



ESMARCHSTRASSE 64 24105 KIEL

Bautechnische Nachweise

Teil 1 Hochbauten

Korrekturnachtrag

- Statische Berechnung

TELEFON +49 431 2609 10-0

FAX +49 431 2609 10-11

MAIL INFO@SF-INGENIEURE.DE

WEB WWW.SF-INGENIEURE.DE

KIELER VOLKSBANK AG

IBAN DE84210900070011947802

BIC GENODEF1KIL

Bauvorhaben

Stadtteilzentrum für Wassersport

Kaltenhofe Hinterdeich 19

20539 Hamburg

Bauherr

Wassersport Elbe e. V.

Kaltenhofe Hinterdeich 19

20539 Hamburg

Architekt

Rimpf Architektur

Gesellschaft für Architektur und Generalplanung GmbH

Hölländischer Brook 1

20457 Hamburg

Projektnummer ISF 23066 Seite 291 bis 334

Status: Entwurf

Kiel, 10. Mai 2025


Conrad Hansen



Inhaltsverzeichnis

Korr. Vorbemerkungen.....	Seite: 293
Position: Korr. Positionsübersicht Dachkonstruktion.....	Seite: 294
Position: Korr. Positionsübersichten Schnitte.....	Seite: 295
Position: 801 2-Korr. Glenk-Hallenrahmen S 235.....	Seite: 296
Position: Korr. Montagestoß IPE 450.....	Seite: 309
Position: Korr. Rahmenecke, links IPE 450.....	Seite: 314
Position: Korr. Rahmenecke, rechts IPE 450.....	Seite: 318
Position: 913 Korr FT-Grundbalken 40/100 cm, C35/45.....	Seite: 322
Position: 920 Korr. Pfahlgründung.....	Seite: 331
Position: Schlussseite.....	Seite: 334



Vorbemerkung

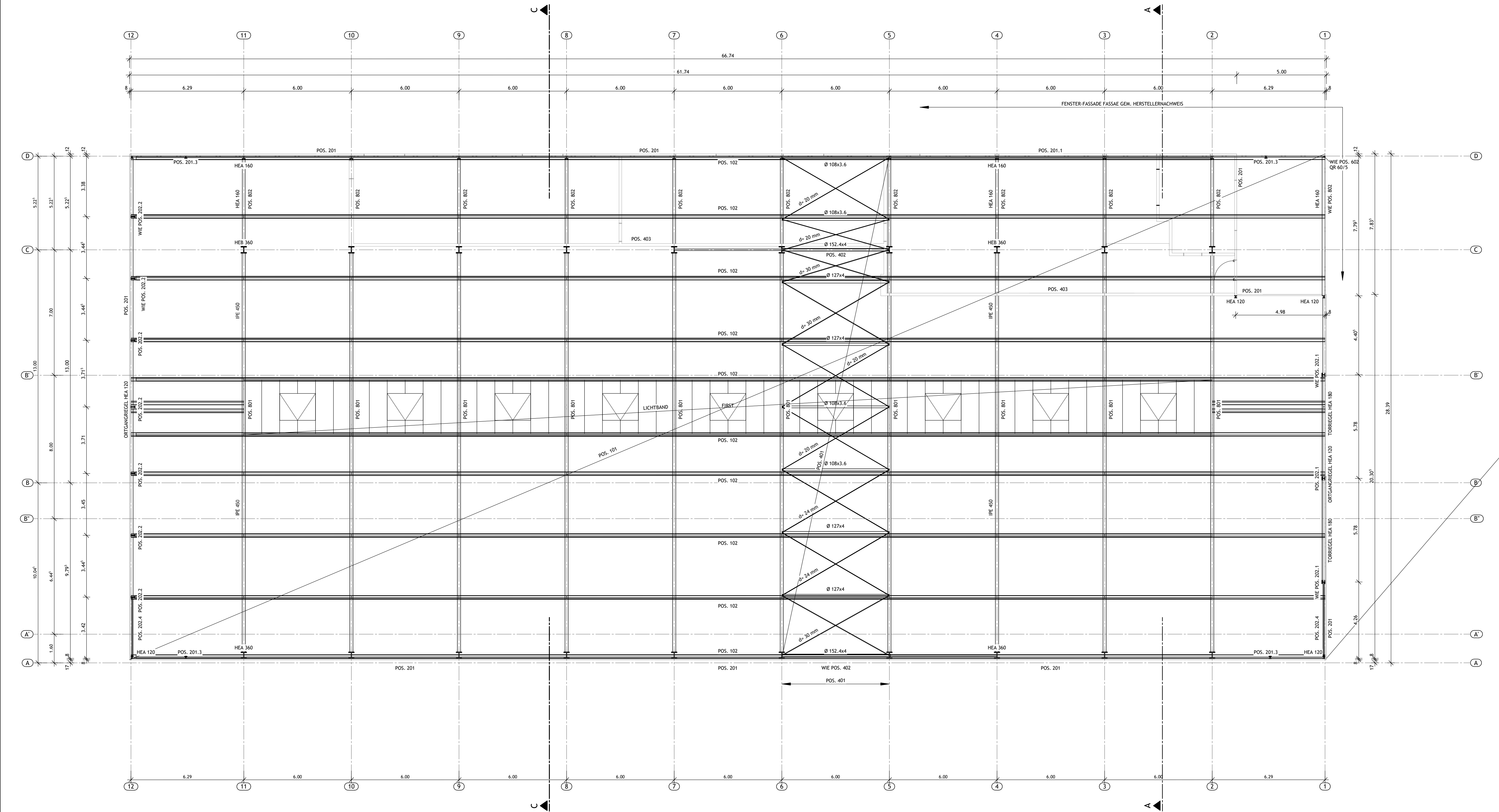
Im Zuge der Prüfung wurden Nachforderungen und Korrekturen durch den Prüferingenieur gefordert. Diese Nachforderungen werden in redaktioneller Form als Korrekturnachtrag zur Hauptberechnung vom 1. Dezember 2025 erstellt.

