra Rechts	1.50	HEA 300

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *)		
				Φ_x [kNm/rad]	Φ_y [kNm/rad]	Φ_z [kNm/rad]
1	1.50	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	7.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	12.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	18.00	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	23.50	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Kragarm links	1	kraft	0.09	4.8	kN	ständig		
	2	kraft	0.09	6.0	kN	Wind	1	1
	3	kraft	0.09	12.4	kN	Schnee		
	4	kraft	0.09	-8.4	kN	Wind	2	1
Feld 1	5	kraft	0.91	9.6	kN	ständig		
	6	kraft	3.23	9.6	kN	ständig		
	7	kraft	0.91	12.0	kN	Wind	1	1
	8	kraft	3.23	12.0	kN	Wind	1	1
	9	kraft	0.91	24.8	kN	Schnee		
	10	kraft	3.23	24.8	kN	Schnee		
	11	kraft	0.91	-16.7	kN	Wind	2	1
	12	kraft	3.23	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 2	13	kraft	0.05	9.6	kN	ständig		
	14	kraft	2.37	9.6	kN	ständig		
	15	kraft	4.69	9.6	kN	ständig		
	16	kraft	0.05	12.0	kN	Wind	1	1
	17	kraft	2.37	12.0	kN	Wind	1	1
	18	kraft	4.69	12.0	kN	Wind	1	1
	19	kraft	0.05	24.8	kN	Schnee		
	20	kraft	2.37	24.8	kN	Schnee		
	21	kraft	4.69	24.8	kN	Schnee		
	22	kraft	0.05	-16.7	kN	Wind	2	1
	23	kraft	2.37	-16.7	kN	Wind	2	1
	24	kraft	4.69	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 3	25	kraft	1.51	9.6	kN	ständig		
	26	kraft	3.83	9.6	kN	ständig		
	27	kraft	1.51	12.0	kN	Wind	1	1
	28	kraft	3.83	12.0	kN	Wind	1	1
	29	kraft	1.51	24.8	kN	Schnee		
	30	kraft	3.83	24.8	kN	Schnee		
	31	kraft	1.51	-16.7	kN	Wind	2	1
	32	kraft	3.83	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 4	33	kraft	0.65	9.6	kN	ständig		
	34	kraft	2.97	9.6	kN	ständig		
	35	kraft	5.29	7.9	kN	ständig		
	36	kraft	0.65	12.0	kN	Wind	1	1
	37	kraft	2.97	12.0	kN	Wind	1	1
	38	kraft	5.29	6.0	kN	Wind	1	1
	39	kraft	5.29	28.9	kN	sonstig		
	40	kraft	0.65	24.8	kN	Schnee		
	41	kraft	2.97	24.8	kN	Schnee		
	42	kraft	5.29	12.8	kN	Schnee		
	43	kraft	0.65	-16.7	kN	Wind	2	1
	44	kraft	2.97	-16.7	kN	Wind	2	1
	45	kraft	5.29	-8.4	kN	Wind	2	1

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Kragarm rechts	46 47	kraft kraft	1.41 1.41	7.9 28.9	kN kN	ständig sonstig		

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
1	0,50 * Gk2
2	0,50 * Wk1
3	0,50 * Sk
4	0,50 * Wk2
5	Gk2
6	Gk2
7	Wk
8	Wk
9	Sk
10	Sk
11	Wk2
12	Wk2
13	Gk2
14	Gk2
15	Gk2
16	Wk
17	Wk
18	Wk
19	Sk
20	Sk
21	Sk
22	Wk2
23	Wk2
24	Wk2
25	Gk2
26	Gk2
27	Wk
28	Wk
29	Sk
30	Sk
31	Wk2
32	Wk2
33	Gk2
34	Gk2
35	Gk1
36	Wk
37	Wk
38	0,50 * Wk1
39	Qk
40	Sk
41	Sk
42	0,50 * Sk
43	Wk2
44	Wk2
45	0,50 * Wk2
46	Gk1
47	Qk

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 2218 kg mit Gamma = 78.50 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
Windlasten	0.60	0.20	0.00		1.50
Schnee H < 1000 m	0.50	0.20	0.00		1.50
sonstige veränderliche Einwirkungen	0.80	0.70	0.50		1.50

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Basis	:	EN 1993-1-1:2010	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Schadensfolgeklasse	:	CC 2	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	elastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit	ständig/vorübergehend	0.40	0.33	
Gebrauchstauglichkeit	charakteristisch			0.42

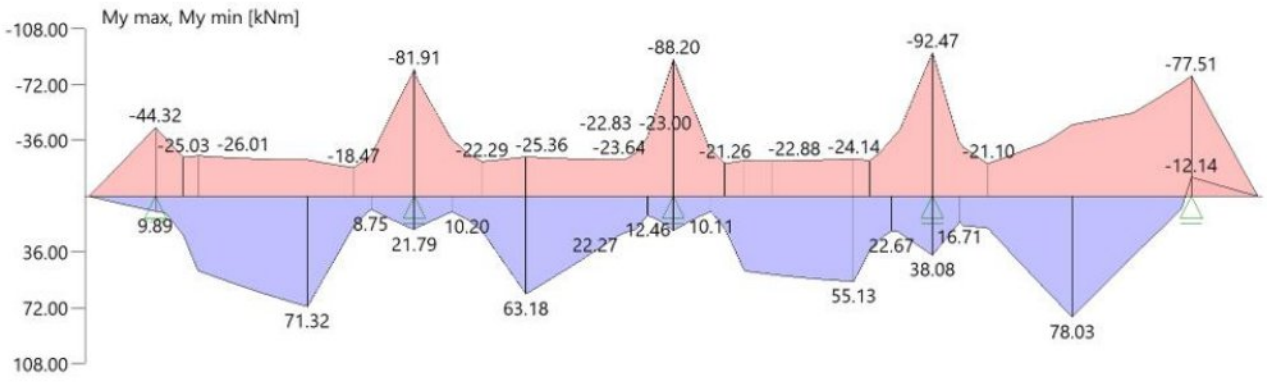
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 300	Feld 2, x = 7.00	115.2	-81.91	0.40		2
	HEA 300	Kragarm links				0.33	6

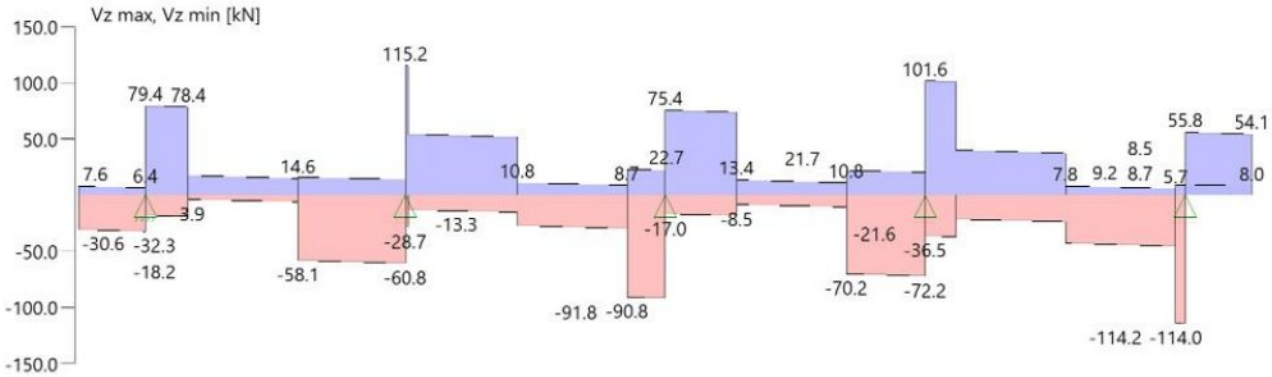
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	0.0	-0.3	0.3	0.09	13
Feld 1	2.61	0.0	0.3	0.3	0.11	13
Feld 2	2.89	0.0	0.2	0.2	0.08	14
Feld 3	2.89	0.0	0.3	0.3	0.09	13
Feld 4	2.89	0.0	0.3	0.3	0.11	14
Kra re	1.50	0.0	0.4	0.4	0.14	12

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	1.50	0.00	1.50	0.1	0.3	1.0	0.27	0
Feld 1	2.61	5.50	0.00	5.50	0.03	0.3	1.8	0.18	13
Feld 2	2.89	5.50	0.00	5.50	0.03	0.2	1.8	0.13	14
Feld 3	2.89	5.50	0.00	5.50	0.03	0.3	1.8	0.15	13
Feld 4	2.89	5.50	0.00	5.50		0.3	1.8	0.17	14
Kra re	1.50	1.50	0.00	1.50		0.4	1.0	0.42	0

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	1.50	ständig	19.7	19.7		
		Windlasten	-28.1	20.2		
		Schnee H < 1000 m	-2.8	44.6		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.02	0.1		
2	7.00	ständig	29.3	29.3		
		Windlasten	-42.2	30.3		
		Schnee H < 1000 m	-10.1	72.7		
		sonstige veränderliche Einwirkungen	-0.8	0.1		
3	12.50	ständig	27.2	27.2		
		Windlasten	-37.8	27.2		

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
		Schnee H < 1000 m sonstige veränderliche Einwirkungen	-11.9 -0.5	68.1 3.2		
4	18.00	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m sonstige veränderliche Einwirkungen	27.5 -44.1 -5.2 -11.9	27.5 31.7 70.6 1.8		
5	23.50	ständig Windlasten Schnee H < 1000 m sonstige veränderliche Einwirkungen	25.4 -14.9 -3.2	25.4 10.7 25.7 65.8		

Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	1.50	Lk 8 Lk 9	111.7 -24.6	
2	7.00	Lk 2 Lk 1	176.0 -42.5	
3	12.50	Lk 4 Lk 3	167.2 -39.0	
4	18.00	Lk 6 Lk 5	173.8 -56.7	
5	23.50	Lk 11 Lk 10	161.4 0.7	

Position: 3.2 Längsträger HEA300

Durchlaufträger DLT+ (FRILO 2026-0-10)

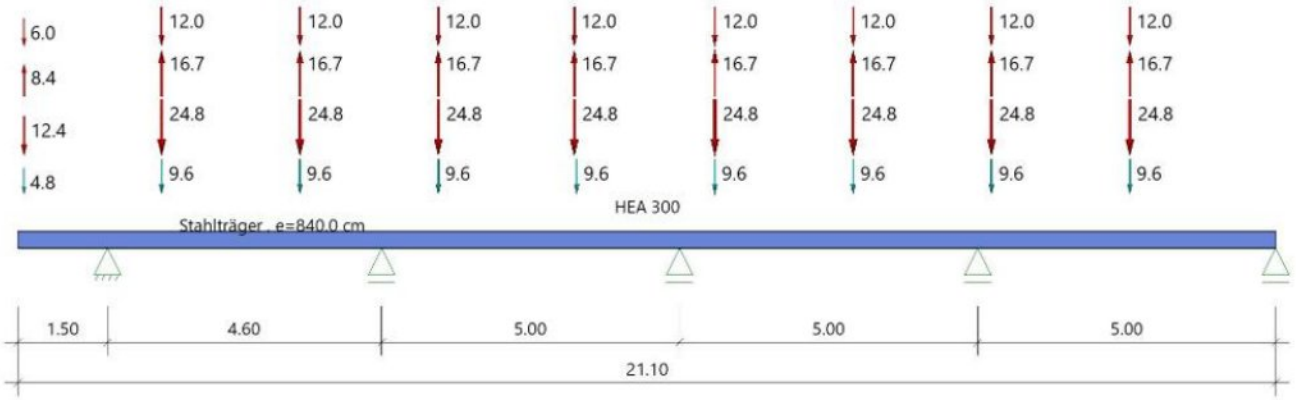
Grundparameter

Stahlträger über 4 Felder (e = 840.0 cm) , DIN EN 1993-1-1/NA:2025-04

Stahlgüte: S235JR

System

Systembild



Material

Material S235JR

	E_k	=	210000	N/mm²	G_k =	80769 N/mm²
	γ	=	78.50	kN/m³	μ =	0.30
					β_W =	0.00
Streckgrenze	t	≤	3	mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
	t	≤	16	mm	f_{yk} =	235.00 N/mm²
Zugfestigkeit	t	≤	3	mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²
	t	≤	16	mm	f_{uk} =	360.00 N/mm²

Geometrie

Querschnitte

Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
HEA 300	18300	6310	1260	421	113.0
Querschnitt ist konstant über gesamte Trägerlänge.					

Felder

Feld	Länge [m]	Querschnitt
1	4.60	HEA 300
2	5.00	HEA 300
3	5.00	HEA 300
4	5.00	HEA 300
Kra Links	1.50	HEA 300

Auflager (Lagerbedingungen)

Nr	x [m]	uy [kN/m]	uz [kN/m]	Verdrehungen *) Φx [kNm/rad]	Φy [kNm/rad]	Φz [kNm/rad]
1	1.50	-1	-1	-1	0.0	0.0
2	6.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0
3	11.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0
4	16.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0
5	21.10	-1	-1	0.0	0.0	0.0

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

Seitliche Halterung in y-Richtung : an den Lagern am Obergurt

Lasten

Einzellasten und Momente

Bezug	Nr	Art	A [m]	W	[ ]	EG	Zus	Alt
Kragarm links	1	kraft	0.10	4.8	kN	ständig		
	2	kraft	0.10	6.0	kN	Wind	1	1
	3	kraft	0.10	12.4	kN	Schnee		
	4	kraft	0.10	-8.4	kN	Wind	2	1
Feld 1	5	kraft	0.91	9.6	kN	ständig		
	6	kraft	3.23	9.6	kN	ständig		
	7	kraft	0.91	12.0	kN	Wind	1	1
	8	kraft	3.23	12.0	kN	Wind	1	1
	9	kraft	0.91	24.8	kN	Schnee		
	10	kraft	3.23	24.8	kN	Schnee		
	11	kraft	0.91	-16.7	kN	Wind	2	1
	12	kraft	3.23	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 2	13	kraft	0.95	9.6	kN	ständig		
	14	kraft	3.27	9.6	kN	ständig		
	15	kraft	0.95	12.0	kN	Wind	1	1
	16	kraft	3.23	12.0	kN	Wind	1	1
	17	kraft	0.95	24.8	kN	Schnee		
	18	kraft	3.23	24.8	kN	Schnee		
	19	kraft	0.95	-16.7	kN	Wind	2	1
	20	kraft	3.23	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 3	21	kraft	0.59	9.6	kN	ständig		
	22	kraft	2.91	9.6	kN	ständig		
	23	kraft	0.59	12.0	kN	Wind	1	1
	24	kraft	2.91	12.0	kN	Wind	1	1
	25	kraft	0.59	24.8	kN	Schnee		
	26	kraft	2.91	24.8	kN	Schnee		
	27	kraft	0.59	-16.7	kN	Wind	2	1
	28	kraft	2.91	-16.7	kN	Wind	2	1
Feld 4	29	kraft	0.23	9.6	kN	ständig		
	30	kraft	2.55	9.6	kN	ständig		
	31	kraft	0.23	12.0	kN	Wind	1	1
	32	kraft	2.55	12.0	kN	Wind	1	1
	33	kraft	0.23	24.8	kN	Schnee		
	34	kraft	2.55	24.8	kN	Schnee		
	35	kraft	0.23	-16.7	kN	Wind	2	1
	36	kraft	2.55	-16.7	kN	Wind	2	1

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
1	0,50 * Gk2
2	0,50 * Wk1
3	0,50 * Sk
4	0,50 * Wk2
5	Gk2
6	Gk2
7	Wk1
8	Wk1
9	Sk
10	Sk
11	Wk2
12	Wk2
13	Gk2
14	Gk2
15	Wk1
16	Wk1
17	Sk
18	Sk
19	Wk2
20	Wk2
21	Gk2
22	Gk2
23	Wk1
24	Wk1
25	Sk
26	Sk
27	Wk2
28	Wk2
29	Gk2
30	Gk2
31	Wk1
32	Wk1
33	Sk
34	Sk
35	Wk2
36	Wk2

Eigengewicht

Gesamtgewicht = 1872 kg mit Gamma = 78.50 kN/m³ berücksichtigt.

Übersicht der verwendeten Einwirkungen

Einwirkungen

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

Ergebnisse

Bemessungsparameter

Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	
Basis	:	EN 1993-1-1:2010	
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12	
Schadensfolgeklasse	:	CC 2	
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt	
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)	
Querschnittsbemessung	:	elastisch	
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B	
Bemessungssituation Gebrauchstauglichkeit	:	charakteristisch	
Nachweis Absolutverformung mit	δ_{lim} =	3.0	cm
Nachweis Relativverformung (Durchbiegung) mit	δ_{lim} =	Kragarm l_{eff}/	150
	δ_{lim} =	Felder l_{eff}/	300

Zusammenfassung

Nachweis	Bemessungssituation	η_{Qs}	η_{Stabi}	$\eta_{Verformung}$
Tragfähigkeit Gebrauchstauglichkeit	ständig/vorübergehend charakteristisch	0.36	0.25	 0.18

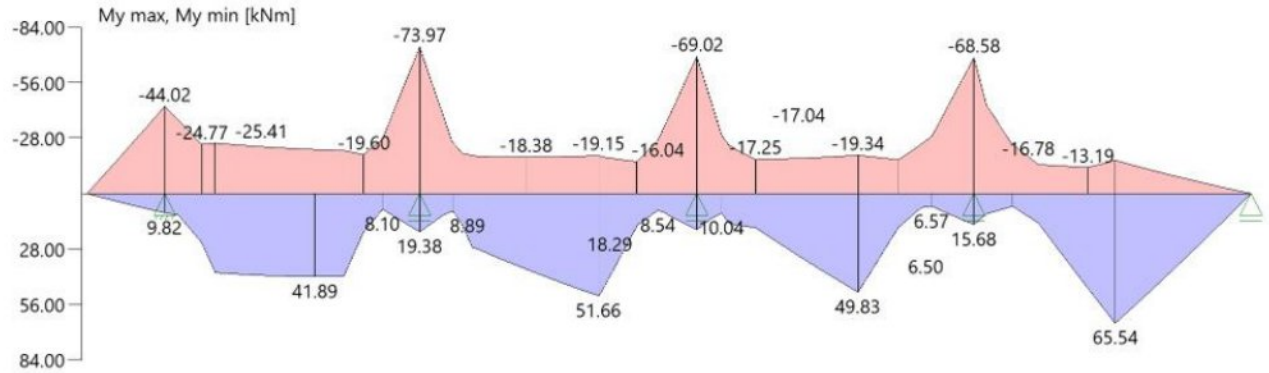
Tragsicherheit je Querschnitt (kompakt)

Bemessungssituation	Querschnitt	Stelle	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	η_{Qs}	η_{Stabi}	Lk
ständig/vorübergehend	HEA 300 HEA 300	Feld 4, x = 16.10 Kragarm links	104.7	-68.58	0.36	 0.25	8 4

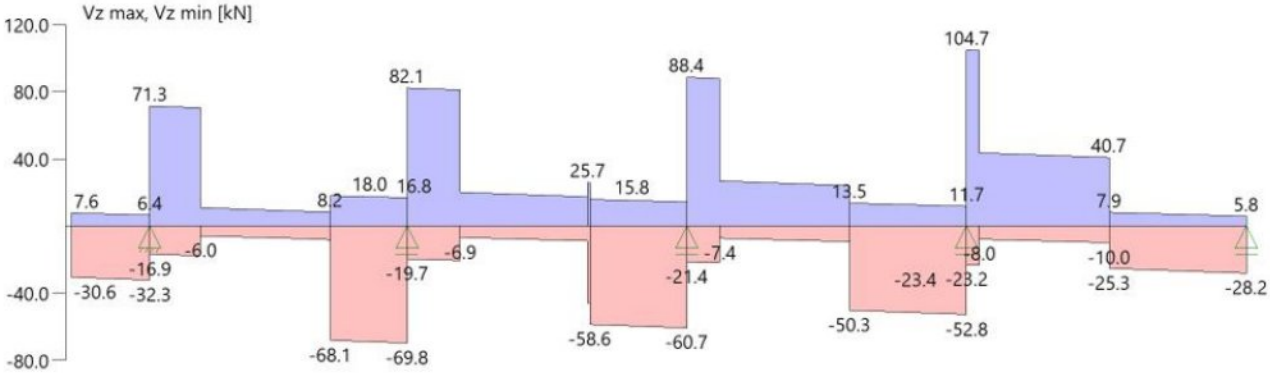
Tragsicherheit - Lastkombination ständig/vorübergehend

Schnittgrößen

Umhüllende der Momente



Umhüllende der Querkräfte



Gebrauchstauglichkeit - Lastkombination charakteristisch

Verformungsnachweis - Absolutverformung f_{Cd} = 3.0 cm

Feld	x [m]	$f_{y,Ed}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{res,Ed}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	0.0	0.2	0.2	0.06	11
Feld 1	2.18	0.0	0.2	0.2	0.05	12
Feld 2	2.63	0.0	0.2	0.2	0.06	11
Feld 3	2.37	0.0	0.1	0.1	0.05	12
Feld 4	2.63	0.0	0.2	0.2	0.07	11

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

Feld	x [m]	l_{eff} [m]	$l_{eff,x0}$ [m]	$l_{eff,x1}$ [m]	$f_{z,g}$ [cm]	$f_{z,Ed}$ [cm]	$f_{z,Cd}$ [cm]	η	Lfk
Kra li	0.00	1.50	0.00	1.50	0.02	0.2	1.0	0.18	0
Feld 1	2.18	4.60	0.00	4.60	0.02	0.2	1.5	0.11	12
Feld 2	2.63	5.00	0.00	5.00	0.01	0.2	1.7	0.11	11
Feld 3	2.37	5.00	0.00	5.00	0.05	0.1	1.7	0.09	12
Feld 4	2.63	5.00	0.00	5.00		0.2	1.7	0.13	11

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

Auflagerkräfte

Auflagerkräfte - charakteristisch je Einwirkung

Nr	x [m]	Einwirkung	$R_{z,min}$ [kN]	$R_{z,max}$ [kN]	$M_{y,min}$ [kNm]	$M_{y,max}$ [kNm]
1	1.50	ständig	18.0	18.0		
		Windlasten	-25.7	18.5		
		Schnee H < 1000 m	-3.5	41.8		
2	6.10	ständig	24.9	24.9		
		Windlasten	-35.7	25.7		
		Schnee H < 1000 m	-10.4	63.5		
3	11.10	ständig	24.5	24.5		
		Windlasten	-35.1	25.2		
		Schnee H < 1000 m	-10.0	62.2		
4	16.10	ständig	27.7	27.7		
		Windlasten	-39.4	28.3		
		Schnee H < 1000 m	-4.7	63.1		
5	21.10	ständig	5.2	5.2		
		Windlasten	-6.0	4.3		
		Schnee H < 1000 m	-2.6	11.5		

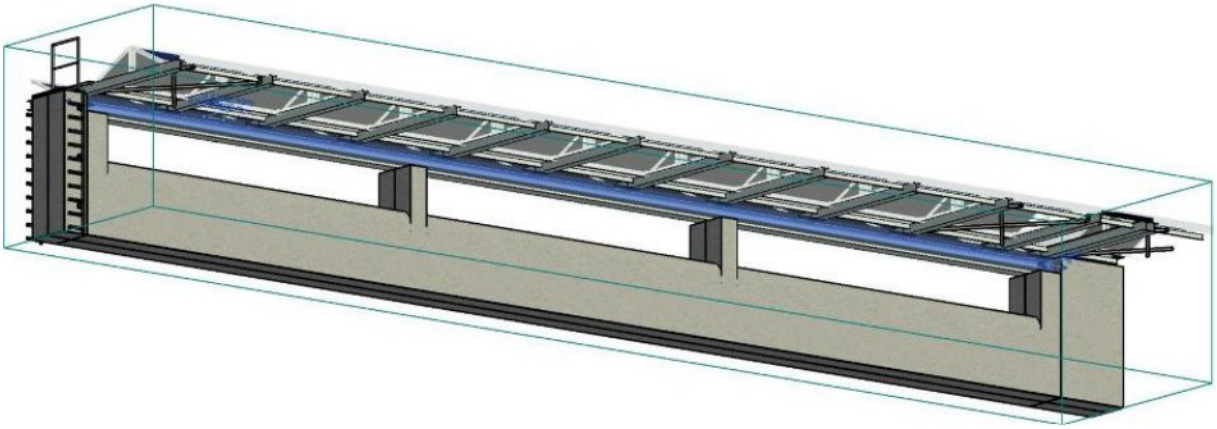
Auflagerkräfte - Bemessungswerte

Auflager	x [m]	Lk	R_z [kN]	M_y [kNm]
1	1.50	Lk 9	103.6	
		Lk 10	-23.3	
2	6.10	Lk 4	151.9	
		Lk 3	-36.5	
3	11.10	Lk 5	149.1	
		Lk 6	-35.6	
4	16.10	Lk 8	157.5	
		Lk 7	-34.9	
5	21.10	Lk 2	28.2	
		Lk 1	-5.8	

Position 4 - Längsträger HEA300 Überlaufschwelle

System und Abmessungen

Ausschnitt 3D-Modell:



Längsträger HEA300: 3-Feldträger, Feldlänge l_1 = 8,10 m, l_2 = 7,85 m,

Querschnitt + Material

Längsträger	HEA300
Stahl	S235 JR

Belastung

Eigengewicht		$g_k \rightarrow$ wird programmintern angesetzt
Aus Position 1.4		G_{k1} = **2,7 kN** Q_{k1} = **10,6 kN**
Aus Position 2		Belastung inf. Eigengewicht + Ausbaulast + Schnee (LE) + Wind ist maßgebend Lager 1 bzw. 5, LK 1 und 5:
	$\rightarrow$	A_{d1} = 22,4 kN
		G_{k2} = 3,30 kN W_{k1} = 4,4 kN W_{k2} = - 6,1 kN S_{k1} = 9 kN

Umrechnung als Linienlast:

g_{k2} = 3,30 kN / 2,32 m = **1,42 kN/m**
w_{k1} = 4,4 kN / 2,32 m = **1,90 kN/m**
w_{k2} = - 6,1 kN / 2,32 m = **-2,63 kN/m**
s_{k1} = 9 kN / 2,32 m = **3,88 kN/m**

Wind

Die Längsträger an den Überlaufschwellen dienen als Festlager der Querträger HEA200.

- Windsog W_k = 39,4 kN je Reihe
- Winddruck W_k = 27,6 kN je Reihe

→ Zug / Druck je Querträger:

W_{k1} = (39,4 kN * sin (25) / 25,0 m) * 2,32 m * 6 Reihen
W_{k1} = **9,30 kN**
W_{k2} = (27,6 kN * sin (25) / 25,0 m) * 2,32 m * 6 Reihen
W_{k2} = **6,50 kN**

Bemessung → Bemessung s. EDV!

SYSTEMBESCHREIBUNG

allgemeine Informationen

Die Ausdehnung der Längsachse des Trägers orientiert sich an der globalen X-Achse.
Die Eigengewichtslasten wirken in Richtung der Z-Achse.
Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung der Wölbkrafttorsion und des Wagnereffektes.
Die Verformungen der Lastkollektive enthalten nicht die Imperfektionen.

Bei der nichtlinearen Berechnung werden maximal 50 Iterationen pro Lastkollektiv durchgeführt.
Konvergenzkriterium: Die Iteration wird beendet, wenn die Differenzen in den Ergebnissen zweier aufeinanderfolgender Iterationen an keiner Stelle die nachfolgend aufgeführten Toleranzen überschreiten.

Kriterium	Toleranz	Kriterium	Toleranz
Verschiebungen	0.00010 mm	Schnittkräfte	0.00010 kN
Verdrehungen	0.00010 ‰	Momente	0.00010 kNm
Verdrillungen	0.00010 ‰/m	Wölbbimoment	0.00010 kNm²

Nachweisoptionen

Ergebnisse nach DIN EN 1993:2010, NA Deutschland
Es werden die Grenzwerte grenz (c/t) nach DIN EN 1993-1-1 Tabelle 5.2 nachgewiesen.
Außerdem wird der elastische Querschnittsnachweis nach DIN EN 1993-1-1 Abschnitt 6.2.1(5) geführt.

Vorschriften

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Dezember 2018

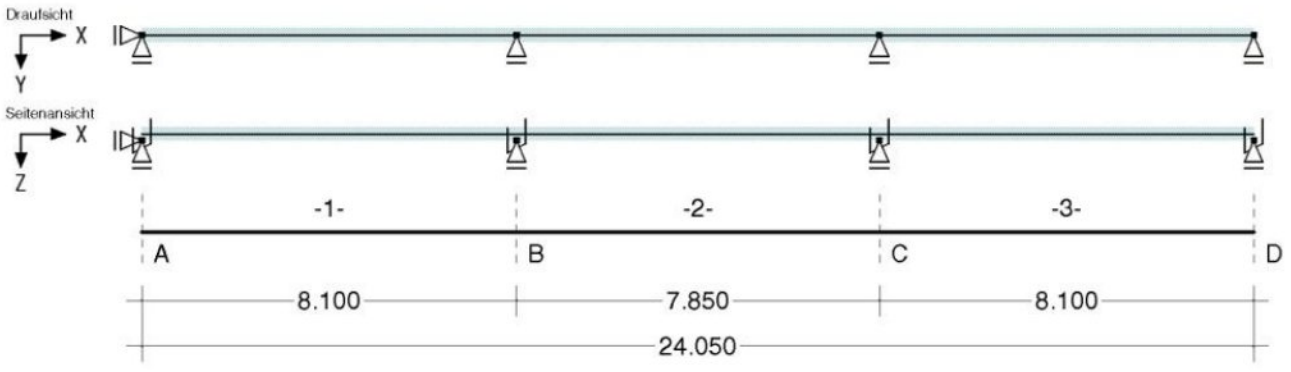
DIN EN 1993-1-1 Nachweisparameter

NA Deutschland

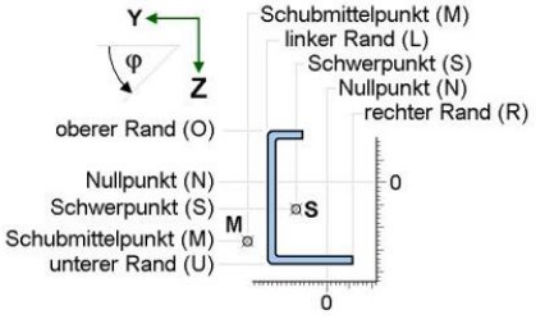
Kapitel	Wert	Bedeutung
6.1(1)	ständige/vorüberg. Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	γ_{M0} = 1.00	Querschnittsversagen
	γ_{M1} = 1.10	Stabilitätsversagen
	außergewöhnliche Situation	Teilsicherheitsbeiwerte für Baustahl
	γ_{M0} = 1.00	Querschnittsversagen
	γ_{M1} = 1.00	Stabilitätsversagen

Systemskizze

mit Punktlagern der Abschnittsenden und Position der Punk/Linien/Gelenkfedern innerhalb der Abschnitte

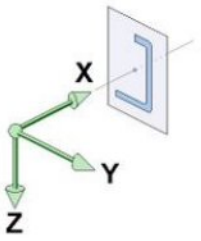


Verzeichnis der Abschnitte



Mit Hilfe der nebenstehend dargestellten horizontalen und vertikalen Ausrichtungspunkte wird der Durchstoßpunkt der globalen X-Achse durch die Querschnittsebene beschrieben. Die Ausrichtungspunkte werden auch bei der Beschreibung der Angriffspunkte von Punkt- und Linienfedern verwendet.

Nach der Ausrichtung wird der Querschnitt mit φ um die globale X-Achse gedreht.



Abs.	von xa	bis xe	l	Ausrichtung am Anfang		Ausrichtung am Ende		φ
-	m	m	m	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	°
1	0.00	8.10	8.10	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00
2	8.10	15.95	7.85	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00
3	15.95	24.05	8.10	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	(S) + 0.00 cm	0.00

Stäbe mit normierten Stahlbauprofilen

Abschnitt	Material	γM,E	Profilbezeichnung
-	-	-	-
1	S235	1.00	HE300A
2	S235	1.00	HE300A
3	S235	1.00	HE300A

Querschnittswerte der Stababschnitte

Die Lage des Schwerpunkts eY, eZ und der Drehwinkel α der Hauptachsen η, ζ bzw. der Abstand YSM, ZSM des Schubmittelpunkts vom Schwerpunkt wird bzgl. des globalen XYZ-Systems beschrieben. Alle weiteren Querschnittswerte werden im Hauptachsensystem angegeben.

Abs.	eY	eZ	α	YSM	ZSM	A	Iη	Iζ	IT	Iω	iM	rη	rζ	rω
-	cm	cm	°	cm	cm	cm2	cm4	cm4	cm4	cm6	cm	cm	cm	-
1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	113.00	18260	6310	85.60	1200000	14.75	0.00	-0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	113.00	18260	6310	85.60	1200000	14.75	0.00	-0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	113.00	18260	6310	85.60	1200000	14.75	0.00	-0.00	0.00

Punktlager an den Abschnittsenden

Das Lager wird um ΔY und ΔZ versetzt von der X-Achse angeordnet und um den Winkel φ verdreht. Zahlenwerte geben die Federkonstanten an. CPX, CPY und CPZ beschreiben die Lager für die Kraftgrößen in der indizierten Richtung. CMX, CMY und CMZ beschreiben die Momenteneinspannung um die indizierten Achsen. CMΩ ist die Wölbbehinderung.

Lager	bei x	CPX	CPY	CPZ	CMX	CMY	CMZ	CMω	ΔY	ΔZ	φ
-	m	kN/m	kN/m	kN/m	kNm/-	kNm/-	kNm/-	kN/m3	cm	cm	°
A	0.00	fest	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	14.50	0.00
B	8.10	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	14.50	0.00
C	15.95	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	14.50	0.00
D	24.05	----	fest	fest	fest	----	----	----	0.00	14.50	0.00

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole: Einwirkung Lastfallordner Lastfall Imperfektionsfälle

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

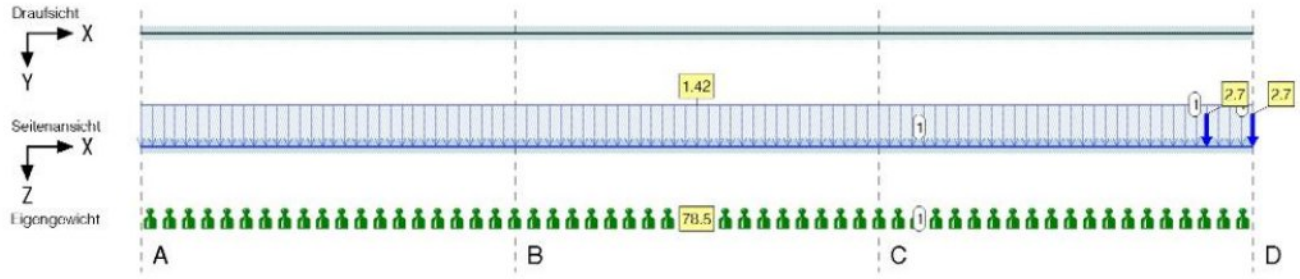
1: ständige Lasten	**ständige Lasten**
1: Eigengewicht (1)	additiv
2: Schneelasten	**veränderliche Schneelasten**
2: Schneelast (1)	alternativ in Gruppe A
3: Windlasten	**veränderliche Windlasten**
3: Windlast (1)	alternativ in Gruppe B
4: Windlast (2)	alternativ in Gruppe B
4: Sonst. veränderl. Lasten	**sonstige veränderliche Einwirkungen**
5: Sonstige (1)	alternativ in Gruppe A

LASTGRAFIK DER EINWIRKUNGEN

Die Lastbilder werden als Projektionen bzgl. der Draufsicht (X-Y-Ebene) und der Seitenansicht (X-Z-Ebene) dargestellt.
Eigengewichtslasten und Torsionslasten werden getrennt von den Ansichten in einer eigenen Zeile gezeichnet.
Die Lastfallnummern sind an den einzelnen Lastbildern angetragen.

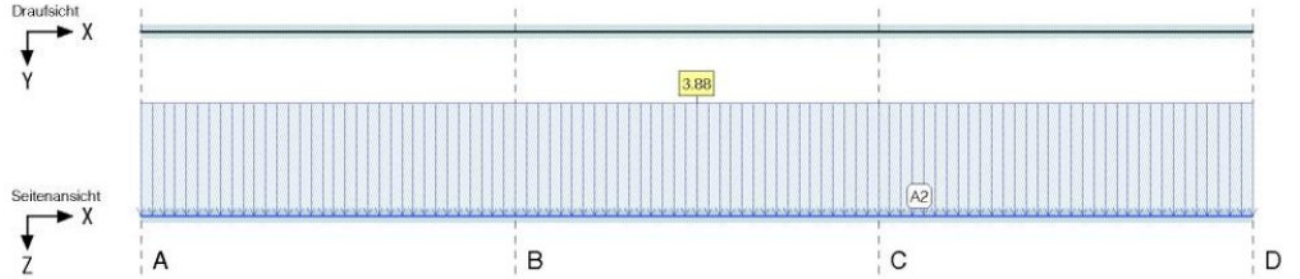
Einwirkung 1: ständige Lasten

ständig, 1 Lastfall (siehe Lastfallnummern)
Die Eigengewichtslasten wirken in Richtung der Z-Achse.

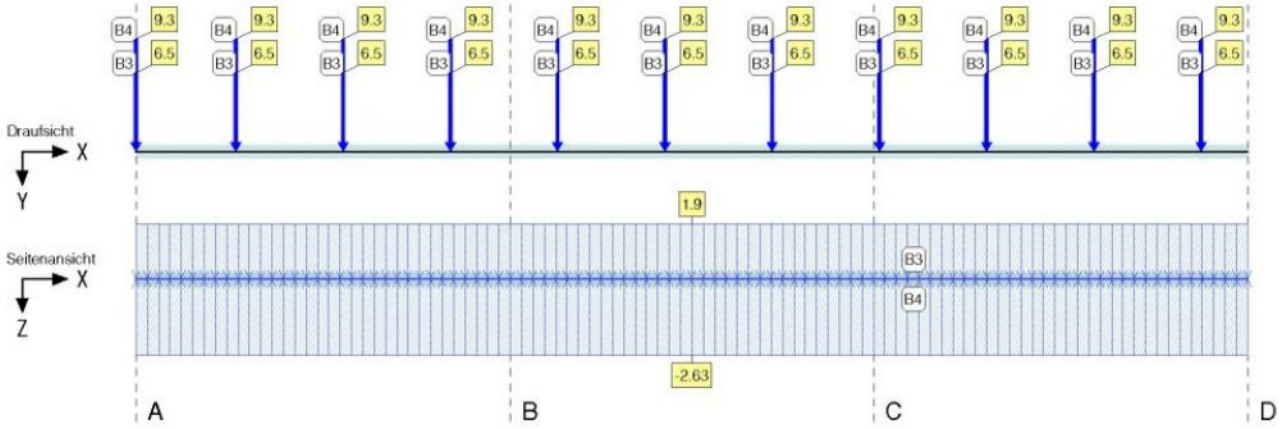


Einwirkung 2: Schneelasten

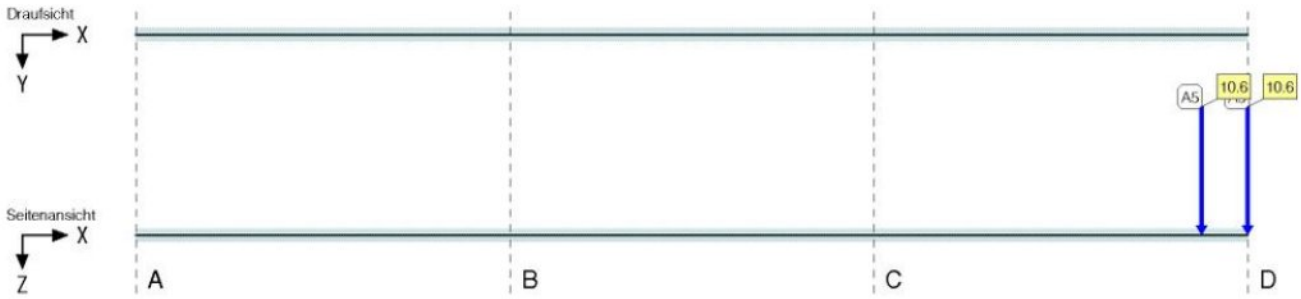
veränderlich, 1 Lastfall (siehe Lastfallnummern)



Einwirkung 3: Windlasten
veränderlich, 2 Lastfälle (siehe Lastfallnummern)

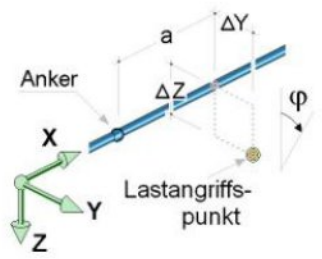


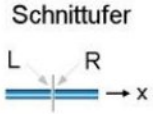
Einwirkung 4: Sonst. veränderl. Lasten
veränderlich, 1 Lastfall (siehe Lastfallnummern)

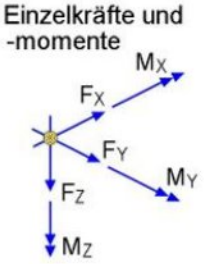


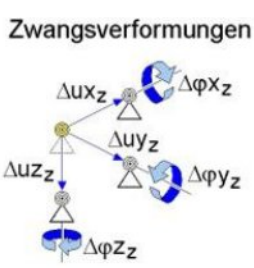
BESCHREIBUNG DER LASTBILDER

Verzeichnis der Punktlasten







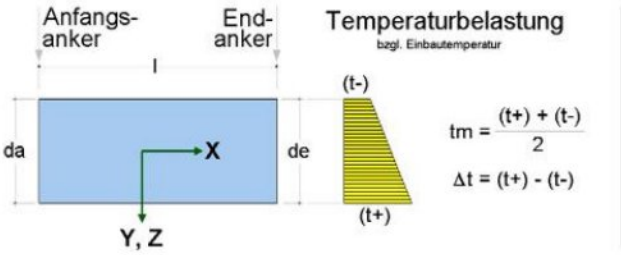


Verformungs-
sprünge

Δux_s
Δuy_s
Δuz_s
$\Delta \varphi x_s$
$\Delta \varphi y_s$
$\Delta \varphi z_s$

Last-fall	Anker	a	ΔY	ΔZ	Ufer	Lastart, -ordinaten				φ
-	-	m	cm	cm	-					°
1	C	7.100	0.000	0.000	L	Fz =	2.700 kN	My =	0.000 kNm	0.00
1	D	0.000	0.000	0.000	L	Fz =	2.700 kN	My =	0.000 kNm	0.00
3	A	0.000	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	A	2.160	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	A	4.480	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	A	6.800	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	B	1.020	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	B	3.340	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	B	5.660	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	C	0.130	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	C	2.450	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	C	4.770	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
3	C	7.090	0.000	0.000	L	Fy =	6.500 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	A	0.000	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	A	2.160	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	A	4.480	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	A	6.800	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	B	1.020	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	B	3.340	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	B	5.660	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	C	0.130	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	C	2.450	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	C	4.770	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
4	C	7.090	0.000	0.000	L	Fy =	9.300 kN	Mz =	0.000 kNm	0.00
5	C	7.100	0.000	0.000	L	Fz =	10.600 kN	My =	0.000 kNm	0.00
5	D	0.000	0.000	0.000	L	Fz =	10.600 kN	My =	0.000 kNm	0.00

Verzeichnis der Eigengewichts- und Temperaturlasten

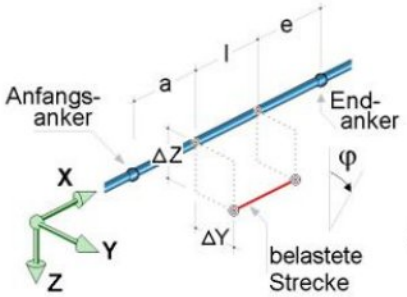


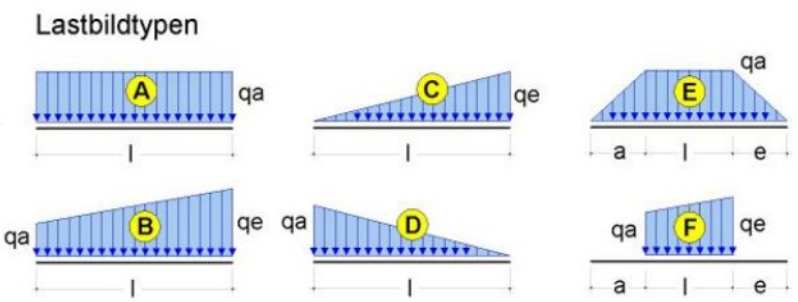
Lasttypen:

EG Eigengewicht
TY Temperatur (veränderlich in Y-Richtung)
TZ Temperatur (veränderlich in Z-Richtung)

Lastfall	Anfangs-Anker	l	End-Anker	Typ	γ	tm	Δt	da	de
-	-	m	-	-	kN/m³	K	K	cm	cm
1	A	24.050	D	EG	78.500	--	--	--	--

Verzeichnis der Streckenlasten





In der Spalte "Typ" ist der in der Skizze dargestellte Lastbildtyp und (durch "/" getrennt) die Lastrichtung der Streckenlast angegeben.
"X", "Y" und "Z" kennzeichnen normale Streckenlasten in kNm. "D" beschreibt ein Drillmoment um die Längsachse der Teilstrecke in kNm/m.

Last-fall	Anfangs-Anker	Teilstrecken a	l	e	End-Anker	Exzentrizitäten ΔY	ΔZ	Typ	qa	qe	φ
-	-	m	m	m	-	cm	cm	-	kN,m	kN,m	°
1	A	0.000	24.050	0.000	D	0.000	0.000	A/Z	1.420	---	0.00
2	A	0.000	24.050	0.000	D	0.000	0.000	A/Z	3.880	---	0.00
3	A	0.000	24.050	0.000	D	0.000	0.000	A/Z	1.900	---	0.00
4	A	0.000	24.050	0.000	D	0.000	0.000	A/Z	-2.630	---	0.00

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach Eurocode bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine	führende	Verkehrslasteinwirkung	(Leiteinwirkung)
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine	nichtführende	Verkehrslasteinwirkung	(Begleiteinwirkung)
γ_{sup}	Teilsicherheitsbeiwert für	ungünstig	wirkende Laststellungen	
γ_{inf}	Teilsicherheitsbeiwert für	günstig	wirkende Laststellungen	

Überlagerungsregeln Brückenbau und DIN 1055-100 verhalten sich wie Eurocode.
Bei nichtlinearer Berechnung bleiben Extremalbildungsvorschriften unberücksichtigt

Werden nachfolgend Nachweise nach Eurocode aufgeführt, so gilt:
Der nationale Anhang "Deutschland" wird berücksichtigt.

Nachweis 1: EC3 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.)

EC 3 Tragfähigkeit (Th. I. Ord.): Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

Nachweisoptionen zum Nachweis 1:

☐ Sicherheit wie bei Stabilität

1: Standardextremierung

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: standard, Überlagerungsregel: Eurocode

Einw.	Ψ_{dom}	Ψ_{sub}	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00	1.35	1.00
2	1.00	0.50	1.50	0.00
3	1.00	0.60	1.50	0.00
4	1.00	0.80	1.50	0.00

Nachweis 2: EC3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.)

EC 3 Tragfähigkeit (Th. II. Ord.): Tragfähigkeit nach DIN EN 1993

1: Standardlastkollektive

Generierungsvorschrift zum Nachweis 2, Typ: standard, Überlagerungsregel: Eurocode

Lastkollektive der Generierungsvorschrift 1 zum Nachweis 2
Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

LK	1	2	3	4	5	LK	1	2	3	4	5	LK	1	2	3	4	5
1	1.00	1.50	-	-	-	9	1.00	0.75	1.50	-	-	17	1.00	-	-	1.50	1.20
2	1.35	1.50	-	-	-	10	1.35	0.75	1.50	-	-	18	1.35	-	-	1.50	1.20
3	1.00	1.50	0.90	-	-	11	1.00	-	1.50	-	1.20	19	1.00	-	-	-	1.50
4	1.35	1.50	0.90	-	-	12	1.35	-	1.50	-	1.20	20	1.35	-	-	-	1.50
5	1.00	1.50	-	0.90	-	13	1.00	-	-	1.50	-	21	1.00	-	0.90	-	1.50
6	1.35	1.50	-	0.90	-	14	1.35	-	-	1.50	-	22	1.35	-	0.90	-	1.50
7	1.00	-	1.50	-	-	15	1.00	0.75	-	1.50	-	23	1.00	-	-	0.90	1.50
8	1.35	-	1.50	-	-	16	1.35	0.75	-	1.50	-	24	1.35	-	-	0.90	1.50

Nachweis 3: Schnittgrößenermittlung (Th. II. Ord.)

Schnittgrößenermittlung (Th. II. Ord.): Schnittgrößenermittlung ohne Nachweise

1: Standardlastkollektive

Generierungsvorschrift zum Nachweis 3, Typ: standard, Überlagerungsregel: charakteristisch

Lastkollektive der Generierungsvorschrift 1 zum Nachweis 3
Faktorisierung der Lastfälle. Negative Lastfallnummern beziehen sich auf Imperfektionen

LK	1	2	3	4	5	LK	1	2	3	4	5	LK	1	2	3	4	5
1	1.00	-	-	-	-	4	1.00	1.00	1.00	-	-	7	1.00	-	-	1.00	-
2	1.00	1.00	-	-	-	5	1.00	-	-	-	1.00	8	1.00	1.00	-	1.00	-
3	1.00	-	1.00	-	-	6	1.00	-	1.00	-	1.00	9	1.00	-	-	1.00	1.00

EINWIRKUNG 1: STÄNDIGE LASTEN

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	0.00	-0.00	-7.55	-0.00	-0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	-0.00	-7.55	-0.00	-0.00	0.00	0.00
B	8.100	Min	-0.00	0.00	-20.08	-0.00	-0.00	0.00	0.00
		Max	-0.00	0.00	-20.08	-0.00	-0.00	0.00	0.00
C	15.950	Min	0.00	0.00	-20.75	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-20.75	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
D	24.050	Min	0.00	-0.00	-12.50	-0.00	-0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	-0.00	-12.50	-0.00	-0.00	0.00	0.00

EINWIRKUNG 2: SCHNEELASTEN

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	0.00	-0.00	-12.66	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
B	8.100	Min	-0.00	0.00	-34.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
		Max	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00
C	15.950	Min	0.00	0.00	-34.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
D	24.050	Min	0.00	-0.00	-12.66	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00

EINWIRKUNG 3: WINDLASTEN

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	-0.00	-18.55	-6.20	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	8.58	-0.00	0.00	-0.00	-0.00
B	8.100	Min	0.00	-34.86	-16.65	0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	23.05	0.00	0.00	0.00	0.00
C	15.950	Min	-0.00	-35.36	-16.65	0.00	-0.00	0.00	0.00
		Max	-0.00	-0.00	23.05	0.00	0.00	0.00	0.00
D	24.050	Min	-0.00	-13.53	-6.20	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	8.58	-0.00	0.00	0.00	0.00

EINWIRKUNG 4: SONST. VERÄNDERL. LASTEN

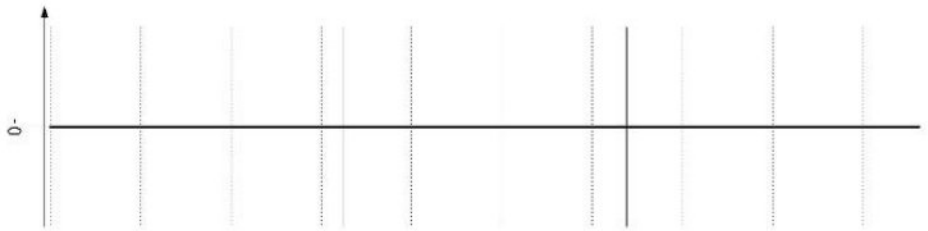
Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	0.00	-0.00	-0.09	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
B	8.100	Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	0.53	0.00	-0.00	-0.00	0.00
C	15.950	Min	-0.00	-0.00	-2.10	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
D	24.050	Min	-0.00	0.00	-19.54	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-0.00

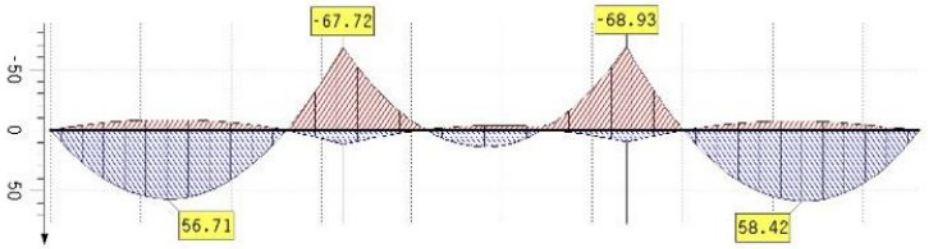
ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 1: EC3 TRAGFÄHIGKEIT (TH. I. ORD.)