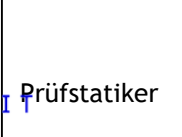
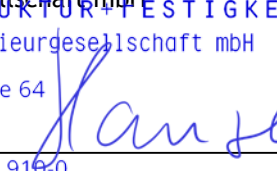
Die Korrekturen beziehen sich auf folgende Punkte

1. das 2-Gelenk-Hauptsystem Pos. 802.1 wird korrekt mit den Dachlasten $0,50 \text{ kN/m}^2$ (Seite 15) neu nachgewiesen und bemessen.
2. Es wird in Pos. 920 eine Zusammenstellung der gesamten Horizontallasten incl. Erddruck für den Bauzustand und für den Endzustand erstellt.
3. Die Mindestbewehrung der Bohrpfähle Pos. 920 wird nach ZTV TB 2022 ausgeführt, um die Bohrpfähle gegen horizontale Lasten robust auszulegen.
4. Die Dachträger Pos. 802 wurden in 2 Systemen (Innenstütze und Randstütze mit vergrößerter Stützweite und halber Last) nachgewiesen.

Es gilt die Vorbemerkung zur Hauptberechnung vom 1. Dezember 2025

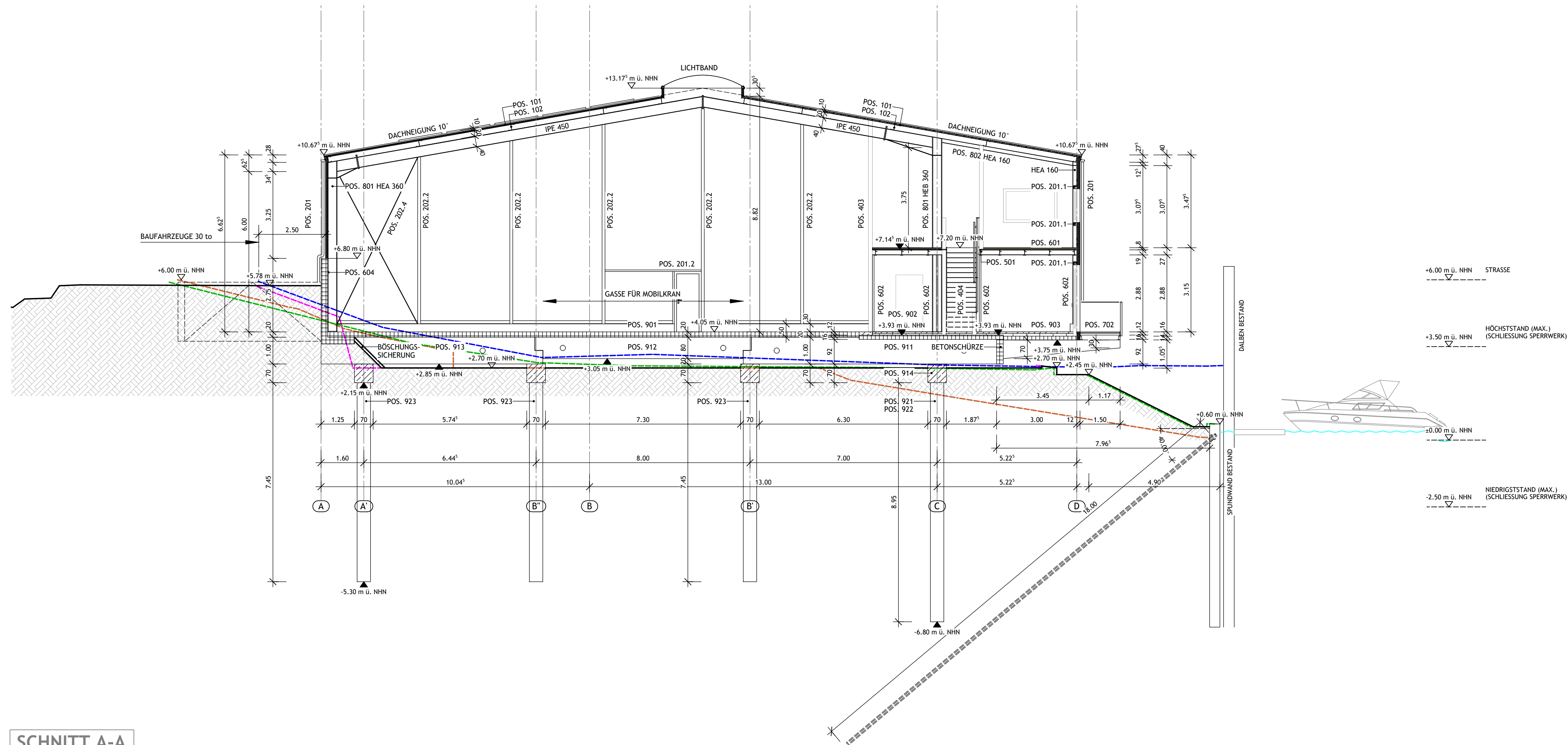
Pos. 101 Dacheindeckung Fischer Therm DL 100	Pos. 300 entfällt	Pos. 601 Unterzug Nebenräume HEA 200, S 235 mit biegesteifen Vollstoß in Achse C	Pos. 802 Dachträger Abschlpung Achse C-D HEA 160, S 235
Pos. 102 Dachpfetten Vorbemessung Schrag ZB 200-25/35		Pos. 602 Stütze Nebenräume+ Clubraum QR 60/5,0 S235	Pos. 803 Traufstütze Achse D HEA 160, S 235
Pos. 201 Wandverkleidung Fischer Therm plus ML 80	POS. 401 Dachverband Achse 5-6	Pos. 603 Unterzug Freisitz Achse 1/2 HEB 200, S 235	
Pos. 201.1 Fensterriegel Achse 1-5 QR 120x5, S235	Querschnitt Verbandsstäbe siehe Zeichnung und Statik, S235		Pos. 901 Bodenplatte d=20cm, C25/30
Pos. 201.2 Tür und Fensterauswechselungen U 140, S235	POS. 402 Wandverband Achse C-A/ 5-6		Pos. 902 Bodenplatte d = 16 cm, C 25/30
Pos. 201.3 Zwischenstützung Endfelder/ Achse A+D	Querschnitt Verbandsstäbe siehe Statik	Pos. 604 Winkelstützwand C35/45, d=25cm	Pos. 903 Bodenplatte als Fertigteil d=14cm, C35/45
Traufriegel und Zwischenstützen HEA 120, S235	Verbandsstützenanschlüsse mit geschweißtem Einbauteil		
		Pos. 701 entfällt	Pos. 911 FT-Zentrierbalken System 1 Zwischenachse 8/9 C35/45
Pos. 202.1 Torstütze/Giebelsttze Achse 1 HEA 180, S235	Pos. 403 Innenwände EG und OG Knauf W112 o. glw.	Pos. 702 Erschließungssteg	Pos. 912 Grundbalken b/d = 35/80 cm, C45/45
Pos. 202.2 Giebelstütze Achse 12 IPE 220, S235	Pos. 404 Stahltreppenlauf, S235	Pos. 702.1 Geländer Handlauf 42,4x2,9, Pfosten Fl 60x12, Zentrierung L80/8 S 235	Pos. 913 Grundbalken b/d = 40/100 cm, C35/45
Pos. 202.3 Ortgangriegel HEA 120, S 235	Geländer 42,4x2,9, Pfosten Fl 60x12, Wange Fl 200x10, Stufen Bl4,	Pos. 702.2 GiRo Fl40/3	Pos. 914 Pfahlkopfplatte in Achse C/Hauptachsen l/b/d = 250/60/70 cm, C30/37
Pos. 202.4 Giebelwandverband d=16mm	Pos. 501 Deckenträger über EG IPE120, S235, e < 1,0 m	Pos. 702.3 Deckenträger Erschließungssteg U120, S235	
	Pos. 502 Deckenträger über EG IPE 200, S235, e < 1,0 m	Pos. 702.4 Deckenträger Erschließungssteg U160, S 235 Achse 12	Pos. 921 Bohrfahl, d = 50 cm in Achse C/Hauptachsen
		Pos. 801 Stahlbinder Achse 2 --11, S 235	Pos. 922 Bohrfahl, d = 50cm in Ahcse C/Zwischenachsen
		Profilquerschnitte,Montagestöße und Anschlüsse siehe Positionsplan Schnitt und Statik	Pos. 923 Bohrfahl d = 50cm Achse A, B', B"