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

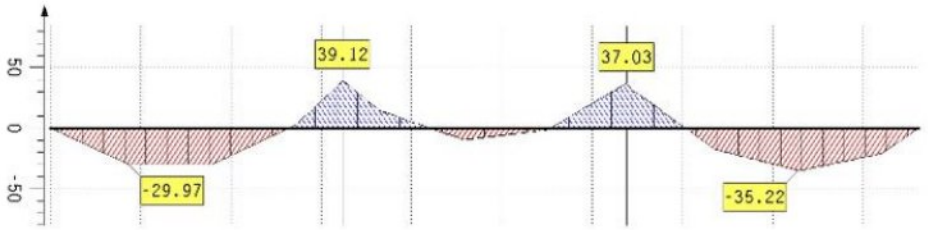




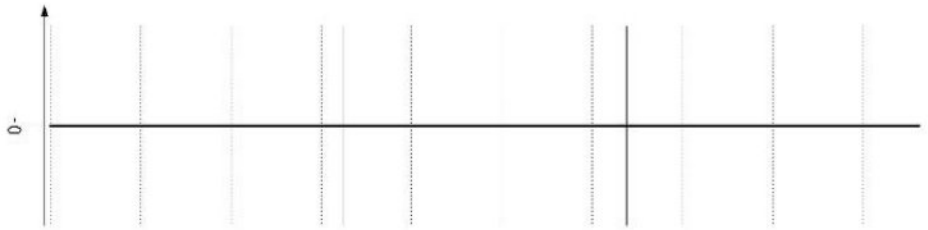
Schubmittelpunkt
Torsionsmoment
T in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00



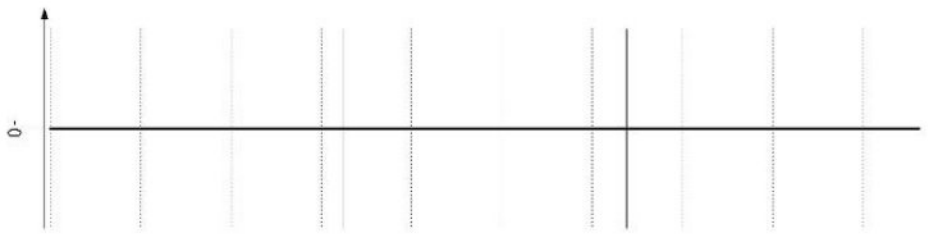
Schwerpunkt
Biegemoment
M_η in kNm
Min: -68.93
Max: 58.42



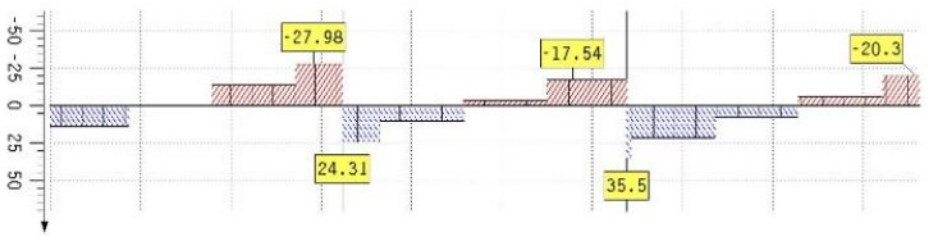
Schwerpunkt
Biegemoment
M_ζ in kNm
Min: -35.22
Max: 39.12



Schubmittelpunkt
Wölbbimoment
B in kNm^2
Min: -0.00
Max: 0.00

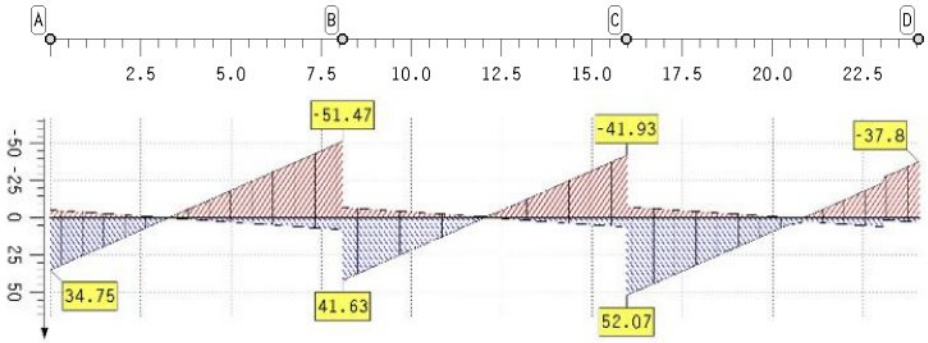


Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.00
Max: 0.00

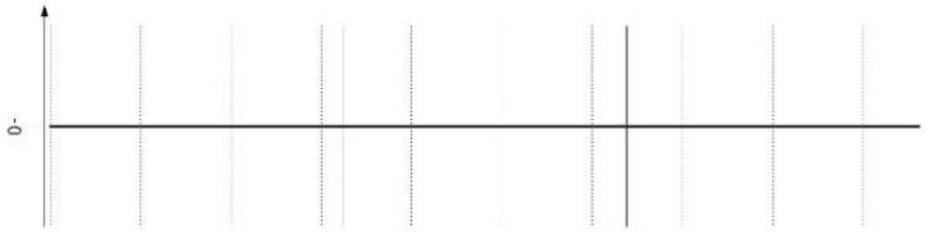


Schubmittelpunkt
Querkraft
V_η in kN
Min: -27.98
Max: 35.50

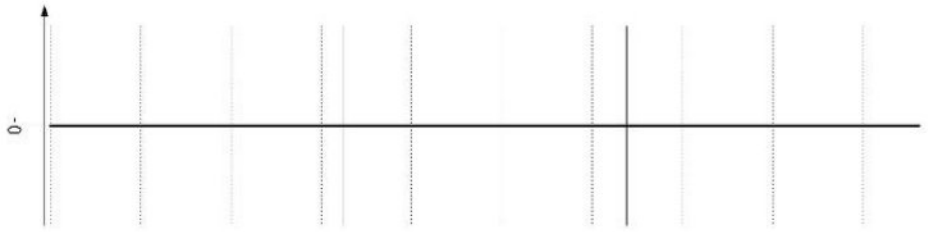
extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



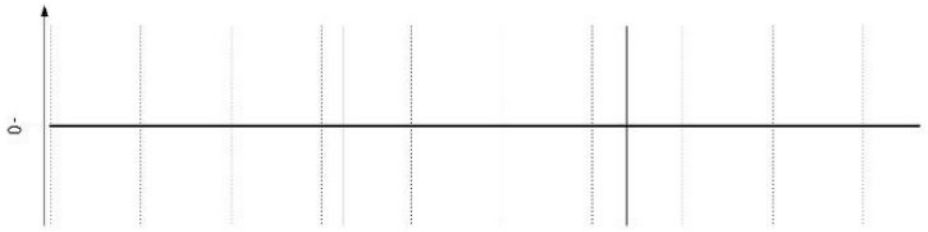
Schubmittelpunkt
Querkraft
V_ζ in kN
Min: -51.47
Max: 52.07



St. Venant'sches
Torsionsmoment
T_t in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00



Torsionsmoment
aus Wölbkraft
T_w in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00



Wagnereffekt
Torsionsmoment
T_σ in kNm
Min: 0.00
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

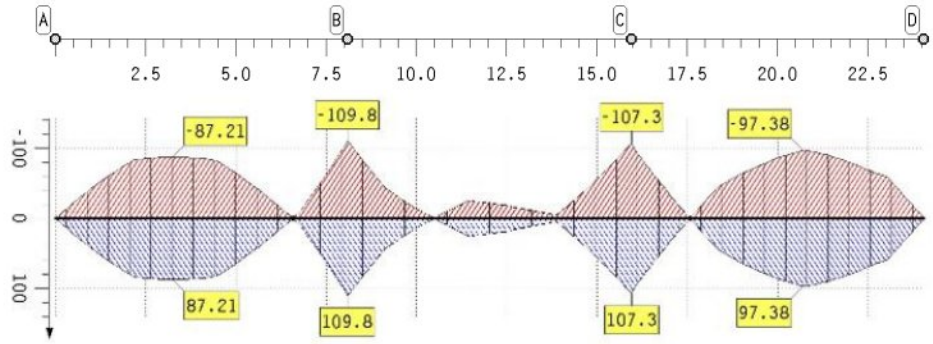
Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
A	0.000	Min	-0.0	0.00	-5.32	0.00	-0.0	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	13.87	34.75	0.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	2.160	Min	-0.0	0.00	-1.78	0.00	-7.7	-30.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	13.87	11.76	0.00	50.2	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	2.160	Min	-0.0	-0.08	-1.78	0.00	-7.7	-30.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	11.76	0.00	50.2	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	3.223	Min	-0.0	-0.08	-0.04	0.00	-8.6	-29.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	0.44	0.00	56.7	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	3.320	Min	-0.0	-0.08	-0.59	0.00	-8.6	-29.9	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	0.22	0.00	56.7	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	4.480	Min	-0.0	-0.08	-12.94	-0.00	-7.4	-29.8	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	2.12	0.00	48.9	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	4.480	Min	-0.0	-14.03	-12.94	-0.00	-7.4	-29.8	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	2.12	0.00	48.9	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	6.607	Min	-0.0	-14.03	-35.58	-0.00	-2.7	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	0.00	5.60	0.00	1.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	6.800	Min	-0.0	-14.03	-37.63	-0.00	-9.8	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

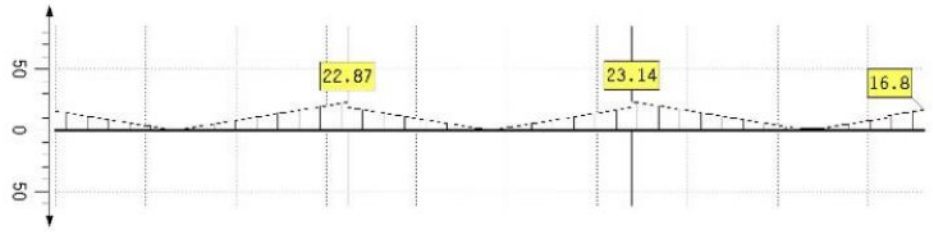
Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
		Max	0.0	0.00	5.92	0.00	2.4	2.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	6.800	Min	-0.0	-27.98	-37.63	-0.00	-9.8	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	0.00	5.92	0.00	2.4	2.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
B	8.100	Min	-0.0	-27.98	-51.47	-0.00	-67.7	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	0.00	8.05	0.00	11.5	39.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
B	8.100	Min	-0.0	-0.00	-7.08	0.00	-67.7	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	24.31	41.63	0.00	11.5	39.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-5.41	0.00	-30.8	-0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	24.31	30.77	0.00	5.1	14.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-5.41	0.00	-30.8	-0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	10.36	30.77	0.00	5.1	14.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	10.183	Min	-0.0	-0.00	-3.67	0.00	-4.1	-0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	10.36	19.45	0.00	0.6	3.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	11.440	Min	-0.0	-0.00	-1.61	0.00	-3.0	-9.7	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	10.36	6.07	0.00	11.9	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	11.440	Min	-0.0	-3.59	-1.61	0.00	-3.0	-9.7	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	-0.00	6.07	0.00	11.9	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	12.020	Min	-0.0	-3.59	-0.82	-0.00	-3.7	-7.6	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	-0.00	-0.06	0.00	13.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	12.600	Min	-0.0	-3.59	-6.27	-0.00	-3.8	-5.5	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	-0.00	0.83	0.00	11.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	13.760	Min	-0.0	-3.59	-18.62	-0.00	-4.3	-1.4	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	-0.00	2.73	0.00	-0.2	0.0	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	13.760	Min	-0.0	-17.54	-18.62	-0.00	-4.3	-1.4	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	-0.00	2.73	0.00	-0.2	0.0	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	13.959	Min	-0.0	-17.54	-20.74	-0.00	-6.5	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	-0.00	3.05	0.00	0.4	2.1	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
C	15.950	Min	-0.0	-17.54	-41.93	-0.00	-68.9	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	-0.00	6.31	0.00	9.7	37.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
C	15.950	Min	-0.0	-0.00	-7.50	-0.00	-68.9	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	35.50	52.07	0.00	9.7	37.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	16.080	Min	-0.0	-0.00	-7.29	-0.00	-62.3	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	35.50	50.69	0.00	8.8	32.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	16.080	Min	-0.0	-0.00	-7.29	-0.00	-62.3	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	21.55	50.69	0.00	8.8	32.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	17.530	Min	-0.0	-0.00	-4.91	-0.00	-0.4	-0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	21.55	35.25	0.00	0.1	1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	18.400	Min	-0.0	-0.00	-3.49	-0.00	-3.7	-17.6	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	21.55	25.99	0.00	26.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	18.400	Min	-0.0	-0.00	-3.49	-0.00	-3.7	-17.6	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	7.60	25.99	0.00	26.7	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	20.720	Min	-0.0	-0.00	0.31	-0.00	-7.4	-35.2	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	7.60	3.38	0.00	58.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	20.720	Min	-0.0	-6.35	0.31	-0.00	-7.4	-35.2	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	3.38	0.00	58.3	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	20.817	Min	-0.0	-6.35	0.14	-0.00	-7.4	-34.6	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	3.03	0.00	58.4	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	21.880	Min	-0.0	-6.35	-11.05	-0.00	-6.0	-27.9	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	4.20	-0.00	52.7	0.0	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	23.040	Min	-0.0	-6.35	-23.40	-0.00	-2.3	-20.5	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	0.0	0.00	6.10	-0.00	32.7	0.0	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	23.040	Min	-0.0	-20.30	-23.40	-0.00	-2.3	-20.5	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
		Max	-0.0	0.00	6.10	-0.00	32.7	0.0	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
D	24.050	Min	-0.0	-20.30	-37.80	-0.00	-0.0	0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.000
		Max	0.0	0.00	3.06	-0.00	0.0	0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
Minimum			**-0.0**	**-27.98**	**-51.47**	**-0.00**	**-68.9**	**-35.2**	**-0.00**	**-0.00**	**0.00**	**0.00**	**-0.000**
Maximum			**0.0**	**35.50**	**52.07**	**0.00**	**58.4**	**39.1**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.00**	**0.000**

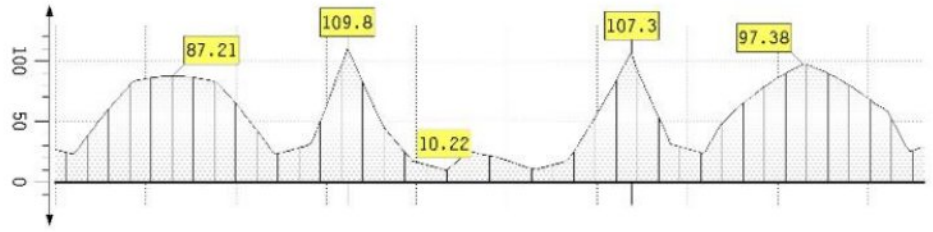
Stahlnachweisergebnisse



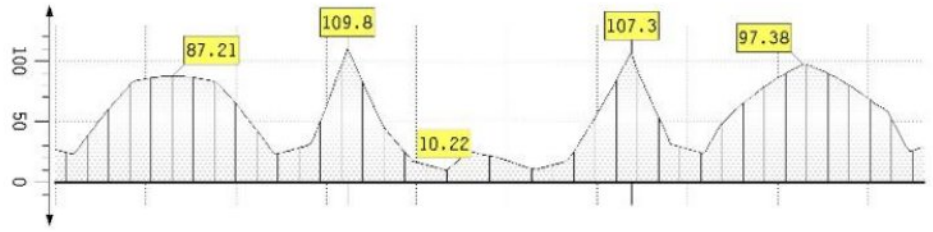
elastische Randspannungen
σ_x in MN/m²
Min: -109.80
Max: 109.80



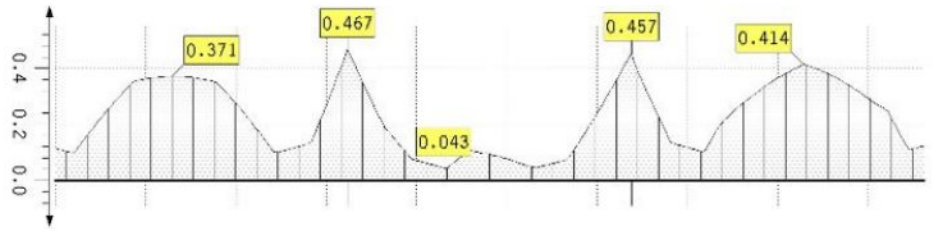
elastische Schubspannung
τ in MN/m²
Max: 23.14



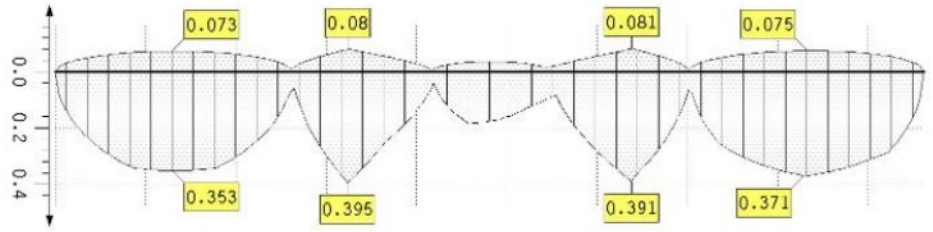
elastische Vergleichsspannung
σ_v in MN/m²
Max: 109.80



elastische Nachweisspannung
σ_{el} in MN/m²
Max: 109.80

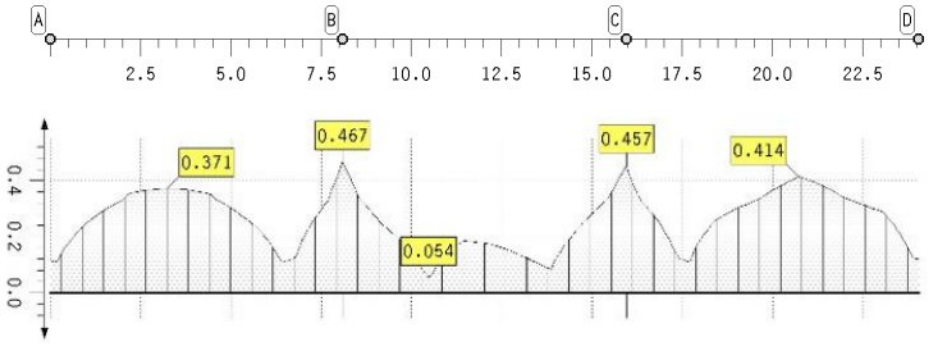


elastische Ausnutzung $U_{\sigma,el}$ des Querschnitts
Max: 0.47



vorh(c/t)/grenz(c/t)
c/t 0-0 (beids. gel.)
Max: 0.08
c/t --0 (eins. gel.)
Max: 0.39

Stahlnachweisergebnisse



Ausnutzung
Max: 0.47

Stahlnachweisergebnisse

Die Spannungen werden elastisch ermittelt.

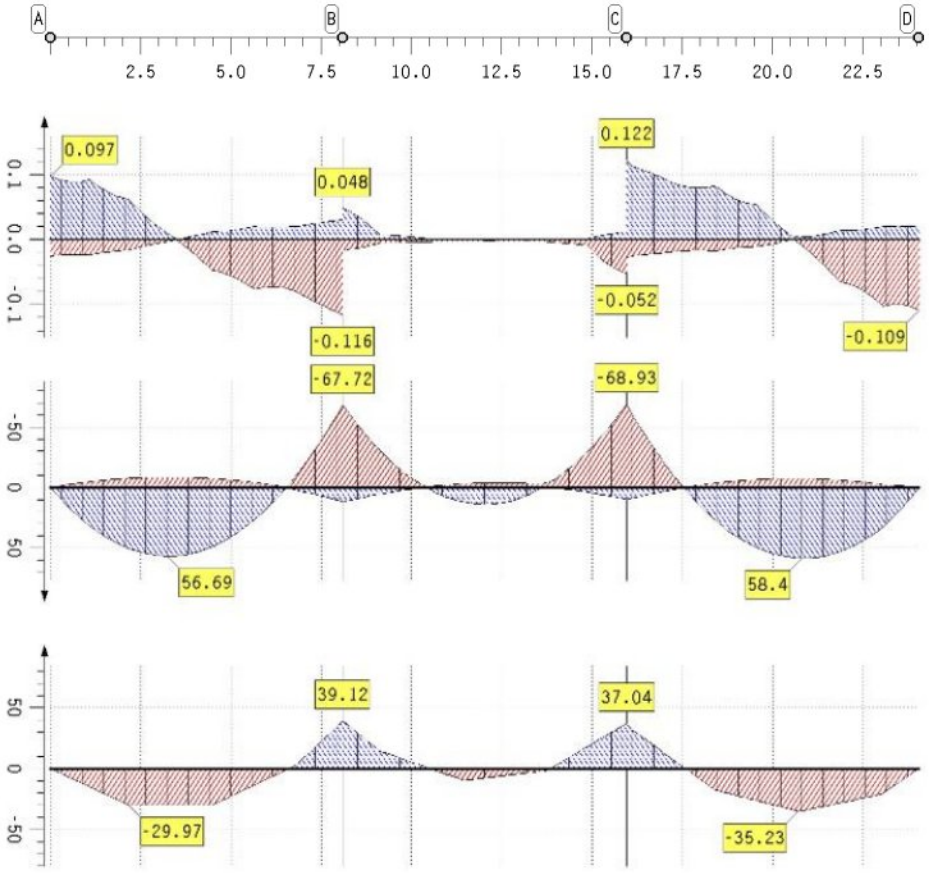
Punkt	x	min σ_x	max σ_x	τ	σ_v	σ_{el}	$U_{\sigma,el}$	$U_{\sigma,pl}$	0-0	--0	U
-	m	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	-	-	-	-	-
A	0.000	-0.00	0.00	15.44	26.75	26.75	0.114	----	0.000	0.000	0.114
	0.098	-4.49	4.49	14.98	25.94	25.94	0.110	----	0.018	0.080	0.110
	0.491	-21.76	21.76	13.12	23.23	23.23	0.099	----	0.039	0.177	0.177
	2.160	-83.05	83.05	5.22	83.05	83.05	0.353	----	0.069	0.343	0.353
	3.223	-87.21	87.21	0.19	87.21	87.21	0.371	----	0.073	0.353	0.371
	4.480	-81.86	81.86	5.75	81.86	81.86	0.348	----	0.068	0.340	0.348
	5.253	-55.11	55.11	9.41	55.11	55.11	0.234	----	0.058	0.280	0.280
	6.027	-24.14	24.14	13.07	24.14	24.14	0.103	----	0.039	0.186	0.186
	6.413	-7.08	7.08	14.90	25.80	25.80	0.110	----	0.019	0.097	0.110
	6.607	-2.21	2.21	15.81	27.38	27.38	0.117	----	0.016	0.058	0.117
	7.100	-32.77	32.77	18.14	32.77	32.77	0.139	----	0.045	0.216	0.216
B	8.100	-109.80	109.80	22.87	109.80	109.80	0.467	----	0.080	0.395	0.467
B	8.100	-109.80	109.80	18.50	109.80	109.80	0.467	----	0.080	0.395	0.467
	9.120	-44.18	44.18	13.67	44.18	44.18	0.188	----	0.054	0.252	0.252
	10.377	-3.48	3.48	7.73	13.39	13.39	0.057	----	0.009	0.068	0.068
	10.473	-1.30	1.30	7.27	12.60	12.60	0.054	----	0.010	0.043	0.054
	10.763	-8.03	8.03	5.90	10.22	10.22	0.043	----	0.023	0.107	0.107
	11.440	-25.50	25.50	2.70	25.50	25.50	0.109	----	0.034	0.185	0.185
	12.117	-21.05	21.05	0.71	21.05	21.05	0.090	----	0.036	0.173	0.173
	13.470	-8.09	8.09	6.90	11.96	11.96	0.051	----	0.017	0.106	0.106
	13.860	-4.65	4.65	8.75	15.15	15.15	0.064	----	0.022	0.084	0.084
	14.258	-21.05	21.05	10.63	21.05	21.05	0.090	----	0.035	0.173	0.173
C	15.950	-107.29	107.29	18.64	107.29	107.29	0.457	----	0.081	0.391	0.457
C	15.950	-107.29	107.29	23.14	107.29	107.29	0.457	----	0.081	0.391	0.457
	16.273	-81.90	81.90	21.61	81.90	81.90	0.349	----	0.071	0.342	0.349
	17.047	-31.36	31.36	17.95	31.36	31.36	0.133	----	0.042	0.211	0.211
	17.530	-3.03	3.03	15.67	27.14	27.14	0.115	----	0.006	0.064	0.115
	17.627	-3.78	3.78	15.21	26.34	26.34	0.112	----	0.018	0.074	0.112
	17.917	-20.46	20.46	13.84	23.97	23.97	0.102	----	0.035	0.171	0.171
	18.400	-46.95	46.95	11.55	46.95	46.95	0.200	----	0.050	0.257	0.257
	19.463	-74.77	74.77	6.52	74.77	74.77	0.318	----	0.068	0.326	0.326
	21.010	-94.30	94.30	1.30	94.30	94.30	0.401	----	0.074	0.366	0.401
	23.050	-57.77	57.77	10.45	57.77	57.77	0.246	----	0.056	0.287	0.287
	23.750	-17.83	17.83	15.38	26.63	26.63	0.113	----	0.032	0.159	0.159
	23.950	-5.99	5.99	16.32	28.27	28.27	0.120	----	0.019	0.092	0.120
D	24.050	-0.00	0.00	16.80	29.09	29.09	0.124	----	0.000	0.000	0.124
Minimum		**-109.80**	**0.00**	**0.19**	**10.22**	**10.22**	**0.043**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.054**
Maximum		**-0.00**	**109.80**	**23.14**	**109.80**	**109.80**	**0.467**	**0.000**	**0.081**	**0.395**	**0.467**

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse (γ_F-fach)

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	-0.00	-27.82	-34.75	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	5.32	-0.00	0.00	0.00	0.00
B	8.100	Min	-0.00	-52.29	-93.10	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	15.13	0.00	0.00	0.00	0.00
C	15.950	Min	-0.00	-53.04	-94.00	-0.00	-0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	13.82	0.00	0.00	0.00	0.00
D	24.050	Min	-0.00	-20.30	-51.77	-0.00	-0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	0.36	-0.00	0.00	0.00	0.00

ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 2: EC3 TRAGFÄHIGKEIT (TH. II. ORD.)

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



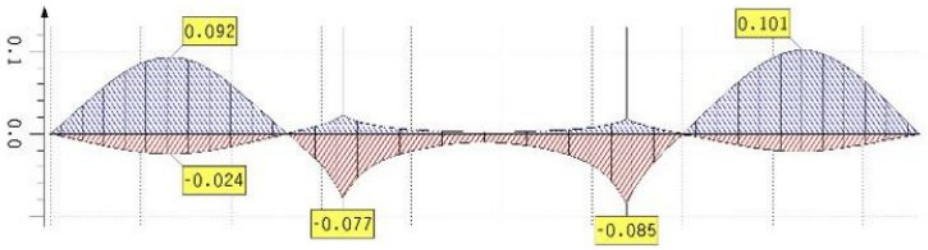
Schubmittelpunkt Torsionsmoment T in kNm
Min: -0.12
Max: 0.12

Schwerpunkt Biegemoment M_η in kNm
Min: -68.93
Max: 58.40

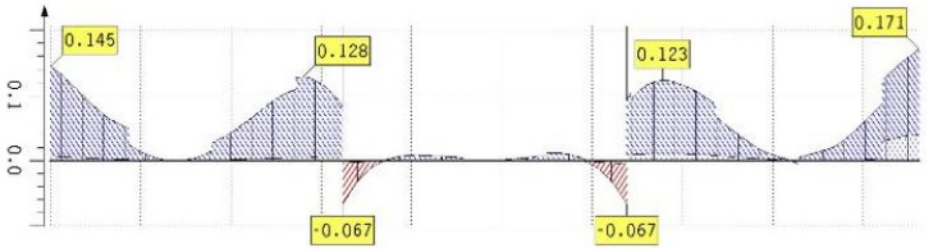
Schwerpunkt Biegemoment M_ζ in kNm
Min: -35.23
Max: 39.12

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

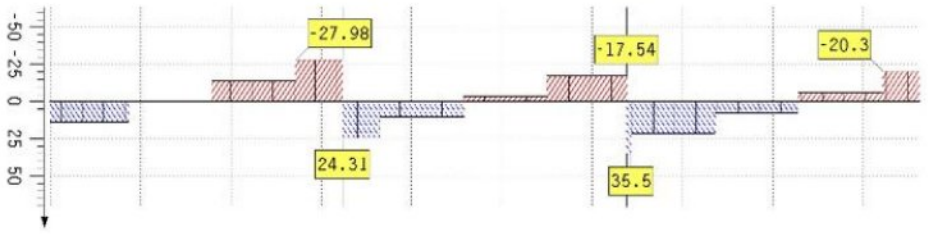




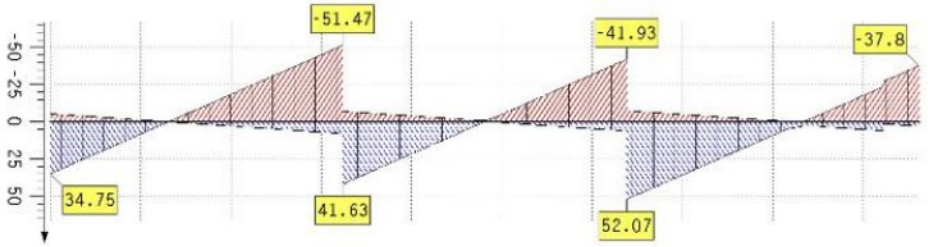
Schubmittelpunkt
Wölbbimoment
B in kNm²
Min: -0.08
Max: 0.10



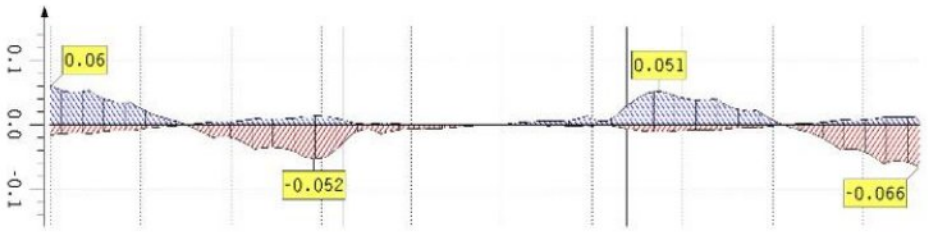
Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.07
Max: 0.17



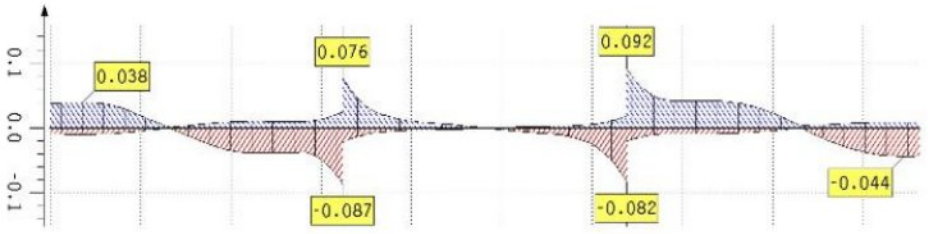
Schubmittelpunkt
Querkraft
V_η in kN
Min: -27.98
Max: 35.50



Schubmittelpunkt
Querkraft
V_ζ in kN
Min: -51.47
Max: 52.07

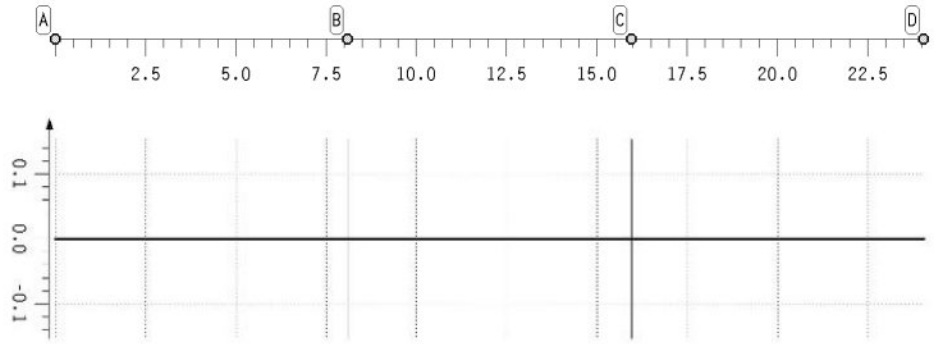


St. Venant'sches
Torsionsmoment
T_t in kNm
Min: -0.07
Max: 0.06



Torsionsmoment
aus Wölbkraft
T_w in kNm
Min: -0.09
Max: 0.09

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Wagnereffekt
Torsionsmoment
T_σ in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

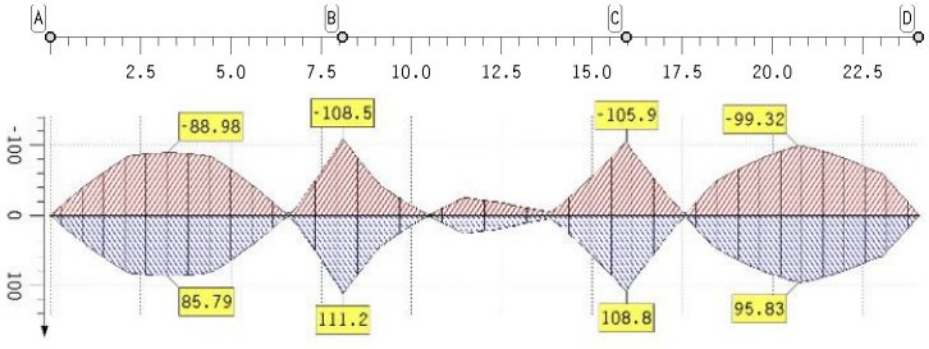
Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
A	0.000	Min	0.0	-0.00	-5.32	-0.03	-0.0	-0.0	-0.02	-0.01	-0.00	-0.00	-0.000
		Max	0.1	13.87	34.75	0.10	0.0	-0.0	0.06	0.04	0.00	0.00	0.000
	0.884	Min	0.0	0.00	-3.87	-0.02	-4.1	-12.3	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.009
		Max	0.1	13.87	25.34	0.09	26.5	-0.0	0.05	0.04	0.00	0.00	0.033
	2.160	Min	0.0	0.00	-1.78	-0.02	-7.7	-30.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	0.0	13.87	11.75	0.06	50.2	-0.0	0.04	0.03	0.00	0.00	0.078
	2.160	Min	-0.0	-0.08	-1.78	-0.02	-7.7	-30.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	0.0	0.00	11.76	0.06	50.2	-0.0	0.04	0.03	0.00	0.00	0.078
	3.223	Min	-0.0	-0.08	-0.04	-0.00	-8.6	-29.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.024
		Max	0.0	0.00	0.44	0.01	56.7	-0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.092
	3.320	Min	-0.0	-0.08	-0.59	-0.00	-8.6	-29.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.024
		Max	0.0	-0.00	0.22	0.01	56.7	-0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.092
	3.417	Min	-0.0	-0.08	-1.62	-0.00	-8.6	-29.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.024
		Max	-0.0	-0.00	0.38	0.00	56.6	-0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.092
	4.480	Min	0.0	-0.08	-12.94	-0.05	-7.4	-29.8	-0.02	-0.03	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	0.0	-0.00	2.12	0.01	48.8	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.076
	4.480	Min	0.0	-14.03	-12.93	-0.05	-7.4	-29.8	-0.02	-0.03	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	0.0	-0.00	2.11	0.01	48.8	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.076
	6.607	Min	0.0	-14.03	-35.57	-0.08	-2.7	0.0	-0.04	-0.04	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	-0.00	5.60	0.02	1.3	0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.002
	6.800	Min	0.0	-14.03	-37.63	-0.08	-9.8	0.0	-0.04	-0.04	-0.00	-0.00	-0.009
		Max	0.1	-0.00	5.92	0.02	2.4	2.8	0.01	0.01	0.00	0.00	0.003
	6.800	Min	0.0	-27.98	-37.63	-0.08	-9.8	0.0	-0.04	-0.04	-0.00	-0.00	-0.009
		Max	0.1	-0.00	5.92	0.02	2.4	2.8	0.01	0.01	0.00	0.00	0.003
	7.300	Min	0.0	-27.98	-42.95	-0.09	-29.9	0.0	-0.05	-0.04	-0.00	-0.00	-0.028
		Max	0.1	-0.00	6.74	0.02	5.5	16.7	0.01	0.01	0.00	0.00	0.009
B	8.100	Min	0.0	-27.98	-51.47	-0.12	-67.7	0.0	-0.03	-0.09	-0.00	-0.00	-0.077
		Max	0.1	-0.00	8.05	0.03	11.5	39.1	0.01	0.02	0.00	0.00	0.022
B	8.100	Min	-0.1	-0.00	-7.08	-0.02	-67.7	0.0	-0.03	-0.02	-0.00	-0.00	-0.077
		Max	-0.0	24.31	41.63	0.05	11.5	39.1	0.01	0.08	0.00	0.00	0.022
	8.656	Min	-0.0	-0.00	-6.17	-0.01	-46.2	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.047
		Max	-0.0	24.31	35.71	0.03	7.8	25.6	0.00	0.04	0.00	0.00	0.013
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-5.41	-0.00	-30.8	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.034
		Max	-0.0	24.31	30.77	0.01	5.1	14.3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.009
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-5.41	-0.00	-30.8	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.034
		Max	-0.0	10.36	30.77	0.01	5.1	14.3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.009
	9.313	Min	-0.0	-0.00	-5.09	-0.00	-25.1	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.030
		Max	0.0	10.36	28.71	0.01	4.1	12.3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.008
	10.377	Min	-0.0	-0.00	-3.35	-0.00	-0.8	0.0	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.017
		Max	0.0	10.36	17.39	0.00	-0.0	1.3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.004
	11.440	Min	-0.0	-0.00	-1.61	-0.00	-3.0	-9.7	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.011
		Max	0.0	10.36	6.07	0.00	11.9	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002
	11.440	Min	-0.0	-3.59	-1.61	-0.00	-3.0	-9.7	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.011
		Max	0.0	0.00	6.07	0.00	11.9	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002
	12.020	Min	0.0	-3.59	-0.82	-0.00	-3.7	-7.6	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.010
		Max	0.0	-0.00	-0.07	-0.00	13.7	0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.002
	13.760	Min	0.0	-3.59	-18.62	-0.00	-4.3	-1.4	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.019
		Max	0.0	-0.00	2.73	0.00	-0.2	0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.004
	13.760	Min	0.0	-17.54	-18.62	-0.00	-4.3	-1.4	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.019
		Max	0.0	-0.00	2.73	0.00	-0.2	0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.004
	13.860	Min	0.0	-17.54	-19.68	-0.00	-5.2	0.0	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	0.0	-0.00	2.89	0.00	0.1	0.4	0.01	0.00	0.00	0.00	0.004
	14.556	Min	-0.0	-17.54	-27.10	-0.01	-20.8	0.0	-0.00	-0.02	-0.00	-0.00	-0.029

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

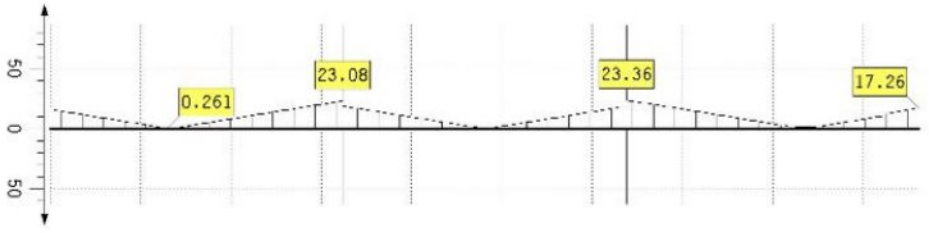
Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm²	kNm²
		Max	0.0	-0.00	4.03	0.00	2.5	12.6	0.01	0.00	0.00	0.00	0.006
	15.452	Min	-0.0	-17.54	-36.64	-0.04	-49.4	0.0	-0.00	-0.05	-0.00	-0.00	-0.054
		Max	-0.0	0.00	5.50	0.01	6.8	28.3	0.01	0.01	0.00	0.00	0.011
C	15.950	Min	-0.1	-17.54	-41.93	-0.05	-68.9	0.0	-0.01	-0.08	-0.00	-0.00	-0.085
		Max	-0.0	-0.00	6.31	0.01	9.7	37.0	0.03	0.02	0.00	0.00	0.018
C	15.950	Min	0.0	0.00	-7.50	-0.03	-68.9	0.0	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.085
		Max	0.1	35.50	52.07	0.12	9.7	37.0	0.03	0.09	0.00	0.00	0.018
	16.080	Min	0.0	0.00	-7.29	-0.03	-62.2	0.0	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.073
		Max	0.1	35.50	50.69	0.11	8.8	32.4	0.03	0.08	0.00	0.00	0.016
	16.080	Min	0.0	0.00	-7.29	-0.03	-62.2	0.0	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.073
		Max	0.1	21.55	50.69	0.11	8.8	32.4	0.03	0.08	0.00	0.00	0.016
	16.563	Min	0.0	0.00	-6.50	-0.02	-39.0	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.041
		Max	0.1	21.55	45.54	0.10	5.4	22.0	0.05	0.05	0.00	0.00	0.009
	16.853	Min	0.0	0.00	-6.02	-0.02	-26.2	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.027
		Max	0.1	21.55	42.45	0.10	3.6	15.8	0.05	0.05	0.00	0.00	0.006
	17.143	Min	0.0	0.00	-5.54	-0.02	-14.4	0.0	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.015
		Max	0.1	21.56	39.36	0.09	1.9	9.5	0.05	0.04	0.00	0.00	0.003
	18.400	Min	0.0	0.00	-3.48	-0.02	-3.7	-17.6	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	21.56	25.98	0.08	26.7	-0.0	0.04	0.04	0.00	0.00	0.037
	18.400	Min	0.0	0.00	-3.49	-0.02	-3.7	-17.6	-0.01	-0.01	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	7.61	25.99	0.08	26.7	-0.0	0.04	0.04	0.00	0.00	0.037
	20.720	Min	-0.0	0.00	0.31	-0.01	-7.4	-35.2	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.021
		Max	-0.0	7.60	3.38	0.01	58.3	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.101
	20.720	Min	-0.0	-6.35	0.31	-0.01	-7.4	-35.2	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.021
		Max	0.0	0.00	3.39	0.01	58.3	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.101
	20.817	Min	-0.0	-6.35	0.15	-0.01	-7.4	-34.6	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.021
		Max	0.0	0.00	3.04	0.00	58.4	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.101
	23.040	Min	0.0	-6.35	-23.40	-0.10	-2.3	-20.5	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	-0.00	6.10	0.02	32.7	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.044
	23.040	Min	0.0	-20.30	-23.39	-0.10	-2.3	-20.5	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	-0.00	6.10	0.02	32.7	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.044
	23.050	Min	0.0	-20.30	-23.50	-0.10	-2.2	-20.3	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	-0.00	6.12	0.02	32.5	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.044
	23.050	Min	0.0	-20.30	-27.40	-0.10	-2.2	-20.3	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00	-0.008
		Max	0.1	-0.00	1.42	0.02	32.5	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.044
	23.650	Min	0.0	-20.30	-33.54	-0.10	-1.1	-8.1	-0.06	-0.04	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	0.2	-0.00	2.41	0.02	14.3	-0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.017
D	24.050	Min	0.0	-20.30	-37.80	-0.11	-0.0	-0.0	-0.07	-0.04	-0.00	-0.00	-0.000
		Max	0.2	0.00	3.07	0.02	0.0	0.0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.000
Minimum			**-0.1**	**-27.98**	**-51.47**	**-0.12**	**-68.9**	**-35.2**	**-0.07**	**-0.09**	**-0.00**	**-0.00**	**-0.085**
Maximum			**0.2**	**35.50**	**52.07**	**0.12**	**58.4**	**39.1**	**0.06**	**0.09**	**0.00**	**0.00**	**0.101**

Stahlnachweisergebnisse

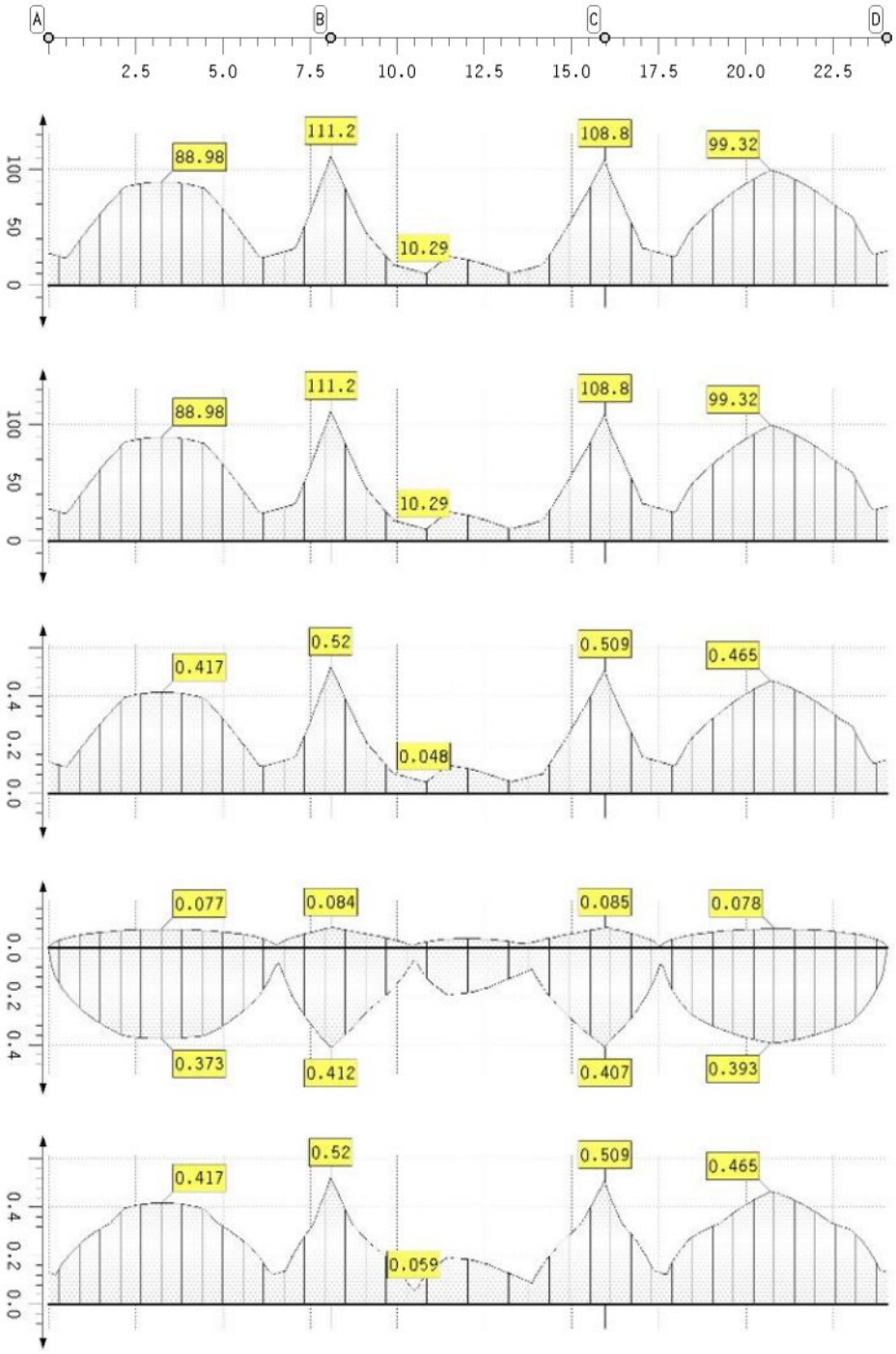


elastische Randspannungen σ_x in MN/m²
Min: -108.52
Max: 111.18



elastische Schubspannung τ in MN/m²
Max: 23.36

Stahlnachweisergebnisse



elastische Vergleichsspannung σ_v in MN/m²
Max: 111.18

elastische Nachweisspannung σ_{el} in MN/m²
Max: 111.18

elastische Ausnutzung $U_{\sigma,el}$ des Querschnitts
Max: 0.52

vorh(c/t)/grenz(c/t)
c/t 0-0 (beids. gel.)
Max: 0.08
c/t --0 (eins. gel.)
Max: 0.41

Ausnutzung
Max: 0.52

Stahlnachweisergebnisse

Die Spannungen werden elastisch ermittelt.

Punkt	x	min σ_x	max σ_x	τ	σ_v	σ_{el}	$U_{\sigma,el}$	$U_{\sigma,pl}$	0-0	--0	U
-	m	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	-	-	-	-	-
A	0.000	0.00	0.01	15.87	27.49	27.49	0.129	----	0.000	0.000	0.129
	0.196	-9.03	8.79	14.91	25.82	25.82	0.121	----	0.026	0.119	0.121
	0.491	-22.08	21.46	13.49	23.47	23.47	0.110	----	0.041	0.187	0.187
	2.160	-84.51	81.83	5.48	84.52	84.52	0.396	----	0.072	0.363	0.396
	3.223	-88.98	85.79	0.26	88.98	88.98	0.417	----	0.077	0.373	0.417

Stahlnachweisergebnisse

Die Spannungen werden elastisch ermittelt.