ALLE HÖHENANGABEN BEZOGEN AUF OKRF; +3.70 NHN			
	ÄNDERUNGEN ZUM LETZTEN PLANINDEX	 OKRF ±0.00 OKRF -0.08	OBERK. FERTIGFUSSB. OBERKANTE ROHFUSSB.  ±0.00 ▼ -0.08
	STAHLBETON		
BAUSTOFFE			
Baustoffe			
• Ortbeton der Bodenplatte C25/30			
• Ortbeton der Gründungsbauteile C30/37, z. T. mit Luftporenbilder			
• Halbfertigteile der Elementdecke C 30/37			
Expositionsklassen:			
- Gründungsbauteile und Bodenplatte			
luftseitig XC1,W0			
erdseitig XC2, XS1, XA2, W0			
• Fertigteile C35/45			
- Fundamentbalken und Deckenplatte			
außen XC4, XS3, XA2, W1			
- Stützwand XC4, XD1			
luftseitig, innen XC3, XS1,W0			
luftseitig, außen XC4, XS1, XD1, W0			
erdseitig XC2, XS1, XA2, W0			
Zur Reduzierung von Schwindrissen und Zwangsbeanspruchungen aus abfließender Hydratationswärme sind Arbeitsabschnitte festzulegen und Zemente mit niedriger Hydratationswärme zu verwenden.			
• Betonstahl B 500 A+B			
• Profilstahl S 235			
Korrosionsschutz i. d. Regel Feuerverzinkung im Innenraum Korrosivitätsklasse C2, außen Korrosivitätsklasse C4 nach DIN 12944. Es wird für die Außenbauteile eine geeignete seewasserfeste Beschichtung empfohlen. Z. B. Sika SW 500.			
• Dübelanschlüsse			
Fußpunkte des Hauptsystems: eingeklebten Gewindestangen Fischer FIS, NIRO o. glw.			
Sonstige Fußpunkte: Metallspreizdübel Fischer FAZ II, Niro o. glw.			
• Wandbekleidung			
80 mm Sandwich - Isolierpaneele, horizontal			
Fensterwand im Clubraum Pfosten-Riegel-Fassade gem. Herstellernachweis			
120 mm Sandwich - Isolierpaneele, vertikal			
• Dachbekleidung			
100 mm Trapezblech-Isolierpaneele (Dämmstärke ca. 60 mm) auf			
Stahlblech-Koppelfetten			
• Nichttragende Trennwände der Nebenräume Metallständerwände z. B. Knauf W112, F90 mit			
100 mm Metallständerwerk und Mineralwolle WLG 035			
• Bohrpfähle als Verdrängungsbohrpfähle nach DIN 12699			
ÄNDERUNGEN			
DACHKONSTRUKTION		4-GR-POS-DA-01	
S			
R			
Q			
P			
O			
N			
M			
L			
K			
J			
I			
H			
G			
F			
E			
D			
C			
B	10. Mai 2025 Korrektur-Nachtrag Riegel IPE 450	Conrad Hansen	
A	01.12.2025 ANPASSUNF AN AKTUELLE STATISCHE BERECHNUNG		50
INDEX	DATUM	ÄNDERUNG	GEZ.
	20.10.2025	ERSTELLT	50
DER ENTWURF IST UNTER GEISTIGES EIGENTUM UND URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT. Vervielfältigungen oder Weitergabe an Dritte nur mit unserer ausdrücklichen Genehmigung. Bei Missbrauch bleiben rechtliche Schritte vorbehalten. Dipl.-Ing., freier Architekt Stefan Rimpf BDA MFG			
PROJEKT			
NEUBAU WASSERSPORTZENTRUM KALTEHOFE			
KALTEHOFE HINTERDEICH 19			
20539 HAMBURG-ROTHENBURGSORT			
ARCHITEKT		BAUHERR	
			
rimpf Architektur & Generalplanung Holländischer Brook 1, 20457 Hamburg FON 0 40. 55 50 29 78-0 FAX 0 40. 55 50 29 78-93 info@rimpf.de www.rimpf.de		Wassersport-Verein-„Elbe“ e.V. Kaltehofe Hinterdeich 19 20539 Hamburg	
STATIKER		PRÜFSTATIKER	
			
Struktur-Festigkeit Ingenieurgesellschaft mbH Conrad Hansen Esmarchstr. 64 24105 Kiel		Prüfstatiker Esmarchstraße 64 24105 Kiel 	
PROJEKT-NR.		PLAN-NR.	
1354-23		4-GR-POS-DA-01	
ZEICHNUNGS-INHALT		INDEX	
POSITIONSÜBERSICHT ZUR STATISCHEN BERECHNUNG		DACHKONSTRUKTION	
BEMERKUNG		MASSSTAB	
Z-BAU		1:100	

POSITIONEN			
Pos. 101 Dacheindeckung Fischer Therm DL 100	Pos. 300 entfällt	Pos. 601 Unterzug Nebenräume HEA 200, S 235 mit biegesteifen Vollstoß in Achse C	Pos. 802 Dachträger Abschlppung Achse C-D HEA 160, S 235
Pos. 102 Dachpfetten Vorbemessung Schrag ZB 200-25/35		Pos. 602 Stütze Nebenräume+ Clubraum QR 60/5,0 S235	Pos. 803 Traufstütze Achse D HEA 160, S 235
Pos. 201 Wandverkleidung Fischer Therm plus ML 80	POS. 401 Dachverband Achse 5-6	Pos. 603 Unterzug Freisitz Achse 1/2 HEB 200, S 235	
Pos. 201.1 Fensterriegel Achse 1-5 QR 120x5, S235	Querschnitt Verbandsstäbe siehe Zeichnung und Statik, S235		Pos. 901 Bodenplatte d=20cm, C25/30
Pos. 201.2 Tür und Fensterauswechselungen U 140, S235	POS. 402 Wandverband Achse C+A/ 5-6	Pos. 604 Winkelstützwand C35/45, d=25cm	Pos. 902 Bodenplatte d = 16 cm, C 25/30
Pos. 201.3 Zwischenstützung Endfelder/Achse A+D	Querschnitt Verbandsstäbe siehe Statik	Pos. 701 entfällt	Pos. 903 Bodenplatte als Fertigteil d=14cm, C35/45
Traufriegel und Zwischenstützen HEA 120, S235	Verbandsstützenanschlüsse mit geschweißtem Einbauteil	Pos. 702 Erschließungssteg	
		Pos. 702.1 Geländer Handlauf 42,4x2,9, Pfosten FI 60x12, Zentrierung L80/8 S 235	Pos. 911 FT-Zentrierbalken System 1 Zwischenachse 8/9 C35/45
Pos. 202.1 Torstütze/Giebelsttze Achse 1 HEA 180, S235	Pos. 403 Innenwände EG und OG Knauf W112 o. glw.	Pos. 702.2 GiRo FI40/3	Pos. 912 Grundbalken b/d = 35/80 cm, C45/45
Pos. 202.2 Giebelstütze Achse 12 IPE 220, S235	Pos. 404 Stahltreppenlauf, S235	Pos. 702.3 Deckenträger Erschließungssteg U120, S235	Pos. 913 Grundbalken b/d = 40/100 cm, C35/45
Pos. 202.3 Ortgangriegel HEA 120, S 235	Geländer 42,4x2,9, Pfosten FI 60x12, Wange FI 200x10, Stufen Bl4,	Pos. 702.4 Deckenträger Erschließungssteg U160, S 235 Achse 12	Pos. 914 Pfahlkopfplatte in Achse C/Hauptachsen l/b/d = 250/60/70 cm, C30/37
Pos. 202.4 Giebelwandverband d=16mm	Pos. 501 Deckenträger über EG IPE120, S235, e < 1,0 m	Pos. 801 Stahlbinder Achse 2 --11, S 235	Pos. 921 Bohrfahl, d = 50 cm in Achse C/Hauptachsen
	Pos. 502 Deckenträger über EG IPE 200, S235, e < 1,0 m	Profilquerschnitte,Montagestöße und Anschlüsse siehe Positionsplan Schnitt und Statik	Pos. 922 Bohrfahl, d = 50cm in Achse C/Zwischenachsen
			Pos. 923 Bohrfahl d = 50cm Achse A, B', B"

- VERLAUF BESTANDSGELÄNDE IN Achse 1
- VERLAUF BESTANDSGELÄNDE IN Achse 4
- VERLAUF BESTANDSGELÄNDE IN Achse 8
- VERLAUF BESTANDSGELÄNDE IN Achse 12