Punkt	x	min σ_x	max σ_x	τ	σ_v	σ_{el}	$U_{\sigma,el}$	$U_{\sigma,pl}$	0-0	--0	U
-	m	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	MN/m²	-	-	-	-	-
	4.480	-83.29	80.68	5.89	83.30	83.30	0.390	----	0.071	0.360	0.390
	5.060	-63.26	61.29	8.64	63.26	63.26	0.296	----	0.064	0.314	0.314
	6.027	-24.49	23.80	13.31	24.51	24.51	0.115	----	0.041	0.196	0.196
	6.510	-3.79	3.77	15.62	27.05	27.05	0.127	----	0.011	0.075	0.127
	6.607	-2.21	2.27	16.09	27.86	27.86	0.130	----	0.017	0.061	0.130
	7.100	-32.47	33.18	18.50	33.21	33.21	0.155	----	0.047	0.226	0.226
B	8.100	-108.51	111.18	23.08	111.18	111.18	0.520	----	0.084	0.412	0.520
B	8.100	-108.52	111.16	18.70	111.17	111.17	0.520	----	0.084	0.412	0.520
	9.120	-43.63	44.79	13.78	44.79	44.79	0.210	----	0.057	0.262	0.262
	10.377	-3.50	3.45	7.77	13.47	13.47	0.063	----	0.009	0.072	0.072
	10.473	-1.55	1.24	7.32	12.67	12.67	0.059	----	0.011	0.049	0.059
	10.763	-7.73	8.23	5.94	10.29	10.29	0.048	----	0.024	0.110	0.110
	11.440	-25.48	25.52	2.71	25.52	25.52	0.119	----	0.035	0.194	0.194
	12.117	-20.82	21.18	0.73	21.18	21.18	0.099	----	0.038	0.181	0.181
	13.470	-8.09	8.09	6.94	12.03	12.03	0.056	----	0.018	0.111	0.111
	13.860	-4.38	4.96	8.79	15.22	15.22	0.071	----	0.023	0.086	0.086
	14.258	-20.67	21.51	10.68	21.51	21.51	0.101	----	0.037	0.180	0.180
C	15.950	-105.89	108.80	18.85	108.80	108.80	0.509	----	0.085	0.407	0.509
C	15.950	-105.87	108.81	23.36	108.81	108.81	0.509	----	0.085	0.407	0.509
	16.467	-68.12	69.75	21.03	69.76	69.76	0.327	----	0.067	0.327	0.327
	17.047	-31.08	31.75	18.30	31.78	31.78	0.149	----	0.044	0.220	0.220
	17.530	-2.99	3.06	15.95	27.63	27.63	0.129	----	0.006	0.066	0.129
	17.723	-9.53	9.23	15.02	26.02	26.02	0.122	----	0.026	0.123	0.123
	17.917	-20.74	20.16	14.11	24.43	24.43	0.114	----	0.037	0.180	0.180
	19.173	-69.24	66.93	8.05	69.24	69.24	0.324	----	0.068	0.329	0.329
	20.817	-98.36	94.86	1.45	98.36	98.36	0.460	----	0.078	0.391	0.460
	23.050	-58.47	57.22	10.87	58.49	58.49	0.274	----	0.058	0.302	0.302
	23.750	-18.02	17.64	15.79	27.35	27.35	0.128	----	0.034	0.168	0.168
	23.950	-6.04	5.94	16.77	29.05	29.05	0.136	----	0.020	0.097	0.136
D	24.050	0.00	0.02	17.26	29.90	29.90	0.140	----	0.000	0.000	0.140
Minimum		**-108.52**	**0.01**	**0.26**	**10.29**	**10.29**	**0.048**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.059**
Maximum		**0.00**	**111.18**	**23.36**	**111.18**	**111.18**	**0.520**	**0.000**	**0.085**	**0.412**	**0.520**

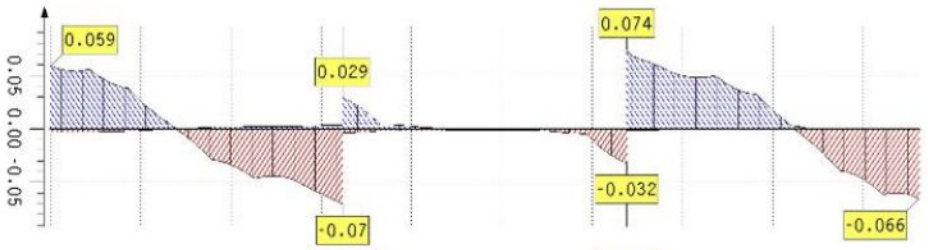
Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse (γ_F-fach)

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm²
A	0.000	Min	-0.00	-27.82	-34.75	-0.10	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	5.32	0.03	0.00	0.00	0.00
B	8.100	Min	-0.00	-52.29	-93.10	-0.16	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	15.13	0.05	0.00	0.00	0.00
C	15.950	Min	-0.00	-53.04	-94.00	-0.17	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	13.82	0.04	0.00	0.00	0.00
D	24.050	Min	-0.00	-20.30	-51.77	-0.11	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	0.37	0.02	0.00	0.00	0.00

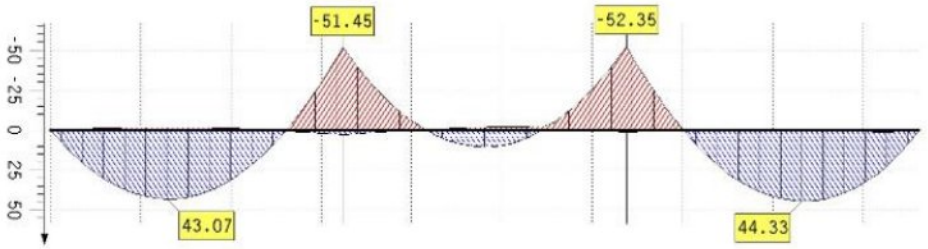
ZUSAMMENFASSUNG NACHWEIS 3: SCHNITTGRÖSSENERMITTLUNG (TH.

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

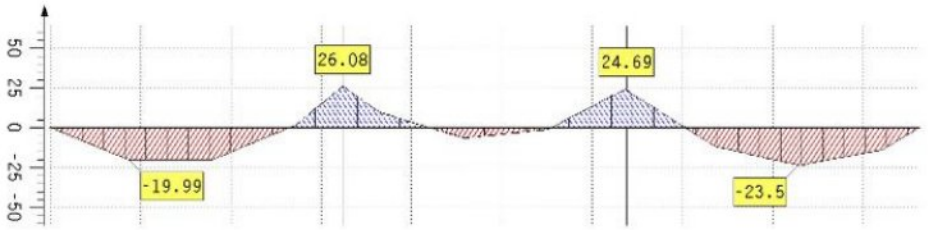




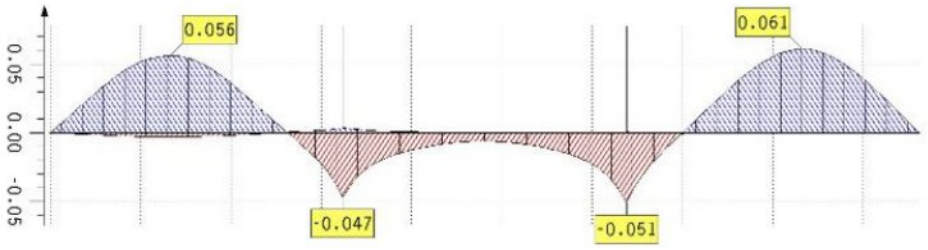
Schubmittelpunkt
Torsionsmoment
T in kNm
Min: -0.07
Max: 0.07



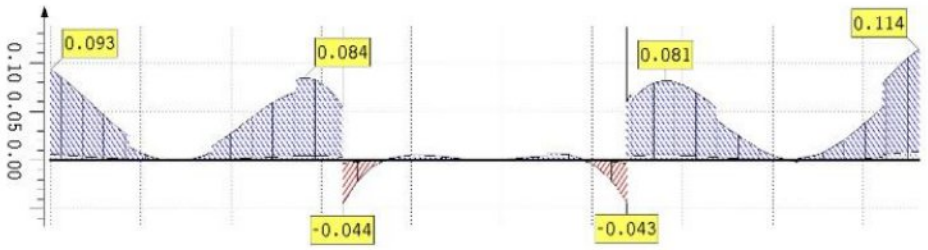
Schwerpunkt
Biegemoment
M_η in kNm
Min: -52.35
Max: 44.33



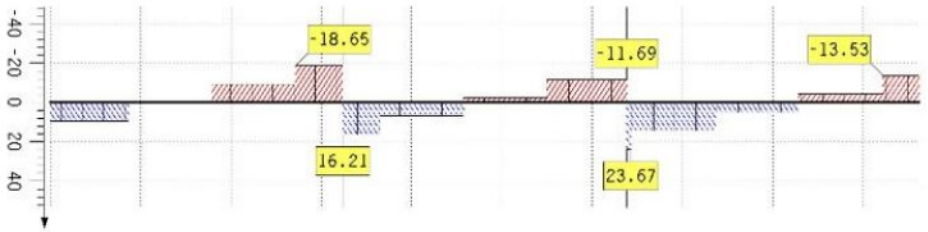
Schwerpunkt
Biegemoment
M_ζ in kNm
Min: -23.50
Max: 26.08



Schubmittelpunkt
Wölbbimoment
B in kNm^2
Min: -0.05
Max: 0.06

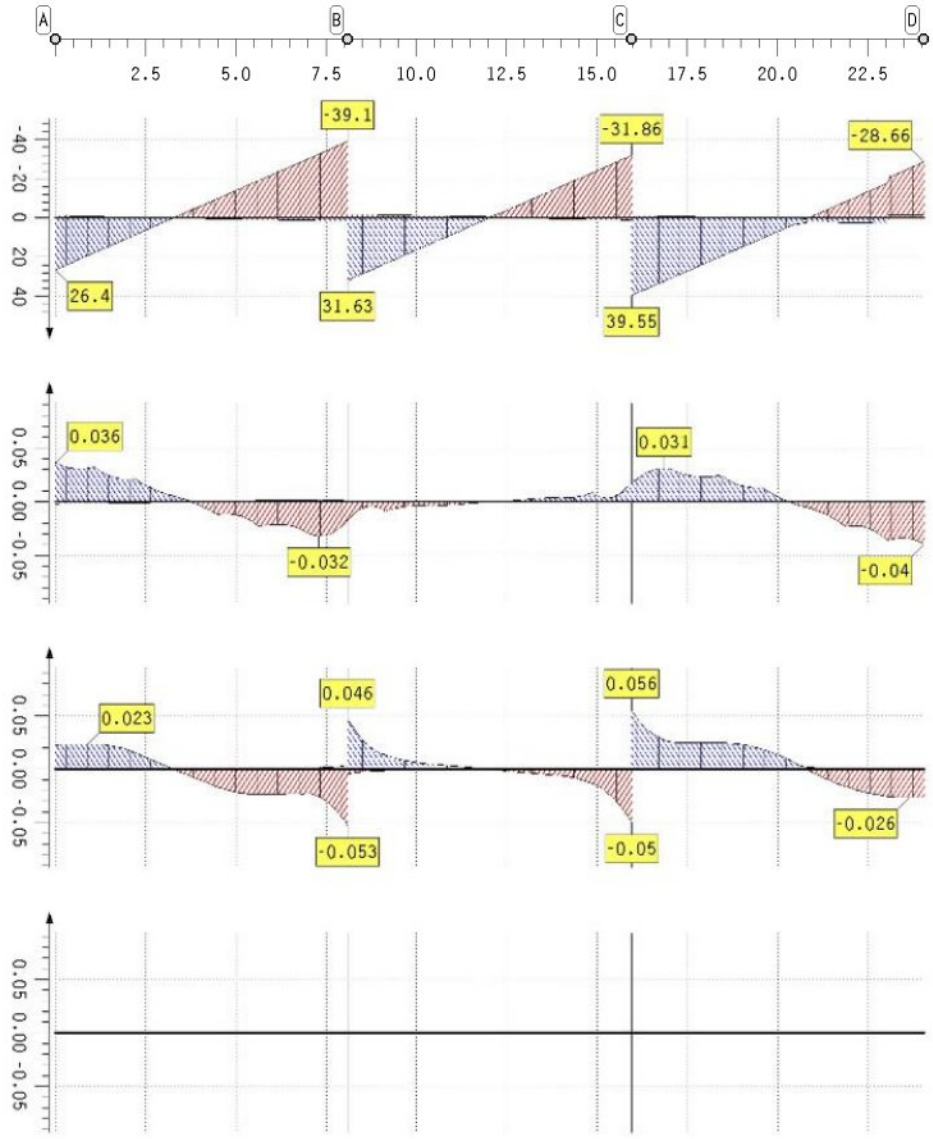


Schwerpunkt
Normalkraft
N in kN
Min: -0.04
Max: 0.11



Schubmittelpunkt
Querkraft
V_η in kN
Min: -18.65
Max: 23.67

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem



Schubmittelpunkt
Querkraft
V_ζ in kN
Min: -39.10
Max: 39.55

St. Venant'sches
Torsionsmoment
T_t in kNm
Min: -0.04
Max: 0.04

Torsionsmoment
aus Wölbkraft
T_w in kNm
Min: -0.05
Max: 0.06

Wagnereffekt
Torsionsmoment
T_σ in kNm
Min: -0.00
Max: 0.00

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
A	0.000	Min	0.0	-0.00	-1.03	-0.00	-0.0	-0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.000
		Max	0.1	9.25	26.40	0.06	0.0	-0.0	0.04	0.02	0.00	0.00	0.000
	0.687	Min	0.0	0.00	-0.81	-0.00	-0.6	-6.4	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	9.25	20.84	0.05	16.2	-0.0	0.03	0.02	0.00	0.00	0.016
	0.884	Min	0.0	0.00	-0.75	-0.00	-0.8	-8.2	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	9.25	19.25	0.05	20.2	-0.0	0.03	0.02	0.00	0.00	0.020
	2.160	Min	0.0	0.00	-0.33	-0.00	-1.5	-20.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	0.0	9.25	8.93	0.04	38.1	-0.0	0.02	0.02	0.00	0.00	0.047
	2.160	Min	-0.0	-0.05	-0.33	-0.00	-1.5	-20.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	0.0	0.00	8.93	0.04	38.1	-0.0	0.02	0.02	0.00	0.00	0.047
	3.223	Min	-0.0	-0.05	0.01	-0.00	-1.6	-19.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	0.0	-0.00	0.33	0.01	43.1	-0.0	0.01	0.00	0.00	0.00	0.056
	3.320	Min	-0.0	-0.05	-0.45	-0.00	-1.6	-19.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	-0.0	-0.00	0.13	0.00	43.1	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.056
	3.417	Min	-0.0	-0.05	-1.23	-0.00	-1.6	-19.9	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.003
		Max	-0.0	-0.00	0.16	0.00	43.0	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.056
	4.480	Min	0.0	-0.05	-9.83	-0.03	-1.4	-19.9	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.002

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
		Max	0.0	-0.00	0.50	0.00	37.1	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.046
	4.480	Min	0.0	-9.35	-9.82	-0.03	-1.4	-19.9	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00	-0.002
		Max	0.0	-0.00	0.50	0.00	37.1	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.046
	6.607	Min	0.0	-9.36	-27.02	-0.05	-2.1	0.0	-0.02	-0.02	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	-0.00	1.19	0.00	0.8	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001
	6.800	Min	0.0	-9.35	-28.59	-0.05	-7.5	0.0	-0.03	-0.02	-0.00	-0.00	-0.005
		Max	0.1	-0.00	1.25	0.00	1.0	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001
	6.800	Min	0.0	-18.65	-28.59	-0.05	-7.5	0.0	-0.03	-0.02	-0.00	-0.00	-0.005
		Max	0.1	-0.00	1.25	0.00	1.0	1.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001
	7.300	Min	0.0	-18.65	-32.63	-0.06	-22.8	0.0	-0.03	-0.03	-0.00	-0.00	-0.017
		Max	0.1	-0.00	1.41	0.00	1.7	11.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.002
B	8.100	Min	0.0	-18.65	-39.10	-0.07	-51.5	0.0	-0.02	-0.05	-0.00	-0.00	-0.047
		Max	0.1	-0.00	1.67	0.00	2.9	26.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.004
B	8.100	Min	-0.0	-0.00	-1.83	-0.00	-51.5	0.0	-0.02	-0.00	-0.00	-0.00	-0.047
		Max	-0.0	16.21	31.63	0.03	2.9	26.1	0.00	0.05	0.00	0.00	0.004
	8.656	Min	-0.0	-0.00	-1.65	-0.00	-35.1	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.028
		Max	-0.0	16.21	27.13	0.02	2.0	17.1	0.00	0.02	0.00	0.00	0.002
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-1.50	-0.00	-23.4	0.0	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	-0.0	16.21	23.38	0.00	1.2	9.6	0.00	0.01	0.00	0.00	0.001
	9.120	Min	-0.0	-0.00	-1.50	-0.00	-23.4	0.0	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.020
		Max	-0.0	6.91	23.38	0.00	1.2	9.6	0.00	0.01	0.00	0.00	0.001
	10.377	Min	0.0	-0.00	-1.09	-0.00	-0.6	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.010
		Max	0.0	6.91	13.22	0.00	-0.1	0.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001
	11.440	Min	-0.0	-0.00	-0.75	-0.00	-1.4	-6.5	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.007
		Max	0.0	6.91	4.62	0.00	9.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	11.440	Min	-0.0	-2.39	-0.75	-0.00	-1.4	-6.5	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.007
		Max	0.0	0.00	4.62	0.00	9.1	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	12.020	Min	0.0	-2.39	-0.56	-0.00	-1.8	-5.1	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.006
		Max	0.0	-0.00	-0.07	-0.00	10.4	0.0	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
	12.600	Min	0.0	-2.39	-4.76	-0.00	-2.0	-3.7	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.007
		Max	0.0	-0.00	0.07	-0.00	9.0	0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
	13.760	Min	0.0	-2.39	-14.15	-0.00	-3.1	-0.9	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.012
		Max	0.0	-0.00	0.45	-0.00	-0.4	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	13.760	Min	0.0	-11.69	-14.15	-0.00	-3.1	-0.9	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.012
		Max	0.0	-0.00	0.45	-0.00	-0.4	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	13.959	Min	0.0	-11.69	-15.76	-0.00	-5.0	0.0	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.013
		Max	0.0	-0.00	0.51	-0.00	-0.3	1.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
	14.955	Min	-0.0	-11.69	-23.81	-0.01	-24.6	0.0	-0.00	-0.01	-0.00	-0.00	-0.022
		Max	-0.0	-0.00	0.83	0.00	0.4	13.1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.000
	15.452	Min	-0.0	-11.69	-27.83	-0.02	-37.5	0.0	-0.00	-0.03	-0.00	-0.00	-0.032
		Max	-0.0	0.00	0.99	0.00	0.8	18.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
C	15.950	Min	-0.0	-11.69	-31.86	-0.03	-52.3	0.0	-0.00	-0.05	-0.00	-0.00	-0.051
		Max	-0.0	-0.00	1.15	0.00	1.3	24.7	0.02	0.00	0.00	0.00	0.001
C	15.950	Min	0.0	0.00	-1.14	-0.00	-52.3	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.051
		Max	0.1	23.67	39.55	0.07	1.3	24.7	0.02	0.06	0.00	0.00	0.001
	16.080	Min	0.0	0.00	-1.10	-0.00	-47.3	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.044
		Max	0.1	23.67	38.50	0.07	1.2	21.6	0.02	0.05	0.00	0.00	0.001
	16.080	Min	0.0	0.00	-1.10	-0.00	-47.3	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.044
		Max	0.1	14.37	38.50	0.07	1.2	21.6	0.02	0.05	0.00	0.00	0.001
	16.853	Min	0.0	0.00	-0.85	-0.00	-19.9	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.016
		Max	0.1	14.37	32.24	0.06	0.4	10.5	0.03	0.03	0.00	0.00	0.000
	17.530	Min	0.0	0.00	-0.63	-0.00	-0.3	0.0	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	14.37	26.77	0.05	0.0	0.8	0.02	0.02	0.00	0.00	0.001
	18.303	Min	0.0	0.00	-0.38	-0.00	-0.4	-10.3	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.000
		Max	0.1	14.37	20.51	0.05	18.3	-0.0	0.02	0.02	0.00	0.00	0.020
	18.400	Min	0.0	0.00	-0.35	-0.00	-0.5	-11.7	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.1	14.37	19.73	0.05	20.3	-0.0	0.02	0.02	0.00	0.00	0.022
	18.400	Min	0.0	0.00	-0.35	-0.00	-0.5	-11.7	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.0	5.07	19.73	0.05	20.3	-0.0	0.02	0.02	0.00	0.00	0.022
	20.720	Min	-0.0	0.00	0.40	-0.00	-0.4	-23.5	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	-0.0	5.07	2.36	0.00	44.3	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.061
	20.720	Min	-0.0	-4.23	0.40	-0.00	-0.4	-23.5	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.0	0.00	2.37	0.00	44.3	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.061
	20.817	Min	-0.0	-4.23	0.20	-0.01	-0.4	-23.1	-0.01	-0.00	-0.00	-0.00	-0.001
		Max	0.0	0.00	2.09	0.00	44.3	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.061
	23.040	Min	0.0	-4.23	-17.79	-0.06	1.4	-13.7	-0.04	-0.03	-0.00	-0.00	0.000
		Max	0.1	-0.00	2.81	0.00	24.8	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.026
	23.040	Min	0.0	-13.53	-17.78	-0.06	1.4	-13.7	-0.04	-0.03	-0.00	-0.00	0.000
		Max	0.1	-0.00	2.81	0.00	24.8	-0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.026
	23.650	Min	0.0	-13.53	-25.42	-0.06	0.5	-5.4	-0.03	-0.03	-0.00	-0.00	0.000
		Max	0.1	-0.00	-1.35	-0.00	10.8	-0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.010
D	24.050	Min	0.0	-13.53	-28.66	-0.07	-0.0	-0.0	-0.04	-0.03	-0.00	-0.00	-0.000
		Max	0.1	0.00	-1.22	-0.00	-0.0	0.0	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.000
Minimum			**-0.0**	**-18.65**	**-39.10**	**-0.07**	**-52.3**	**-23.5**	**-0.04**	**-0.05**	**-0.00**	**-0.00**	**-0.051**

extremale Schnittgrößen im Hauptachsensystem

Die Querkräfte V_η, V_ζ, die Torsionsmomente T, T_t, T_w, T_σ und das Wölbbimoment B wirken im Schubmittelpunkt.
Die Normalkraft N und die Biegemomente M_η, M_ζ beziehen sich auf den Schwerpunkt.

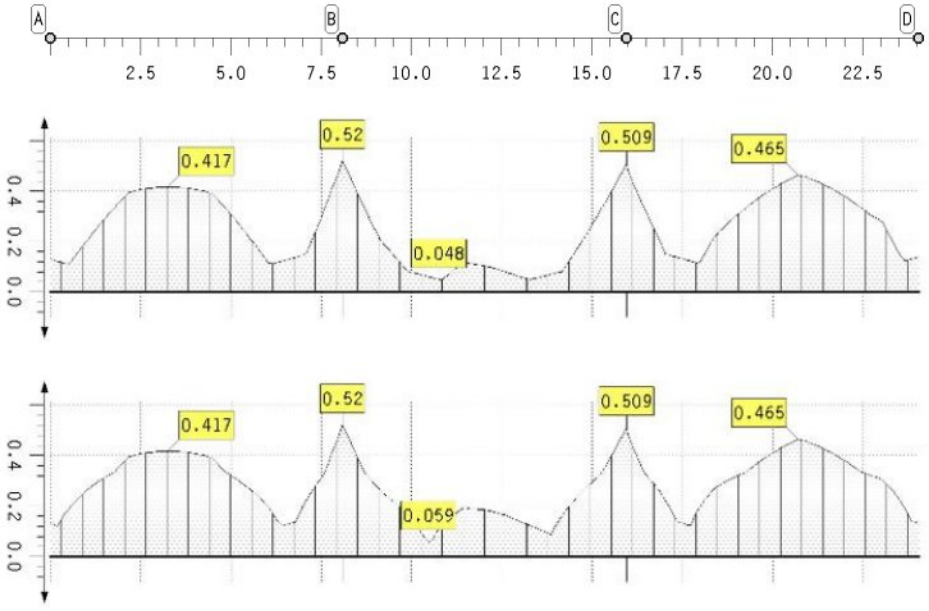
Punkt	x	Typ	N	V_η	V_ζ	T	M_η	M_ζ	T_t	T_w	T_σ	K_σ	B
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm2	kNm2
Maximum			**0.1**	**23.67**	**39.55**	**0.07**	**44.3**	**26.1**	**0.04**	**0.06**	**0.00**	**0.00**	**0.061**

Lagerreaktionen der Punkte bzgl. der Trägerachse (γ_F-fach)

Punkt	X	Typ	APx	APy	APz	AMx	AMy	AMz	ABx
-	m		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	kNm2
A	0.000	Min	-0.00	-18.55	-26.40	-0.06	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.00
B	8.100	Min	-0.00	-34.86	-70.73	-0.10	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	3.50	0.01	0.00	0.00	0.00
C	15.950	Min	-0.00	-35.36	-71.40	-0.11	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00
D	24.050	Min	-0.00	-13.53	-38.24	-0.07	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-3.92	-0.00	0.00	0.00	0.00

ZUSAMMENFASSUNG

Ausnutzungen



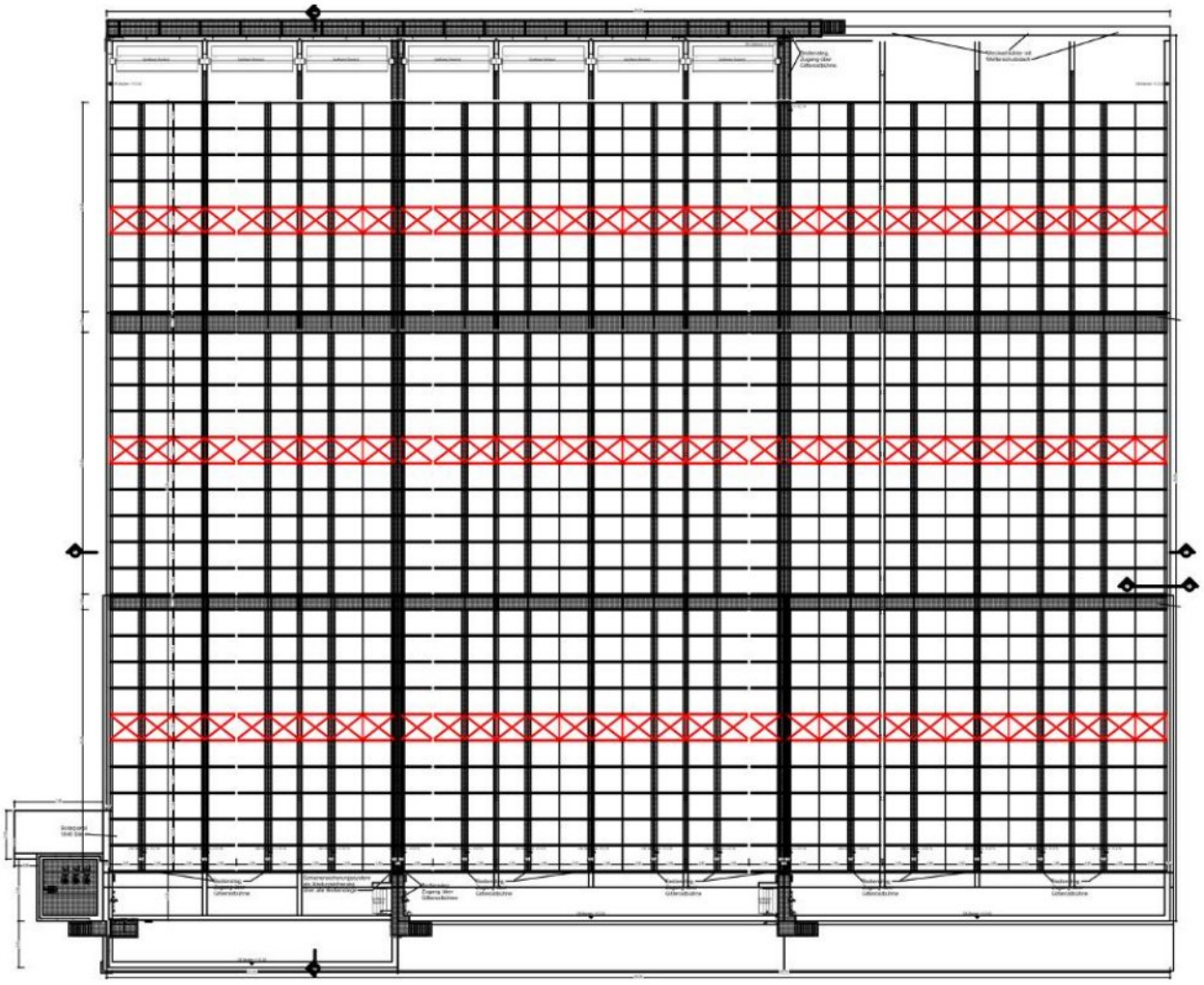
elastische Ausnutzung $U_{\sigma,el}$ des Querschnitts
Max: 0.52

Ausnutzung
Max: 0.52

Position 5 - Windverband

System und Abmessungen

Draufsicht Unterkonstruktion PV-Anlage: geplante Windverbände in Rot eingetragen



Spannweite l = 33,60 m, Höhe h = 2,32 m, Pfostenabstand a = 2,80 m

Zur Reduzierung von Zwangskräften in Beckenlängsrichtung wird je Feld mittig ein Windverband vorgesehen. Die Bemessung erfolgt für die maßgebende Spannweite von Feld B2.2 bzw. B3.2. Um die Lagerkräfte der Querträger im Feld B2.3 zu reduzieren werden die Querträger hier in Achse 6 des Beckes getrennt.

Querschnitt + Material

Unter- u. Obergurt	HEA200
Pfosten	IPE100
Diagonalen	RD16
Stahl	S235 JR

Belastung

Die Windlasten werden in Abhängigkeit des Standorts und der ‘Gebäudeparameter‘ im Berechnungsprogramm automatisch für eine geschlossene Giebelseite berücksichtigt. Die Gesamthöhe der Konstruktion einschließlich PV-Modulen bemisst sich auf h ≤ 1,05 m. Die Einflusshöhe für die Windlastermittlung wird daher auf der sicheren Seite zu 1,20 m angesetzt.

Winddruck	w_{k1} = **0,50 kN/m**
Windsog	w_{k2} = **0,21 kN/m**

Zum Vergleich wird die resultierende Reibungskraft aus der Windlastberechnung betrachtet (vgl. Wind- und Schneelastberechnung 2.3 – Reibung):

H_k = 0,81 kN * 12 Reihen / 33,60 m = 0,29 kN/m ≤ 0,21 + 0,09 = 0,30 kN/m O.K.

Bemessung → 5.1 Feld B2.2 bzw. B3.2
→ 5.2 Feld B2.3
→ Bemessung s. EDV!

Position: 5.1 Windverband

Aussteifungsverband Stahl ST12+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

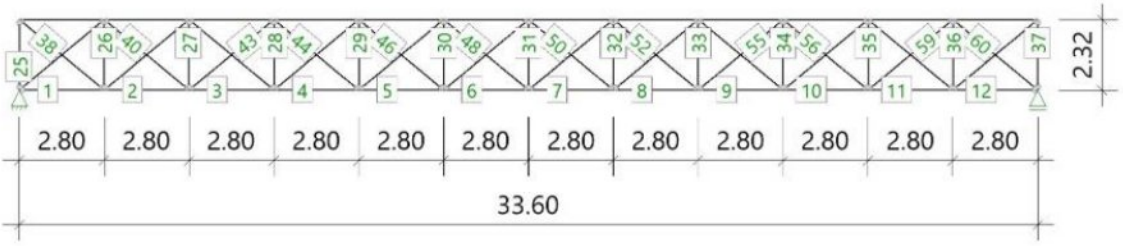
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

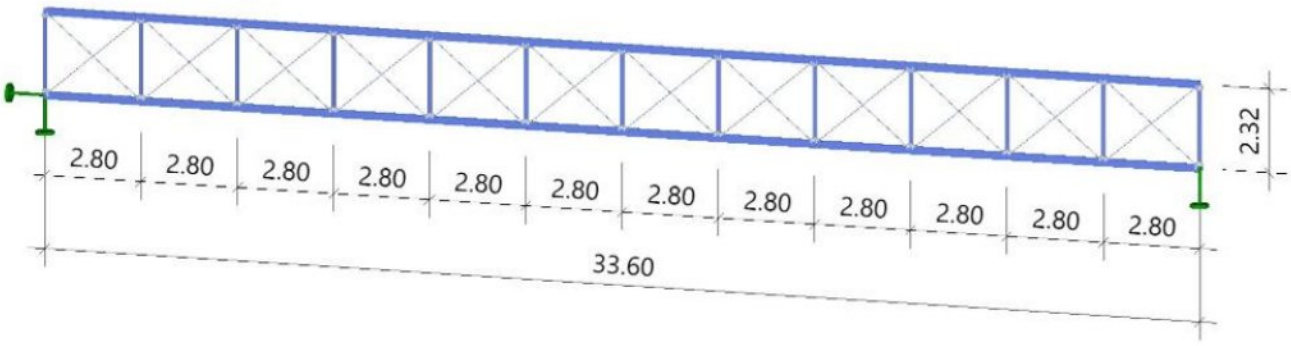
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B

Die Schnittkraftermittlung erfolgt nach Theorie II.Ordnung.

System





1 Verband	Länge	= 33.60 m	12 Felder	L = 2.80 m	
	Höhe	= 2.32 m			
	Lage	= 3.20 m	über OK Gelände		
Einflusshöhe für Wind		= 0.50 m	am Giebel		
Gebäudelänge		= 25.52 m	12 Binder		

Gemeinde 523** Düren in Nordrhein-Westfalen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)
Geländehöhe ü. N N = 110 m

Gelände Mischkategorie Binnenland			Windzone 2		
Höhe für q	h	= 3.20 m	Basiswindgeschwindigkeit	v_{b0}	= 25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h)	= 0.59 kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	q_{b0}	= 0.39 kN/m²

Gurtkraft = 0.0 kN

Stabilisierende Ersatzkräfte werden als Knotenlasten (Petersen) angesetzt.
Die Windlast wird als Gleichlast angesetzt.

Querschnittswerte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
1	HEA 200 [90°]	1335.5	3692.2	133.6	388.6	53.8
2	IPE 100	171.0	15.9	34.2	5.8	10.3
3	RND 16	0.3	0.3	0.4	0.4	2.0

Querschnittsgeometrie

Name	h	t_s	b	t	r	[mm]
HEA 200	190	7	200	10	18	
IPE 100	100	4	55	6	7	
RND 16	16					

Stäbe - Querschnitt und Material

Bauteil	Querschnitt	Material	Stäbe
Binder	HEA 200 [90°]	S235	13 - 24 , 1 - 12
Pfosten	IPE 100	S235	25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37
Diagonale	RND 16	S235	38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61

Materialwerte Stahl

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

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Lasten

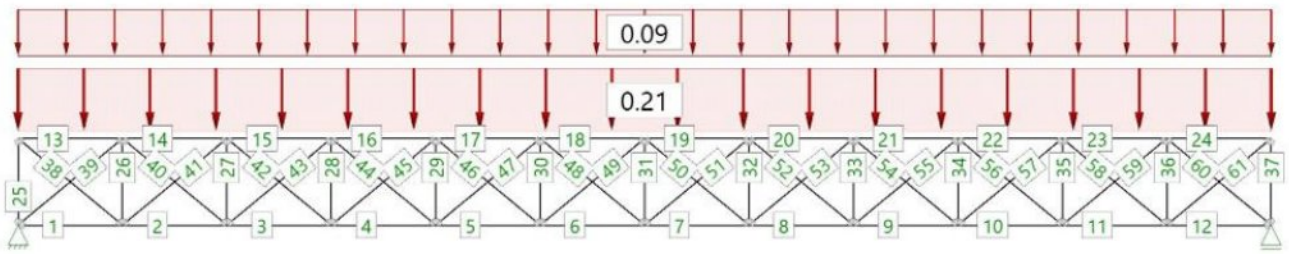
Lastarten

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

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Alt	cpe	Art	pi	a m	l m	Bauteil
Wind auf Giebel :	9	111						
Druck D			0.70	5	0.21	0.00	33.60	Obergurt
Sog E			0.30	5	0.09	0.00	33.60	Obergurt
Wind : Einwirkung = 9								

Wind auf Giebel



Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Pfosten	IPE 100	S235	37	1	0,03	0,16
Diagonale	RND 16	S235	61	1	0,23	0,00

IPE 100 Stab 37 Pfosten S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-7.4	0.0	0.00
2.32	-7.4	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm²]	η
0.00	1	-7.2	0.0	7.2	0.03
2.32	1	-7.2	0.0	7.2	0.03

RND 16 Stab 61 Diagonale S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	10.7	0.0	0.00
3.64	10.7	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm²]	η
0.00	1	53.4	0.0	53.4	0.23
3.64	1	53.4	0.0	53.4	0.23

IPE 100 Stab 37 Pfosten S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	7.4	0.00	6.46	0.16	1

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd})$ = **0.04** $N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd})$ = **0.16**

N_{Ed}	=	7.4 kN	N_{Rk}	=	242.1 kN
λ_T	=	0.54	λ_T	=	1.99
$N_{cr,T}$	=	831.1 kN	$N_{cr,T}$	=	61.3 kN
χ_T	=	0.87	χ_T	=	0.21
γ_{M1}	=	1.10			

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

Auflagerkräfte

charakteristische Auflagerkräfte infolge Wind(Standardlastfall) Theorie I.Ordnung ohne Stabausfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Windlasten	9	-	5.0	-
	33.60	Windlasten	9	-	5.0	-

Weitere Ergebnisse

Zuwachs der Normalkraft im Binder Nd = -26.9 kN Lfk = 1

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Wind auf Giebel:1,50

Zusammenfassung

Bemessungssituation	Bauteil,Stab(zug)	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	RND 16 Stab 61	1	Querschnitt	0,23
ständig/vorübergehend	IPE 100 Stab 37	1	Stabilität	0,16

Position: 5.2 Windverband

Aussteifungsverband Stahl ST12+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

Norm und Sicherheitskonzept

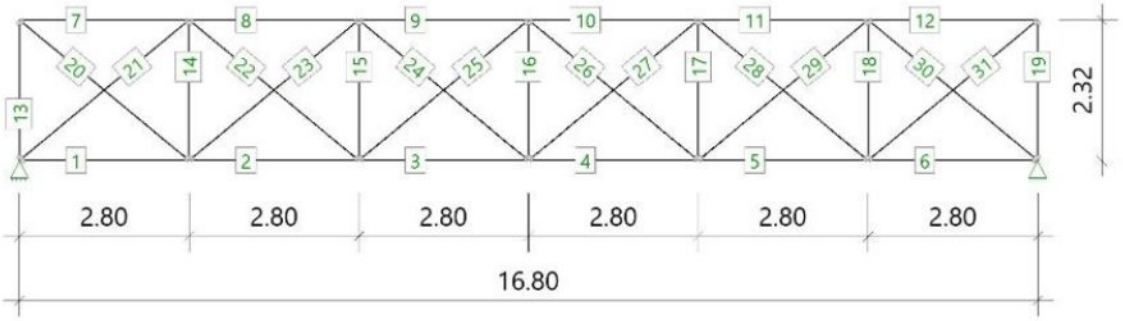
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

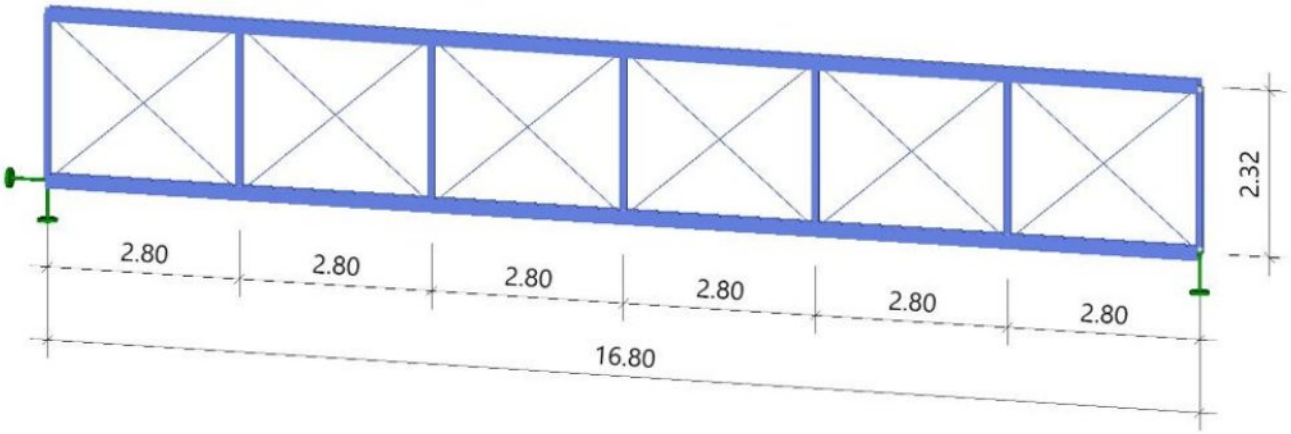
Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung	:	elastisch
Stabilitätsnachweis nach	:	6.3.3 - Anhang B

Die Schnittkraftermittlung erfolgt nach Theorie II.Ordnung.

System





1 Verband	Länge	=	16.80	m	6 Felder	L =	2.80 m
	Höhe	=	2.32	m			
	Lage	=	3.20	m	über OK Gelände		
Einflusshöhe für Wind		=	0.50	m	am Giebel		
Gebäudelänge		=	25.52	m	12 Binder		

Gemeinde 523** Düren in Nordrhein-Westfalen
(Eine Gemeindezuordnung ist in den Schnee- und Windnormen nicht rechtsverbindlich geregelt!)
Geländehöhe ü. N N = 110 m

Gelände Mischkategorie Binnenland					Windzone 2			
Höhe für q	h	=	3.20	m	Basiswindgeschwindigkeit	vb_0	=	25.00 m/s
Geschwindigkeitsdruck	q(h)	=	0.59	kN/m²	Basisgeschwindigkeitsdruck	qb_0	=	0.39 kN/m²

Gurtkraft = 0.0 kN

Stabilisierende Ersatzkräfte werden als Knotenlasten (Petersen) angesetzt.
Die Windlast wird als Gleichlast angesetzt.

Querschnittswerte

Nr	Name	I_y [cm⁴]	I_z [cm⁴]	W_y [cm³]	W_z [cm³]	A [cm²]
1	HEA 200 [90°]	1335.5	3692.2	133.6	388.6	53.8
2	IPE 100	171.0	15.9	34.2	5.8	10.3
3	RND 16	0.3	0.3	0.4	0.4	2.0

Querschnittsgeometrie

Name	h	t_s	b	t	r	[mm]
HEA 200	190	7	200	10	18	
IPE 100	100	4	55	6	7	
RND 16	16					

Stäbe - Querschnitt und Material

Bauteil	Querschnitt	Material	Stäbe
Binder	HEA 200 [90°]	S235	7 - 12 , 1 - 6
Pfosten	IPE 100	S235	13 14 15 16 17 18 19
Diagonale	RND 16	S235	20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Materialwerte Stahl

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

Belastung

Einwirkungen(Ew)

Id	Typ	Bemessungssituation	Name	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
9	Q	ständig/vorübergehend	Windlasten	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00

Lasten

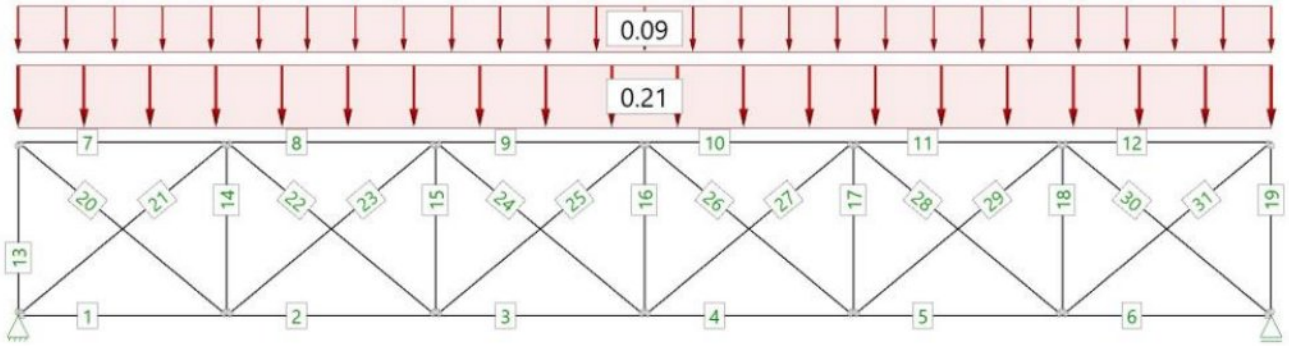
Lastarten

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

Standard-Lastfälle und Lasten

Beschreibung	Ew	Alt	cpe	Art	pi	a m	l m	Bauteil
Wind auf Giebel :	9	111						
Druck D			0.70	5	0.21	0.00	16.80	Obergurt
Sog E			0.30	5	0.09	0.00	16.80	Obergurt
Wind : Einwirkung = 9								

Wind auf Giebel



Ergebnisse

Tragfähigkeit ständig/vorübergehend

Bauteil	Querschnitt	Material	Stab	Lfk	$\eta_{Querschnitt}$	$\eta_{Stabilität}$
Pfosten	IPE 100	S235	19	1	0,02	0,08
Diagonale	RND 16	S235	31	1	0,10	0,00

IPE 100 Stab 19 Pfosten S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	-3.7	0.0	0.00
2.32	-3.7	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm²]	η
0.00	1	-3.6	0.0	3.6	0.02
2.32	1	-3.6	0.0	3.6	0.02

RND 16 Stab 31 Diagonale S235 Querschnittsnachweis Lfk 1

Schnittgrößen - Lfk 1

x [m]	N_{Ed} [kN]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
0.00	4.9	0.0	0.00
3.64	4.9	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit elastisch - Lfk 1 γ_{M0} = 1,00

x [m]	Qkl	σ_d [N/mm²]	τ_d [N/mm²]	$\sigma_{d,V}$ [N/mm²]	η
0.00	1	24.4	0.0	24.4	0.10
3.64	1	24.4	0.0	24.4	0.10

IPE 100 Stab 19 Pfosten S235 Stabilitätsnachweis Lfk 1

x [m]	Qkl	N_{Ed} [kN]	$M_{y,Ed}$ [kNm]	Gl	η	Lfk
0.00	1	3.7	0.00	6.46	0.08	1

Stabilitätsnachweis zentrische Normalkraft (Gl. 6.46)

$N_{Ed} / (\chi_T * N_{Rd}) =$ **0.02** $N_{Ed} / (\chi_z * N_{Rd}) =$ **0.08**

N_{Ed}	=	3.7 kN	N_{Rk}	=	242.1 kN
			s_{kz}	=	2.32 m
λ_T	=	0.54	λ_z	=	1.99
$N_{cr,T}$	=	831.1 kN	$N_{cr,z}$	=	61.3 kN
χ_T	=	0.87	χ_z	=	0.21
γ_{M1}	=	1.10			

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

Auflagerkräfte

charakteristische Auflagerkräfte infolge Wind(Standardlastfall) Theorie I.Ordnung ohne Stabausfall

Lager	x [m]	Lf	Ew	R_x [kN]	R_z [kN]	M_y [kNm]
	0.00	Windlasten	9	-	2.5	-
	16.80	Windlasten	9	-	2.5	-

Weitere Ergebnisse

Zuwachs der Normalkraft im Binder Nd = -6.8 kN Lfk = 1

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen

Lfk	Bemessungssituation	[Lastfall:Faktor]
1	ständig/vorübergehend	Wind auf Giebel:1,50

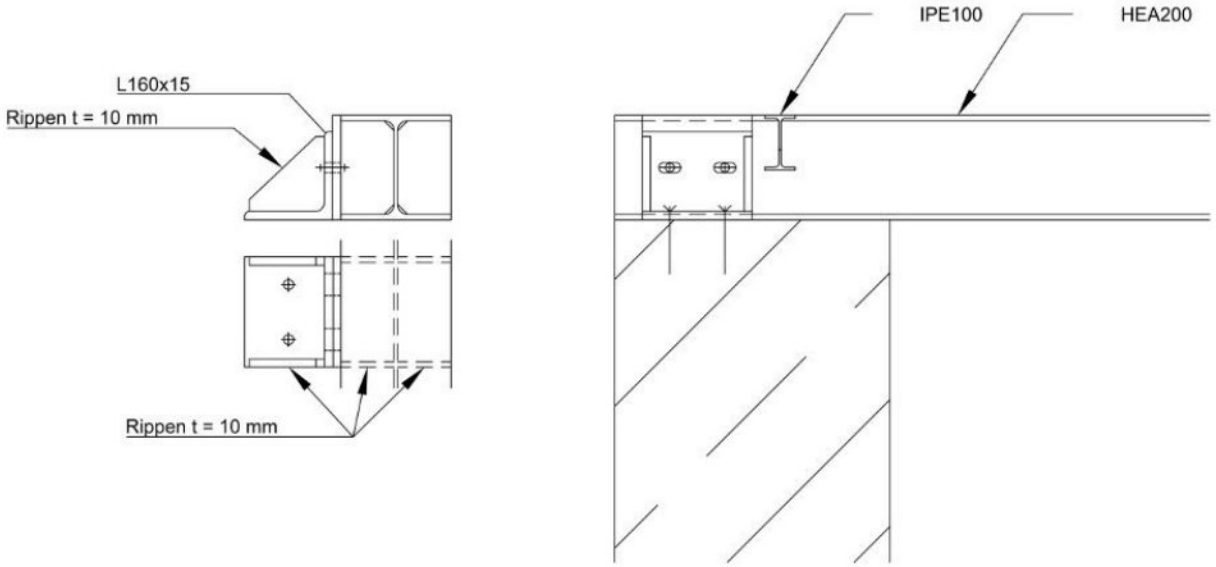
Zusammenfassung

Bemessungssituation	Bauteil,Stab(zug)	Lfk	Nachweis	η
ständig/vorübergehend	RND 16 Stab 31	1	Querschnitt	0,10
ständig/vorübergehend	IPE 100 Stab 19	1	Stabilität	0,08

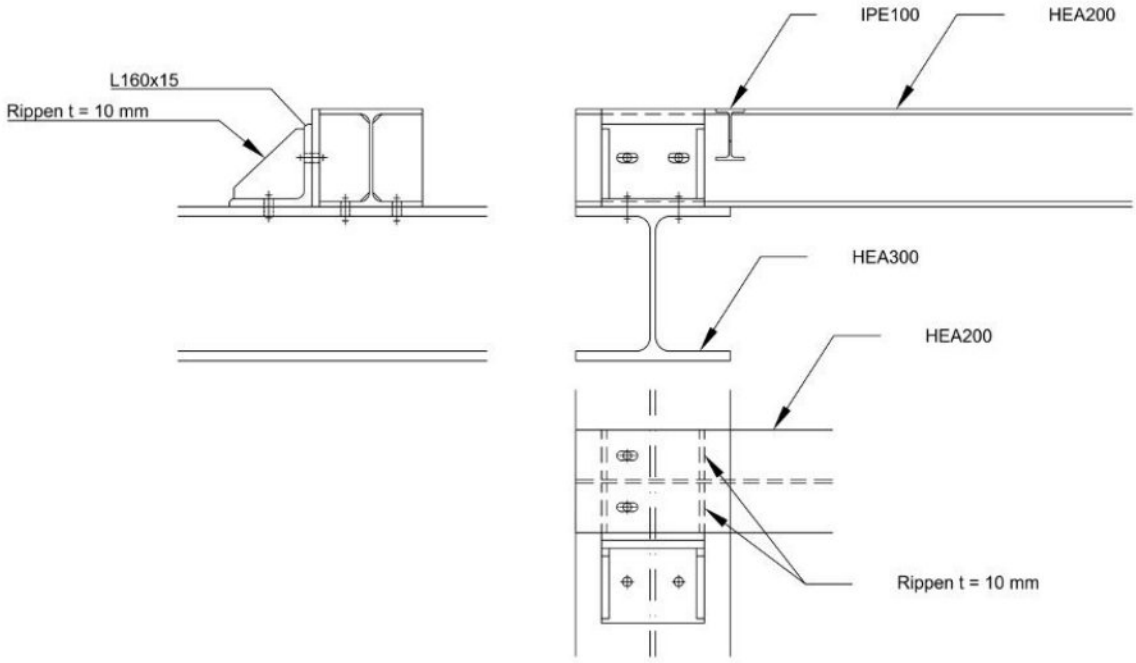
Position 6 - Auflager und Verankerung

System und Abmessungen

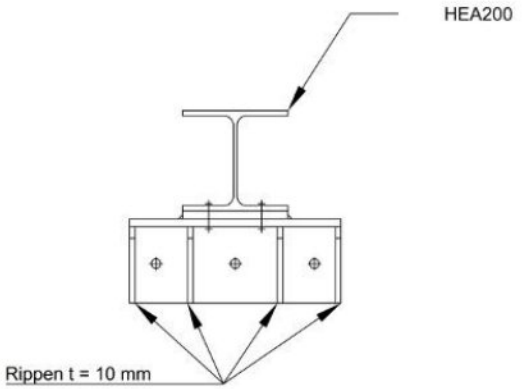
6.1 - Lagerdetail A: Horizontallager Windverband in Beckenlängsrichtung auf Stb.-Wand

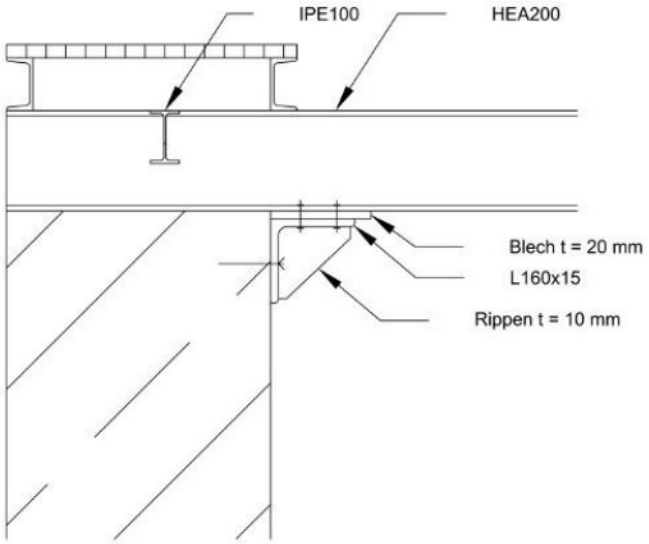


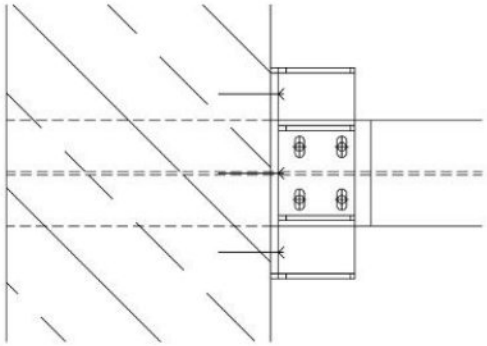
6.2 - Lagerdetail B: Horizontallager Windverband in Beckenlängsrichtung auf HEA300



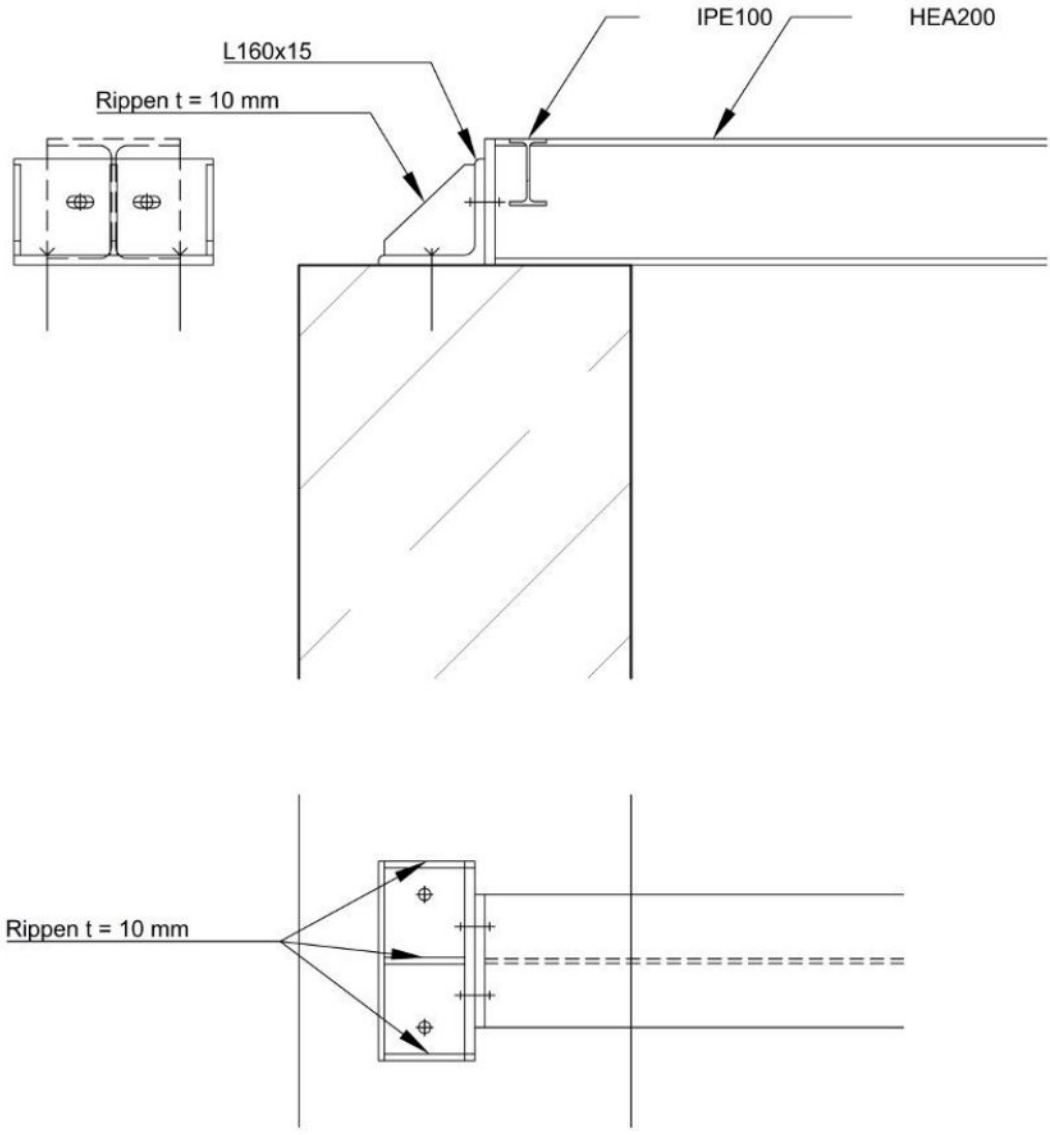
6.3 - Lagerdetail C: Horizontallager Querträger HEA200 auf Stb.-Innenwand



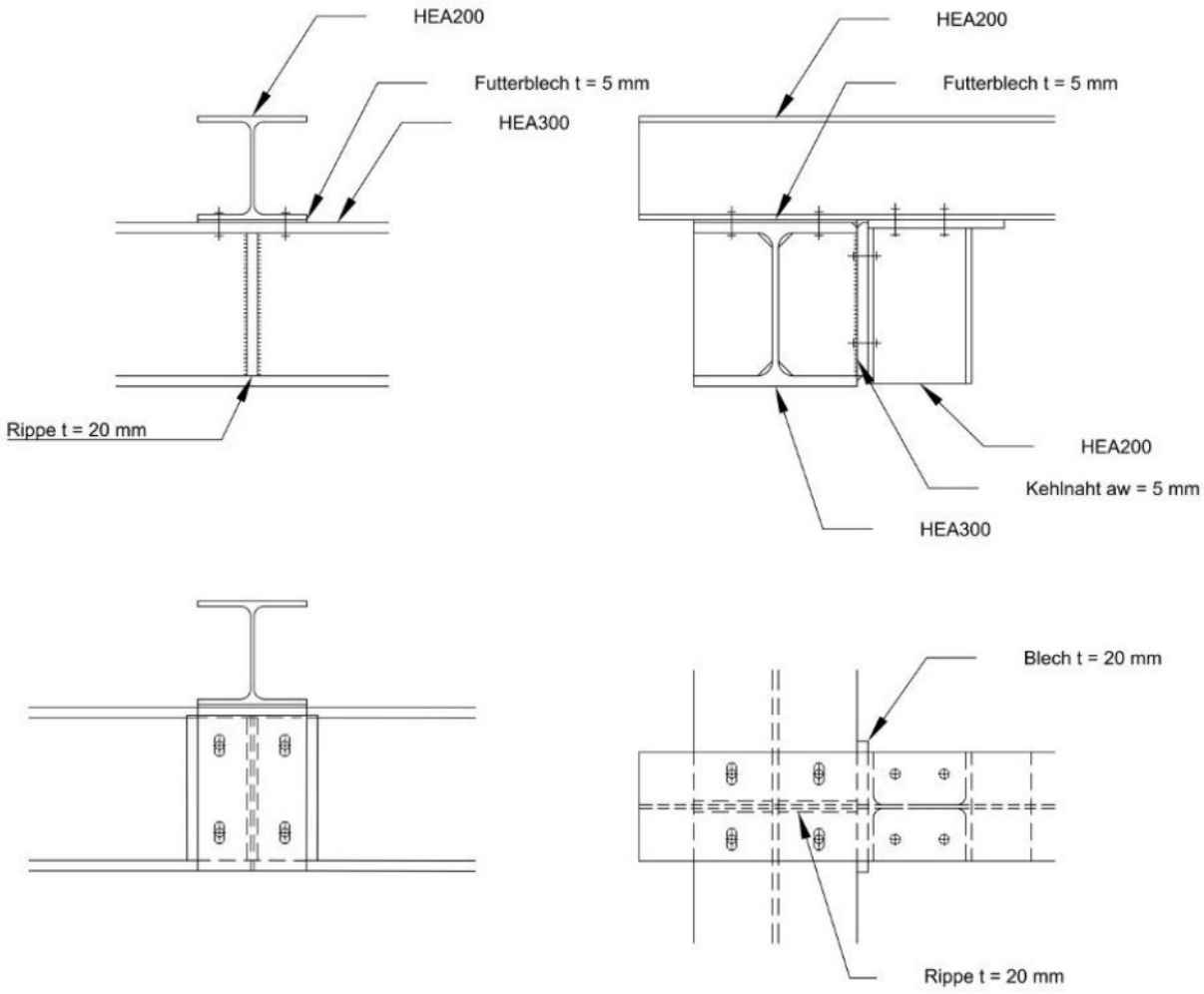




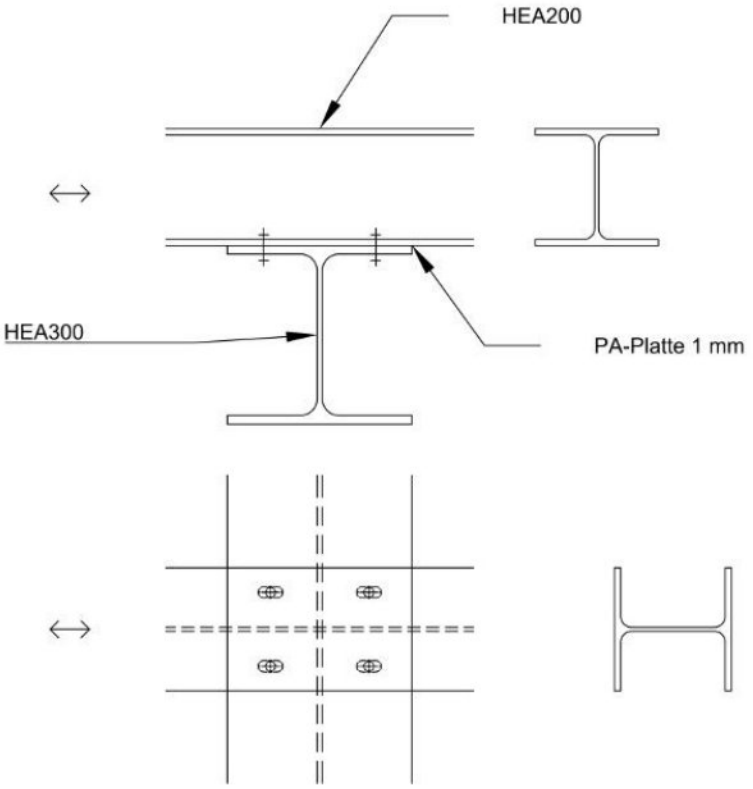
6.4 - Lagerdetail D: Horizontallager Querträger HEA200 auf Stb-Außenwand

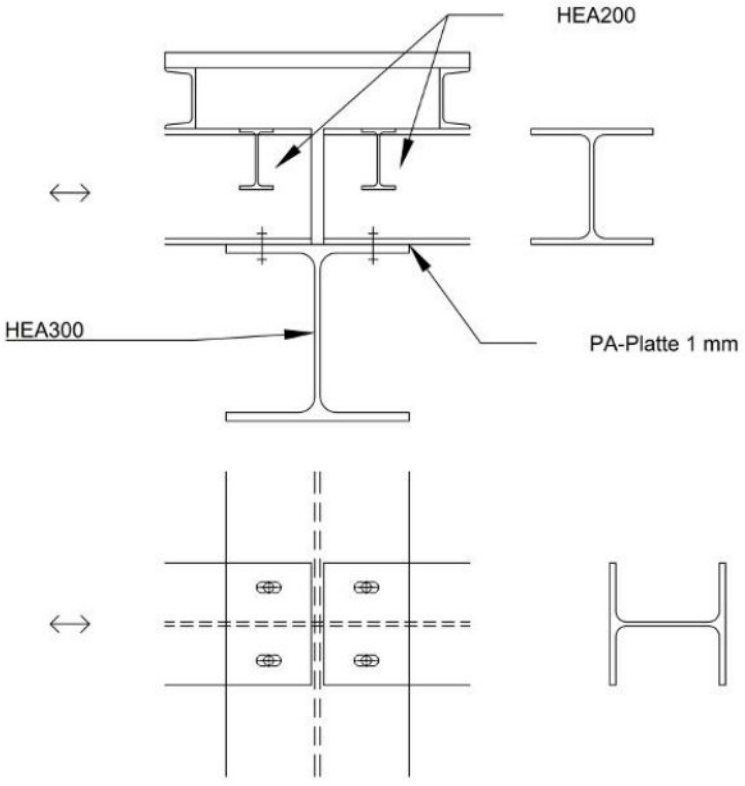


6.5 - Lagerdetail E: Festlager HEA200 auf Längsträger HEA300 an Überlaufschwelle

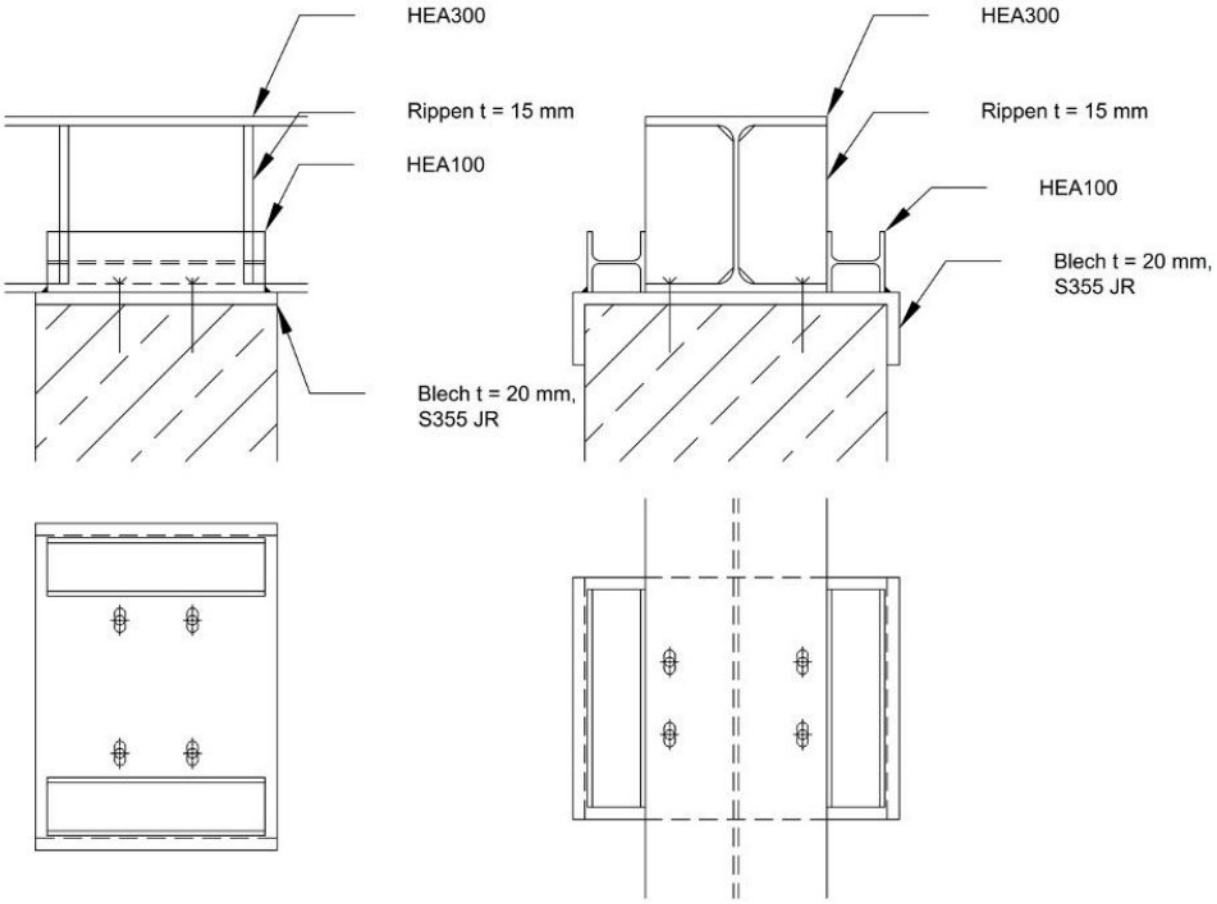


6.6 - Lagerdetail F1 und F2: Vertikallager Querträger HEA200 auf HEA300 (Zug + Druck)

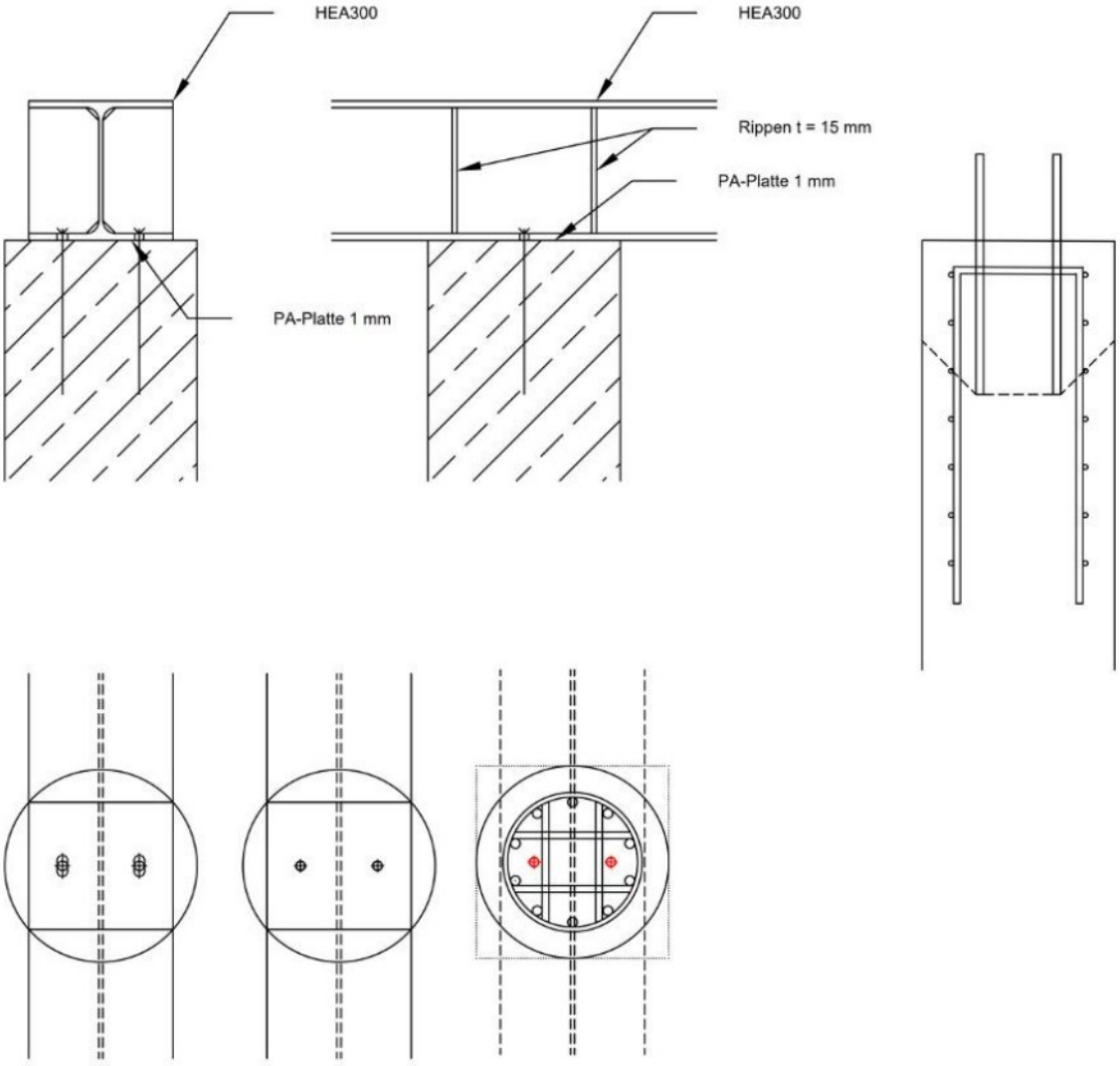




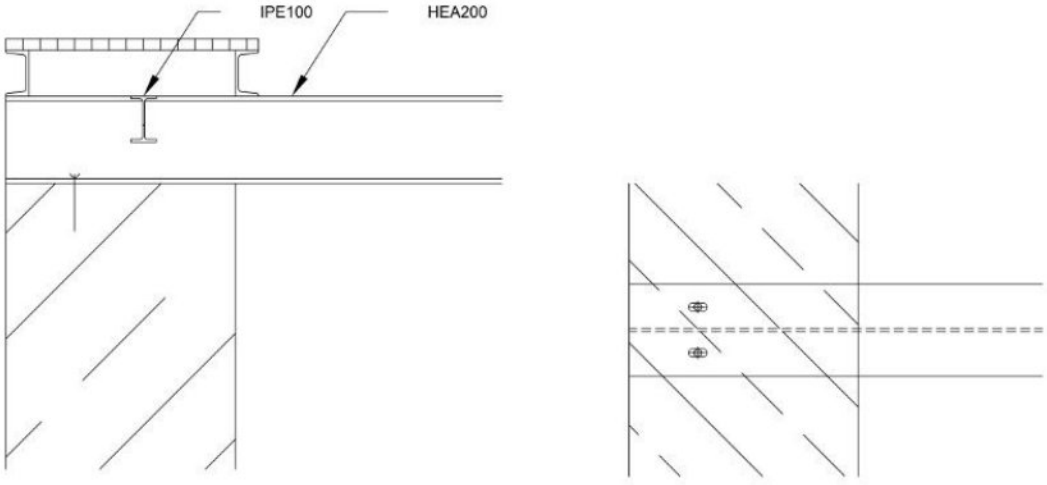
6.7 - Lagerdetail G: Vertikallager Längsträger HEA300 auf Stb.-Stütze, torsionssicher, längs verschieblich



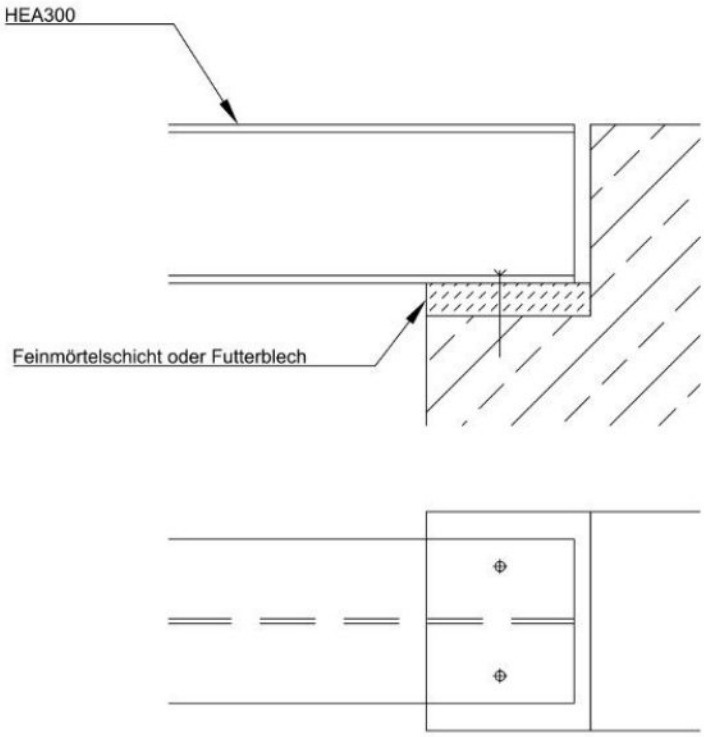
6.8 - Lagerdetail H: Vertikallager Längsträger HEA300 auf Rundstützen, (Zug und Druck)

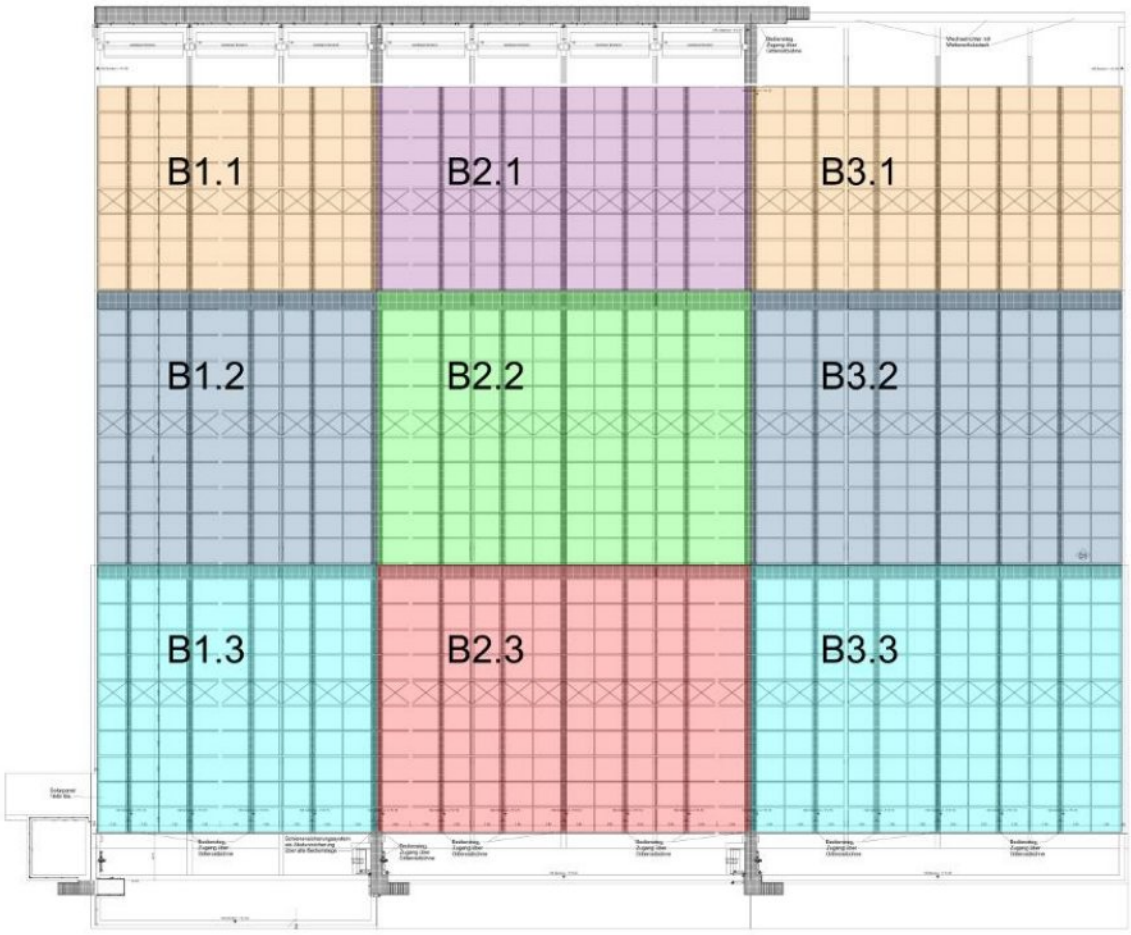


6.9 - Lagerdetail J: Vertikallager Querträger HEA200 auf Stb-Wand, (Zug und Druck)



6.10 - Lagerdetail K: Vertikallager Längsträger HEA300 auf Wandscheibe, (Zug und Druck)





Erläuterung zu den Lagerbedingungen:

Der horizontale Lastabtrag im Fall ‘Winddruck / -sog senkrecht zu den PV-Modulen‘ erfolgt über die Querträger direkt in die Auflager an der Wandkrone. Die Lagerung auf den Längsträgern HEA300 erfolgt zwangsfrei mittels Langlöchern und konstruktiv vorgesehener PA-Platten zwischen den beiden Trägern. Im Bereich von Feld B2.3 erfolgt die Auflagerung der Querträger im Endbereich abweichend auf Stahlträgern HEA300. Der vertikale Lastabtrag erfolgt über die Querträger HEA200 in die Hauptträger HEA300 bzw. über die Stb.-Konstruktion.

Der Lastabtrag infolge Windreibung in Beckenlängsrichtung erfolgt über die Querträger in die Zug-/ Druckpfosten bis hin zum mittig angeordneten Kreuzverband je Feld. Von dort wird die Last über die Kreuzverbände nach links und rechts bis hin zu den Wandkronen in Achse 1, 4, 8 und 12 abgeleitet. Für das Feld B2.3 erfolgt der Lastabtrag abweichend über die Längsträger HEA300 im Bereich der Überlaufschwellen.

Mit Ausnahme von Feld B2.3 erfolgt über die Längsträger HEA300 ausschließlich ein vertikaler Lastabtrag. Zur Reduzierung von Reibungskräften zwischen den kreuzenden Trägern wird zwischen den Trägern neben der Anordnung von Langlöchern, konstruktiv eine Gleitschicht aus bspw. einer PA-Platte vorgesehen.

Die Lager für die Felder B1.1 und B3.1, B1.2 und B3.2 sowie B1.3 und B3.3 können spiegelbildlich erfolgen.

Bei den dargestellten Lagerdetails handelt es sich um Ausführungsvorschläge. Die konkrete Ausgestaltung und die zugehörigen Nachweise sind im Rahmen der Werkplanung zu erbringen und zur Prüfung vorzulegen. Im Rahmen von Position 6 werden die aufzunehmenden Kräfte zusammengestellt und die Richtungen definiert, um eine zwangsfreie Lagerung des Gesamtsystems zu erwirken.

Querschnitt + Material

Längsträger	HEA300
Querträger	HEA200
Pfosten	IPE100
Diagonalen	RD16
div. Bleche	t = 5 bis 20 mm
Stahl	S235 JR und S355 JR

Belastung

Wind

- Windsog W_k = 39,4 kN je Reihe → maßgebend
- Winddruck W_k = 27,6 kN je Reihe

→ Zug / Druck je Querträger: W_k = (39,4 kN * sin (25) / 25,0 m) * 2,32 m * 12 Reihen
W_k = 18,5 kN
W_d = 1,50 * 18,5 kN = 27,8 kN ≈ **28 kN** je Lager

W_k = (39,4 kN * sin (25) / 25,0 m) * 2,32 m * 6 Reihen
W_k = 9,3 kN
W_d = 1,50 * 9,3 kN = 13,9 kN ≈ **14 kN** je Lager

- Pos. 1.4 $R_{z,d}$ = 1,35 * 7,9 + 1,50 * 28,9 = 54,0 kN
- Pos. 2 $R_{z1,d}$ = **61,4 kN** $R_{z2,d}$ = **22,0 kN**
  $R_{z1,d}$ = **-19,6 kN** $R_{z2,d}$ = **-6,7 kN**
- Pos. 3.1 $R_{z,d}$ = **176 kN** (Druck)
  $R_{z,d}$ = **- 56,7 kN** (Zug)
- Pos. 3.2 $R_{z,d}$ = **28,2 kN** (Druck)
  $R_{z,d}$ = **- 5,8 kN** (Zug)
- Pos. 4 $R_{y,d}$ = **53,0 kN**
  $R_{z,d}$ = **94,0 kN**
  $M_{x,d}$ = **5 kNm**

- Pos. 5.1 $R_{y,d}$ = 1,5 * 5,0 kN = **7,5 kN** je Lager
- Pos. 5.2 $R_{y,d}$ = 1,5 * 2,5 kN = **3,75 kN** je Lager

Temperatur	Temperaturansätze nach DIN EN 1991-1-5 / NA, Tab. 5.2		
	Baustahl verzinkt	helle Oberfläche	
	Aufstelltemperatur	$T_0 = 10°C$	
	Temperatur Sommer	$T_S = T_{max} + T_4 = +37°C + 30°C = + 67°C$	
	Temperatur Winter	$T_W = T_{min}$	$= - 24°C$
	Temperaturkoeffizient	$\alpha_T = 12 * 10^{-6} * 1/°C$	
	Längenänderung	$\Delta L = \alpha_T * l_0 * (T_{S/W} - T_0)$	
	HEA200	$\Delta L_S = 12*10^{-6} * 34{,}20\ m * (67 - 10)$	$= 24\ mm$
		$\Delta L_W = 12*10^{-6} * 34{,}20\ m * (-24 - 10)$	$= -14\ mm$
		$\Delta L_S = 12*10^{-6} * 24{,}6\ m * (67 - 10)$	$= 17\ mm$
		$\Delta L_W = 12*10^{-6} * 24{,}6\ m * (-24 - 10)$	$= -10\ mm$
	HEA300	$\Delta L_S = 12*10^{-6} * 25{,}0\ m * (67 - 10)$	$= 17\ mm$
		$\Delta L_W = 12*10^{-6} * 25{,}0\ m * (-24 - 10)$	$= -11\ mm$

Zwangsfreie Lagerung. Bestimmung der Längenänderung zur Dimensionierung der Auflagerbereiche und Langlöcher. Die Langlöcher sind bei den HEA200 mit maximal 40 mm und bei den HEA300 mit maximal 30 mm vorzusehen.

Zuordnung der Kräfte je Lagerdetail (γ-fach, Zugkräfte hier negativ):

Position	Lagerdetail	$R_{x,d}$ [kN]	$R_{y,d}$ [kN]	$R_{z,d}$ [kN]	$M_{x,d}$ [kNm]
6.1	A	± 7,5	-	-	-
6.2	B	± 7,5	-	22,0 / - 6,7	-
6.3	C	-	± 28,0	-	-
6.4	D	-	± 28,0	-	-
6.5	E	-	± 14,0	22,0 / - 6,7	-
6.6	F	-	-	61,4 / -19,6	-
6.7	G	± 3,75	53,0	94,0 / -15,2	5,0
6.8	H	± 7,50	-	176,0 / -56,7	-
6.9	J			22,0 / - 6,7	
6.10	K			28,2 / - 5,8	

Bemessung

6.1 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 2 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.
Verbindung mit: 2 x M16 FK 4.6

6.2 → Bemessung s. EDV!
Verbindung mit: 2 x M16 FK 4.6 und 2 x M16 FK 4.6

6.3 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 3 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.
Verbindung mit: 4 x M16 FK 4.6

6.4 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 2 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.
Verbindung mit: 2 x M16 FK 4.6

6.5 → Bemessung s. EDV!

Mit M_d = 14 kN * ½ * (0,19 + 0,30) = 3,5 kNm

Verbindung mit: 4 x M16 FK 4.6

6.6 → Bemessung s. EDV!
Detail F.1 Verbindung mit: 4 x M16 FK 4.6
Detail F.2 Verbindung mit 2 x M16 FK 4.6

6.7 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 4 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.

Nachweis Blech t = 20 mm, S355 JR:

E_d	= 53 kN / 0,40 m	= 133 kN/m
M_{Ed}	= 133 * ½ * 100 mm * 10^{-3}	= 6,7 kNm/m
t_f	=	= 20,0 mm
W_{Pl}	= (400 mm * (20 mm)^2) / 6	= 26.666 mm^3
f_y	=	= 355 N/mm^2
$M_{Pl,Rd}$	= (26.666 * 355 / 1,0) * 10^{-6}	= 9,46 kNm/m
$V_{Pl,Rd}$	= (20,0 * 400 * 355) / (√3 * 1,0)) * 10^{-3}	
$V_{Pl,Rd}$	=	= 1.639 kN/m
M_{Ed} / $M_{Pl,Rd}$	= 0,71 < 1,0	
E_d / $V_{Pl,Rd}$	= 0,09 << 1,0	

Nachweis erfüllt.

Betonpressung:

σc = 53.000 N / (400 * 100 mm) = 1,33 N/mm^2 < 19,8 N/mm^2

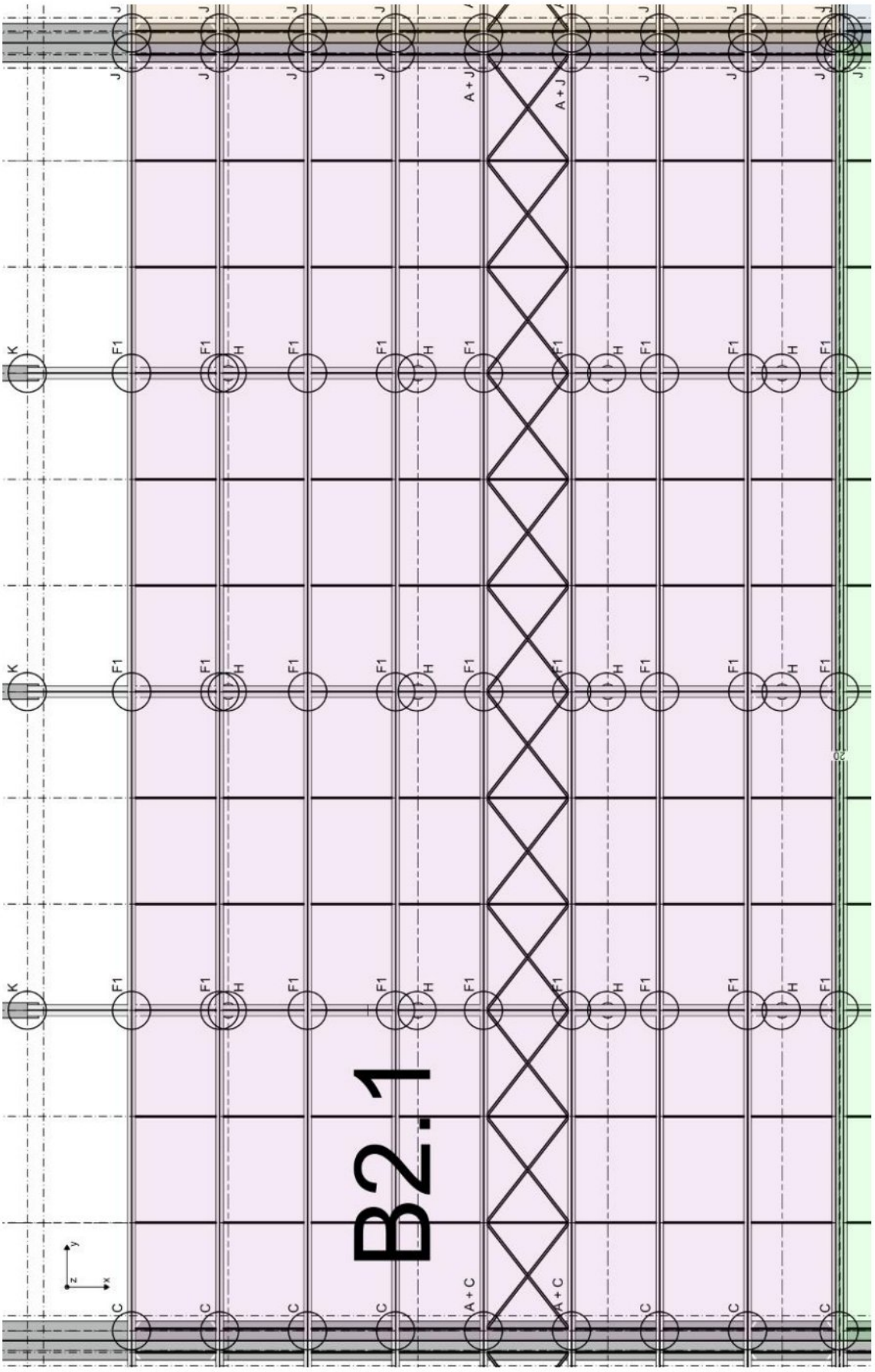
6.8 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 2 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 5.8 M16 o. glw., Bohrlochtiefe h = 320 mm

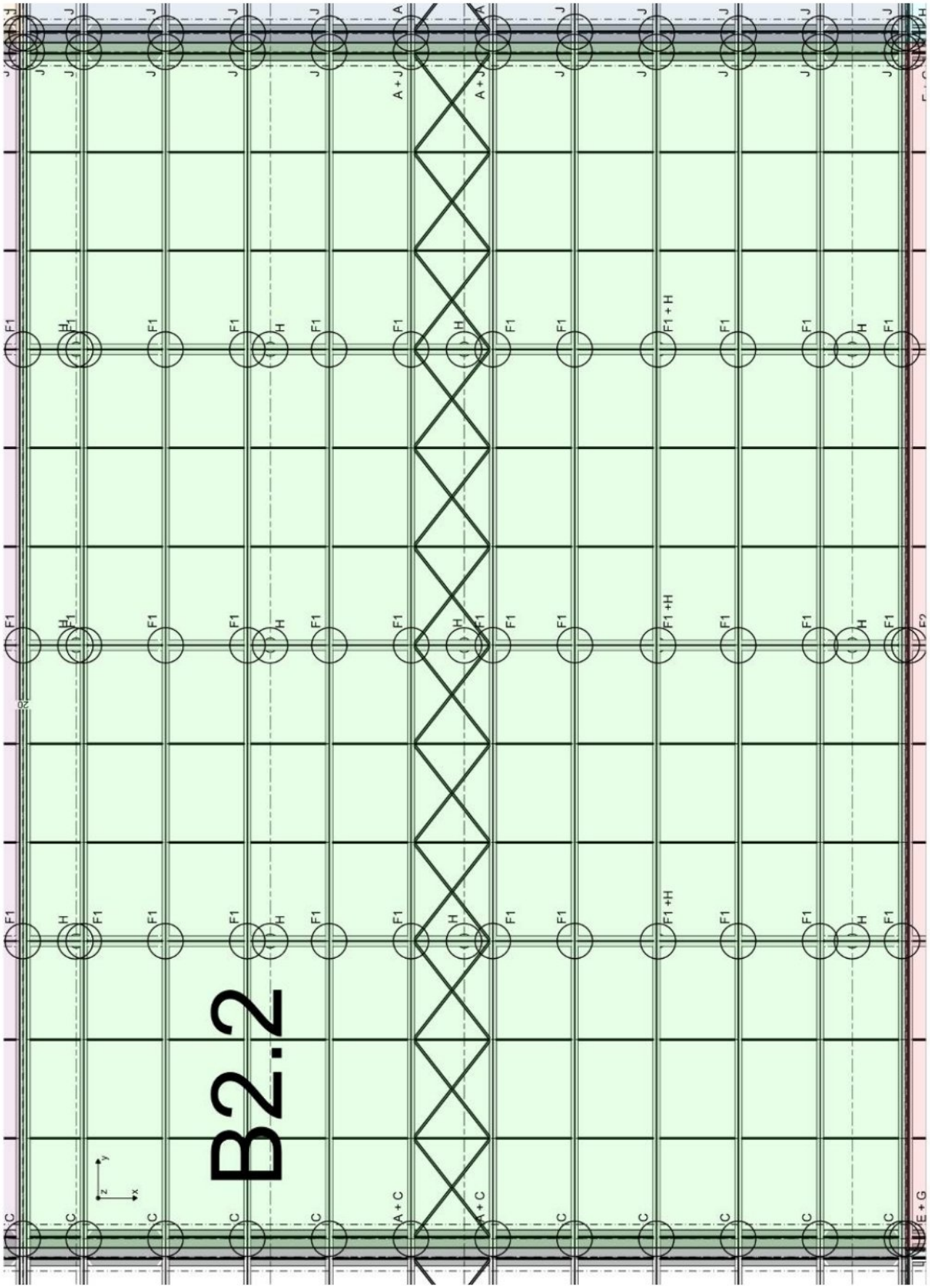
Die Stb.-Stützen d = 40 cm wurden im Rahmen der Genehmigungsstatik Mischwasserstreckungsbecken aus Juli 2024 für eine horizontaler Kopflast von Q_k = 7,0 kN ≥ W_k = 2 * 2,50 = 5,0 kN nachgewiesen. Die Stb.-Stützen gelten damit als ausreichend nachgewiesen.

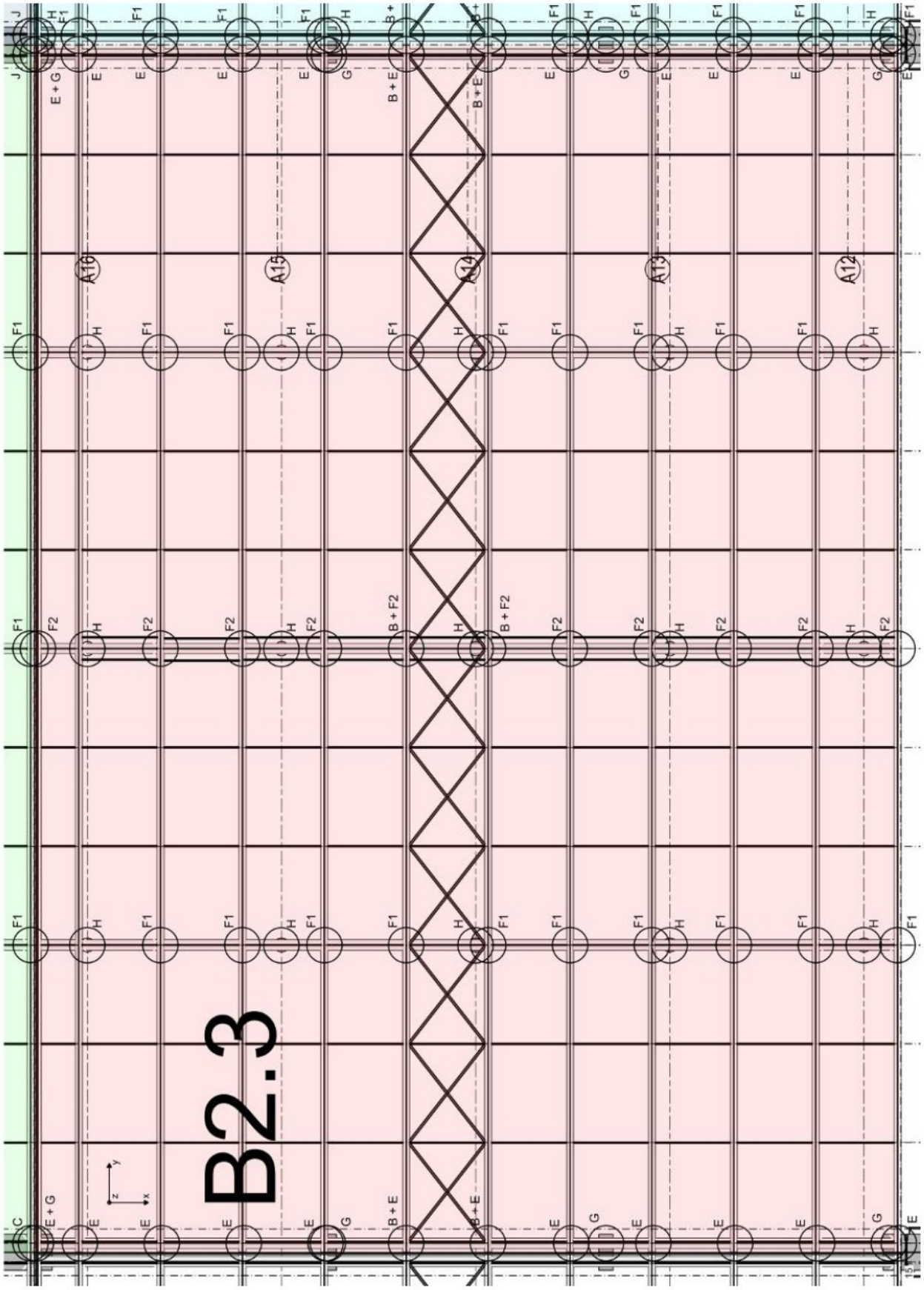
6.9 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 2 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.

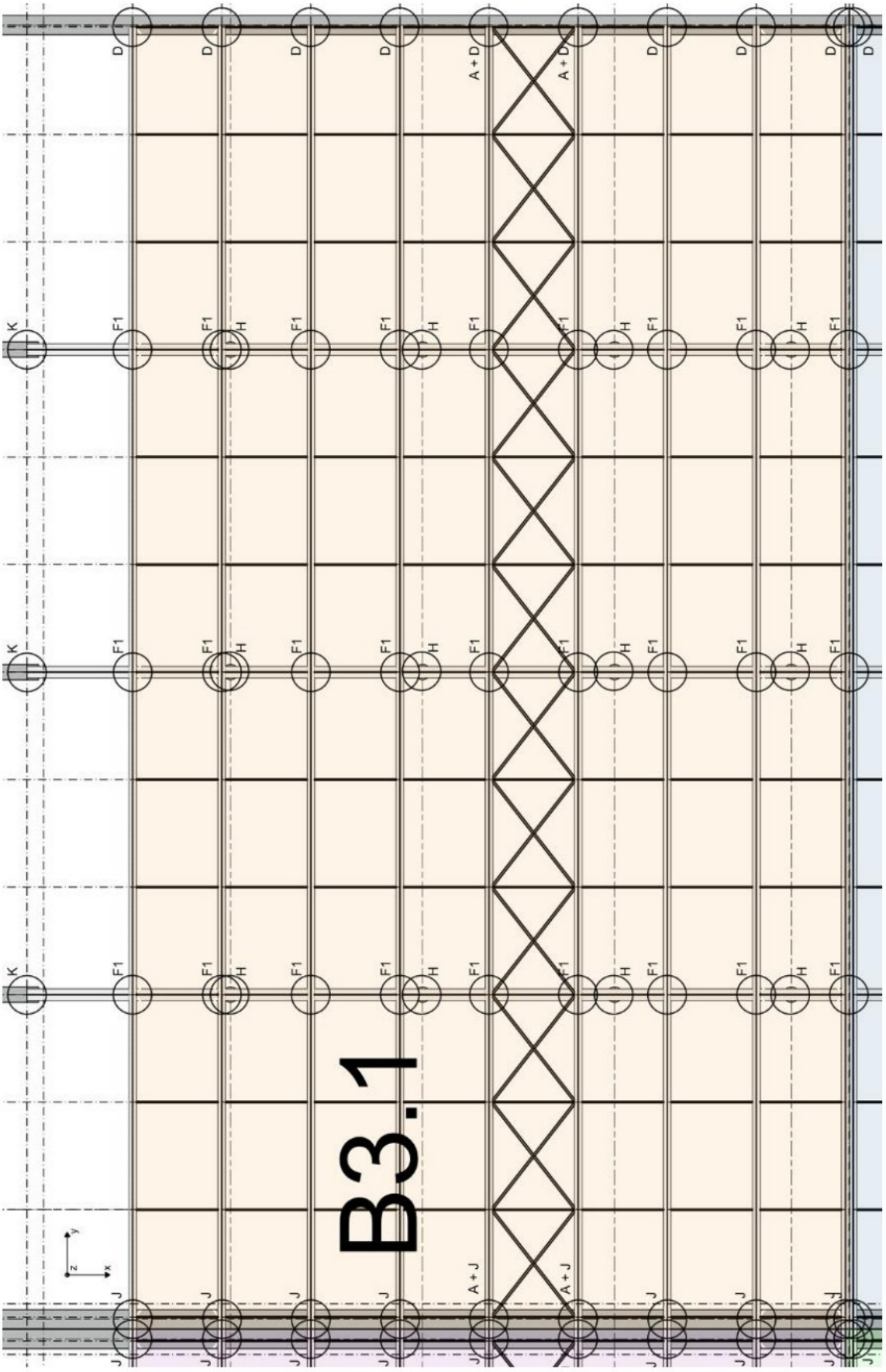
6.10 → Bemessung s. EDV!
Verankerung mit: 2 x Hilti HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16 o. glw.