**Position: 801 2-Korr. Glenk-Hallenrahmen S 235**

Hallenrahmen (x64) S7+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

Grundparameter**Norm und Sicherheitskonzept**

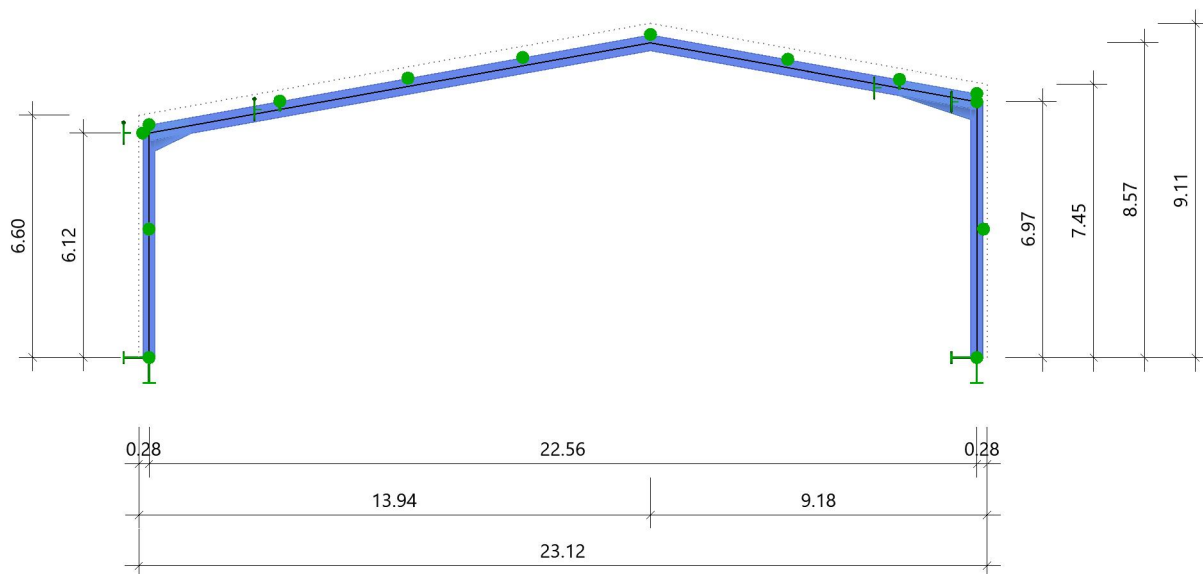
Bemessungsnorm : DIN EN 1993-1-1/NA:2015-08
Sicherheitskonzept/Lastkombinatorik : DIN EN 1990/NA:2010-12
Kombination ständiger Lasten : alle gleiches γ_F ($\gamma_{G,sup}$ oder $\gamma_{G,inf}$)
Schnee auch als außergewöhnliche Einwirkung : berücksichtigt ($C_{esl} = 2.30$)

Einstellungen zur Tragsicherheit

Querschnittsbemessung : plastisch *)
Stabilitätsnachweis nach : 6.3.3 - Anhang A
Umlenkkräfte im Ersatzstabmodell : berücksichtigt
*) Nachweis Tragsicherheit im Querschnitt nur bis Anschnitt Rahmenecken.

Einstellungen zur Gebrauchstauglichkeit

Nachweis : deaktiviert

System**Stahlmaterialeigenschaften : S235**

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

Hinweis zur Bemessung

Die Überschreitung der Auslastung um 2% ist für die Randbinder der Aussteifungsverbände vertretbar. 1% Reserven sind durch eine um 1% geringere Lasteinflußbreite (6,0/6,06m) gegeben. Weitere Last- und Nachweisreserven sind vorhanden. Für die Stütze links wurden die Deckenlasten aus Pos 601 (18,91 + 28,50 kN nicht berücksichtigt. Sie können o. w. N. aufgenommen werden. Aus die Stabilität der Stütze haben diese Lasten keinen Einfluß. Die konstruktive Stützeinspannung von Pos. 601 verringert die Beanspruchungen für das Hauptsystem.

**Teilsicherheitsbeiwerte nach Bemessungssituation**

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

Querschnittswerte

Bauteil	Name	I_y cm ⁴	W_y cm ³	A cm ²
Stütze links	HEA 360	33100.0	1890.8	143.0
Riegelvoute links	-	116741.8	2957.1	157.4
Riegel	IPE 450	33740.0	1499.7	98.8
Riegelvoute rechts	-	113099.5	2897.0	156.4
Stütze rechts	HEB 360	43190.0	2399.6	180.6