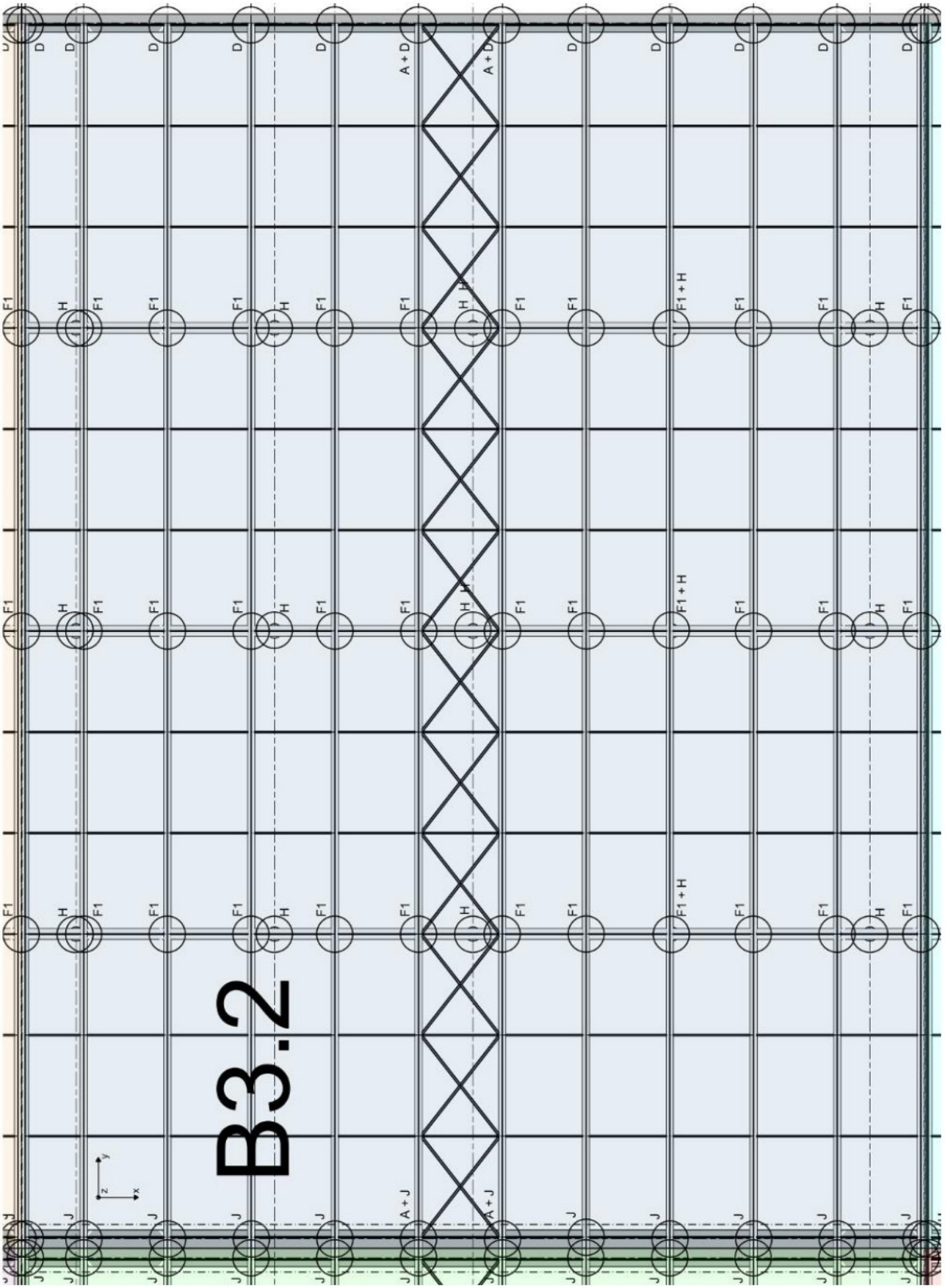
Nachfolgend sind die einzelnen Lagerdetails dem Grundriss und den unterschiedlichen Feldern zugeodnet:

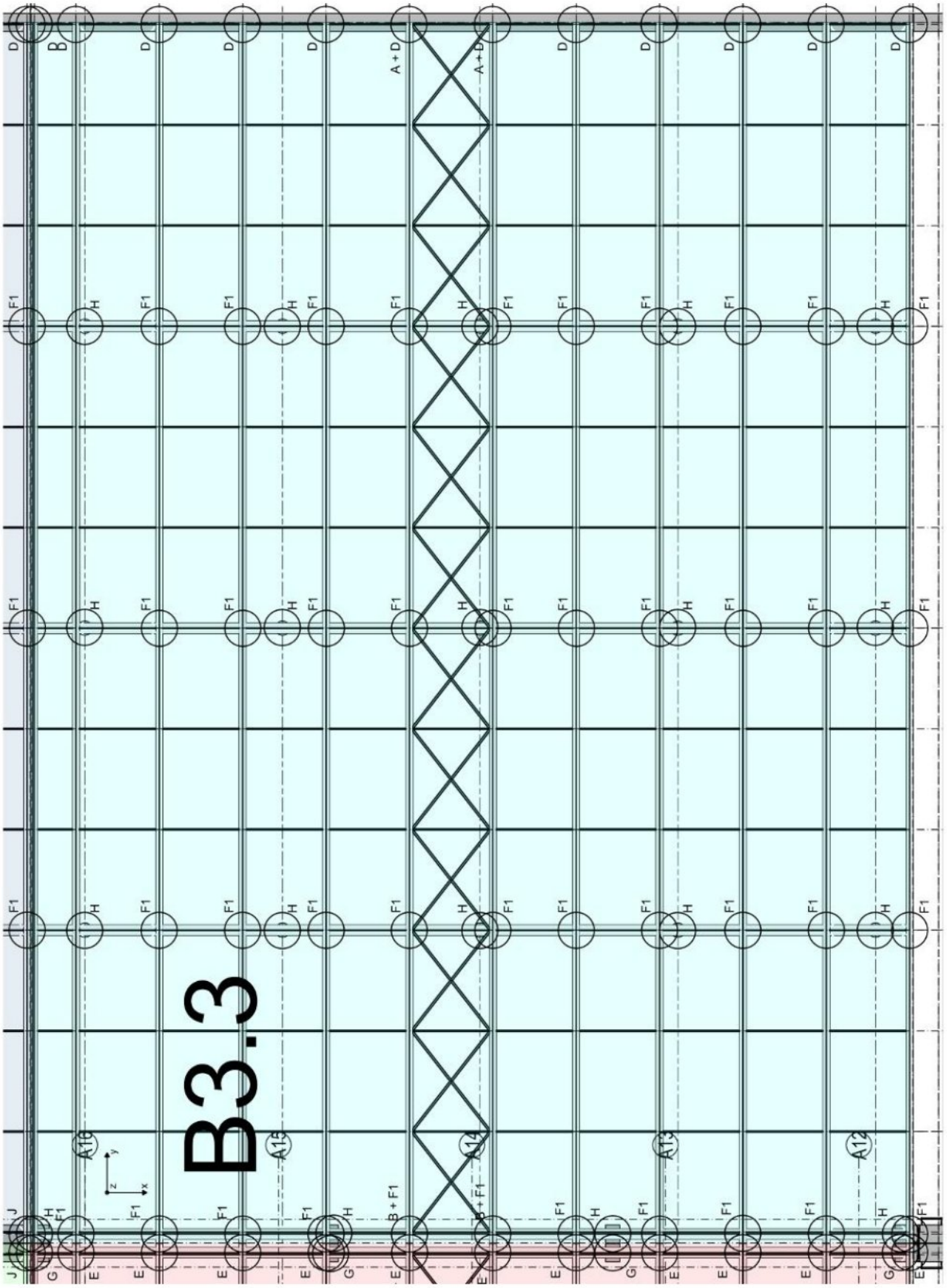

B2.1
J
K
F1
H
A+J
A+C
C
y
z
x


B2.2


B2.3
A16
A15
A14
A13
A12
F1
F2
H
B + F2
B + E
E + G
E
G


B3.1
D
A + D
F1
H
K
J
A + J
y
z
x


B3.2
A+D
A+J
F1
F1+H
H
D
J
y
z
x

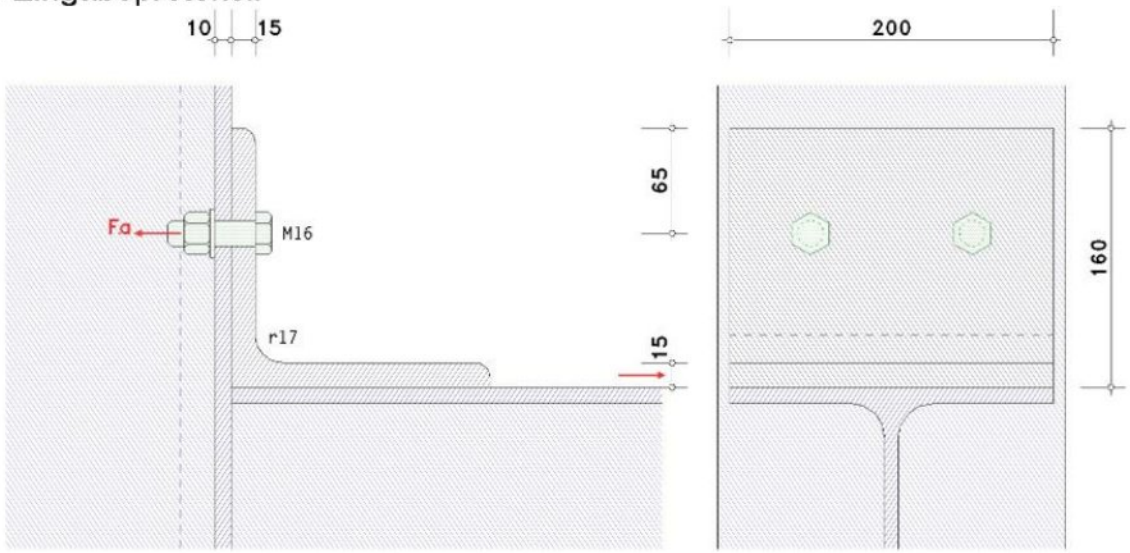

B3.3

POS. 6.1: L160X15

Gk 6, Flanschwinkel mit Biegung
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

4H-EC3GK Version: 1/2026-1c

1. Eingabeprotokoll



Flanschwinkel:
Profil L 160 X 15, Stahlgüte S235
Breite des Flanschwinkels b_a = 200.0 mm
Abstand des Trägerkopfes vom Stützenflansch g_a = 0.0 mm
Dicke des Stützenflanschs t_{fc} = 10.0 mm
Verbindungsmittel:
Schrauben, Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Abstand der Schraubenreihe (im Schenkel 1) vom Rand e_1 = 65.0 mm
Die Berechnung der T-Stummel-Tragfähigkeit erfolgt mit dem alternativen Verfahren.
Materialsicherheitsbeiwerte: γ_{M0} = 1.00, γ_{M2} = 1.25, γ_{M7} = 1.10 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{a,Ed}$ = 7.5 kN je Schraube [Rx,d]

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Winkel):
für Modus 1+2: $\Sigma l_{eff} = 0.5 \cdot b_a$ = 100.0 mm
Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:
für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 1.32 kNm
$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
L_b = 41.0 mm ≤ 1196.1 mm = L_b^* ⇒ Abstützkräfte können auftreten !
Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,1,Rd} = ((8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}) / (2 \cdot m \cdot n - e_w \cdot (m+n))$ = 87.30 kN
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n)$ = 64.77 kN
Modus 3: Schraubenversagen
$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ = 64.77 kN
Biegung des Winkelschenkels:

Zugtragfähigkeit $F_{T,f,Rd}$ = 41.96 kN (maßgebend)
Tragfähigkeit eines Winkels mit Biegung
$F_{a,Rd}$ = 41.96 kN, zugeh. l_{eff} = 100.0 mm

2.2. Nachweis

Lk 1: Schraubenreihe: $F_{Ed} = 2 \cdot F_{a,Ed} = 15.0$ kN
$F_{Ed} = 15.0$ kN < $F_{Rd} = 42.0$ kN ⇒ U = 0.357 < 1 ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

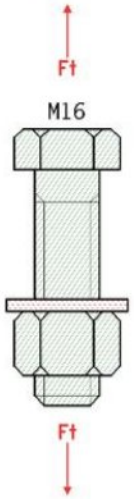
EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

POS. 6.1: VERBINDUNG STIRNBLECH - KNAGGE

Gk 10, Schrauben mit Zugbeanspruchung 4H-EC3GK Version: 1/2026-1c
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel:
Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Anschlussblech:
Dicke t_p = 10.0 mm, Stahlgüte S235
Nachweis gegen Zugversagen und Durchstanzen, nicht vorgespannte Zugverbindung (Kategorie D)
Anzahl Schrauben n_s = 2
Materialsicherheitsbeiwerte: γ_{M2} = 1.25 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{t,Ed}$ = 7.5 kN

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

Zugtragfähigkeit einer Schraube $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
Durchstanztragfähigkeit einer Schraube $B_{p,Rd} = (0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u) / \gamma_{M2}$ = 136.18 kN, t_p = 10.0 mm
Zug-/Durchstanztragfähigkeit für 2 Schrauben: $\Sigma F_{tp,Rd} = 2 \cdot \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd})$ = 90.26 kN

2.2. Nachweis

Lk 1: F_{Ed} = 7.5 kN < F_{Rd} = 90.3 kN $\Rightarrow$ U = 0.083 < 1 ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

Kommentare des Planers:

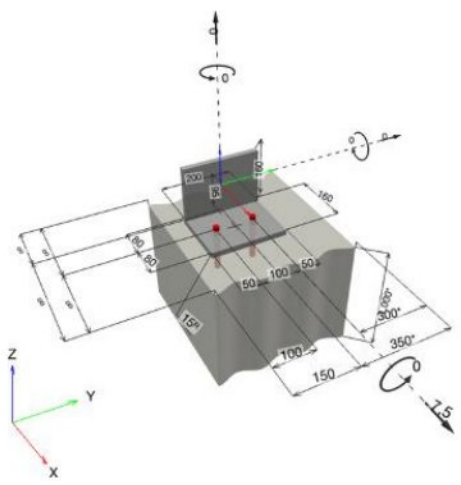
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 100 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 100,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 15,0 mm
L-Winkel^R :	L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 200,0 mm;
Lastpunkthöhe:	h_{pl} = 95,0 mm
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm^2; h =1.000,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

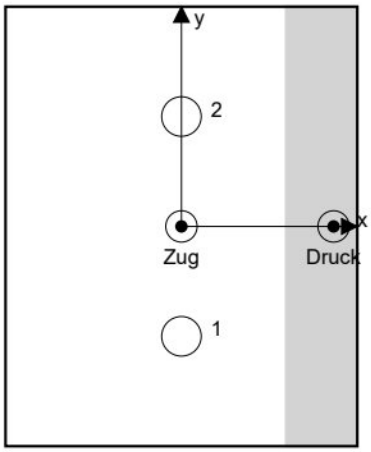
Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: 6.1
Pos. Nr.: 6.1

Seite: 2
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 18.05.2026

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; V_x = 7,500; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	nein	keine	33

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	5,147	3,750	3,750	0,000
2	5,147	3,750	3,750	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,11 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 3,18 [N/mm^2]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 10,294 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(69,2/0,0): 10,294 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: 6.1
Pos. Nr.: 6.1

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 18.05.2026

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	5,147	64,000	9	OK
Herausziehen*	5,147	70,000	8	OK
Betonversagen**	10,294	31,888	33	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	5,147

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	5,147

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
105.000	90.000	150,0	300,0	35,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	0,900	1,000	69,2
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,000	7,700	45,554	1,500	31,888	10,294	

Gruppe Dübel-ID
1, 2

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	3,750	38,400	10	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	7,500	81,632	10	OK
Betonkantenbruch, Richtung y-**	3,750	24,348	16	OK

* 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

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
48,000	1,000	48,000	1,250	38,400	3,750

4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
105.000	90.000	150,0	300,0	2,560	35,00

$e_{c1,V}$ [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	0,900	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
7,700	45,554	1,500	81,632	7,500

Gruppe Dübel-ID
1, 2

4.3 Betonkantenbruch, Richtung y-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]	c_1 [mm]
100,0	16,00	1,700	0,100	0,069	35,00	100,0

$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
45.000	45.000	1,000	1,000	0,0	1,000

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
90,00	2,000	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
18,261	1,500	24,348	3,750

Gruppe Dübel-ID
1

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,080	0,098	2,000	2	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,323	0,154	1,500	25	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk} = 3,813 [kN] δ_N = 0,3431 [mm]

V_{Sk} = 2,778 [kN] δ_V = 0,1111 [mm]

δ_{NV} = 0,3607 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 3,813 [kN] δ_N = 0,8007 [mm]

V_{Sk} = 2,778 [kN] δ_V = 0,1667 [mm]

δ_{NV} = 0,8178 [mm]

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!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

7 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

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

8 Installationsdaten

L-Winkel: L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 200,0 mm; Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 15,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

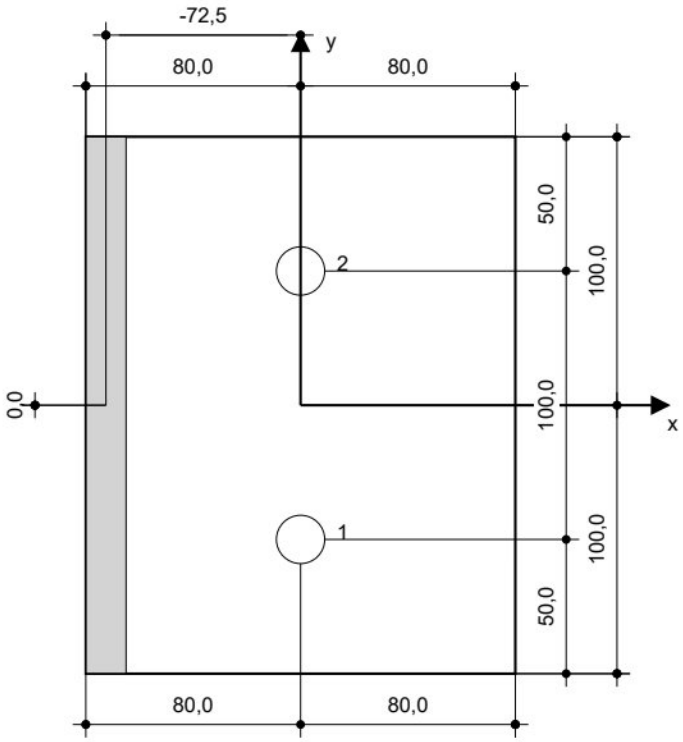
Bohrlochtiefe im Untergrund: 164,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 200,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 100 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

8.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-50,0	-	-	100,0	400,0
2	0,0	50,0	-	-	200,0	300,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	8
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.1	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.1		

9 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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

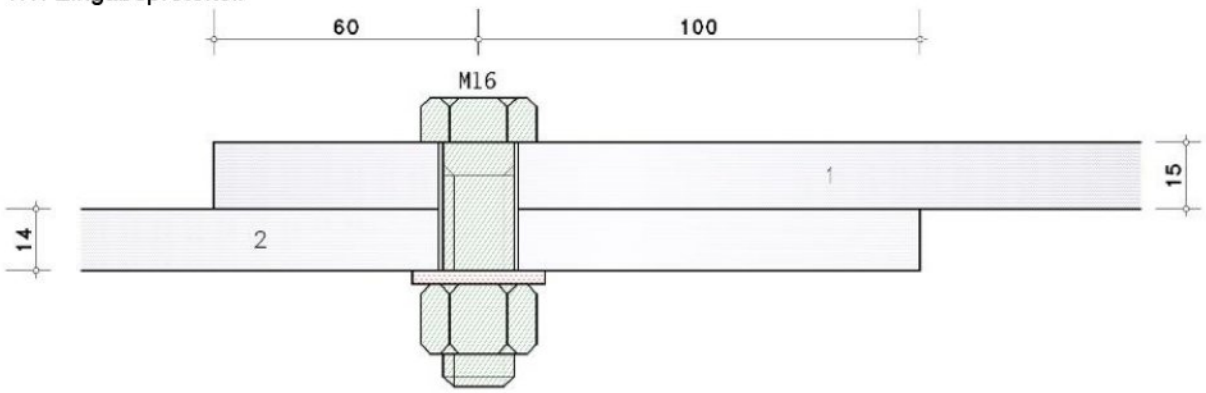
POS. 6.2: AUFLAGER WINDVERBAND AUF HEA300

4H-EC3BV Version: 11/2025-1d

1. Schraubenverbindung

EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1.1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel
Schraube: Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Anschlussbleche
Blech 1 mit Dicke t_1 = 15.0 mm, Stahlgüte S235
Blech 2 mit Dicke t_2 = 14.0 mm, Stahlgüte S235
Nachweise
einschnittiger Anschluss
Scherverbindung Kategorie A (Abscheren, Lochleibungsversagen):
Bemessungswert der einwirkenden Scherkraft je Schraube $F_{v,Ed}$ = 7.5 kN
Abscheren: Gewinde der Schraube liegt in der Scherfuge
Lochleibung in Kraftrichtung:
Randabstand $e_{1,1}$ = 60.0 mm, $e_{1,2}$ = 100.0 mm
Lochleibung quer zur Kraftrichtung:
$e_{2,1}$ = 50.0 mm, $e_{2,2}$ = 50.0 mm, Lochabstand p_2 = 100.0 mm
Materialsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung γ_{M2} = 1.25

1.2. Tragfähigkeit

Randabstand: $e_1 = 60.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 21.6 \text{ mm}$, $e_1 = 60.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_1 + 40 \text{ mm} = 100.0 \text{ mm}$
Randabstand: $e_1 = 100.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 21.6 \text{ mm}$, $e_1 = 100.0 \text{ mm} > 4 \cdot t_2 + 40 \text{ mm} = 96.0 \text{ mm}$!!
Randabstand: $e_2 = 50.0 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 21.6 \text{ mm}$, $e_2 = 50.0 \text{ mm} < 4 \cdot t_{min} + 40 \text{ mm} = 96.0 \text{ mm}$
Lochabstand: $p_2 = 100.0 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 43.2 \text{ mm}$, $p_2 = 100.0 \text{ mm} < \min(14 \cdot t_{min}, 200 \text{ mm}) = 196.0 \text{ mm}$
Maximale Rand- und Lochabstände sollten zur Vermeidung von Korrosion sowie zur Verhinderung lokalen Beulens eingehalten werden.

Abscheren
Abschertragfähigkeit $F_{v,Rd} = \alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A / \gamma_{M2}$ = 30.09 kN, α_v = 0.60
$F_{v,Ed}$ = 7.5 kN < $F_{v,Rd}$ = 30.09 kN ⇒ U = 0.249 < 1 ok
Lochleibung von Blech 1 und Schraube
Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 207.36 kN, k_m = 1.00, α_b = 3.00
$F_{v,Ed}$ = 7.5 kN < $F_{b,Rd}$ = 207.36 kN ⇒ U = 0.036 < 1 ok
Lochleibung von Blech 2 und Schraube
Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 193.54 kN, k_m = 1.00, α_b = 3.00
$F_{v,Ed}$ = 7.5 kN < $F_{b,Rd}$ = 193.54 kN ⇒ U = 0.039 < 1 ok

Maximale Ausnutzung U_{max} = 0.249 < 1 ok

Nachweis erbracht

2. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

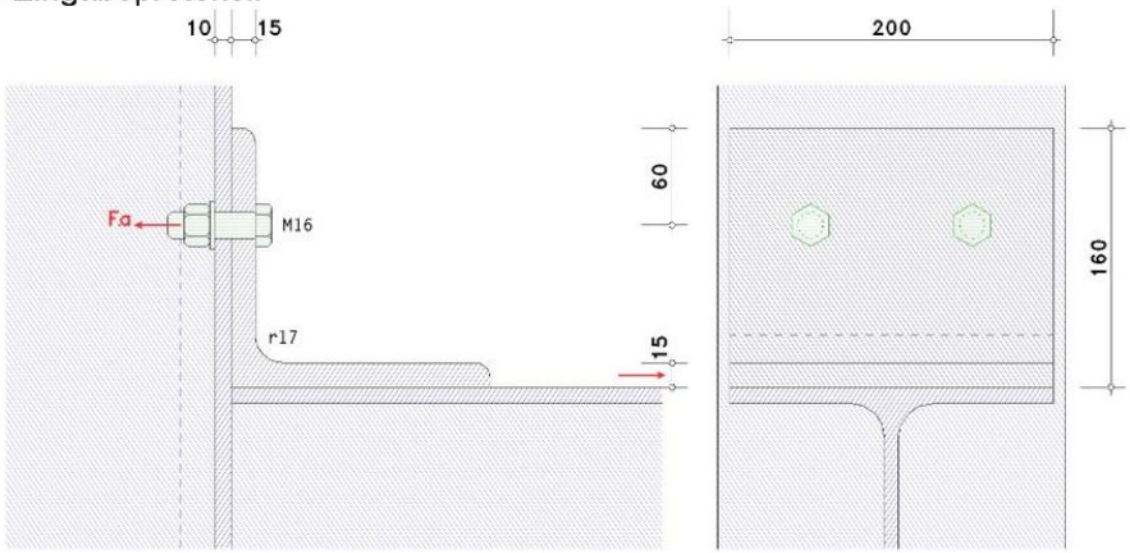
EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

POS. 6.3: L160X15

Gk 6, Flanschwinkel mit Biegung
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

4H-EC3GK Version: 1/2026-1c

1. Eingabeprotokoll



Flanschwinkel:
Profil L 160 X 15, Stahlgüte S235
Breite des Flanschwinkels b_a = 200.0 mm
Abstand des Trägerkopfes vom Stützenflansch g_a = 0.0 mm
Dicke des Stützenflanschs t_{fc} = 10.0 mm
Verbindungsmittel:
Schrauben, Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Abstand der Schraubenreihe (im Schenkel 1) vom Rand e_1 = 60.0 mm
Die Berechnung der T-Stummel-Tragfähigkeit erfolgt mit dem alternativen Verfahren.
Materialsicherheitsbeiwerte: γ_{M0} = 1.00, γ_{M2} = 1.25, γ_{M7} = 1.10 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{a,Ed}$ = 14.0 kN je Schraube [Rx,d]

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Winkel):
für Modus 1+2: $\Sigma l_{eff} = 0.5 \cdot b_a$ = 100.0 mm
Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:
für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 1.32 kNm
$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
L_b = 41.0 mm ≤ 1487.2 mm = L_b^* ⇒ Abstützkräfte können auftreten !
Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,1,Rd} = ((8 \cdot n - 2 \cdot e_w) \cdot M_{pl,1,Rd}) / (2 \cdot m \cdot n - e_w \cdot (m+n))$ = 81.06 kN
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n)$ = 61.33 kN
Modus 3: Schraubenversagen
$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ = 61.33 kN
Biegung des Winkelschenkels:

Zugtragfähigkeit $F_{T,f,Rd}$ = 38.88 kN (maßgebend)
Tragfähigkeit eines Winkels mit Biegung
$F_{a,Rd}$ = 38.88 kN, zugeh. l_{eff} = 100.0 mm

2.2. Nachweis

Lk 1: Schraubenreihe: $F_{Ed} = 2 \cdot F_{a,Ed} = 28.0$ kN
$F_{Ed} = 28.0$ kN < $F_{Rd} = 38.9$ kN ⇒ U = 0.720 < 1 ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

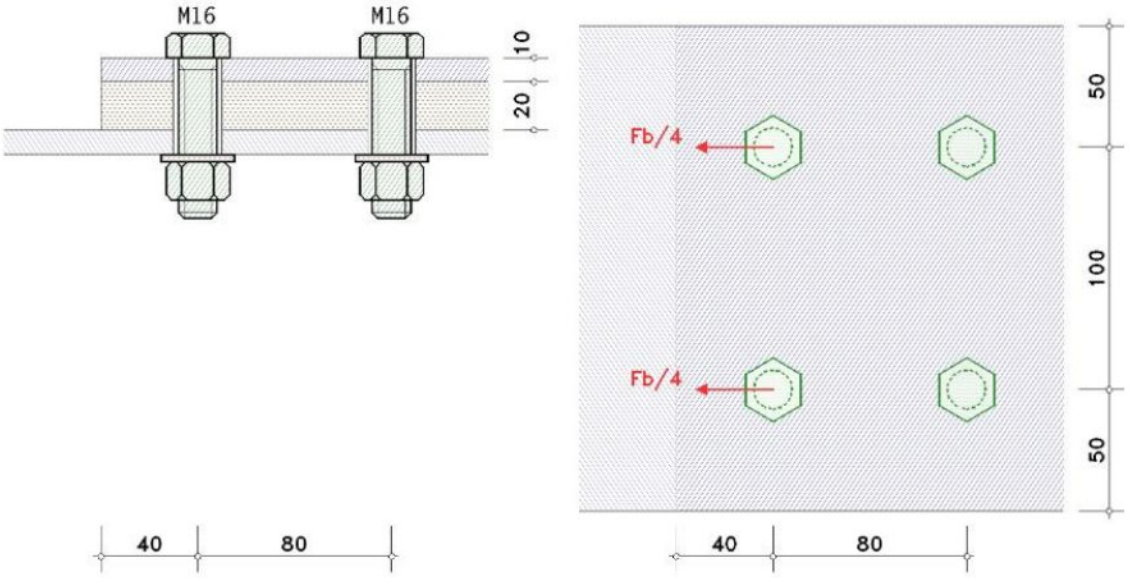
EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

POS. 6.3: SCHRAUBE MIT LOCHLEIBUNG

Gk 12, Blech mit Lochleibungsbeanspruchung 4H-EC3GK Version: 1/2026-1c
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel:
Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Anschlussblech:
Dicke t = 10.0 mm, Stahlgüte S235
1-schnittige Verbindung mit Futterblech, Blechdicke t_p = 20.0 mm
Lochleibung in Kraftrichtung:
Anzahl Schraubenreihen n_{s1} = 2
Randabstand e_1 = 40.0 mm, Lochabstand p_1 = 80.0 mm
Lochleibung quer zur Kraftrichtung:
Anzahl Schrauben je Schraubenreihe n_{s2} = 2
Randabstand e_2 = 50.0 mm, Lochabstand p_2 = 100.0 mm
Begrenzung der Lochleibungsverformung
Blockversagen von Schraubengruppen
Materialsicherheitsbeiwert: γ_{M2} = 1.25 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{b,Ed}$ = 28.0 kN

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 81.92 kN, k_m = 1.00, α_b = 1.78
Futterblech mit t_p = 20.0 mm > d/3 = 5.3 mm: β_p = 0.766 $\Rightarrow$ $F_{b,Rd}$ = 62.75 kN
Schraube 2: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 81.92 kN, k_m = 1.00, α_b = 1.78
Futterblech mit t_p = 20.0 mm > d/3 = 5.3 mm: β_p = 0.766 $\Rightarrow$ $F_{b,Rd}$ = 62.75 kN
Schraube 1: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 92.16 kN, k_m = 1.00, α_b = 2.00
Futterblech mit t_p = 20.0 mm > d/3 = 5.3 mm: β_p = 0.766 $\Rightarrow$ $F_{b,Rd}$ = 70.59 kN
Schraube 2: Lochleibungstragfähigkeit $F_{b,Rd} = (k_m \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t) / \gamma_{M2}$ = 92.16 kN, k_m = 1.00, α_b = 2.00
Futterblech mit t_p = 20.0 mm > d/3 = 5.3 mm: β_p = 0.766 $\Rightarrow$ $F_{b,Rd}$ = 70.59 kN
Lochleibungstragfähigkeit für 2x2 Schrauben: $\Sigma F_{b,Rd}$ = 266.68 kN
Blockversagen von Schraubengruppen
Schubversagen in Kombination mit Zugversagen des Blechs

Versagensform 1:
Zug-Schubwiderstand $V_{eff,Rd} = (A_{nt} \cdot f_u + \min(A_{gv} \cdot f_y, A_{nv} \cdot f_u)/3^{1/2}) / \gamma_{M2} = 366.41$ kN
Versagensform 2:
Zug-Schubwiderstand $V_{eff,Rd} = (A_{nt} \cdot f_u + \min(A_{gv} \cdot f_y, A_{nv} \cdot f_u)/3^{1/2}) / \gamma_{M2} = 366.41$ kN
Versagensform 3:
Zug-Schubwiderstand $V_{eff,Rd} = (0.5 \cdot A_{nt} \cdot f_u + \min(A_{gv} \cdot f_y, A_{nv} \cdot f_u)/3^{1/2}) / \gamma_{M2} = 294.41$ kN
Versagensform 4:
Zugwiderstand (ohne Schubanteil) $V_{eff,Rd} = (A_{nt} \cdot f_u) / \gamma_{M2} = 472.32$ kN
Tragfähigkeit aus Blockversagen: min $V_{eff,Rd} = 294.4$ kN
Gesamt
Lochleibungstragfähigkeit einschl. Blockversagen: $\min(\Sigma F_{b,Rd}, \min V_{eff,Rd}) = 266.7$ kN

2.2. Nachweis

Lk 1: $F_{Ed} = 28.0$ kN $<$ $F_{Rd} = 266.7$ kN $\Rightarrow$ $U = 0.105 < 1$ ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

Kommentare des Planers:

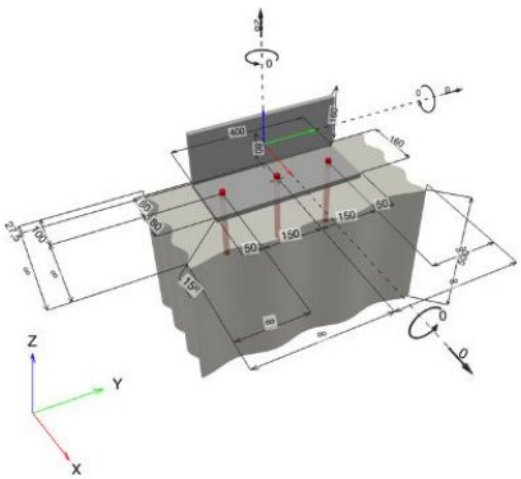
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018419 HIT-Z M16x240 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 180 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 180,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 15,0 mm
L-Winkel^R :	L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 400,0 mm;
Lastpunkthöhe:	h_{pl} = 80,0 mm
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm^2; h =500,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

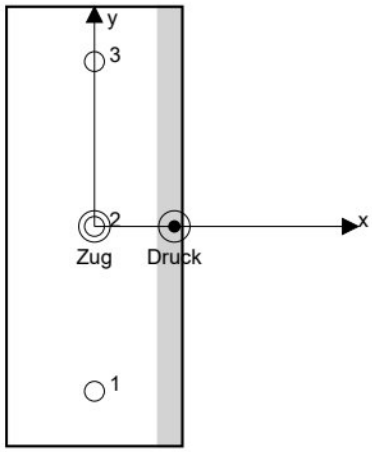
www.hilti.de

Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 28,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	nein	keine	89

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	18,640	0,000	0,000	0,000
2	18,640	0,000	0,000	0,000
3	18,640	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,21 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 6,38 [N/mm^2]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(-0,0/0,0): 55,919 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(72,7/0,0): 27,919 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	3
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	18,640	64,000	30	OK
Herausziehen*	18,640	70,000	27	OK
Betonversagen**	55,919	63,404	89	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	18,640

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	18,640

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
310.800	291.600	270,0	540,0	35,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	0,811	1,000	72,7
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,000	7,700	110,010	1,500	63,404	55,919	

Gruppe Dübel-ID
1-3

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

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:

N_{Sk} = 13,807 [kN] δ_N = 1,2427 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 1,2427 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 13,807 [kN] δ_N = 2,8995 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 2,8995 [mm]

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

7 Installationsdaten

L-Winkel: L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 400,0 mm; Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 15,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018419 HIT-Z M16x240 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

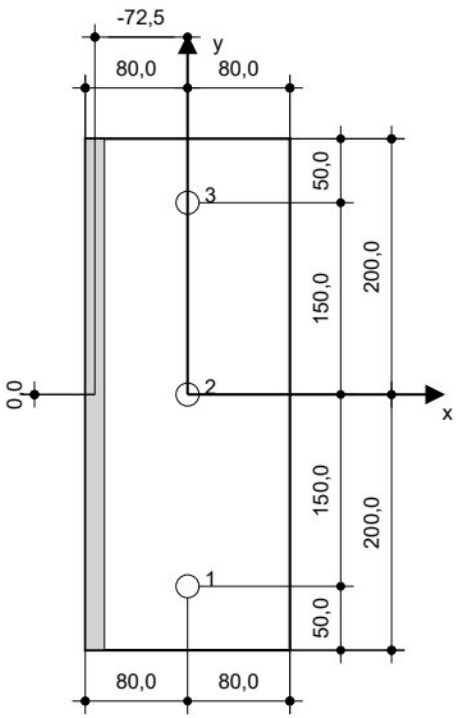
Bohrlochtiefe im Untergrund: 244,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 280,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 180 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-0,0	-150,0	100,0	-	-	-
2	-0,0	0,0	100,0	-	-	-
3	-0,0	150,0	100,0	-	-	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.3	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.3		

8 Bemerkungen; Ihre Mitwirkungspflichten

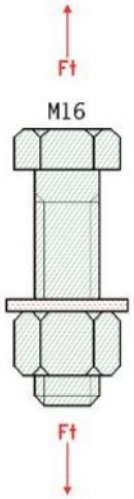
- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die 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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

POS. 6.4: VERBINDUNG STIRNBLECH - KNAGGE

Gk 10, Schrauben mit Zugbeanspruchung 4H-EC3GK Version: 1/2026-1c
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel:
Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Anschlussblech:
Dicke t_p = 10.0 mm, Stahlgüte S235
Nachweis gegen Zugversagen und Durchstanzen, nicht vorgespannte Zugverbindung (Kategorie D)
Anzahl Schrauben n_s = 2
Materialsicherheitsbeiwerte: γ_{M2} = 1.25 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{t,Ed}$ = 28.0 kN

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

Zugtragfähigkeit einer Schraube $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
Durchstanztragfähigkeit einer Schraube $B_{p,Rd} = (0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u) / \gamma_{M2}$ = 136.18 kN, t_p = 10.0 mm
Zug-/Durchstanztragfähigkeit für 2 Schrauben: $\Sigma F_{tp,Rd} = 2 \cdot \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd})$ = 90.26 kN

2.2. Nachweis

Lk 1: F_{Ed} = 28.0 kN < F_{Rd} = 90.3 kN ⇒ U = 0.310 < 1 ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

Kommentare des Planers:

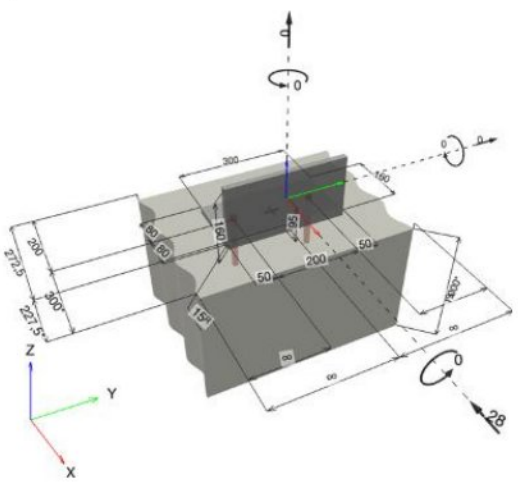
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018417 HIT-Z M16x175 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 120 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 120,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 15,0 mm
L-Winkel[R] :	L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 300,0 mm;
Lastpunkthöhe:	h_{pl} = 95,0 mm
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm^2; h =1.000,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

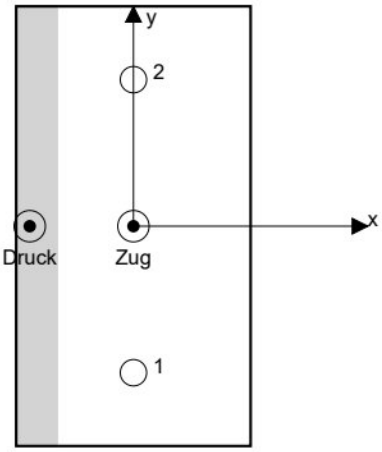
Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 0,000; V_x = 28,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	51
2	Kombination 2	N = 0,000; V_x = -28,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	78

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Überprüfung Lastfall: 2 Kombination 2



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	18,793	14,000	-14,000	0,000
2	18,793	14,000	-14,000	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,30 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 9,05 [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 37,586 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(-70,8/0,0): 37,586 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	3
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	18,793	64,000	30	OK
Herausziehen*	18,793	70,000	27	OK
Betonversagen**	37,586	99,784	38	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	18,793

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	18,793

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
201.600	129.600	180,0	360,0	35,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	70,8
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,607	7,700	59,882	1,500	99,784	37,586	

Gruppe Dübel-ID
1, 2

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

4 Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.2)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_V [%]	Status
Stahlversagen ohne Hebelarm*	14,000	38,400	37	OK
Stahlversagen mit Hebelarm*	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite**	28,000	158,976	18	OK
Betonkantenbruch, Richtung x-**	28,000	41,842	67	OK

* 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

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
48,000	1,000	48,000	1,250	38,400	14,000

4.2 Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
201.600	129.600	180,0	360,0	2,560	35,00

$e_{c1,V}$ [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	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
7,700	59,882	1,500	158,976	28,000

Gruppe Dübel-ID
1, 2

4.3 Betonkantenbruch, Richtung x-

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]	c_1 [mm]
120,0	16,00	1,700	0,077	0,060	35,00	200,0

$A_{c,V}$ [mm²]	$A^0_{c,V}$ [mm²]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
240.000	180.000	1,000	1,000	0,0	1,000

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
0,00	1,000	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
47,072	1,500	41,842	28,000

Gruppe Dübel-ID
1, 2

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

5 Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.3)

Stahlversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,294	0,365	2,000	22	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

Betonversagen

β_N	β_V	α	Ausnutzung $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0,377	0,669	1,500	78	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1{,}0$

6 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk} = 13,921 [kN] $\quad \delta_N$ = 1,2529 [mm]

V_{Sk} = 10,370 [kN] $\quad \delta_V$ = 0,4148 [mm]

δ_{NV} = 1,3198 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 13,921 [kN] $\quad \delta_N$ = 2,9234 [mm]

V_{Sk} = 10,370 [kN] $\quad \delta_V$ = 0,6222 [mm]

δ_{NV} = 2,9888 [mm]

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!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

7 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

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

8 Installationsdaten

L-Winkel: L_1 x L_2 x t_{L1} x t_{L2} x l = 160,0 mm x 160,0 mm x 15,0 mm x 15,0 mm x 300,0 mm; Stahl: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 15,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018417 HIT-Z M16x175 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

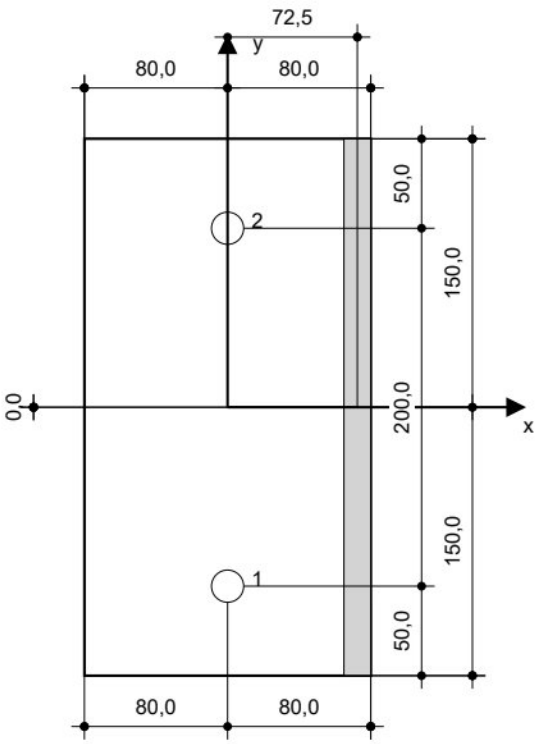
Bohrlochtiefe im Untergrund: 184,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 220,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 120 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

8.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-100,0	200,0	300,0	-	-
2	0,0	100,0	200,0	300,0	-	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	8
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.4	Datum:	12.05.2026
Pos. Nr.:	6.4		

9 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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Position: 6.5 Horizontallager HEA200

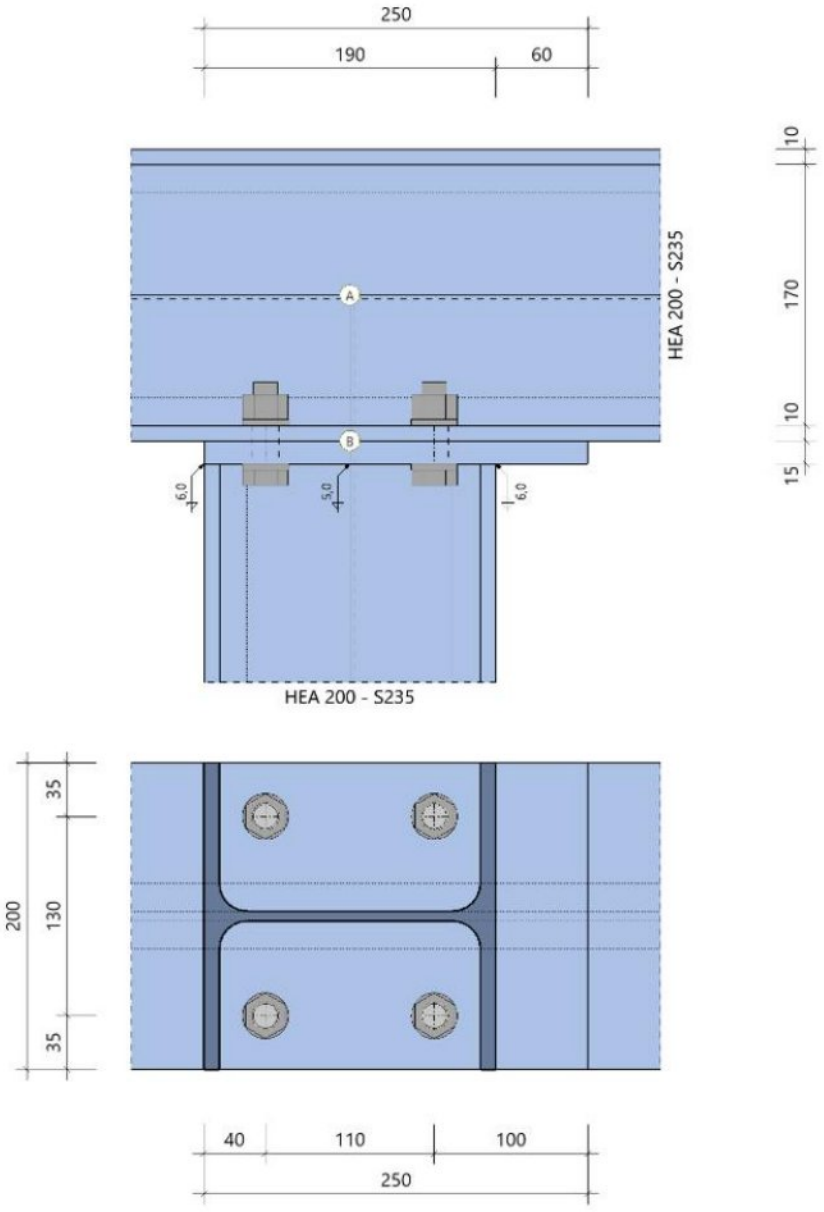
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

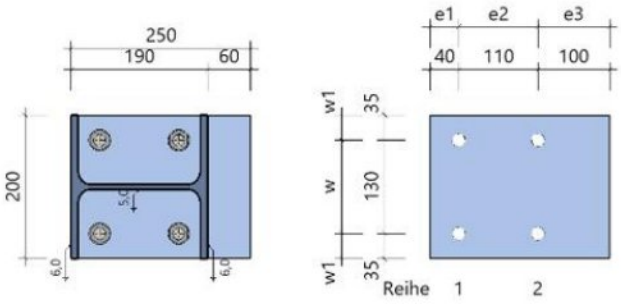
Bemessungsnorm	:	DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Nachweisverfahren	:	Komponentenmethode
Tragwerksberechnung	:	elastisch
Komponentenmethode	:	vertikal 2-reihig ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen Längsdruck Stützenflansch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

System Rahmenecke geschraubt

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Träger über Stütze durchgehend Trägerneigung 0.0°
Schrauben : 4 x M16 - 8.8 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEA 200	S235	190	200	10	7	18	200	10
Stütze	HEA 200	S235	190	200	10	7	18	200	10

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d_0 mm
Stirnplatte	M16	8.8	rohe Schraube	ohne	Gewinde	18.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger	Abmessungen			Schweißnaht		
	a mm	h mm	b mm	t mm	$a_{wf,o}$ mm	$a_{w,s}$ mm	$a_{wf,u}$ mm
S235	0	250	200	15	6.0	5.0	6.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 2 = 4 Schrauben M16 - 8.8 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe		
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm
35	130	35	40	110	100

Belastung

Schnittgrößen (Bemessungswerte) aus Lfk Lfk<1> β_1 = 1.00

Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
P/T	Stütze	A	0.0	-14.0	3.50
	Träger links	A	14.0	0.0	0.00
	Träger rechts g)	A	0.0	0.0	3.50

g) : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten
A : Bezugspunkt im Schnitt der Stabachsen ohne Berücksichtigung der lokalen Aussteifung

Bemessungssituationen

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

Ergebnisse - Komponentenmethode für positives Moment

Anschlussschnittgrößen

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	0.0	14.0	4.83

Schraubenstatus in Stirnplatte

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

Biegetragfähigkeit MRd

äquivalente T-Stummel im Anschluss Stirnplatte

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	35.0	35.0	56.1	35.0	13.22	90.4
[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster							

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	2	352.4	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	330.1	-	-	-	0.62	0.25	5.89

äquivalente T-Stummel im Anschluss Trägergurt

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Anzahl	e mm	e_{min} mm	m mm	n mm	σ_{Ned} N/mm²	$M_{pl,1,Rd}$ [Mpl)] kNm/m	min($F_{t,Rd}$,$B_{t,Rd}$) kN
1	1	35.0	35.0	47.4	35.0	2.6	5.88	90.4
[Mpl)] : $M_{pl,1,Rd} = M_{pl,Rd} / l_{eff}$ im jeweiligen Fließmuster								

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm
1	2	297.5	-	-	-

effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l_{eff} einzeln mm	l_{eff} Gruppen Ende links mm	Mitte mm	Ende rechts mm	Steifeneinfluß λ_1	λ_2	α
1	2	233.2	-	-	-	-	-	-

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr Gurt	Platte	Ft_{tRd} kN	Versagensmodus
2	1	1	110.1	Traegerflansch auf Biegung

globale Komponenten Träger

Trägersteg	$\rho_{,Beulen}$	$b_{eff,c,w}$ mm	$F_{c,w,Rd}$ kN	k_w
Druck	0.99	173.5	194.9	1.00

Stützengurt	Querschnittsklasse	$V_{pl,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd,red}$ kNm	$Fc_{F,Rd}$ kN
Druck	1	245.3	101.24	101.24	562.4

Trägersteg	A_v mm²	$Fv_{wp,Rd}$ kN
Schub	1805.0	220.4

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	Ft_{Rd},zug,elastisch kN	Fc_{Rd},zug,elastisch kN
5.0	73.4	73.4

Ma_{Sd} kNm	**Ma_{Rd},elastisch kNm**	**η**	Ma_{Rd},plastisch kNm
-4.83	**10.65**	**0.45**	15.97
zuerst versagende Komponente : Traegerflansch auf Biegung			

Schubbeanspruchung im Trägersteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h_w/t_w	A_v mm²	$V_{wp,Ed}$ kN	$V_{wp,Rd}$ kN	η
26.2	1805.0	-33.3	220.4	0.15

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss

wirksame Schraubenreihen

Reihe Nr	Randabstand				Lochabstand			Tragfähigkeit				
	Platte		Gurt		Platte	Gurt		Platte		Gurt		
	e_1 mm	e_2 mm	e_1 mm	e_2 mm	e mm	e mm	e_3 mm	$k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$k_1*\alpha$	$V_{l,Rd}$ kN	$V_{a,Rd}$ kN
1	40	35	54	35	110	110	130	1.85	256.0	2.50	230.4	120.6

Stütze A_v mm²	Stütze $V_{w,Rd}$ kN	V_{Ed} kN	V_{Rd} kN	η
1805.0	244.9	14.0	120.6	0.12

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Stütze-Stirnplatte

	Zuggurt (konstruktiv) Stütze rechts		Steg		Druckgurt	
$f_{vw,d}$ N/mm²	erf. a_w mm	η	σ_w N/mm²	η	σ_w N/mm²	η
207.8	3.0	-	14.5	0.07	-15.5	0.08

Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung

Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
2	7.917	1.977	5.681	5.645

k_1 mm	k_2 mm	z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
4.730	5.891	145.0	1.015	2.00	3230.9	1615.5

Klassifizierung aus Momentenbeanspruchung

nach Steifigkeit		
Klassifizierung	$L_{Stütze}$ m	$I_{yStütze}$ cm⁴
verformbar	10.00	3692.2
		Rahmen seitlich verschieblich

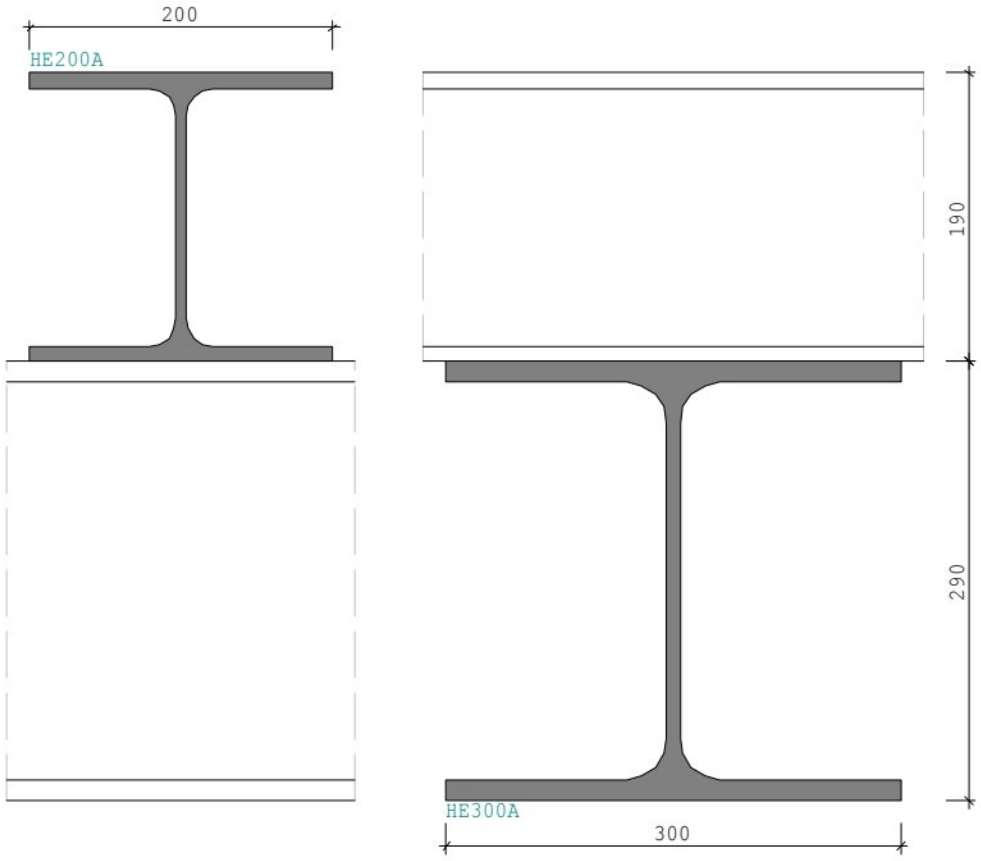
Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen

Verbindung N+M	η = **0.45**	Tragfähigkeit M_{Rd}	
Verbindung V	η = **0.12**	Tragfähigkeit V_{Rd}	
Verbindung Schweißnaht	η = **0.08**	Stirnplatte Druckgurt	
Schubfeld	η = **0.15**		

Position: 6.5 Trägerauflager HEA200 - HEB300

Trägerauflager ST4 (FRILO 2026-0-10)
Maßstab 1 : 5



Träger auf Träger : Auflagerkraft Fd =												
	22.00 kN											
Norm	DIN EN 1993											
Träger unten	HE300A											
Träger oben	HE200A											
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	=	1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	=	1.25

Nachweis unterer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE300A									
Mittragende Längen	Leff = 241.9 mm, tw = 8.5 mm								
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 = 439.28 kN								
Nachweis	Fd / FRd = 22.00 kN / 439.28 kN								
	η_2 = 0.05 < 1								
Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6									
Schnittgrößen	NEd = 0.00 kN								
	VEd = 0.00 kN								
	MEd = 0.00 kNm								
Querschnittsklasse	1								
Nachweis	M_{Ed} = 0.0 kNm / $M_{pl,Rd}$ = 326.1 kNm								
	η_1 = 0.00 < 1								
Nachweis	V_{Ed} = 0.0 kN / $V_{pl,Rd}$ = 505.8 kN								
	η = 0.00 < 1								
Nachweis	N_{Ed} = 0.0 kN / $N_{pl,Rd}$ = 2644.4 kN								
	η = 0.00 < 1								

Nachweis unterer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE300A

Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 0.05 < 1.4

Nachweis oberer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE200A

Mittragende Längen Leff = 199.0 mm, tw = 6.5 mm
Grenzkraft FRd=tw*Leff*fyk/1.1 = 276.38 kN
Nachweis Fd / FRd = 22.00 kN / 276.38 kN
η_2 = 0.08 < 1

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6

Schnittgrößen
NEd = 0.00 kN
VEd = 22.00 kN
MEd = 0.00 kNm

Querschnittsklasse 1

Nachweis M_{Ed} = 0.0 kNm / $M_{pl,Rd}$ = 101.2 kNm
η_1 = 0.00 < 1

Nachweis V_{Ed} = 22.0 kN / $V_{pl,Rd}$ = 245.3 kN
η = 0.09 < 1

Nachweis N_{Ed} = 0.0 kN / $N_{pl,Rd}$ = 1265.0 kN
η = 0.00 < 1

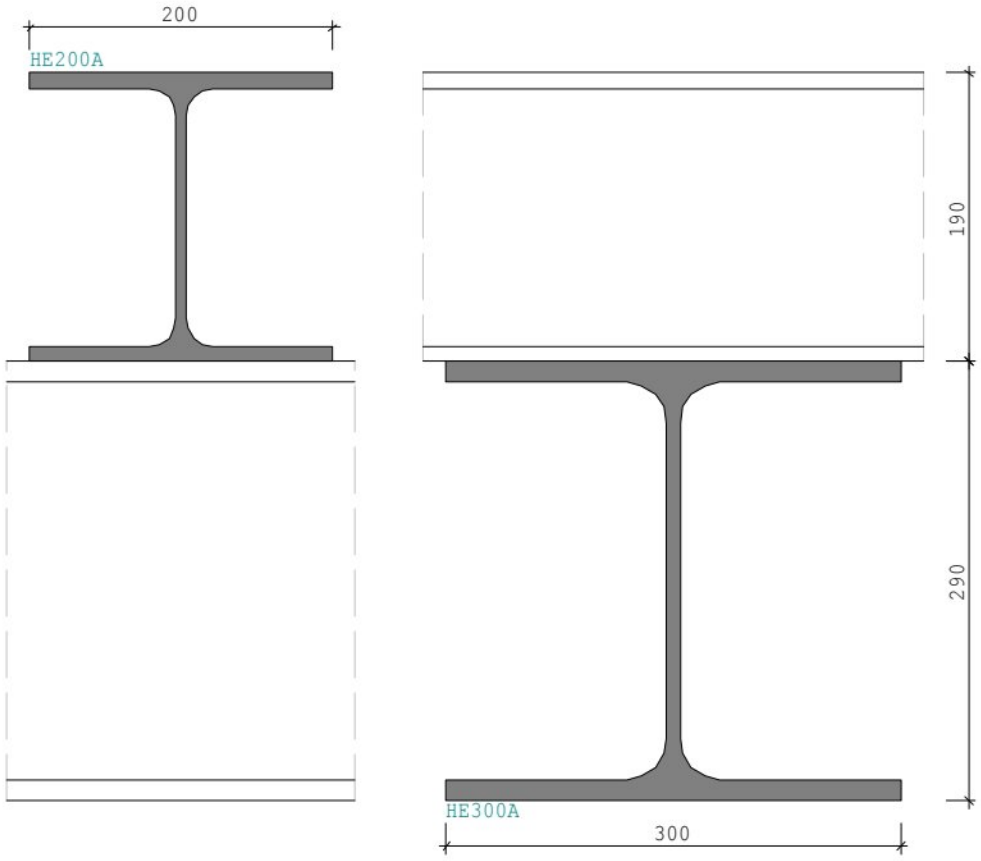
Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 0.08 < 1.4

max η = 0.09 <= 1 Vc,Rd oberer Träger

Position: 6.6 Trägerauflager HEA200 - HEA300

Trägerauflager ST4 (FRILO 2026-0-10)
Maßstab 1 : 5



Träger auf Träger : Auflagerkraft Fd =												
Norm	DIN EN 1993											
Träger unten	HE300A											
Träger oben	HE200A											
Stahl	S235	f_{yk}	=	235.0	N/mm²	f_{uk}	=	360.0	N/mm²	γ_{M0}	=	1.00
		$f_{vw,d}$	=	207.8	N/mm²	β_w	=	0.80		γ_{M2}	=	1.25

Nachweis unterer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE300A								
Mittragende Längen	Leff	=	241.9	mm, tw	=	8.5	mm	
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1			=	439.28	kN		
Nachweis	Fd / FRd	=	61.00	kN /	439.28	kN		
					η_2	=	0.14	< 1

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6

Schnittgrößen								
	NEd	=	0.00	kN				
	VEd	=	180.00	kN				
	MEd	=	-91.00	kNm				
Querschnittsklasse	1							
Nachweis	M_{Ed}	=	91.0	kNm /	$M_{pl,Rd}$	=	326.1	kNm
					η_1	=	0.28	< 1
Nachweis	V_{Ed}	=	180.0	kN /	$V_{pl,Rd}$	=	505.8	kN
					η	=	0.36	< 1
Nachweis	N_{Ed}	=	0.0	kN /	$N_{pl,Rd}$	=	2644.4	kN
					η	=	0.00	< 1

Nachweis unterer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE300A

Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 0.36 < 1.4

Nachweis oberer Träger nach EN 1993-1-5,6.6, HE200A

Mittragende Längen	Leff = 199.0 mm, tw = 6.5 mm						
Grenzkraft	FRd=tw*Leff*fyk/1.1 = 276.38 kN						
Nachweis	Fd / FRd = 61.00 kN / 276.38 kN						
					η_2 = 0.22 < 1		

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit nach EN 1993-1-1, Kap.6

Schnittgrößen	NEd = 0.00 kN						
	VEd = 61.00 kN						
	MEd = -51.00 kNm						
Querschnittsklasse	1						
Nachweis	M_{Ed} = 51.0 kNm /			$M_{pl,Rd}$ = 101.2 kNm			
				η_1 = 0.50 < 1			
Nachweis	V_{Ed} = 61.0 kN /			$V_{pl,Rd}$ = 245.3 kN			
				η = 0.25 < 1			
Nachweis	N_{Ed} = 0.0 kN /			$N_{pl,Rd}$ = 1265.0 kN			
				η = 0.00 < 1			

Interaktion Querbelastung und Moment+N nach DIN EN 1993-1-5,7.2

$\eta_2 + 0.8*\eta_1$ = 0.62 < 1.4

max η = 0.50 <= 1 Mpl,Rd oberer Träger

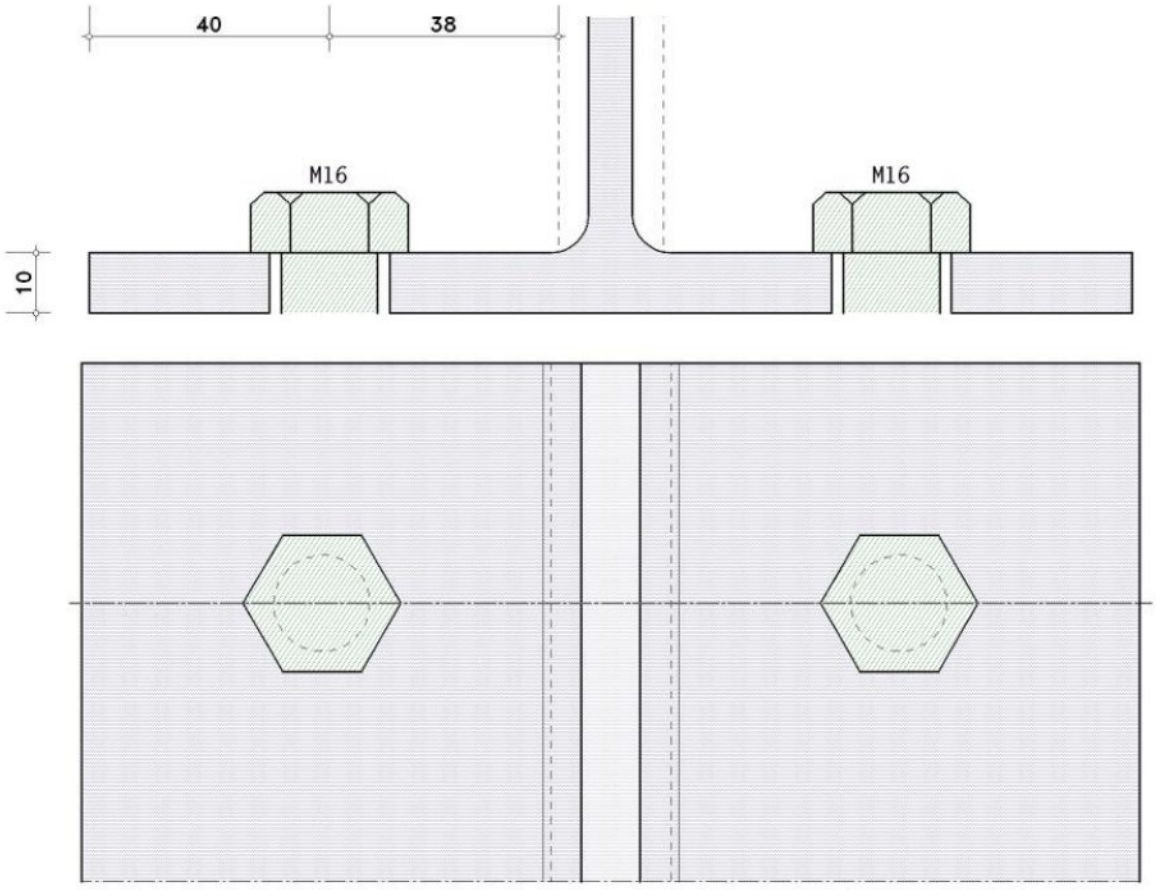
POS. 6.6: VERBINDUNG HEA200

4H-EC3BV Version: 11/2025-1d

T-Stummel mit Zugbeanspruchung

EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

Eingabeprotokoll



T-Stummelflansch mit Dicke t_f = 10.0 mm, Stahlgüte S235

Verbindungsmittel

Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite

Belastung

Bemessungswert der Zugkraft je Schraube $F_{t,Ed}$ = 5.0 kN

Nachweisparameter

Nachweis des Stützenflanschs
Anzahl Schrauben je Schraubenreihe n_{sr} = 2
Anwendung von Verfahren 1
Abstand der Schraubenachse zum Flanschrand der Stütze e = 40.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum freien Ende des Stützenflanschs (Endreihe) e_1 = 0.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum Steganschnitt der Stütze m = 38.0 mm
Schraubenreihe (2 Schrauben je Reihe) einzeln betrachtet (n_b = 1)
äußere Schraubenreihe

Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00

Tragfähigkeit

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stützenflansch):
für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp}) = 202.0$ mm, $l_{eff,cp} = 238.8$ mm
für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 202.0$ mm
Abstand der Schraubenachse vom Stummelflanschrand $e_{min} = 40.0$ mm
Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:
für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0} = 1.19$ kNm
$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2} = 45.13$ kN, $k_2 = 0.90$
für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd} = 90.26$ kN
$L_b = 36.0$ mm ≤ 374.6 mm $= L_b^*$ $\Rightarrow$ Abstützkräfte können auftreten !
Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 124.92$ kN
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 76.72$ kN
Modus 3: Schraubenversagen
$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 90.26$ kN
Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 76.72$ kN

Nachweis

$F_{T,Ed} = 2 \cdot F_{t,Ed} = 10.0$ kN $<$ $F_{T,Rd} = 76.72$ kN $\Rightarrow$ Ausnutzung $U = 0.130 < 1$ ok

maximale Ausnutzung $U_{max} = 0.130 < 1$ ok

Nachweis erbracht

Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

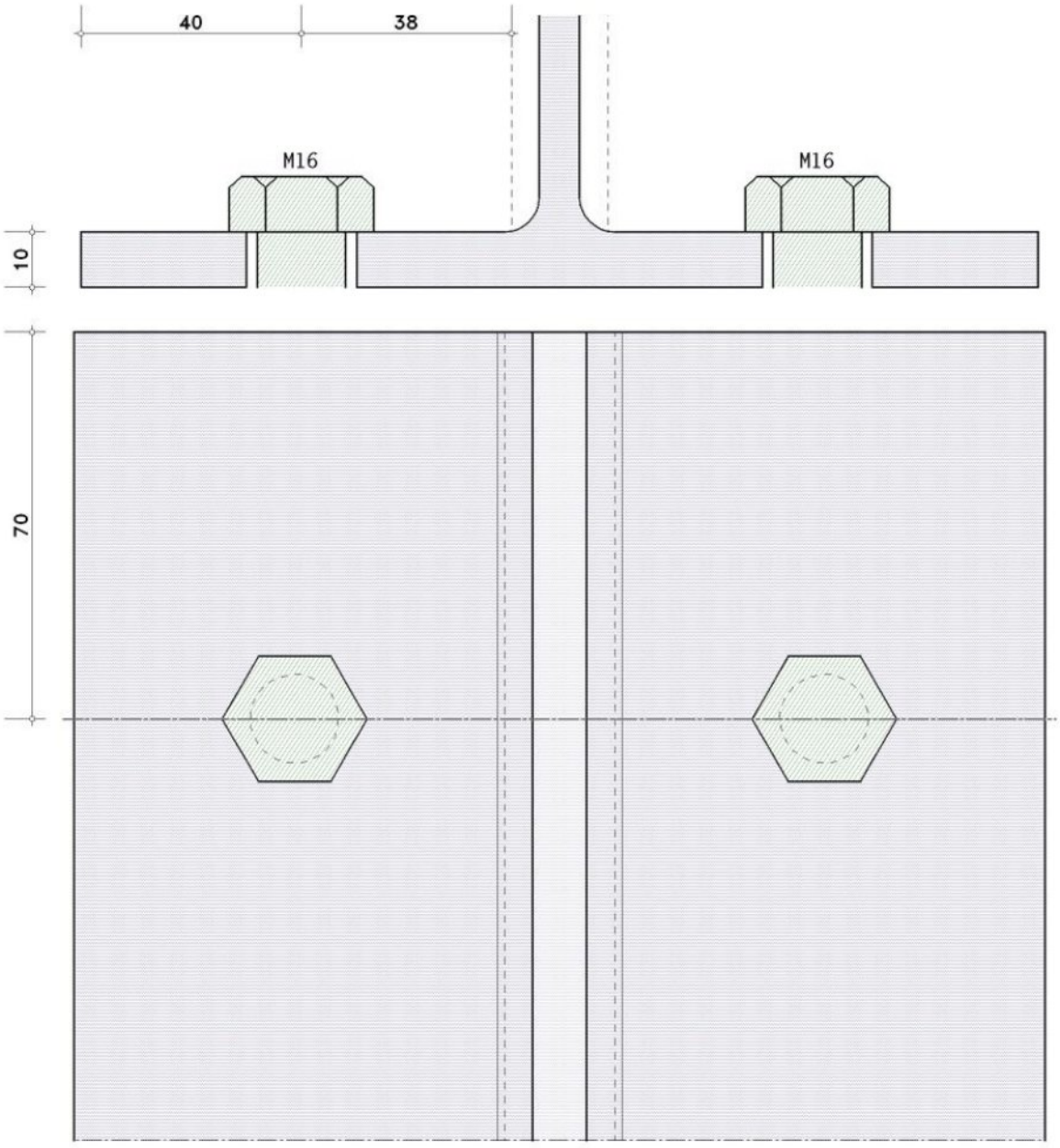
POS. 6.6_: VERBINDUNG HEA200

4H-EC3BV Version: 11/2025-1d

T-Stummel mit Zugbeanspruchung

EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

Eingabeprotokoll



T-Stummelflansch mit Dicke t_f = 10.0 mm, Stahlgüte S235

Verbindungsmittel

Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite

Belastung

Bemessungswert der Zugkraft je Schraube $F_{t,Ed}$ = 10.0 kN

Nachweisparameter

Nachweis des Stützenflanschs

Anzahl Schrauben je Schraubenreihe n_{sr} = 2

Anwendung von Verfahren 1
Abstand der Schraubenachse zum Flanschrand der Stütze e = 40.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum freien Ende des Stützenflanschs (Endreihe) e_1 = 70.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum Steganschnitt der Stütze m = 38.0 mm
Schraubenreihe (2 Schrauben je Reihe) einzeln betrachtet (n_b = 1)
äußere Schraubenreihe

Materialsicherheitsbeiwerte

Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00

Tragfähigkeit

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stützenflansch):
für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp})$ = 171.0 mm, $l_{eff,cp}$ = 238.8 mm
für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc}$ = 171.0 mm
Abstand der Schraubenachse vom Stummelflanschrand e_{min} = 40.0 mm
Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:
für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 1.00 kNm
$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
L_b = 36.0 mm ≤ 442.5 mm = L_b^* ⇒ Abstützkräfte können auftreten !
Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m$ = 105.75 kN
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n)$ = 72.05 kN
Modus 3: Schraubenversagen
$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$ = 72.05 kN

Nachweis

$F_{T,Ed} = 2 \cdot F_{t,Ed}$ = 20.0 kN < $F_{T,Rd}$ = 72.05 kN ⇒ Ausnutzung U = 0.278 < 1 ok

maximale Ausnutzung U_{max} = 0.278 < 1 ok

Nachweis erbracht

Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

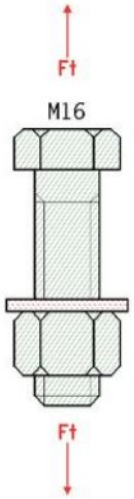
EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

POS. 6.6: VERBINDUNG HEA200 - HEA300

Gk 10, Schrauben mit Zugbeanspruchung 4H-EC3GK Version: 1/2026-1c
EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

1. Eingabeprotokoll



Verbindungsmittel:
Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Anschlussblech:
Dicke t_p = 10.0 mm, Stahlgüte S235
Nachweis gegen Zugversagen und Durchstanzen, nicht vorgespannte Zugverbindung (Kategorie D)
Materialsicherheitsbeiwerte: γ_{M2} = 1.25 (genormt)
Beanspruchung:
Lk 1 : $F_{t,Ed}$ = 10.0 kN

2. Berechnung

2.1. Tragfähigkeit

Zugtragfähigkeit einer Schraube $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
Durchstanztragfähigkeit einer Schraube $B_{p,Rd} = (0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u)) / \gamma_{M2}$ = 136.18 kN, t_p = 10.0 mm
Zug-/Durchstanztragfähigkeit: $F_{tp,Rd} = \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd})$ = 45.13 kN

2.2. Nachweis

Lk 1: F_{Ed} = 10.0 kN < F_{Rd} = 45.1 kN $\Rightarrow$ U = 0.222 < 1 ok

Nachweis erbracht

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -

Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

Kommentare des Planers:

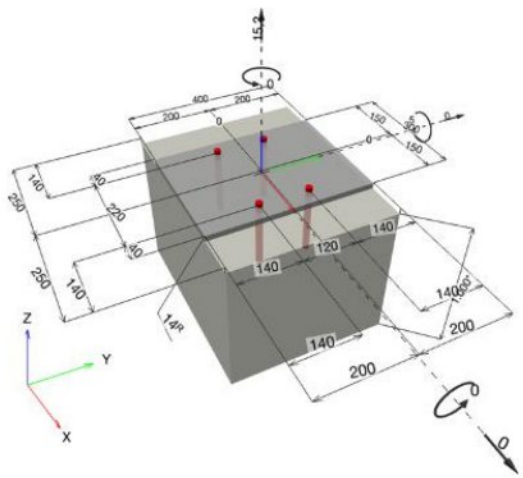
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018418 HIT-Z M16x205 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 150 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 150,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 14,0 mm
Ankerplatte[R] :	l_x x l_y x t = 300,0 mm x 400,0 mm x 14,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm²; h =1.000,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 mm) mit Randlängsbewehrung d ≥ 12,0 [mm] 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

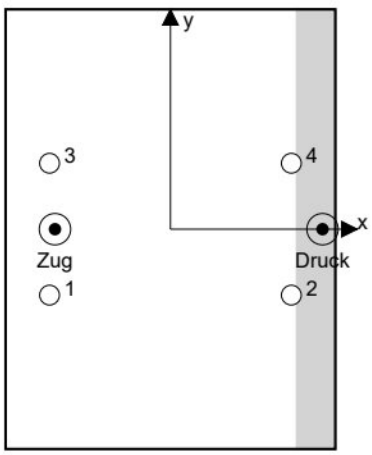
www.hilti.de

Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 15,200; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 5,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	76
2	Kombination 2	N = 5,400; V_x = 0,000; V_y = 3,750; M_x = 0,000; M_y = 5,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	62

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte



Überprüfung Lastfall: 1 Kombination 1

Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	14,262	0,000	0,000	0,000
2	0,328	0,000	0,000	0,000
3	14,262	0,000	0,000	0,000
4	0,328	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,07 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 2,01 [N/mm^2]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(-105,1/0,0): 29,179 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(138,4/0,0): 13,979 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	3
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	14,262	64,000	23	OK
Herausziehen*	14,262	70,000	21	OK
Betonversagen**	29,179	38,578	76	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	14,262

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	14,262

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
200.000	78.400	225,0	450,0	35,00

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]
93,3	140,0	280,0

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
105,1	0,571	0,0	1,000	1,000	0,967	243,4

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1,000	7,700	41,075	1,500	38,578	29,179

Gruppe Dübel-ID
1-4

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

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)

5 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk} = 10,564 [kN] δ_N = 0,9508 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,9508 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 10,564 [kN] δ_N = 2,2185 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 2,2185 [mm]

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

7 Installationsdaten

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

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 14,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018418 HIT-Z M16x205 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

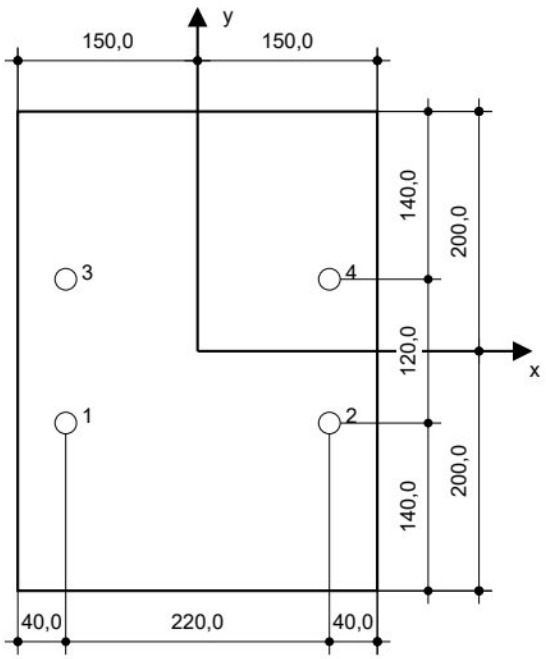
Bohrlochtiefe im Untergrund: 214,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 250,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 150 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-110,0	-60,0	140,0	360,0	140,0	260,0
2	110,0	-60,0	360,0	140,0	140,0	260,0
3	-110,0	60,0	140,0	360,0	260,0	140,0
4	110,0	60,0	360,0	140,0	260,0	140,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.7	Datum:	15.05.2026
Pos. Nr.:	6.7		

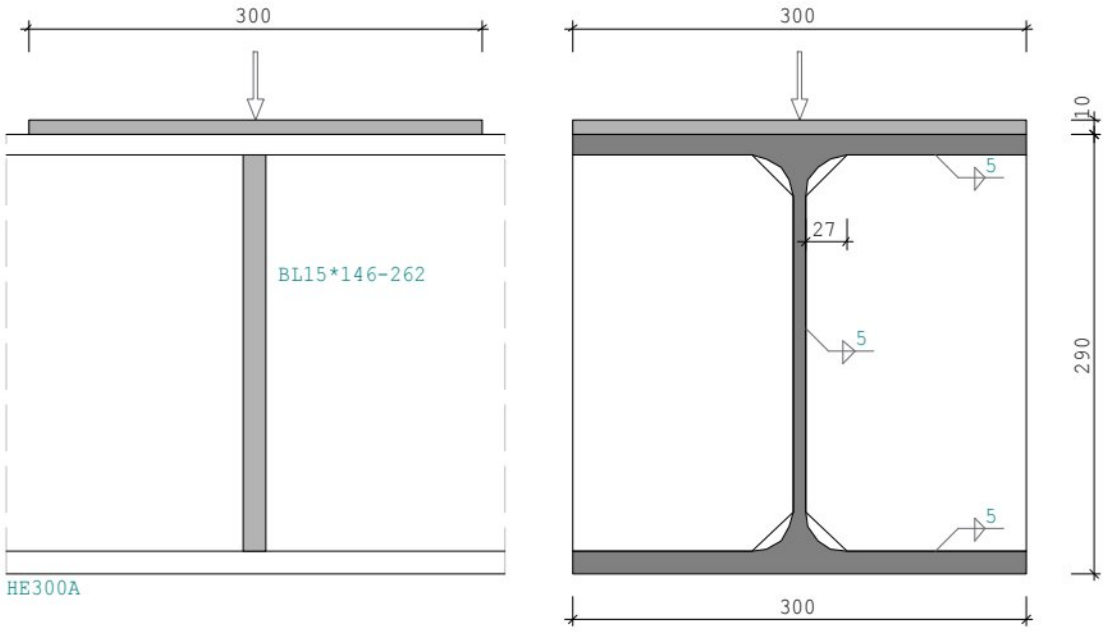
8 Bemerkungen; Ihre Mitwirkungspflichten

- 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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Position: 6.8 Trägerauflager HEA300 - Stb.-Stütze

Trägerauflager ST4 (FRILO 2026-0-10)
Maßstab 1 : 5



Last auf Träger : Auflagerkraft Fd =	176.00 kN

Norm DIN EN 1993
Profil unten: HE300A
Lastplatte : Länge/Breite/Höhe = 300.0 / 300.0 / 10.0 mm
Stahl S235 f_{yk} = 235.0 N/mm² f_{uk} = 360.0 N/mm² γ_{M0} = 1.00
$f_{vw,d}$ = 207.8 N/mm² β_w = 0.80 γ_{M2} = 1.25

Länge/Breite/Höhe mit dreiseitigem Rippenanschluß

Rippe	Breite	bR =	145.8 mm	<= maxbR = 145.8 mm
	Höhe	hR =	262.0 mm	
	Aussparung	cR =	27.0 mm	
	Dicke	tR =	15.0 mm	>= erftR = 13.2 mm
				η = 0.88

Kraft pro Rippe vertikal : F1 = 49.37 kN
horizontal : F2 = 16.27 kN

Doppelkehlnaht am belasteten oberen Flansch (Index 1) :

Geometrie	Dicke	aw1 =	5.0 mm				
	Länge	lw1 =	118.8 mm				
	Fläche	Aw1 =	1187.5 mm²				
Spannungen		$\sigma_{wd,1}$ =	41.6 N/mm²	$\tau_{wd,1}$ =	13.7 N/mm²		
Vergleichsspannung		$\sigma_{wd,V,1}$ =	43.8 N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	43.8 N/mm²	/ f_{vwd} =	207.8 N/mm²		
					η = 0.21 < 1		

Doppelkehlnaht am Steg (Index 2) :

Geometrie	Dicke	aw2 =	5.0 mm				
	Länge	lw2 =	208.0 mm				
	Fläche	Aw2 =	2080.0 mm²				
Spannungen		$\tau_{wd,2}$ =	23.7 N/mm²				
Nachweis		σ_{wd} =	23.7 N/mm²	/ f_{vwd} =	207.8 N/mm²		

Länge/Breite/Höhe	mit dreiseitigem Rippenanschluß

η = 0.11 < 1

Doppelkehlnaht am unbelasteten unteren Flansch (Index 3) :

Geometrie	Dicke	aw3 =	5.0	mm	
	Länge	lw3 =	118.8	mm	
	Fläche	Aw3 =	1187.5	mm²	
Spannungen		$\tau_{wd,3}$ =	13.7	N/mm²	
Nachweis		σ_{wd} =	13.7	N/mm²	/ f_{vwd} = 207.8 N/mm²
					η = 0.07 < 1

Spannung am Ausrundungsbeginn des Trägerstegs unten :

σ_{dz} = Fd - 2*F1 / (405.5 mm * 8.5 mm) = -22.42 N/mm²
Nachweis σ_d = 22.4 N/mm² / f_{yd} = 235.0 N/mm²
η = 0.10 < 1

Nachweis der Kontaktpressung Träger-Platte

σ_d = Fd / (300.0 mm * 300.0 mm) = -1.96 N/mm²
Nachweis σ_d = 2.0 N/mm² / f_{yd} = 235.0 N/mm²
η = 0.01 < 1

max η = 0.88 <= 1 Nachweis für Stegrippen

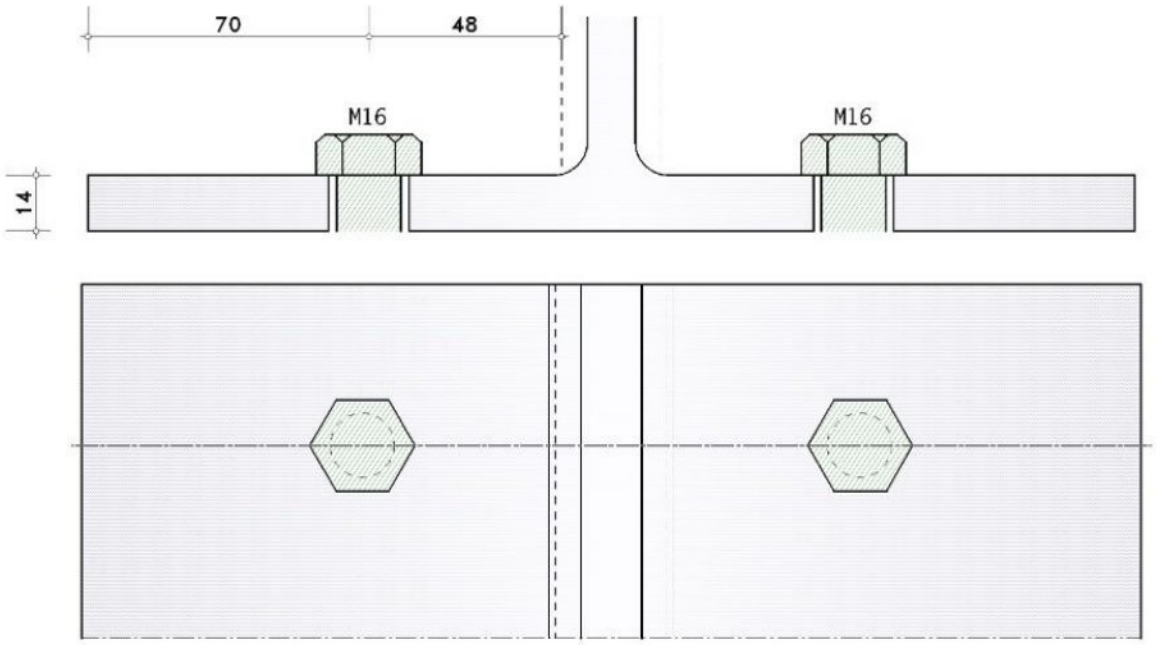
POS. 6.8: VERANKERUNG HEA300 AUF RUNDSTÜTZE

4H-EC3BV Version: 11/2025-1d

T-Stummel mit Zugbeanspruchung

EC 3-1-8 (04.25), NA: Deutschland

Eingabeprotokoll



T-Stummelflansch mit Dicke t_f = 14.0 mm, Stahlgüte S235
Verbindungsmittel
Festigkeitsklasse 4.6, Schraubengröße M16, normale Schlüsselweite
Belastung
Bemessungswert der Zugkraft je Schraube $F_{t,Ed}$ = 29.0 kN
Nachweisparameter
Nachweis des Stützenflanschs
Anzahl Schrauben je Schraubenreihe n_{sr} = 2
Anwendung von Verfahren 1
Abstand der Schraubenachse zum Flanschrand der Stütze e = 70.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum freien Ende des Stützenflanschs (Endreihe) e_1 = 0.0 mm
Abstand der Schraubenachse zum Steganschnitt der Stütze m = 48.0 mm
Schraubenreihe (2 Schrauben je Reihe) einzeln betrachtet (n_b = 1)
äußere Schraubenreihe
Materialsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00

Tragfähigkeit

wirksame Länge des T-Stummelflanschs (Stützenflansch):
für Modus 1: $\Sigma l_{eff,1} = l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}, l_{eff,cp})$ = 279.5 mm, $l_{eff,cp}$ = 301.6 mm
für Modus 2: $\Sigma l_{eff,2} = l_{eff,2} = l_{eff,nc}$ = 279.5 mm
Abstand der Schraubenachse vom Stummelflanschrand e_{min} = 70.0 mm
Grenzzugkraft des T-Stummelflanschs:
für Modus 1+2: $M_{pl,Rd} = (0.25 \cdot \Sigma l_{eff} \cdot t_f^2 \cdot f_y) / \gamma_{M0}$ = 3.22 kNm
$F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 45.13 kN, k_2 = 0.90
für Modus 3: $\Sigma F_{t,Rd} = 2 \cdot n_b \cdot F_{t,Rd}$ = 90.26 kN
L_b = 44.0 mm ≤ 198.8 mm = L_b^* ⇒ Abstützkräfte können auftreten !
Modus 1: Vollständiges Fließen des T-Stummelflanschs

$F_{T,1,Rd} = (4 \cdot M_{pl,1,Rd}) / m = 268.20$ kN
Modus 2: Schraubenversagen gleichzeitig mit Fließen des T-Stummelflanschs
$F_{T,2,Rd} = (2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}) / (m+n) = 109.74$ kN
Modus 3: Schraubenversagen
$F_{T,3,Rd} = \Sigma F_{t,Rd} = 90.26$ kN
Zugtragfähigkeit des T-Stummelflanschs: $F_{T,Rd} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = 90.26$ kN

Nachweis

$F_{T,Ed} = 2 \cdot F_{t,Ed} = 58.0$ kN $<$ $F_{T,Rd} = 90.26$ kN $\Rightarrow$ Ausnutzung $U = 0.643 < 1$ ok

maximale Ausnutzung $U_{max} = 0.643 < 1$ ok

Nachweis erbracht

Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2022, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2024, Ausgabe April 2025
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

Kommentare des Planers:

1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 5.8 M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2223872 HAS-U 5.8 M16x500 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti HAS-U 5.8 Gewindestange with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 320 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0601
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 320,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	5.8
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0601
Ausgestellt I Gültig:	08.09.2025 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, chemisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 14,0 mm
Ankerplatte[R]:	l_x x l_y x t = 300,0 mm x 300,0 mm x 14,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm^2; h =1.500,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 mm) mit Randlängsbewehrung d ≥ 12,0 [mm] Spaltbewehrung gem. EN 1992-4, 7.2.1.7 (2) b) 2) vorhanden Zusatzbewehrung für Zugbeanspruchung : Steckbügel Ø14,0 mm//85,0 mm, $f_{yk,re}$= 500,00 N/mm^2, β = 0% Oberflächenbewehrung für Zug : Ø10,0 mm, $f_{yk,re}$= 500,00 N/mm^2, β = 0% Betonier Richtung: z+ Toleranz: 20,0 mm

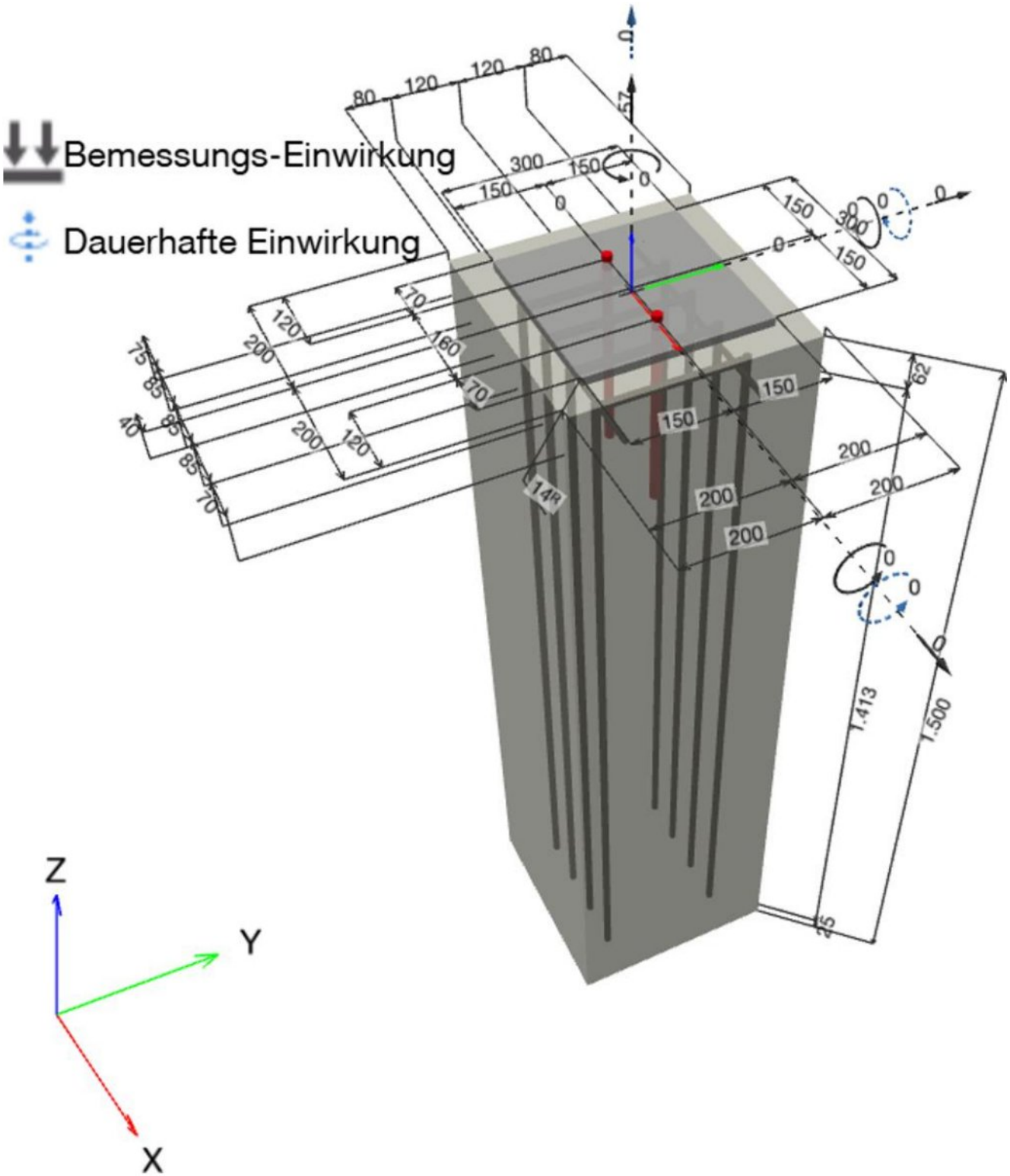
[R] - Die Dübel Berechnung basiert auf der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

Geometrie [mm] & Belastungen [kN, kNm]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

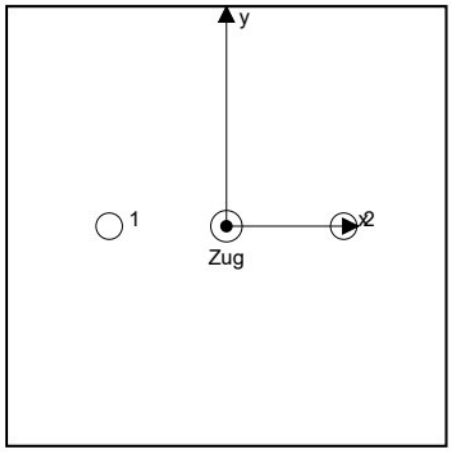
Firma:		Seite:	3
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	$N = 57{,}000$; $V_x = 0{,}000$; $V_y = 0{,}000$; $M_x = 0{,}000$; $M_y = 0{,}000$; $M_z = 0{,}000$; $N_{sus} = 0{,}000$; $M_{x,sus} = 0{,}000$; $M_{y,sus} = 0{,}000$;	nein	keine	89
2	Kombination 2	$N = 0{,}000$; $V_x = 0{,}000$; $V_y = 7{,}500$; $M_x = 0{,}000$; $M_y = 0{,}000$; $M_z = 0{,}000$; $N_{sus} = 0{,}000$; $M_{x,sus} = 0{,}000$; $M_{y,sus} = 0{,}000$;	nein	keine	41

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Überprüfung Lastfall: 1 Kombination 1



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	28,500	0,000	0,000	0,000
2	28,500	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: - [‰]
Maximale Betondruckspannung: - [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 57,000 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	28,500	52,333	55	OK
Kombiniertes Versagen Herausz. - Betonausbr.**	57,000	64,772	89	OK
Betonversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.
Stahlversagen der Längsbewehrung**	2,994	34,148	9	OK
Stahlversagen der Zusatzbewehrung, horizontal**	12,317	66,930	19	OK
Stahlversagen der Zusatzbewehrung, vertikal**	10,059	66,930	16	OK
Bewehrungsverankerung innerhalb des Ausbruchskegel, vertikal**	10,059	27,425	37	OK

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
78,500	1,500	52,333	28,500

3.2 Kombiniertes Versagen Herausz. - Betonausbr.

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
160.000	245.560	18,00	495,5	247,8	120,0	35,00

ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,058	10,05	7,700	16,21	1,212	1,092

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0,0	1,000	0,0	1,000	0,845	1,000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0,800	0,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
161,602	97,158	1,500	64,772	57,000

Gruppe Dübel-ID
1, 2

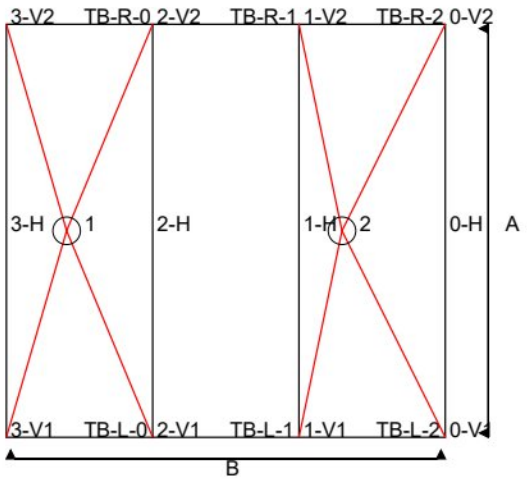
Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

3.3 Zusatzbewehrung - Zug (EN 1992-4 Abschnitt 7.2.1.2 und 7.2.1.9)

Fachwerkmodell





A B

Bewehrungskräfte

Bewehrung	Typ	Orientierung	Normalkraft [kN]
TB (Oberflächenbewehrung)	Gerade	horizontal	2,994
0	Steckbügel	vertikal 1 (0-V1)	4,191
		vertikal 2 (0-V2)	4,191
		horizontal (0-H)	5,132
1	Steckbügel	vertikal 1 (1-V1)	10,059

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de
Firma: Seite: 6
Adresse: Bearbeiter:
Tel. I Fax: | E-Mail:
Befestigung: 6.8 Datum: 18.05.2026
Pos. Nr.: 6.8

Bewehrung	Typ	Orientierung	Normalkraft [kN]
		vertikal 2 (1-V2)	10,059
		horizontal (1-H)	12,317
2	Steckbügel	vertikal 1 (2-V1)	5,868
		vertikal 2 (2-V2)	5,868
		horizontal (2-H)	7,185
3	Steckbügel	vertikal 1 (3-V1)	8,382
		vertikal 2 (3-V2)	8,382
		horizontal (3-H)	10,264

Ungünstigste Toleranz: 10,0 mm

3.3.1 Stahlversagen der Längsbewehrung

$$N_{Ed,re} \le N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$$
$$N_{Rk,re} = A_{s,re} \cdot f_{yk,re}$$

$d_{s,re}$ [mm]	$A_{s,re}$ [mm²]	$f_{yk,re}$ [N/mm²]
10,0	79	500,00

$N_{Ed,re}$ [kN]	$N_{Rk,re}$ [kN]	$\gamma_{Ms,re}$	β_{re} [%]	$N_{Rd,re}$ [kN]
2,994	39,270	1,150	0	34,148

3.3.2 Stahlversagen der Zusatzbewehrung, horizontal

$$N_{Ed,re} \le N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$$
$$N_{Rk,re} = A_{s,re} \cdot f_{yk,re}$$

$d_{s,re}$ [mm]	$A_{s,re}$ [mm²]	$f_{yk,re}$ [N/mm²]
14,0	154	500,00

$N_{Ed,re}$ [kN]	$N_{Rk,re}$ [kN]	$\gamma_{Ms,re}$	β_{re} [%]	$N_{Rd,re}$ [kN]
12,317	76,969	1,150	0	66,930

3.3.3 Stahlversagen der Zusatzbewehrung, vertikal

$$N_{Ed,re} \le N_{Rd,re} = \frac{N_{Rk,re}}{\gamma_{Ms,re}}$$
$$N_{Rk,re} = A_{s,re} \cdot f_{yk,re}$$

$d_{s,re}$ [mm]	$A_{s,re}$ [mm²]	$f_{yk,re}$ [N/mm²]
14,0	154	500,00

$N_{Ed,re}$ [kN]	$N_{Rk,re}$ [kN]	$\gamma_{Ms,re}$	β_{re} [%]	$N_{Rd,re}$ [kN]
10,059	76,969	1,150	0	66,930

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

3.3.4 Bewehrungsverankerung innerhalb des Ausbruchskegel, vertikal

$$N_{ed,re} \le N_{Rd,a}$$

$$N_{Rd,a} = \frac{l_1 \cdot \pi \cdot d_{s,re} \cdot f_{bd}}{\alpha_1 \cdot \alpha_2} \le N_{Rd,re}$$

l_1 [mm]	$d_{s,re}$ [mm]	f_{bd} [N/mm²]
185,0	14,0	3,37

α_1	α_2	β_{re} [%]
1,000	1,000	0

$N_{Ed,re}$ [kN]	$N_{Rd,a}$ [kN]
10,059	27,425

Übergreifungslänge außerhalb der angenommenen Ausbruchkegel, vertikal

Die Lastübertragung von der Zusatzbewehrung auf das tragende Bauteil ist vom zuständigen Tragwerksplaner zu überprüfen.

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_{3,5} \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \cdot = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_{3,5} \cdot \alpha_6 \cdot \frac{d_{s,re}}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd,re}}{f_{bd}} \ge l_{0,min}$$

$$l_{0,min} = \max(0{,}3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}\ ,\ 15 \cdot d_{s,re}\ ,\ 200{,}0\ \text{mm})$$

$$l_{b,rqd} = \frac{d_{s,re}}{4} \cdot \frac{f_{yd,re}}{f_{bd}}$$

α_1	α_2	$\alpha_{3,5}$	α_6
1,000	1,000	1,000	1,500

$\sigma_{sd,re}$ [N/mm²]	$f_{yk,re}$ [N/mm²]	$\gamma_{Ms,re}$	$l_{b,rqd}$ [mm]	β_{re} [%]	l_0 [mm]	$l_{0,min}$ [mm]
65,34	500,00	1,150	67,9	0	210,0	210,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: 6.8
Pos. Nr.: 6.8

Seite: 8
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 18.05.2026

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)

5 Verschiebungen (höchstbelasteter Dübel)

Kurzzeitbelastung:

N_{Sk} = 21,111 [kN] δ_N = 0,0919 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,0919 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 21,111 [kN] δ_N = 0,2100 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,2100 [mm]

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!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	9
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

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 Reinigung ist gemäß Gebrauchsanweisung durchzuführen. (2-maliges Ausblasen mit ölfreier Druckluft (min. 6 bar), 2-maliges Ausbürsten und 2-maliges Ausblasen mit ölfreier Druckluft (min. 6 bar)).
- Die zulässigen Verbundspannungswerte sind von den vorliegenden Kurz- und Langzeittemperaturen abhängig.
- Randbewehrung zur Verhinderung des Spaltens des Betons nicht erforderlich!
- 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!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	10
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

7 Installationsdaten

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

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 14,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Druckluftreinigung des Bohrloches ist erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 5.8 M16

Artikelnummer: 2223872 HAS-U 5.8 M16x500 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

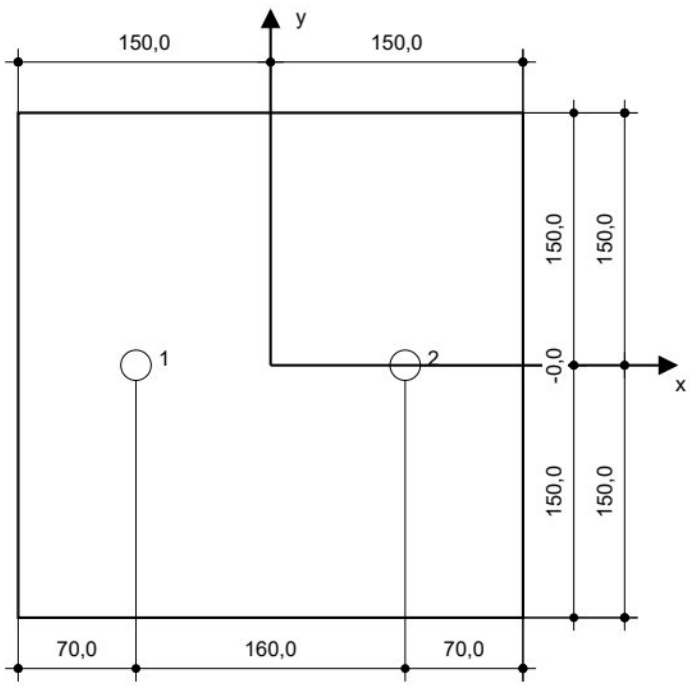
Bohrlochtiefe im Untergrund: 320,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 356,0 mm

Hilti HAS-U 5.8 Gewindestange with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 320 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0601

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Druckluft mit erforderlichen Zubehörteilen um das Loch von unten auszublasen • Drahtbürste korrekter Durchmesser	• Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Für tiefe Bohrlöcher ist ein Stauzapfen erforderlich • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-80,0	0,0	120,0	280,0	200,0	200,0
2	80,0	-0,0	280,0	120,0	200,0	200,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	11
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.8	Datum:	18.05.2026
Pos. Nr.:	6.8		

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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

Kommentare des Planers:

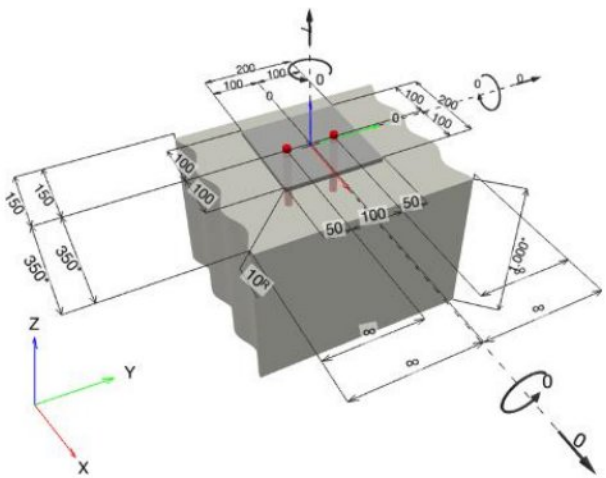
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 120 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 120,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 10,0 mm
Ankerplatte[R] :	l_x x l_y x t = 200,0 mm x 200,0 mm x 10,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm²; h =1.000,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

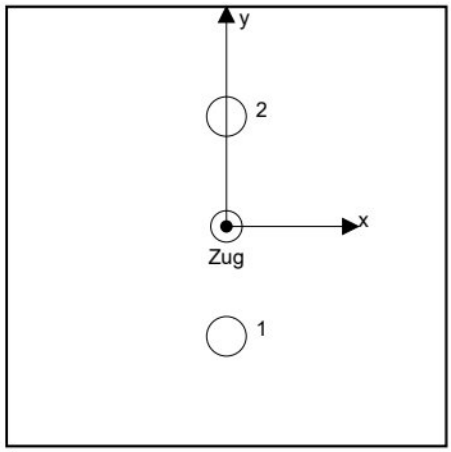
www.hilti.de

Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 7,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	nein	keine	16

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	3,500	0,000	0,000	0,000
2	3,500	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: - [‰]
Maximale Betondruckspannung: - [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 7,000 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	3
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	3,500	64,000	6	OK
Herausziehen*	3,500	70,000	5	OK
Betonversagen**	7,000	44,422	16	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	3,500

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	3,500

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
151.800	129.600	180,0	360,0	35,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	0,950	1,000	0,0
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,000	7,700	59,882	1,500	44,422	7,000	

Gruppe Dübel-ID
1, 2

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

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:

N_{Sk} = 2,593 [kN] δ_N = 0,2333 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,2333 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 2,593 [kN] δ_N = 0,5444 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,5444 [mm]

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

7 Installationsdaten

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

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 10,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

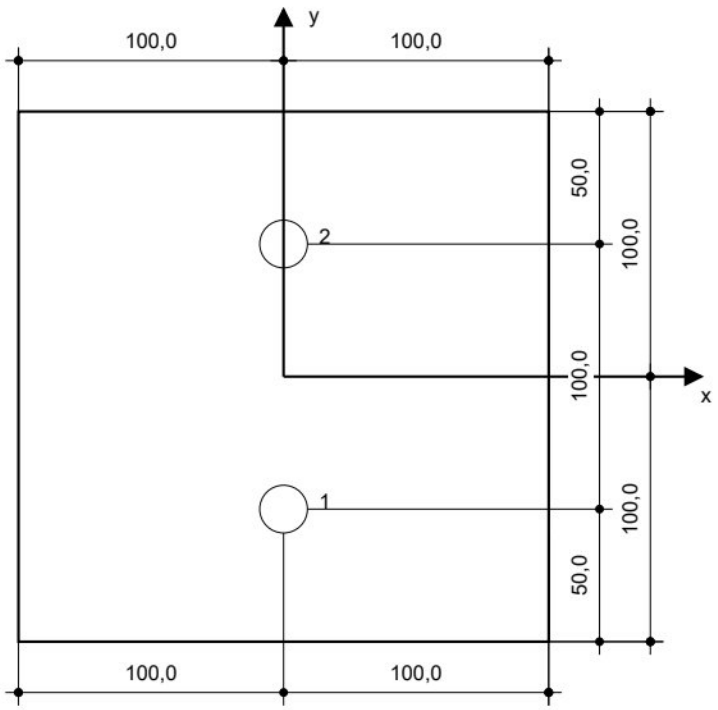
Bohrlochtiefe im Untergrund: 184,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 220,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 120 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-50,0	150,0	350,0	-	-
2	0,0	50,0	150,0	350,0	-	-

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.9	Datum:	13.05.2026
Pos. Nr.:	6.9		

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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	1
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

Kommentare des Planers:

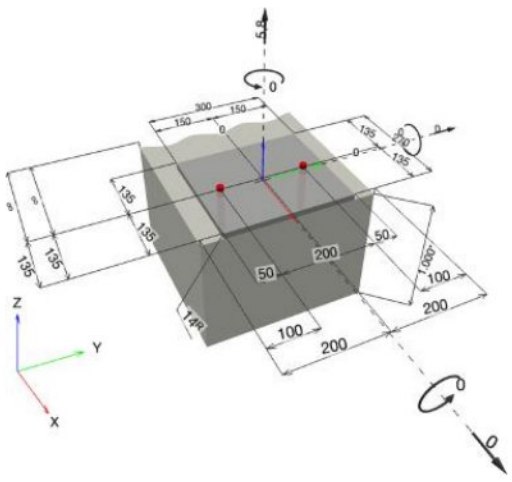
1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)
Ausschreibungstext:	Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 100 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 100,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Werkstoff:	DIN EN ISO 4042
Zulassungs-Nr.:	ETA 19/0632
Ausgestellt I Gültig:	26.09.2024 | -
Nachweis:	Bemessungsverfahren EN 1992-4, mechanisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 14,0 mm
Ankerplatte[R] :	l_x x l_y x t = 270,0 mm x 300,0 mm x 14,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	kein Profil
Untergrund:	gerissener Beton, C35/45, $f_{c,cyl}$ = 35,00 N/mm²; h =1.000,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/24 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: hammergebohrt, Installationsbed.: trocken**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 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]



Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

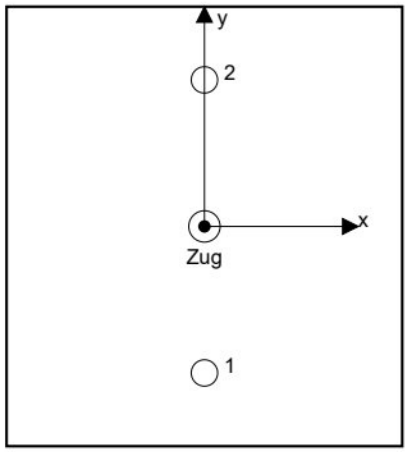
www.hilti.de

Firma:		Seite:	2
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Kombination 1	N = 5,800; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	nein	keine	17

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	2,900	0,000	0,000	0,000
2	2,900	0,000	0,000	0,000

Maximale Betonstauchung: - [‰]
Maximale Betondruckspannung: - [N/mm^2]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(0,0/0,0): 5,800 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Die Dübelbelastungen werden unter der Annahme einer biegesteifen Ankerplatte ermittelt.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:
Adresse:
Tel. I Fax: |
Befestigung: 6.10
Pos. Nr.: 6.10

Seite: 3
Bearbeiter:
E-Mail:
Datum: 19.05.2026

3 Zugbeanspruchung (EN 1992-4, Abschnitt 7.2.1)

	Einwirkung [kN]	Tragfähigkeit [kN]	Ausnutzung β_N [%]	Status
Stahlversagen*	2,900	64,000	5	OK
Herausziehen*	2,900	70,000	5	OK
Betonversagen**	5,800	34,621	17	OK
Spaltversagen**	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.	O.Nw.

* ungünstigster Dübel **Dübelgruppe (Dübel unter Zug)

3.1 Stahlversagen

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	2,900

3.2 Herausziehen

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	2,900

3.3 Betonversagen

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
114.000	90.000	150,0	300,0	35,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	0,900	1,000	0,0
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,000	7,700	45,554	1,500	34,621	5,800	

Gruppe Dübel-ID
1, 2

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	4
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

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:

N_{Sk} = 2,148 [kN] δ_N = 0,1933 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,1933 [mm]

Langzeitbelastung:

N_{Sk} = 2,148 [kN] δ_N = 0,4511 [mm]

V_{Sk} = 0,000 [kN] δ_V = 0,0000 [mm]

δ_{NV} = 0,4511 [mm]

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

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	5
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

Nachweis der Verankerung: OK!

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	6
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

7 Installationsdaten

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

Profil: kein Profil

Durchmesser Durchgangsloch (Vorsteckmontage) : d_f = 18,0 mm

Durchmesser Durchgangsloch (Durchsteckmontage) : d_f = 20,0 mm

Plattendicke (Eingabe): 14,0 mm

Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet

Bohrmethode: Hammergebohrt

Reinigungsart: Eine Reinigung ist nicht erforderlich

Dübeltyp und Größe: HIT-HY 200-A V3 + HIT-Z M16

Artikelnummer: 2018416 HIT-Z M16x155 (Anker) / 2378170 HIT-HY 200-A V3 (Mörtel)

Maximales Montagedrehmoment: 80 Nm

Durchmesser Bohrloch im Untergrund: 18,0 mm

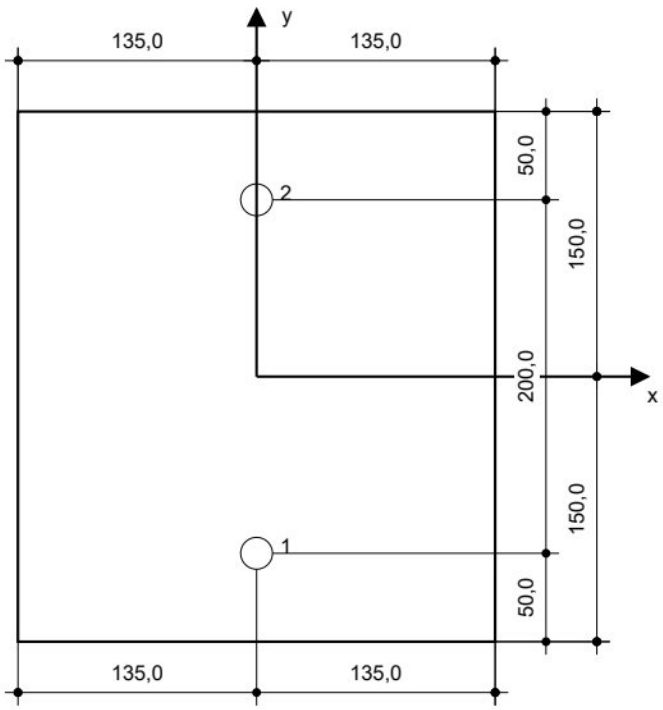
Bohrlochtiefe im Untergrund: 164,0 mm

Minimale Bauteildicke gem. ETA: 200,0 mm

Hilti SAFEset HIT-Z DIN EN ISO 4042 Spreizender Verbundanker ohne Reinigung with HIT-HY 200-A V3 Injektionssystem with 100 mm embedment hef, M16, Galvanisch verzinkt, Hammerbohren installation per ETA 19/0632

7.1 Erforderliches Zubehör

Bohren	Reinigen	Installieren
• Geeigneter Hammerbohrer • Hammerbohrer geeigneten Durchmessers	• Zubehör nicht erforderlich	• Drehmoment kontrolliertes Akku-Schlaggerät • Auspressgeräte einschließlich Kassette und Mischer • Drehmomentschlüssel



Koordinaten Dübel [mm]

Dübel	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	-100,0	-	135,0	100,0	300,0
2	0,0	100,0	-	135,0	300,0	100,0

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

www.hilti.de

Firma:		Seite:	7
Adresse:		Bearbeiter:	
Tel. I Fax:	|	E-Mail:	
Befestigung:	6.10	Datum:	19.05.2026
Pos. Nr.:	6.10		

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.

Daten sind auf Übereinstimmung mit den gegebenen Randbedingungen zu kontrollieren und auf Plausibilität zu prüfen! Hilti übernimmt keine Haftung für Eingabedaten durch den Anwender.
PROFIS Engineering (c) 2003-2026 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti ist eine registrierte Schutzmarke der Hilti AG, Schaan

Position 7 - Stoßverbindungen

System und Abmessungen

7.1 - Wartungswege: 5-Feld-Durchlaufträger
7.2 - Querträger: 4-Feld-Durchlaufträger mit Kragarm
7.3 - Hauptträger: 4-Feld-Durchlaufträger mit Kragarm
7.4 - Hauptträger: 3-Feld-Durchlaufträger

Auf Grund der Spannweiten und Trägerlängen sind die Quer- und Längsträger in baupraktischen Abständen zu Stoßen. Im Rahmen von Position 7 werden Stirnplattenstöße ausgegeben, die für die maximale Momentenbeanspruchung im Feldbereich ausgelegt sind. Die endgültige Festlegung der Trägerstöße erfolgt im Rahmen der Werkplanung mit dem zugehörigen Montagekonzept. Weichen die dort festgelegten Verbindungen von den hier nachgewiesenen ab, so sind diese erneut zur Prüfung einzureichen.

Querschnitt + Material

Wartungswege	UPE100, Stirnplatte t = 12 mm, Kehlnaht a_w = 3 mm, 2 x M8 8.8
Querträger	HEA200, Stirnplatte t = 20 mm, Kehlnaht a_w = 4/6 mm, 6 x M16 8.8
Längsträger	HEA300, Stirnplatte t = 20 mm, Kehlnaht a_w = 4/7 mm, 6 x M20 8.8
	HEA300, Stirnplatte t = 35 mm, Kehlnaht a_w = 7 mm, 6 x M20 8.8
Stahl	S235 JR

Belastung

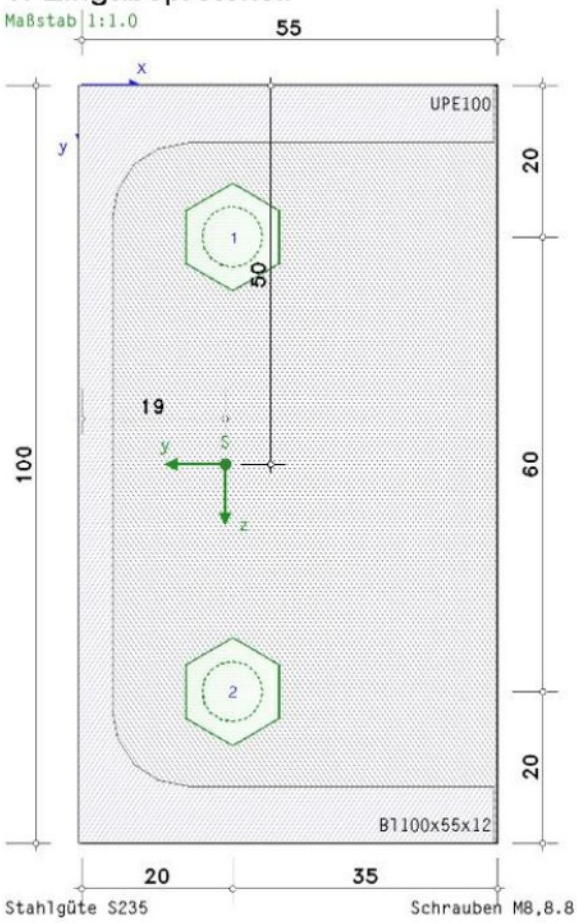
Position	Stoßverbindung	$M_{y,Ed}$ [kNm]	$V_{z,Ed}$ [kN]	$M_{z,Ed}$ [kNm]	$V_{y,Ed}$ [kN]	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$N_{x,Ed}$ [kN]
1.3	7.1	**1,21**	**5,30**	-	-	-	-
1.4, Feld	7.2	35,88	27,70	-	-	-	28,0
2, Feld	7.2	**42,50**	**31,80**	-	-	-	**28,0**
3.1, Feld	7.3	**78,03**	**72,20**	-	-	-	-
3.2, Feld	7.3	65,54	69,80	-	-	-	-
4, Feld	7.4	**58,4**	**52,07**	**35,23**	**35,5**	**0,10**	-

Bemessung
→ 7.1 - Stirnplattenstoß UPE100
→ 7.2 - Stirnplattenstoß HEA200
→ 7.3 - Stirinplattenstoß HEA300
→ 7.4 - Stirnplattenstoß HEA300
→ Bemessung s. EDV!

POS. 7.1: STIRNPLATTENSTOSS UPE100

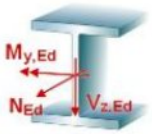
geschraubter Stirnplattenstoß EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland 4H-EC3FS Version: 2/2025-1j

1. Eingabeprotokoll



Stahlsorte
Stahlgüte S235
Schrauben
Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M8, normale Schlüsselweite
Gewinde in der Scherfuge
Verbindung
Stirnplatte (rechteckig): Dicke t_p = 12.0 mm, Breite b_p = 55.0 mm, Länge l_p = 100.0 mm
Träger: Profil UPE100
Träger-Stirnplatte: umlaufende Kehlnaht, Nahtdicke a = 3.0 mm
Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)
Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte x_s = 19.0 mm, y_s = 50.0 mm
Schrauben:
gleichmäßige Anordnung der Schrauben, 1 vertikale und 2 horizontale Reihen
Randabstände oben, unten $e_o = e_u$ = 20.0 mm, Schraubenabstände p_y = 60.0 mm
Randabstände links, rechts $e_l = e_r$ = 20.0 mm
Berechnung
Nachweisführung:
Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise
Nachweis der Stirnplatte mit dem elastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen
Nachweis des Trägerquerschnitts mit dem elastischen Verfahren
Nachweis der Schweißnähte mit dem vereinfachten Verfahren

Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft
FEM-Berechnung:
Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben c_f = 2387.0 kN/cm
plastische Grenzkraft $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd}$ = 20.0 kN, $f_{t,f}$ = 0.950, $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 21.08 kN, k_2 = 0.90
wirksame Bruchdehnung $\varepsilon_{t,f} = f_{t,\varepsilon} \cdot \varepsilon_{ub}$ = 3.0%, $f_{t,\varepsilon}$ = 0.250, ε_{ub} = 12.0%
ohne Vorspannung ($F_{p,C}$ = 0)
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte c_b = 17500.0 kN/cm³
Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x$ = 20 / 2.8 mm, $n_y / \Delta y$ = 32 / 3.1 mm
max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5‰
Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen
Lk 1: $M_{y,Ed}$ = 1.21 kNm, $V_{z,Ed}$ = 5.30 kN
Materialsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung γ_{M2} = 1.25



Lokale Beanspruchungen insbesondere des Trägers und der Schweißnähte werden nicht berücksichtigt !
Bei plastischer Berechnung der Schrauben wird deren elastische Zugtragfähigkeit nachgewiesen und
die minimale plastische Ausnutzung der Verbindung sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte nicht berücksichti

Ein Teil der Schweißnaht kann nicht als Kehlnaht ausgeführt werden (liegt außerhalb der Stirnplatte) !!

Ausnutzungen

Lk	U_p	U_σ	U_b	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	U_q	$U_{c/t}$	U_w	U
1	0.623	0.623	0.245	0.093	0.179	0.613	0.082	0.148	0.133	0.181	0.623*

U_p: Ausnutzung der Stirnplatte; U_σ: Ausnutzung der Stirnplatte aus Spannung; U_b: Ausnutzung der Stirnplatte aus Kontaktpressung
$U_{wt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung; $U_{t,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Zug; $U_{vt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Abscheren
$U_{b,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Lochleibung; U_q: Spannungsausnutzung des Trägers; U_{ct}: c/t-Ausnutzung des Trägers
U_w: Ausnutzung der Schweißnähte; U: Gesamtausnutzung
*) maximale Ausnutzung

2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 1 Lk: max U_p mit Zugehörigen

Kno	x mm	y mm	u_z mm	b_z N/mm²	m_{xx} kNm/m	m_{yy} kNm/m	m_{xy} kNm/m	q_x kN/m	q_y kN/m	U_p
258	19.2	81.2	0.034	0.00	2.41	2.77	0.90	95.10	-88.65	0.623

x,y: Knotenkoordinaten; u_z: Verformungen (abhebend positiv); b_z: Kontaktpressungen (Druck positiv); m_{xx},m_{yy},m_{xy}: Momente
q_x,q_y: Querkräfte; q_x,q_y: Querkräfte; U_p: Ausnutzung der Stirnplatte

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus 1 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x mm	y mm	F_t kN	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s
1	20.0	20.0	0.66	0.004	0.322	0.082	0.322
2	20.0	80.0	15.82	0.093	0.613	0.021	0.613

x,y: Schraubenkoordinaten; F_t: Schraubenkraft; U_{wt}: Ausnutzung aus Dehnung; U_{vt}: Ausnutzung aus Abscheren
U_b: Ausnutzung aus Lochleibung; U_s: Ausnutzung der Schrauben

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte [Lk 1]	max U_p = 0.623 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 1]	max $U_{wt,s}$ = 0.093 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 1]	max U_s = 0.613 < 1 ok
Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 1]	max (U_q,U_{ct}) = 0.148 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 1]	max U_w = 0.181 < 1 ok
Maximale Ausnutzung	**max U = 0.623 < 1 ok**

Nachweis erbracht

Hinweis: Ein Teil der Schweißnaht kann nicht als Kehlnaht ausgeführt werden (liegt außerhalb der Stirnplatte) !!

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

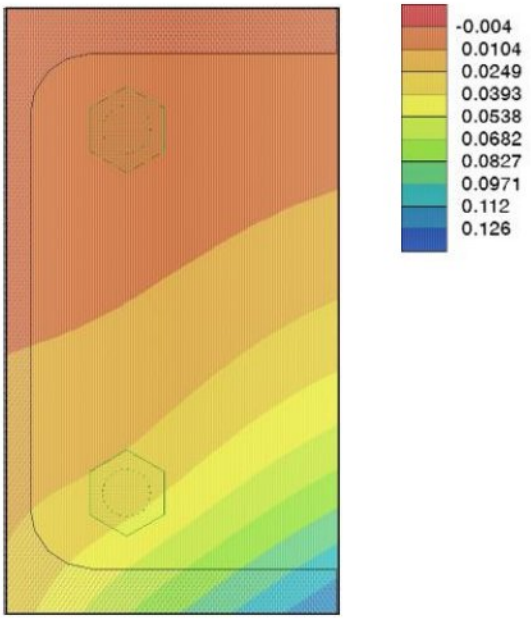
prEN 1993-1-14, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-14: Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnung;
Deutsche und englische Fassung prEN 1993-1-14:2023, Ausgabe September 2023

4. Lk 1 (maßgebend)

4.1. Stirnplatte

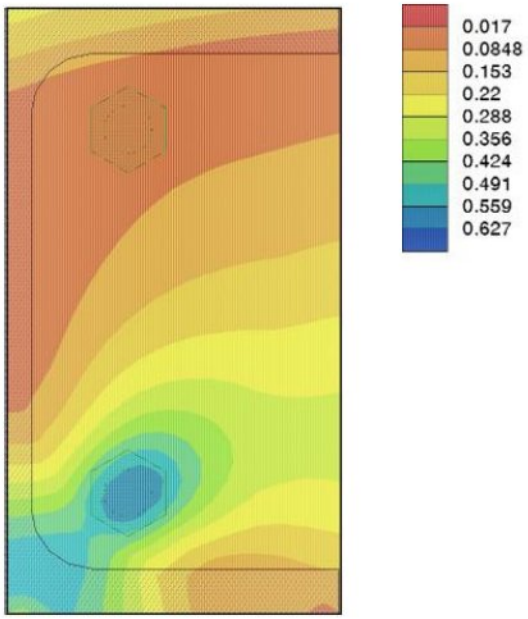
Bemessungsgrößen: M_y = 1.21 kNm

Verformungen u_z [mm]
min u_z = -0.0034 mm, max u_z = 0.1270 mm



Verformungen abhebend positiv

Ausnutzung der Stirnplatte U_p
min U_p = 0.017, max U_p = 0.623



Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u_z mm	U_p
258	19.2	81.2	0.034	0.623
693	55.0	100.0	0.127	0.085

x,y: Knotenkoordinaten; u_z: Verformungen (abhebend positiv); U_p: Ausnutzung der Stirnplatte

Ausnutzung der Schrauben

	x mm	y mm	w_t mm	F_t kN	ε_{wt} %	U_{wt}
1	20.0	20.0	0.001	0.66	0.011	0.004
2	20.0	80.0	0.033	15.82	0.278	0.093

x,y: Schraubenkoordinaten; w_t: Verformung (Zug positiv); F_t: Schraubenkraft; ε_{wt}: Dehnung
U_{wt}: Ausnutzung aus Dehnung

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 258] $U_{max} = 0.623 < 1$ ok
Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 2] $U_{s,max} = 0.093 < 1$ ok

4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min $F_t = 0.66$ kN, max $F_t = 15.82$ kN, $V_z = 5.30$ kN

Nachweis der Schrauben
U_{tp} Ausnutzung aus Durchstanzen, U_{vt} Ausnutzung aus Abscheren mit Zug, U_b Ausnutzung aus Lochleibung, U Ausnutzung der Schrauben
U_t elastische Zugausnutzung

Schraube 1	$U_{tp,1} = 0.007$	$U_{vt,1} = 0.322$	$U_{b,1} = 0.082$	$U_1 = 0.322$	$U_{t,1} = 0.031$
Schraube 2	$U_{tp,2} = 0.179$	$U_{vt,2} = 0.613$	$U_{b,2} = 0.021$	$U_2 = 0.613$	$U_{t,2} = 0.750$
Gesamt:	$U_{tp} = 0.179$	$U_{vt} = 0.613$	$U_b = 0.082$	$U = 0.613 < 1$ ok	

In der Ausnutzung der Schrauben U_{max} ist die minimale elastische Zugausnutzung min $U_{t,s} = 0.031$ enthalten.

Ausnutzung der Schrauben $U_{max} = 0.613 < 1$ ok

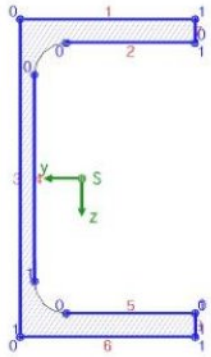
4.3. Träger

elastischer Spannungsnachweis für $M_y = 1.21$ kNm, $V_z = 5.30$ kN
Nachweis: $\sigma_v = 34.73$ N/mm² $< \sigma_{v,Rd} = 235.00$ N/mm² $\Rightarrow U_\sigma = 0.148 < 1$ ok
c/t-Nachweis: Ausnutzung $U_{c/t} = 0.133 < 1$ ok

Ausnutzung des Trägers $\max(U_\sigma, U_{c/t}) = 0.148 < 1$ ok

4.4. Schweißnähte

Bemessungsgrößen: $M_y = 1.21$ kNm, $V_z = 5.30$ kN



Naht 1:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 55.0$ mm
Naht 2:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 40.5$ mm
Naht 3:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 100.0$ mm
Naht 4:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 65.0$ mm
Naht 5:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 40.5$ mm
Naht 6:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 55.0$ mm
Naht 7:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 7.5$ mm
Naht 8:	$a_w = 3.0$ mm	$l_w = 7.5$ mm

Max: $F_{w,Ed} = 112.77$ kN/m $< F_{w,Rd} = 623.54$ kN/m $\Rightarrow U_w = 0.181 < 1$ ok

Ausnutzung der Schweißnähte $U_{max} = 0.181 < 1$ ok

4.5. Gesamt

Ausnutzung Lk 1 $U_{max} = 0.623 < 1$ ok

Position: 7.2 Stirnplattenstoß HEA200

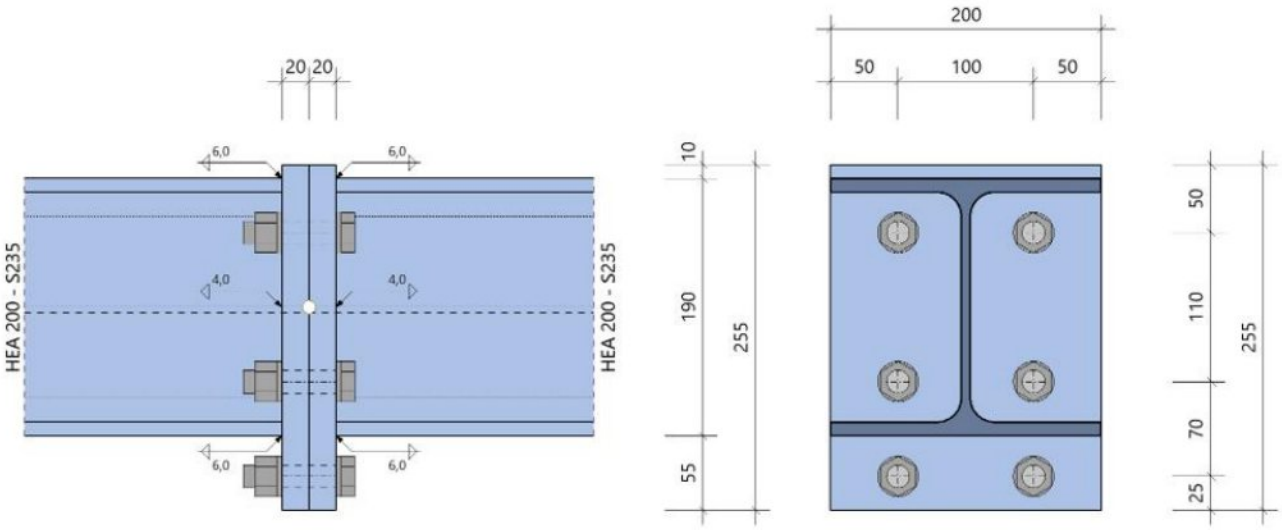
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

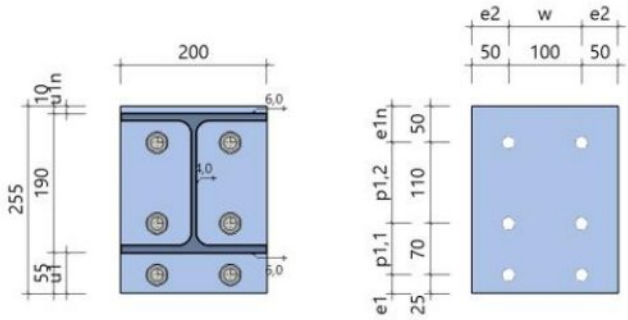
Grundlagen : Typenprüfung TP-12-0001 basierend auf den Regelungen der DIN EN 1993

System Typisierter Stahlanschluss

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell Trägerstoss

biegesteif **IH3.1 A 20 16** Stahlgüte **S235** 6 Schrauben M 16 **FK 8.8**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEA 200	190	200	10	7	18	200	10

Stirnplatte

Anordnung			Abmessungen			Schweißnaht	
	oben u_{1n} mm	unten u_1 mm	h_p mm	b_p mm	t_p mm	$a_{w,f}$ mm	$a_{w,s}$ mm
unten überstehend	10	55	255	200	20	6.0	4.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 3 = 6 Schrauben M16 - 8.8

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe				Lochspiel
e_2 mm	w mm	e_2 mm	e_{1n} mm	$p_{1,2}$ mm	$p_{1,1}$ mm	e_1 mm	Δd mm
50	100	50	50	110	70	25	2

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
1	Lfk<1>	28.0	31.8	42.50

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{y1d} kNm	M_{y2d} kNm
Stabachse im Anschluss	28.0	31.8	0.00	42.50
$N_d < 0{,}05 * N_{pld} = 63.3$ kN				

Ergebnisse

Beanspruchbarkeiten

$N_{pl,d}$ kN	$V_{j,Rd}$ kN	$M_{j1,Rd}$ kNm	$M_{j2,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd}$ kNm	Versagensmodus
1265.0	122.7	27.75	57.60	100.93	BT*

Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft η = **0.26** Steifigkeit der Verbindung $S_{j,ini\ (Mj2Rd)}$ = 49422.0 kNm/rad
Auslastung aus Moment η = **0.74**

Position: 7.3 Stirnplattenstoß HEA300

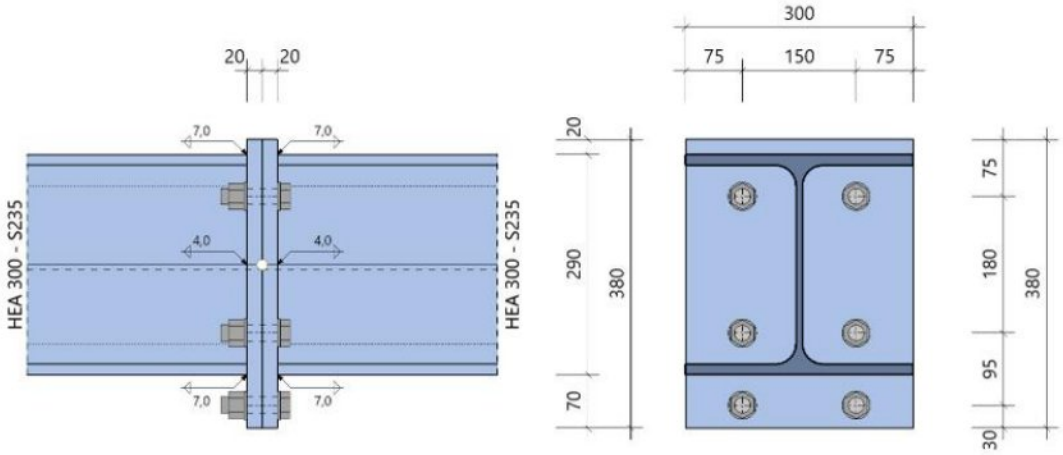
Stahlverbindungen SV+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

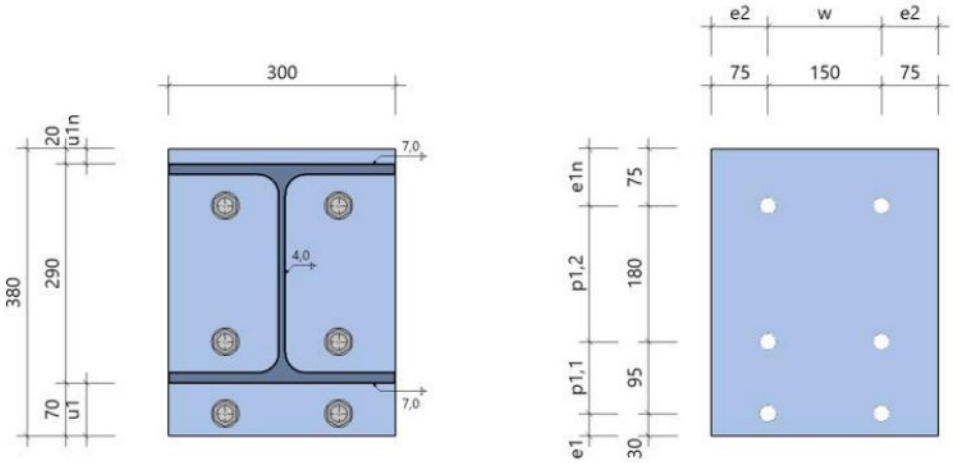
Grundlagen : Typenprüfung TP-12-0001 basierend auf den Regelungen der DIN EN 1993

System Typisierter Stahlanschluss

Systemgrafik 2D



Detailgrafik Stirnplatte



Modell Trägerstoss

biegesteif **IH3.1 A 30 20** Stahlgüte **S235** 6 Schrauben M 20 **FK 8.8**

Querschnitte

Bauteil	Name	h mm	b_o mm	t_o mm	t_s mm	r mm	b_u mm	t_u mm
Träger	HEA 300	290	300	14	9	27	300	14

Stirnplatte

Anordnung			Abmessungen			Schweißnaht	
	oben u_{1n} mm	unten u_1 mm	h_p mm	b_p mm	t_p mm	$a_{w,f}$ mm	$a_{w,s}$ mm
unten überstehend	20	70	380	300	20	7.0	4.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 3 = 6 Schrauben M20 - 8.8

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe				Lochspiel
e_2 mm	w mm	e_2 mm	e_{1n} mm	$p_{1,2}$ mm	$p_{1,1}$ mm	e_1 mm	Δd mm
75	150	75	75	180	95	30	2

Belastung

Bemessungsrelevante Lastfallkombinationen (Bemessungswerte der Schnittgrößen)

Nr Lfk	Bezeichnung	N_d kN	V_{zd} kN	M_{yd} kNm
1	Lfk<1>	0.0	72.2	78.03

maßgebende Schnittgrößen für Bemessung

Stelle	N_d kN	V_{zd} kN	M_{y1d} kNm	M_{y2d} kNm
Stabachse im Anschluss	0.0	72.2	0.00	78.03
$N_d < 0{,}05 * N_{pld} = 132.8$ kN				

Ergebnisse

Beanspruchbarkeiten

$N_{pl,d}$ kN	$V_{j,Rd}$ kN	$M_{j1,Rd}$ kNm	$M_{j2,Rd}$ kNm	$M_{c,Rd}$ kNm	Versagensmodus
2655.5	252.7	67.20	147.94	325.07	BT*

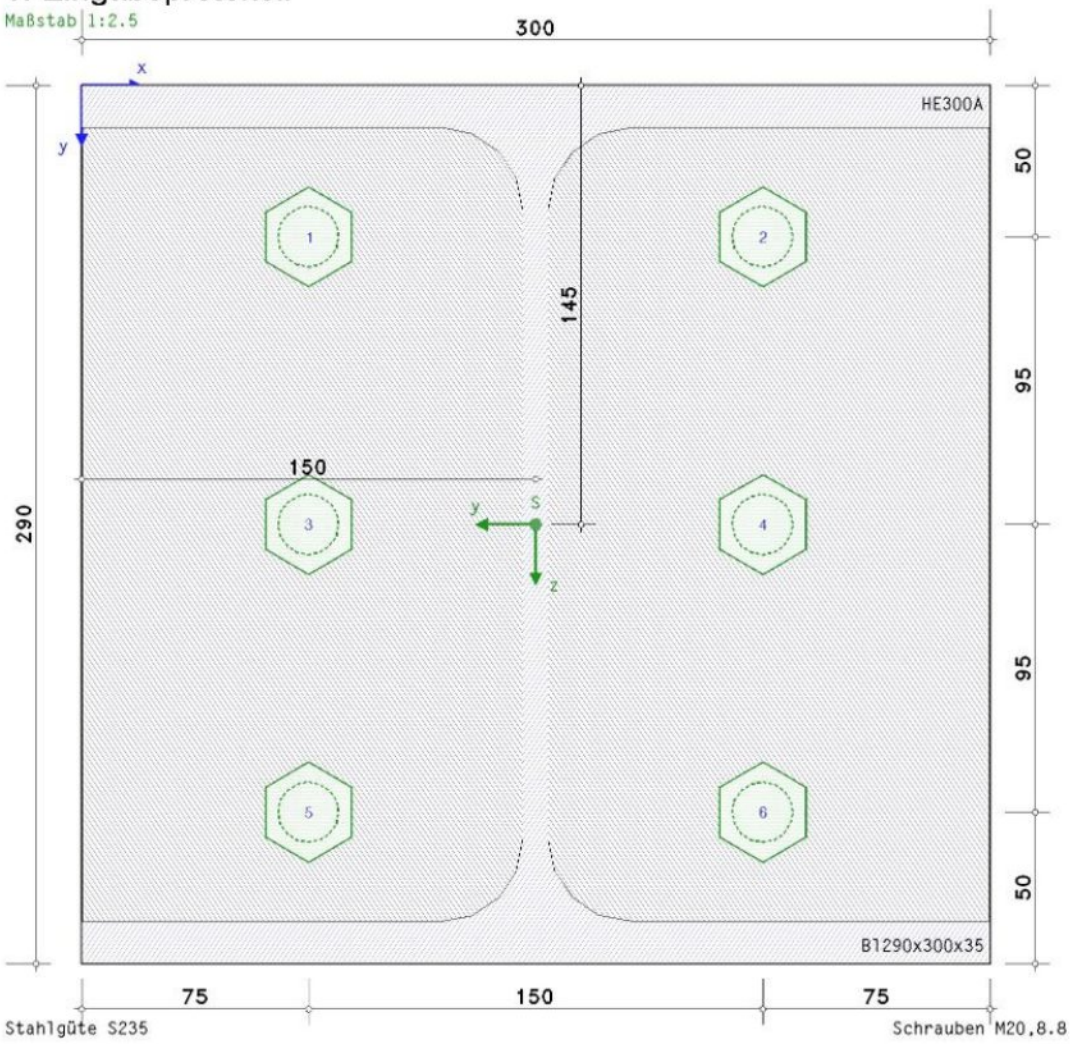
Zusammenfassung

Auslastung aus Querkraft η = **0.29** Steifigkeit der Verbindung $S_{j,ini\ (Mj2Rd)}$ = 128775.0 kNm/rad
Auslastung aus Moment η = **0.53**

POS. 7.4: STIRNPLATTENSTOSS HEA300

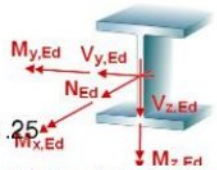
geschraubter Stirnplattenstoß EC 3-1-8 (12.10), NA: Deutschland 4H-EC3FS Version: 2/2025-1j

1. Eingabeprotokoll



Stahlsorte
Stahlgüte S235
Schrauben
Festigkeitsklasse 8.8, Schraubengröße M20, normale Schlüsselweite
Gewinde in der Scherfuge
Verbindung
Stirnplatte (rechteckig): Dicke t_p = 35.0 mm, Breite b_p = 300.0 mm, Länge l_p = 290.0 mm
Träger: Profil HE300A
Träger-Stirnplatte: umlaufende Kehlnaht, Nahtdicke a = 7.0 mm
Trägerprofil mittig auf der Stirnplatte (Trägerschwerpunkt in Plattenmitte)
Koordinaten des Trägerschwerpunkts auf der Stirnplatte x_s = 150.0 mm, y_s = 145.0 mm
Schrauben:
gleichmäßige Anordnung der Schrauben, 2 vertikale und 3 horizontale Reihen
Randabstände oben, unten $e_o = e_u$ = 50.0 mm, Schraubenabstände p_y = 95.0 mm
Randabstände links, rechts $e_l = e_r$ = 75.0 mm, Schraubenabstände p_x = 150.0 mm
Berechnung
Nachweisführung:

Schnittgrößenermittlung (FEM) und Tragfähigkeitsnachweise
Nachweis der Stirnplatte mit dem elastischen Verfahren, Kontaktpressungen nachweisen
Nachweis des Trägerquerschnitts mit dem elastischen Verfahren
Nachweis der Schweißnähte mit dem vereinfachten Verfahren
Nachweis der Schrauben, die Abstände werden überprüft
FEM-Berechnung:
Die Schrauben werden plastisch berechnet, Federkonstante der Schrauben c_f = 5797.2 kN/cm
plastische Grenzkraft $F_{t,f} = f_{t,f} \cdot F_{t,Rd}$ = 134.1 kN, $f_{t,f}$ = 0.950, $F_{t,Rd} = (k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s) / \gamma_{M2}$ = 141.12 kN, k_2 = 0.90
wirksame Bruchdehnung $\varepsilon_{t,f} = f_{t,\varepsilon} \cdot \varepsilon_{ub}$ = 3.0%, $f_{t,\varepsilon}$ = 0.250, ε_{ub} = 12.0%
ohne Vorspannung ($F_{p,C}$ = 0)
rechnerischer Bettungsmodul der Stirnplatte c_b = 6000.0 kN/cm³
Anzahl / Größe der finiten Elemente je Richtung $n_x / \Delta x$ = 33 / 9.1 mm, $n_y / \Delta y$ = 32 / 9.1 mm
max. 50 Iterationsschritte bei einer Toleranzgrenze von 5‰
Schnittgrößen bezogen auf die Querschnittsachsen
Lk 1: $M_{y,Ed}$ = 58.40 kNm, $V_{z,Ed}$ = 52.07 kN, $M_{z,Ed}$ = 35.23 kNm
$V_{y,Ed}$ = 35.50 kN, $M_{x,Ed}$ = 0.10 kNm



Materialsicherheitsbeiwerte
Beanspruchbarkeit von Querschnitten γ_{M0} = 1.00
Beanspruchbarkeit von Schrauben, Schweißnähten, Blechen auf Lochleibung γ_{M2} = 1.25

Lokale Beanspruchungen insbesondere des Trägers und der Schweißnähte werden nicht berücksichtigt !
Bei plastischer Berechnung der Schrauben wird deren elastische Zugtragfähigkeit nachgewiesen und
die minimale plastische Ausnutzung der Verbindung sowie die plastische Ausnutzung der Schraubenzugkräfte nicht berücksichti

Ein Teil der Schweißnaht kann nicht als Kehlnaht ausgeführt werden (liegt außerhalb der Stirnplatte) !!

Ausnutzungen

Lk	U_p	U_σ	U_b	$U_{wt,s}$	$U_{t,s}$	$U_{vt,s}$	$U_{b,s}$	U_q	$U_{c/t}$	U_w	U
1	0.855	0.855	0.664	0.333	0.224	0.697	0.062	0.554	0.428	0.605	0.855*

U_p: Ausnutzung der Stirnplatte; U_σ: Ausnutzung der Stirnplatte aus Spannung; U_b: Ausnutzung der Stirnplatte aus Kontaktpressung
$U_{wt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung; $U_{t,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Zug; $U_{vt,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Abscheren
$U_{b,s}$: Ausnutzung der Schrauben aus Lochleibung; U_q: Spannungsausnutzung des Trägers; U_{ct}: c/t-Ausnutzung des Trägers
U_w: Ausnutzung der Schweißnähte; U: Gesamtausnutzung
*) maximale Ausnutzung

2. Endergebnis

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte aus 1 Lk: max U_p mit Zugehörigen

Kno	x mm	y mm	u_z mm	b_z N/mm²	m_{xx} kNm/m	m_{yy} kNm/m	m_{xy} kNm/m	q_x kN/m	q_y kN/m	U_p
852	227.3	235.6	0.334	0.00	23.09	29.39	14.43	12.86	2.11	0.855

x,y: Knotenkoordinaten; u_z: Verformungen (abhebend positiv); b_z: Kontaktpressungen (Druck positiv); m_{xx},m_{yy},m_{xy}: Momente
q_x,q_y: Querkräfte; q_x,q_y: Querkräfte; U_p: Ausnutzung der Stirnplatte

Maximale Ausnutzung der Schrauben aus 1 Lk: max U_s mit Zugehörigen

	x mm	y mm	F_t kN	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s		x mm	y mm	F_t kN	U_{wt}	U_{vt}	U_b	U_s
1	75.0	50.0	9.08	0.007	0.187	0.032	0.224	4	225.0	145.0	100.66	0.083	0.598	0.016	0.598
2	225.0	50.0	8.14	0.007	0.297	0.062	0.297	5	75.0	240.0	112.67	0.094	0.627	0.011	0.627
3	75.0	145.0	49.83	0.041	0.388	0.025	0.388	6	225.0	240.0	134.06	0.333	0.697	0.004	0.697

x,y: Schraubenkoordinaten; F_t: Schraubenkraft; U_{wt}: Ausnutzung aus Dehnung; U_{vt}: Ausnutzung aus Abscheren
U_b: Ausnutzung aus Lochleibung; U_s: Ausnutzung der Schrauben

Maximale Ausnutzung der Stirnplatte [Lk 1]	max U_p = 0.855 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Lk 1]	max $U_{wt,s}$ = 0.333 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schrauben [Lk 1]	max U_s = 0.697 < 1 ok
Maximale Ausnutzung des Trägers [Lk 1]	max (U_q,U_{ct}) = 0.554 < 1 ok
Maximale Ausnutzung der Schweißnähte [Lk 1]	max U_w = 0.605 < 1 ok
Maximale Ausnutzung	**max U = 0.855 < 1 ok**

Nachweis erbracht

Hinweis: Ein Teil der Schweißnaht kann nicht als Kehlnaht ausgeführt werden (liegt außerhalb der Stirnplatte) !!

3. Vorschriften

EN 1990, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung;
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Ausgabe Dezember 2010
EN 1990/NA, Nationaler Anhang zur EN 1990, Ausgabe Dezember 2010

EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-1/A1, Ergänzungen zur EN 1993-1-1, Ausgabe Juli 2014
EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-1, Ausgabe Oktober 2022

EN 1993-1-8, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen;
Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009, Ausgabe Dezember 2010
EN 1993-1-8/NA, Nationaler Anhang zur EN 1993-1-8, Ausgabe November 2020

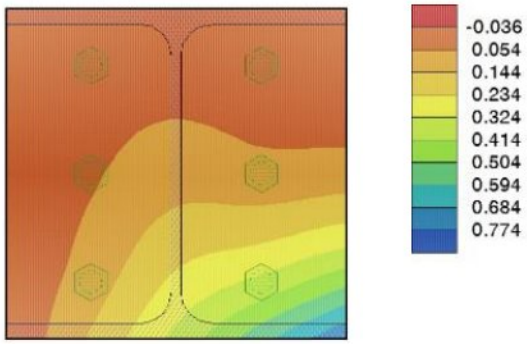
prEN 1993-1-14, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -
Teil 1-14: Bemessung mithilfe von Finite-Element-Berechnung;
Deutsche und englische Fassung prEN 1993-1-14:2023, Ausgabe September 2023

4. Lk 1 (maßgebend)

4.1. Stirnplatte

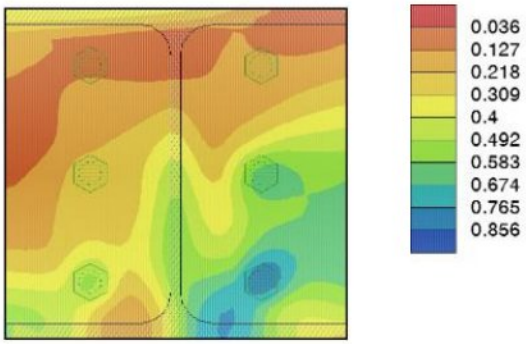
Bemessungsgrößen: M_y = 58.40 kNm, M_z = 35.23 kNm

Verformungen u_z [mm]
min u_z = -0.0362 mm, max u_z = 0.7737 mm



Verformungen abhebend positiv

Ausnutzung der Stirnplatte U_p
min U_p = 0.036, max U_p = 0.855



Ausnutzung der Stirnplatte

Kno	x mm	y mm	u_z mm	U_p
852	227.3	235.6	0.334	0.855
1122	300.0	290.0	0.774	0.260

x,y: Knotenkoordinaten; u_z: Verformungen (abhebend positiv); U_p: Ausnutzung der Stirnplatte

Ausnutzung der Schrauben

	x mm	y mm	w_t mm	F_t kN	ε_{wt} ‰	U_{wt}
1	75.0	50.0	0.008	9.08	0.022	0.007
2	225.0	50.0	0.007	8.14	0.020	0.007
3	75.0	145.0	0.043	49.83	0.123	0.041
4	225.0	145.0	0.087	100.66	0.249	0.083
5	75.0	240.0	0.099	112.67	0.283	0.094
6	225.0	240.0	0.350	134.06	1.000	0.333

x,y: Schraubenkoordinaten; w_t: Verformung (Zug positiv); F_t: Schraubenkraft; ε_{wt}: Dehnung
U_{wt}: Ausnutzung aus Dehnung

Ausnutzung der Stirnplatte [Kno 852] U_{max} = 0.855 < 1 ok
Ausnutzung der Schrauben aus Dehnung [Schraube 6] $U_{s,max}$ = 0.333 < 1 ok

4.2. Schrauben

Bemessungsgrößen: min F_t = 8.14 kN, max F_t = 134.06 kN, V_z = 52.07 kN, V_y = 35.50 kN, M_x = 0.10 kNm

Nachweis der Schrauben
U_{tp} Ausnutzung aus Durchstanzen, U_{vt} Ausnutzung aus Abscheren mit Zug, U_b Ausnutzung aus Lochleibung, U Ausnutzung der Schrauben
U_t elastische Zugausnutzung

Schraube 1	$U_{tp,1}$ = 0.015	$U_{vt,1}$ = 0.187	$U_{b,1}$ = 0.032	U_1 = 0.187	$U_{t,1}$ = 0.064
Schraube 2	$U_{tp,2}$ = 0.014	$U_{vt,2}$ = 0.297	$U_{b,2}$ = 0.062	U_2 = 0.297	$U_{t,2}$ = 0.058
Schraube 3	$U_{tp,3}$ = 0.083	$U_{vt,3}$ = 0.388	$U_{b,3}$ = 0.025	U_3 = 0.388	$U_{t,3}$ = 0.353
Schraube 4	$U_{tp,4}$ = 0.168	$U_{vt,4}$ = 0.598	$U_{b,4}$ = 0.016	U_4 = 0.598	$U_{t,4}$ = 0.713
Schraube 5	$U_{tp,5}$ = 0.188	$U_{vt,5}$ = 0.627	$U_{b,5}$ = 0.011	U_5 = 0.627	$U_{t,5}$ = 0.798
Schraube 6	$U_{tp,6}$ = 0.224	$U_{vt,6}$ = 0.697	$U_{b,6}$ = 0.004	U_6 = 0.697	$U_{t,6}$ = 0.950
Gesamt:	U_{tp} = 0.224	U_{vt} = 0.697	U_b = 0.062	U = 0.697 < 1 ok	

In der Ausnutzung der Schrauben U_{max} ist die minimale elastische Zugausnutzung min $U_{t,s}$ = 0.058 enthalten.

Ausnutzung der Schrauben U_{max} = 0.697 < 1 ok

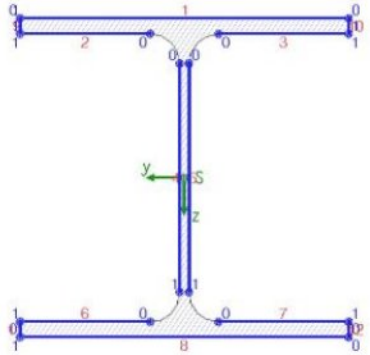
4.3. Träger

elastischer Spannungsnachweis für M_y = 58.40 kNm, V_z = 52.07 kN, M_z = 35.23 kNm, V_y = 35.50 kN
T_t = 0.10 kNm
Nachweis: σ_v = 130.15 N/mm² < $\sigma_{v,Rd}$ = 235.00 N/mm² ⇒ U_σ = 0.554 < 1 ok
c/t-Nachweis: Ausnutzung $U_{c/t}$ = 0.428 < 1 ok

Ausnutzung des Trägers max(U_σ,$U_{c/t}$) = 0.554 < 1 ok

4.4. Schweißnähte

Bemessungsgrößen: M_y = 58.40 kNm, V_z = 52.07 kN, M_z = 35.23 kNm, V_y = 35.50 kN, M_x = 0.10 kNm
Naht 4: Nahtdicke a = 7.0 mm > a_{max} = 0.7·t_{min} = 6.0 mm (Schweißtechnik, s. DIN 18800) !!



Naht 1:	a_w = 7.0 mm	l_w = 300.0 mm
Naht 2:	a_w = 7.0 mm	l_w = 118.7 mm
Naht 3:	a_w = 7.0 mm	l_w = 118.7 mm
Naht 4:	a_w = 7.0 mm	l_w = 208.0 mm
Naht 5:	a_w = 7.0 mm	l_w = 208.0 mm
Naht 6:	a_w = 7.0 mm	l_w = 118.7 mm
Naht 7:	a_w = 7.0 mm	l_w = 118.7 mm
Naht 8:	a_w = 7.0 mm	l_w = 300.0 mm
Naht 9:	a_w = 7.0 mm	l_w = 14.0 mm
Naht 10:	a_w = 7.0 mm	l_w = 14.0 mm
Naht 11:	a_w = 7.0 mm	l_w = 14.0 mm
Naht 12:	a_w = 7.0 mm	l_w = 14.0 mm

Max: $F_{w,Ed}$ = 880.26 kN/m < $F_{w,Rd}$ = 1454.92 kN/m ⇒ U_w = 0.605 < 1 ok

Ausnutzung der Schweißnähte U_{max} = 0.605 < 1 ok

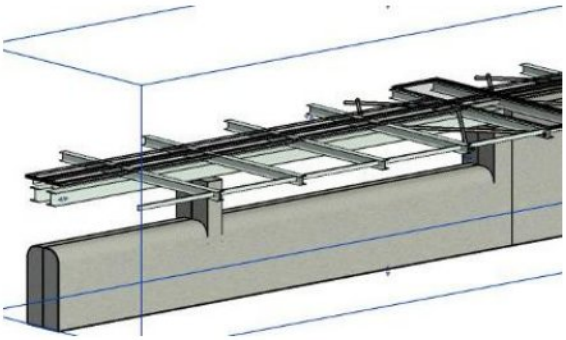
4.5. Gesamt

Ausnutzung Lk 1 U_{max} = 0.855 < 1 ok

Position 8 - Stb.-Stütze b/h = 40/50 cm

System und Abmessungen

Ausschnitt 3D-Modell, Bereich Überlaufschwelle:



Kragstütze: Länge l = 1,20 m

Querschnitt + Material

Beton	C35/45
Stahl	B500B
Expositionsklassen	XC4 / XD1 / XF3 / XA1 / XM1 / WA
Breite/Höhe	b/h = 40/50 cm
Betondeckung	c_{nom} = 5,50 cm

Belastung

Eigengewicht	g_k → wird programmintern angesetzt			
Aus Position 6.7	G_k	= 94,0 / 1,35	= **70 kN**	
	$Q_{x,k}$	= 3,75 / 1,50	= 2,50	n. maßg.
	$Q_{y,k}$	= 53,0 / 1,50	= **36,0 kN**	
	$M_{x,k}$	= 5,0 / 1,50	= **3,5 kNm**	

Bemessung → Bemessung s. EDV!

Vorhandene Bewehrung: längs: 8Ø16
Bügel: Ø12-10

→ vorhandene Bewehrung ist ausreichend.

Position: 8 Stb.-Stütze b/h = 40/50 cm

Stahlbetonstütze B5+ (FRILO 2026-0-10)

Grundparameter

Berechnungsgrundlagen

- Kragstütze in y- und z-Richtung, Rechteck, 2-achsig beansprucht
- Materialien C 35/45, B500B

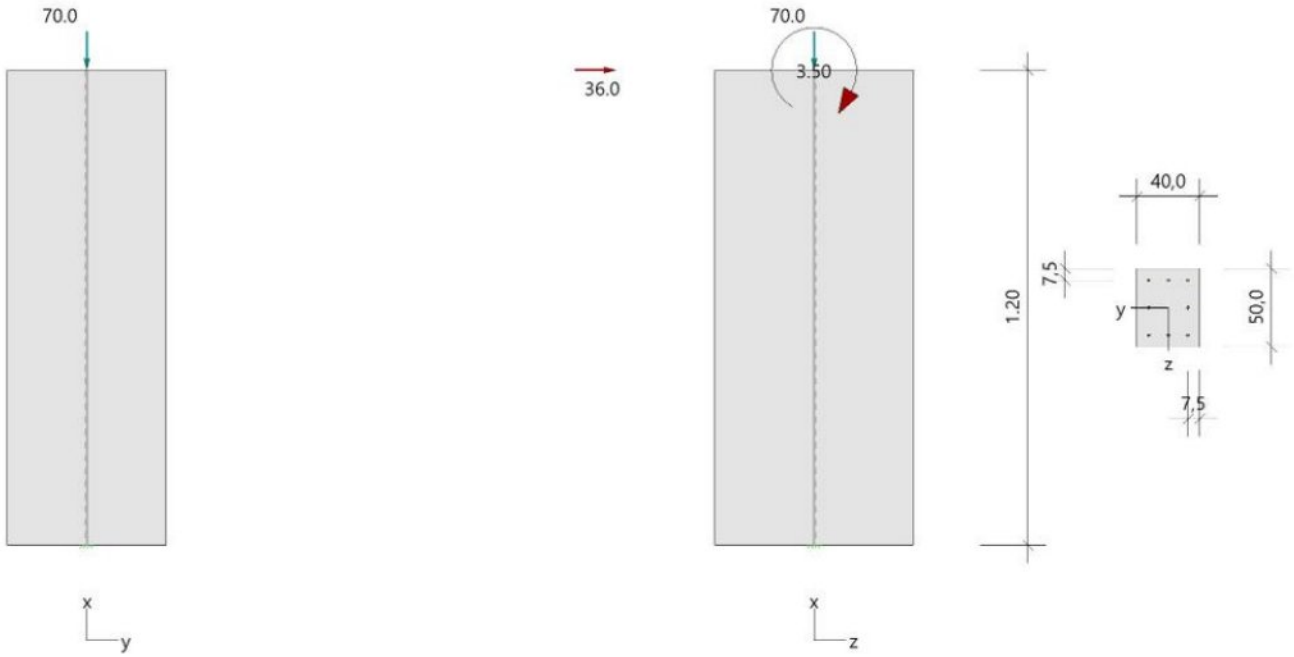
Norm und Sicherheitskonzept

Bemessungsnormen	:	DIN EN 1992-1-1/NA/A1:2015-12
	:	DIN EN 1992-1-2/NA/A2 - 2021-04
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik	:	DIN EN 1990/NA:2010-12
Ψ_2 für Kranlasten	:	0.90
Ψ_2 = 0.5 für Schnee (AE)	:	nicht angesetzt
Kombination ständiger Lasten	:	alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)

System

Systemgrafik 2D

Maßstab 1 : 19.2



Anforderungen Dauerhaftigkeit:

Betonangriff			XA2/XF3/XM1/WA		
Bewehrungskorrosion			XC4/XD2		
Beton mit			Zuschlag für Verschleiß		
Mindestbetonklasse			C 35/45		
Bügel	$d_{s,b}$	=	12	mm	
Längsbewehrung	$d_{s,l}$	=	16	mm	
Vorhaltemaß	Δc_{dev}	=	15	mm	
Bügel	$c_{min,b}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,b}$	=	55	mm	
Längsbewehrung	$c_{min,l}$	=	40	mm	
Betondeckung	$c_{nom,l}$	=	67	mm	*1
Verlegemaß Bügel	$c_{v,b}$	=	55	mm	
zul. Rissbreite	w_{max}	=	0.30	mm	

*1: mit cmin,b

Kriechzahl

Umgebungsbedingungen:
Luftfeuchte LU = 50 % Zementtyp ZEM_N_R
Belastungsalter t_0 = 28 Tage
Endkriechzahl $\phi(t_0,\infty)$ = 2.05

Systemkennwerte

Abmessungen / statisches System

Kragstütze in y- und z-Richtung
Stützenhöhe l = 1.20 m
Querschnitt b_y/d_z = 40.0/50.0 cm
b_1/d_1 = 7.5/7.5 cm
Bewehrungsanordnung umfangsverteilt

Lagerbedingungen

Lage	u_y [kN/m]	ϕ_z [kNm/rad]	u_z [kN/m]	ϕ_y [kNm/rad]
Fußpunkt	starr	starr	starr	starr

Lasten

Punktlasten

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
1	Stützenkopf		70.0							ständig		
2	Stützenkopf						36.0			sonstig		
3	Stützenkopf							-3.50		sonstig		

Punktlasten (Stützeneigengewicht)

Nr.	Angriffsort	Abstand [m]	V [kN]	e_y [cm]	e_z [cm]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Einwirkung	ZusGrp	AltGrp
*	Stützenkopf		6.0							ständig		

Bezeichnungen der Lasten

- Last 1: Gk
- Last 2: Qk

Berechnungsoptionen

Berechnungsoptionen

- Ansatz Eigengewicht am Stützenabschnittskopf
- Jeder Stützenabschnitt wird intern in 6 Unterelemente unterteilt

Bemessungsoptionen

- Imperfektion (Zusatzausmitte e_i) wird affin zur Knickbiegelinie angesetzt.
- Lastniveau für Kriecheffekte: quasi-ständige Bemessungssituation
- Langzeitauswirkungen werden über Ansatz des irreversiblen Anteils der Kriechbiegelinie als spannungsfreie Anfangsverformung erfasst
- Ansatz der Mitwirkung des Betons zwischen den Rissen über mod. Stahlarbeitslinie im GZG ($f_{ct,m}$)
- Mindestausmitten nach EN 1992-1-1, 6.1 (4) werden - sofern maßgebend - angesetzt
- Die Mindestbewehrung für Balken nach EN 1992, Abs. 9.2.1, wird nicht überprüft
- Die zusätzliche Abminderung der Steifigkeiten (f_{red}) bei kleinen Bewehrungsgraden ist aktiviert

Ergebnisse

Kleinste Lastverzweigungsfaktoren

min Ncr/N = 1514,18 in y- / 2365,91 in z-Richtung (nur Betonquerschnitt)

Tragfähigkeit - ständig/vorübergehend - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Untersuchte Lastkombinationen (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]	LK 5[1]	LK 6[1]	LK 7[1]	LK 8[1]
Stützeneigengewicht	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
Gk	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00	1.35	1.00
Qk	**1.50**	**1.50**	**1.50**	**1.50**				
My = -3,50 kNm (sonstig)	**1.50**	**1.50**			**1.50**	**1.50**		
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1								

Schlankheiten, Ausmitten und Kriecheffekte

LK	Abschnitt	Art	$s_{k,y}$ [m]	$s_{k,z}$ [m]	λ_y	λ_z	$\lambda_{lim,y}$	$\lambda_{lim,z}$	$e_{i,y}$ [cm]	$e_{i,z}$ [cm]	ϕ_∞	f_{red}
2	1	Wand	2.40	2.40	20.8	16.6	115.6	115.6	0.0	0.0	2.046	0.734

Schnittgrößen und Biegebemessung nach Th. II. O. mit e_i (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ρ [%]	$A_{s,erf}$ [cm²]	$A_{s,vorh}$ [cm²]	Versagensart
2	1.20	-76.0	-5.25	0.00	0.80	16.1	16.1	Querschnitt
	0.60	-76.0	-37.65	0.00	0.80	16.1	16.1	
	0.00	-76.0	-70.05	0.00	0.80	16.1	16.1	

Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6) - Lagerkräfte

Auflagerreaktionen - charakteristische Werte (Th. I. O.) je Last

Lager	Höhe [m]	A_v [kN]	H_y [kN]	M_z [kNm]	H_z [kN]	M_y [kNm]	Last	Einwirkung
Fußpunkt	0.00	6.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Stützeneigengewicht	ständig
		70.0	0.0	0.00	0.0	0.00	Gk	ständig
		0.0	0.0	0.00	36.0	-43.20	Qk	sonstig
		0.0	0.0	0.00	0.0	-3.50	Last 3	sonstig

Gebrauchstauglichkeit - Allgemeines Verfahren (Abs. 5.8.6)

Angesetzte Bewehrungsflächen für die Nachweise im GZG

Abschnitt	angenommen As [cm²]
1	16.1

Untersuchte Lastkombinationen (charakteristische Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
Gk	1.00	1.00	1.00	1.00
Qk	**1.00**	**1.00**		
My = -3,50 kNm (sonstig)	**1.00**		**1.00**	
1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1				

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	1.20	-76.0	-3.50	0.00	0.0	0.05			
1	0.60	-76.0	-25.11	0.00	0.0	0.02			
1	0.00	-76.0	-46.72	0.00	0.0	0.0			

Verformungen - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	f_y [cm]	f_z [cm]	$f_{y,lim}$ [cm]	$f_{z,lim}$ [cm]	η
1	1.20	-76.0	-3.50	0.00	0.0	0.03			
1	0.60	-76.0	-25.11	0.00	0.0	0.01			
1	0.00	-76.0	-46.72	0.00	0.0	0.0			

Begrenzung der Betondruckspannung - Th. II. O. (CHAR für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	η
3	1.20	-76.0	-3.50	0.00	0.00	-0.017	-0.56	-21.00	0.03
1	0.60	-76.0	-25.11	0.00	0.00	-0.100	-3.42	-21.00	0.16
1	0.00	-76.0	-46.72	0.00	0.00	-0.205	-6.96	-21.00	0.33

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}60 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = ∞)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	1.20	-76.0	-3.50	0.00	1.02	-0.013	-2.53	400.00	0.00
1	0.60	-76.0	-25.11	0.00	1.02	0.222	44.34	400.00	0.11
1	0.00	-76.0	-46.72	0.00	1.02	0.615	122.99	400.00	0.31

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Begrenzung der Stahlzugspannung - Th. II. O. (charakteristische Bemessungssituation für t = 0)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ϕ_{eff}	ε_s [‰]	σ_s [N/mm²]	$\sigma_{s,lim}$ [1] [N/mm²]	η
1	1.20	-76.0	-3.50	0.00	0.00	-0.007	-1.31	400.00	0.00
1	0.60	-76.0	-25.11	0.00	0.00	0.192	38.40	400.00	0.10
1	0.00	-76.0	-46.72	0.00	0.00	0.567	113.41	400.00	0.28

1 : $\sigma_{s,lim} = 0{,}80 * f_{y,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (5))

Untersuchte Lastkombinationen (quasi-ständige Bemessungssituation)

Last	LK 1[1]	LK 2[1]	LK 3[1]	LK 4[1]
Stützeneigengewicht	1.00	1.00	1.00	1.00
Gk	1.00	1.00	1.00	1.00
Qk	0.50	0.50		
My = -3,50 kNm (sonstig)	0.50		0.50	

1 : keine Berechnung nach Th. II. Ordnung, da $\lambda <= \lambda_{lim}$ nach EN 1992-1-1, 5.8.3.1

Überprüfung der Gültigkeit des linearen Kriechansatzes - Th. II. O. (quasi-ständige Bemessungssituation)

LK	Höhe [m]	N_d [kN]	$M_{y,d}$ [kNm]	$M_{z,d}$ [kNm]	ε_c [‰]	σ_c [N/mm²]	$\sigma_{c,lim}$ [1] [N/mm²]	vorh $f_{\phi,nl}$	erf $f_{\phi,nl}$	η
3	1.20	-76.0	-1.75	0.00	-0.014	-0.46	-15.75	1.00		0.03
1	0.60	-76.0	-12.56	0.00	-0.039	-1.33	-15.75	1.00		0.08
1	0.00	-76.0	-23.36	0.00	-0.096	-3.27	-15.75	1.00		0.21

1 : $\sigma_{c,lim} = 0{,}45 * f_{c,k}$ (EN 1992-1-1, 7.2 (2))

Bewehrungsanordnung

Gewählte Bewehrungsanordnung

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
Abschnitt 1 Bügel: 13Ø12 mm	1	16	2.0	-12.5	-17.5
	2	16	2.0	12.5	-17.5
	3	16	2.0	12.5	17.5
	4	16	2.0	-12.5	17.5
	5	16	2.0	0.0	-17.5

Stützenabschnitt	Stabnummer	Ø [mm]	Fläche [cm²]	y [cm]	z [cm]
	6	16	2.0	0.0	17.5
	7	16	2.0	-12.5	0.0
	8	16	2.0	12.5	0.0
			16.1		

Realisierte Betondeckung

Stützenabschnitt	erf. $c_{nom,L}$ [cm]	erf. $c_{nom,B}$ [cm]	vorh. $c_{nom,L}$ [cm]	vorh. $c_{nom,B}$ [cm]
Abschnitt 1	6.7	5.5	6.7	5.5

Nachsatz

Bei Änderungen jeglicher Art ist der Aufsteller der statischen Berechnung zu informieren, da diese sonst nicht Bestandteil der Statik werden können. Dies gilt insbesondere für die angenommenen Baugrundverhältnisse, wenn diese nicht zutreffend sind.

Aufgestellt: Mai 2026

_____
(Unterschrift Geschäftsführung/Geschäftsleitung)

_____
(Unterschrift Aufsteller)

Geprüft durch _____

Datum _____

Anhang 1: Positionsplan

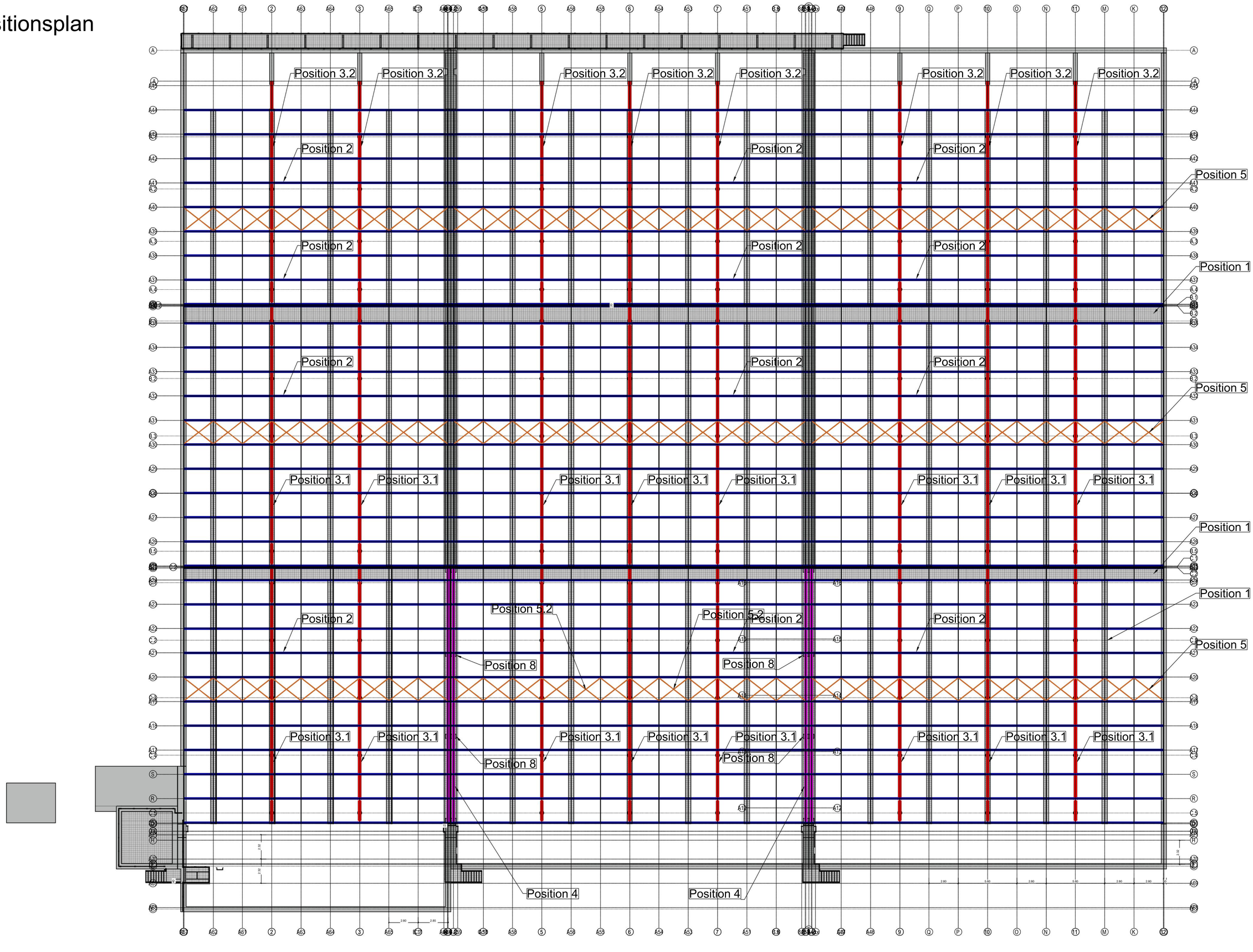
Anhang 2: Mischwasserstreckungsbecken Draufsicht (Entwurf)

Anhang 3: Mischwasserstreckungsbecken Schnitte (Genehmigung)

Anhang 4: Angesetztes PV-Modul

A1

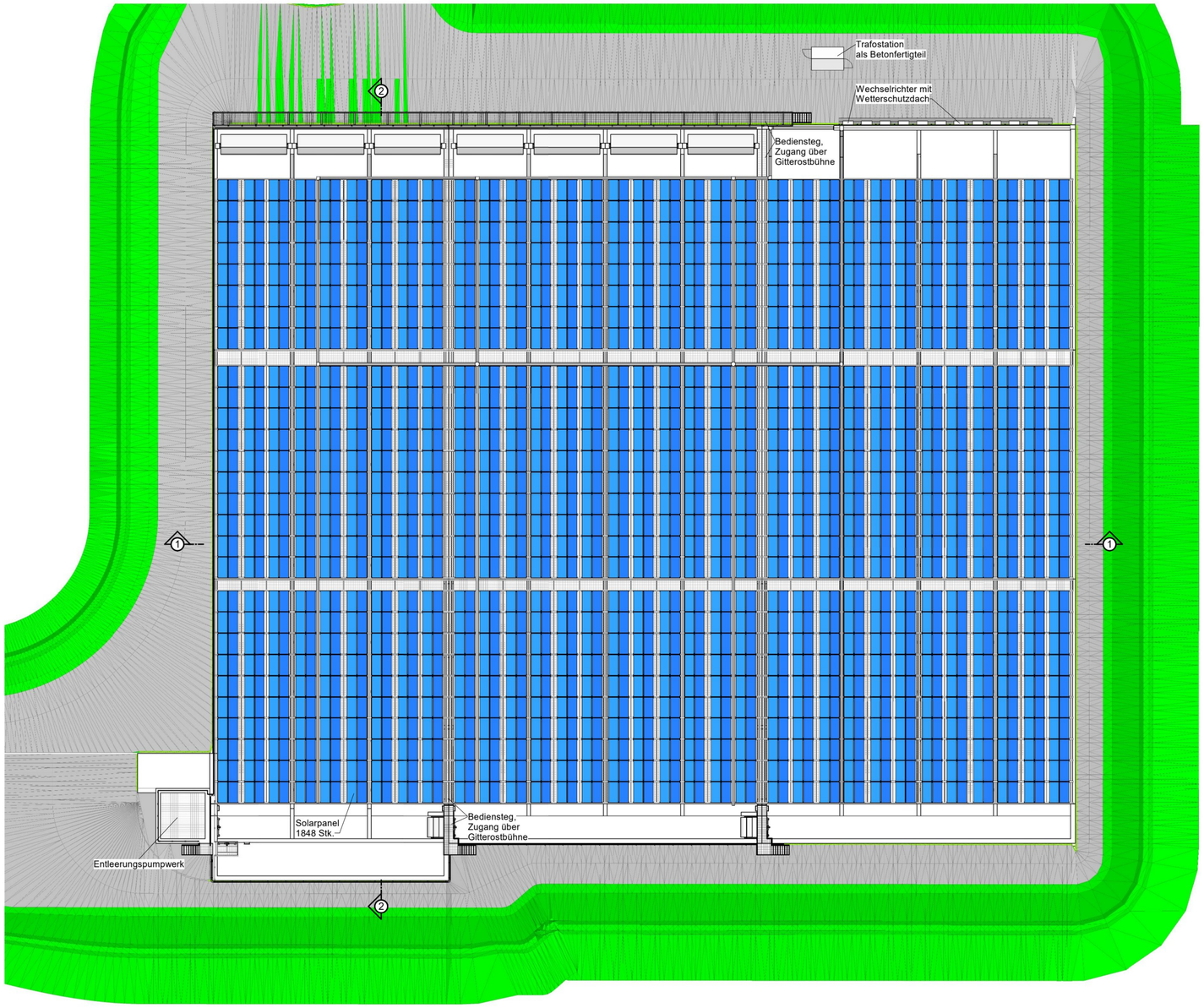
Positionsplan



A2 - MWSB Draufsicht

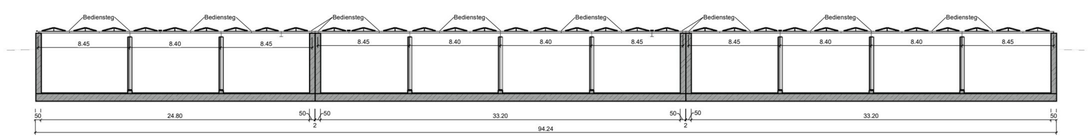
Draufsicht

M 1 : 200



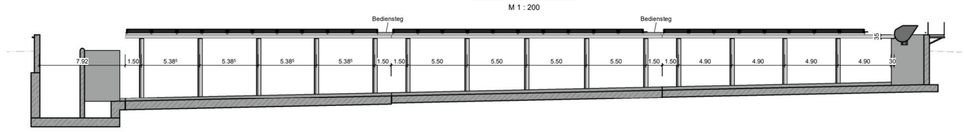
Schnitt 1- 1

M 1 : 200



Schnitt 2- 2

M 1 : 200



Übersichtsplan
M 1:5000



Index:	Änderungen:	gez :	geprüft:	Datum:

Ausbaustufe I der Gruppenkläranlage Düren
Entwurfsplanung
Mischwasserstreckungsbecken
MWSB - PV-Anlage

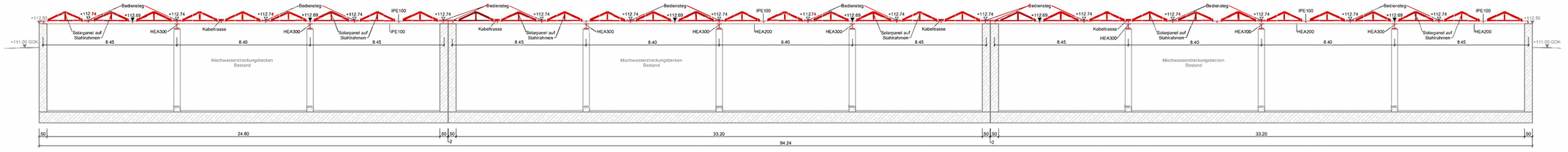
Blatt 11 1344 1117 3 20 100 030	Maßstab 1:200

Autodesk Docs://0870.107 KA
Datei: A1 Anlage1 - Ost_111_3_20_100_030.dwg, Samstag, 14.05.2022 08:37:11

A3 - MWSB Schnitte

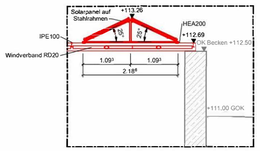
Schnitt 1- 1

M 1 : 100



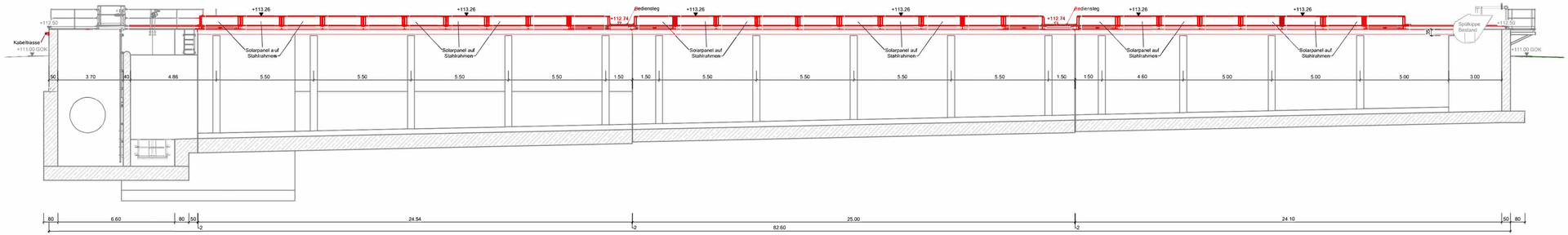
Detail D1 Solarpanel

M 1 : 50



Schnitt 2- 2

M 1 : 100



Legende:

- Bestand
- Neubau

Index	Änderungen:	gez.:	Datum:	geprüft:

WVER Damit Leben im Fluss bleibt.

Ausbaustufe I der Gruppenkläranlage Düren
Genehmigungsplanung
Mischwasserstreckungsbecken PV-Anlage
Schnitte

Plannr. 11 1979 1117 4 20 130 001 | Maßstab 1:100

Objektplaner	Bauherr Wasserverband Eifel-Rur	Genehmigungsbehörde
	Ort, Datum	Ort, Datum
	Unterschrift	Unterschrift

\\EFS02\Abteil\Projekte\14899\Berechnungen\04_Genehmigungsplanung\05a-MWSB-PV-Anlage\Aus-A2\Ch11_1344_1117_5_20_MWSB_Stahlbau\11_1344_1117_5_20_MWSB_Stahlbau.rvt

Produkt nicht für den Verkauf und/oder Vertrieb in Deutschland verfügbar.

A4 - PV-Module

Solar JinKO
Building Your Trust in Solar

Tiger Pro 72HC
540-560 Watt

MONOFAZIALES MODUL

P-Type

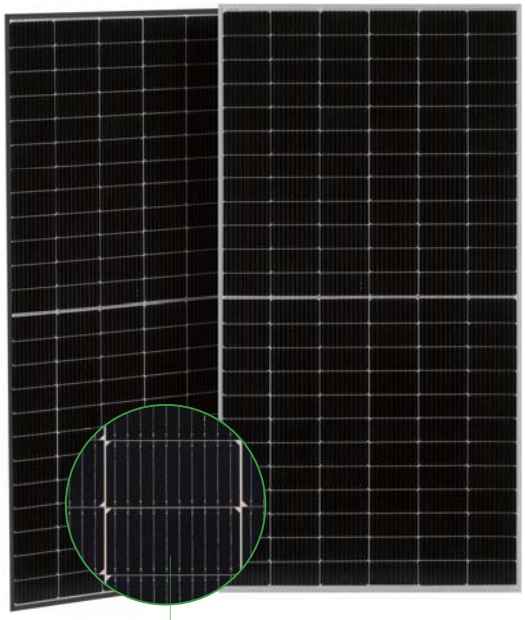
Positive Leistungstoleranz von 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Qualitätsmanagementsystem

ISO14001:2015: Umweltmanagementsystem

ISO45001:2018
Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit



MBB HC Technologie

WICHTIGE MERKMALE

Multi-Busbar-Technologie

Mehr Modulleistung und Zuverlässigkeit dank verbesserter Lichtabsorption und verbesserten Stromtransport.

Maximale Lebensdauer auch unter extremen Umweltbedingungen

Hohe Salz- sowie Ammoniak- Beständigkeit.

Reduzierter Hot-Spot-Verlust

Optimiertes elektrisches Design und geringerer Betriebsstrom für reduzierten Hot-Spot-Verlust und einen besseren Temperaturkoeffizienten.

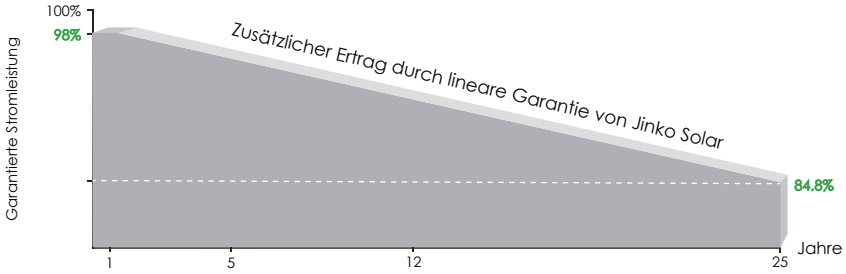
Verbesserte mechanische Widerstandskraft

Für den Einsatz bei Wind- und Schneelasten von bis zu 2400 Pa bzw. 5400 Pa zertifiziert.

Mehr Ertrag über die gesamte Lebensdauer

0.55% jährliche Leistungsdegradation und 25 Jahre lineare Leistungsgarantie.

LINEARE LEISTUNGSGARANTIE

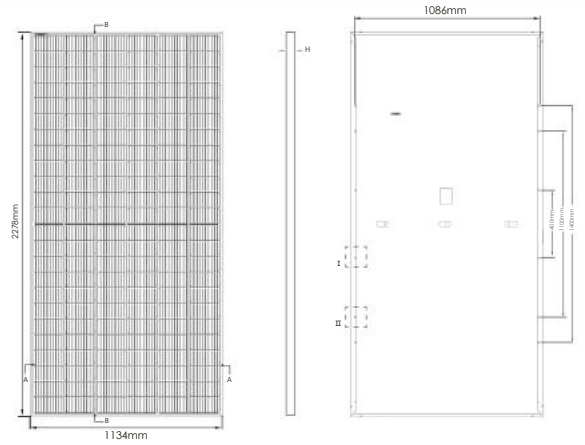


12 Jahre Produktgarantie

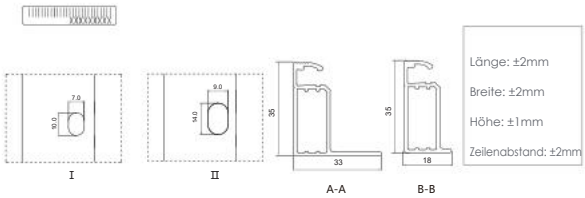
25 Jahre lineare Leistungsgarantie

0.55% jährliche Degradation über 25 Jahre

Technische Zeichnungen



Vorderseite Seite Rückseite



Länge: ±2mm
Breite: ±2mm
Höhe: ±1mm
Zeilenabstand: ±2mm

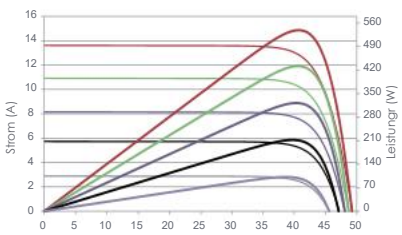
Versandeinheiten

(Zwei Boxen = Eine Palette)

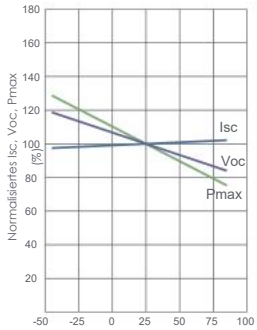
31 Stück/Box, 62 Stück/Palette, 620 Stück/40'HQ Container

Elektrische Leistung & Temperaturabhängigkeit

Strom-Spannungs- und Leistungs-Spannungskennlinien (540W)



Temperaturabhängigkeit von Isc, Voc, Pmax



Mechanische Eigenschaften

Zelltyp	P-Typ Monokristallin
Anzahl der Zellen	144 (6×24)
Maße	2278×1134×35mm (89,69×44,65×1,38 inch)
Gewicht	28 kg (61,73 lbs)
Frontglas	3,2mm, getempertes Glas mit hoher Lichtdurchlässigkeit und niedrigem Eisengehalt, Antireflex-Beschichtung
Rahmen	Eloxierte Aluminiumlegierung
Anschlussdose	Schutzklasse IP68
Ausgangskabel	TUV 1×4,0mm² (+): 400mm , (-): 200mm oder maßgeschneiderte Länge

Spezifikationen

Modell	JKM540M-72HL4 JKM540M-72HL4-V		JKM545M-72HL4 JKM545M-72HL4-V		JKM550M-72HL4 JKM550M-72HL4-V		JKM555M-72HL4 JKM555M-72HL4-V		JKM560M-72HL4 JKM560M-72HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximale Leistung (Pmax)	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp	555Wp	413Wp	560Wp	417Wp
Maximale Spannung (Vmp)	40,70V	38,08V	40,80V	38,25V	40,90V	38,42V	40,99V	38,59V	41,09V	38,69V
Maximaler Strom (Imp)	13,27A	10,55A	13,36A	10,60A	13,45A	10,65A	13,54A	10,70A	13,63A	10,77A
Leerlaufspannung (Voc)	49,42V	46,65V	49,52V	46,74V	49,62V	46,84V	49,72V	46,93V	49,82V	47,02V
Kurzschlussstrom (Isc)	13,85A	11,19A	13,94A	11,26A	14,03A	11,33A	14,12A	11,40A	14,21A	11,48A
Modulwirkungsgrad STC (%)	20,90%		21,10%		21,29%		21,48%		21,68%	
Betriebstemperatur (℃)	-40℃~+85℃									
Maximale Systemspannung	1000/1500VDC (IEC)									
Maximale Vorschaltsicherungsleistung	25A									
Leistungstoleranz	0~+3%									
TTemperaturkoeffizienten von Pmax	-0,35%/℃									
Temperaturkoeffizienten von Voc	-0,28%/℃									
Temperaturkoeffizienten von Isc	0,048%/℃									
Nennbetriebszellentemperatur (NOCT)	45±2℃									

*STC: Einstrahlung1000W/m² Zelltemperatur 25℃ AM=1,5

NOCT: Einstrahlung 800W/m² Umgebungstemperatur 20℃ AM=1,5 Windgeschwindigkeit 1m/s

©2020 Jinko Solar Co., Ltd. Alle Rechte vorbehalten.
Das Unternehmen behält sich das Recht auf Erklärung der hier dargebotenen nformationen vor

Die deutsche Version dieses Dokuments ist lediglich eine unverbindliche Übersetzung aus dem Englischen.
Bei Abweichungen vom englischen Originaltext hat immer die englische Version Vorrang.

www.jinkosolar.com

Solar JinKO
Building Your Trust in Solar

Tiger Pro 72HC
540-560 Watt
MONO-FACIAL MODULE

P-Type

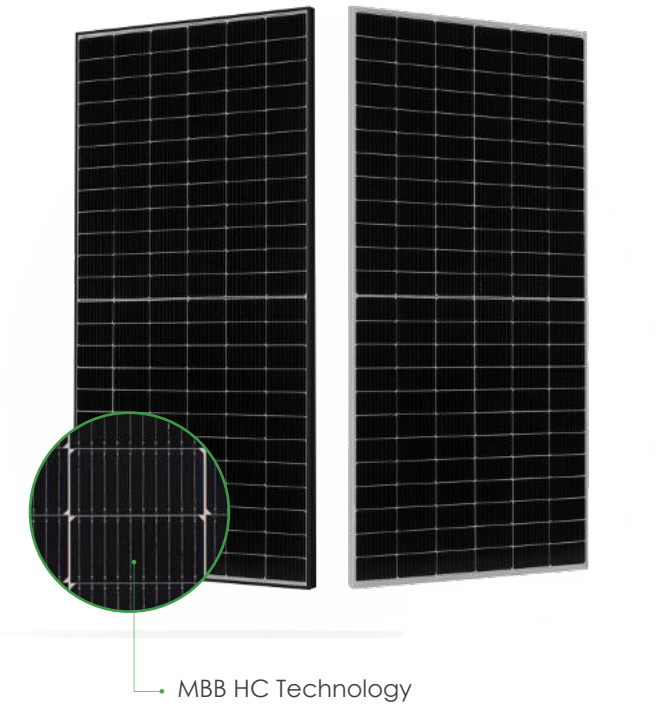
Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Key Features

Multi Busbar Technology
Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.

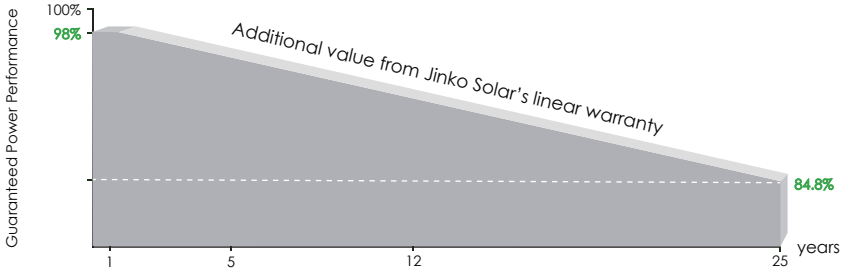
Durability Against Extreme Environmental Conditions
High salt mist and ammonia resistance.

Reduced Hot Spot Loss
Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.

Enhanced Mechanical Load
Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

Longer Life-time Power Yield
0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

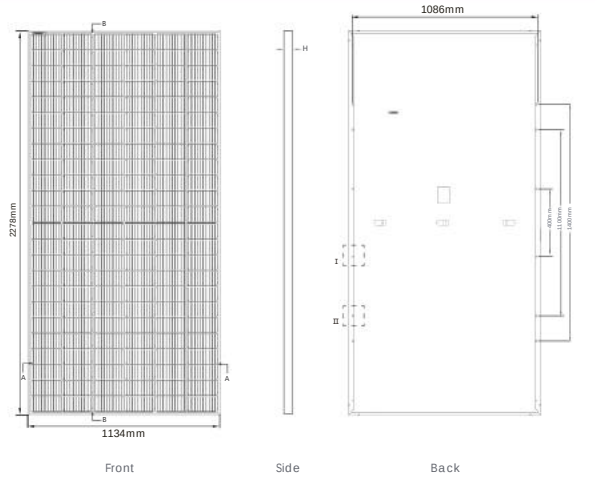


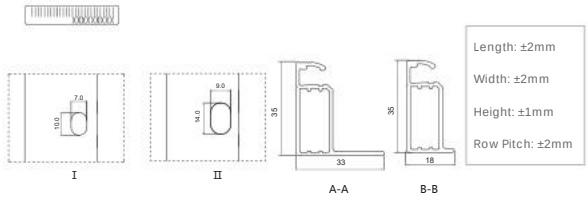
12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

Engineering Drawings



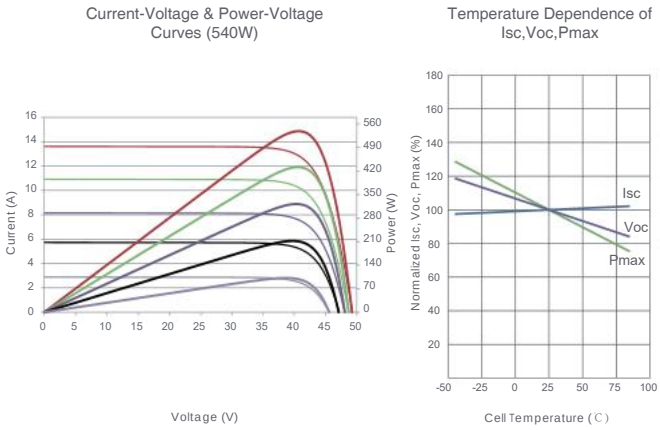


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2278×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Weight	28 kg (61.73 lbs)
Front Glass	3.2mm,Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm² (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM540M-72HL4 JKM540M-72HL4-V		JKM545M-72HL4 JKM545M-72HL4-V		JKM550M-72HL4 JKM550M-72HL4-V		JKM555M-72HL4 JKM555M-72HL4-V		JKM560M-72HL4 JKM560M-72HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp	555Wp	413Wp	560Wp	417Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V	40.99V	38.59V	41.09V	38.69V
Maximum Power Current (Imp)	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A	13.54A	10.70A	13.63A	10.77A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V	49.72V	46.93V	49.82V	47.02V
Short-circuit Current (Isc)	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A	14.12A	11.40A	14.21A	11.48A
Module Efficiency STC (%)	20.90%		21.10%		21.29%		21.48%		21.68%	
Operating Temperature(℃)	-40℃~+85℃									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/℃									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/℃									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/℃									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2℃									

*STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.