System Satteldach

Abmessungen als Außenmaße

Fußpunkte	: gelenkig	First um y	: biegesteif
Rahmenecke links um y	: biegesteif	Rahmenecke rechts um y	: biegesteif
Riegel links Verwölbung	= 34.00 kNm ³	Riegel rechts Verwölbung	= 34.00 kNm ³
		First Verwölbung	= 34.00 kNm ³
Stütze links Verwölbung	= 34.00 kNm ³	Stütze rechts Verwölbung	= 34.00 kNm ³
Stützenfuß links Verwölbung	= 34.00 kNm ³	Stützenfuß rechts Verwölbung	= 34.00 kNm ³
Außenweite	= 23.12 m		
Firstabstand links	= 13.94 m	Firsthöhe außen	= 9.11 m
Traufhöhe links	= 6.60 m	Traufhöhe rechts	= 7.45 m
Riegelvoute links	l = 1.00 m	Riegelvoute rechts	l = 2.00 m
Riegelvoute links	h = 0.30 m	Riegelvoute rechts	h = 0.30 m
Riegelvoute links	Gurte innen/außen	Riegelvoute rechts	Gurte innen/außen
Dicke Dachaufbau	= 0.30 m	Dicke Wandaufbau	= 0.10 m
Rahmenabstand	= 6.06 m	Lage Innenrahmen	
Dachneigung links	= 10.2 °	Dachneigung rechts	= 10.2 °
		Gesamtgewicht	= 3527 kg

zusätzliche Lager für Stabilitätsnachweis

Baugruppe	Abstand m	Cy kN/m	Angriff	C ϕ x kNm/rad
Wand li	3.50	starr	Bauteilachse	-
Wand li	6.12	starr	Oberkante	6000.0
Dach	0.28	starr	Oberkante	6000.0
Dach	3.84	starr	Oberkante	2000.0
Dach	7.33	starr	Oberkante	-
Dach	10.46	starr	Oberkante	-
Dach	13.94	starr	Oberkante	-
Dach	17.68	starr	Oberkante	-
Dach	20.73	starr	Oberkante	2000.0
Dach	22.84	starr	Oberkante	6000.0



Baugruppe	Abstand m	Cy kN/m	Angriff	Cφx kNm/rad
Wand re	3.50	starr	Oberkante	-
Wand re	6.97	starr	Bauteilachse	6000.0

Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

Belastung

Allgemeine Einstellungen

Eigengewicht automatisch Faktor Einflussbreite = 1.00

Gemeinde 2**** Hamburg in Hamburg

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

Geländehöhe ü. N N = 14 m Differenz zur Geländehöhe = 0.00 m

Gebäudelänge = 60.00 m (quer zum Windangriff)

Gelände Mischkategorie Binnenland

Windzone 2

Höhe für q h = 9.11 m Basiswindgeschwindigkeit $v_{b0} = 25.00$ m/s

Geschwindigkeitsdruck q(h) = 0.65 kN/m² Basisgeschwindigkeitsdruck $v_{b0} = 0.39$ kN/m²

Bodenschneelast

sk = 0.85 kN/m² Schneezone 2

Formbeiwert

μ(α₁) = 0.80 links

μ(α₂) = 0.80 rechts

C_t = 1.000

C_e = 1.000

Beiwert außergew.

C_{esl} = 2.300

Standardlasten

Dachlast g = 0.50 kN/m² Dfl Wandlast g = 0.20 kN/m² als Normalkraftverlauf

Schnee s = 0.68 kN/m² Gfl

Schnee s_A = 1.56 kN/m² Gfl außergew.

Wind von links auf Riegel: Satteldach (Dfl, für geschlossene Baukörper)

Bereich G Sog = -0.64 kN/m² Druck = 0.07 kN/m² linke Seite

cpe = -0.99 cpe = 0.10

Bereich H Sog = -0.29 kN/m² Druck = 0.07 kN/m² linke Seite

cpe = -0.44 cpe = 0.10

Bereich J Sog = -0.52 kN/m² Druck = 0.06 kN/m² rechte Seite

cpe = -0.81 cpe = 0.10

Bereich I Sog = -0.32 kN/m² rechte Seite

cpe = -0.50



Wind von rechts auf Riegel: Satteldach (Dfl, für geschlossene Baukörper)

Bereich J	Sog = -0.52 kN/m^2 cpe = -0.81	Druck = 0.06 kN/m^2 cpe = 0.10	linke Seite
Bereich I	Sog = -0.32 kN/m^2 cpe = -0.50		linke Seite
Bereich G	Sog = -0.64 kN/m^2 cpe = -0.99	Druck = 0.07 kN/m^2 cpe = 0.10	rechte Seite
Bereich H	Sog = -0.29 kN/m^2 cpe = -0.44	Druck = 0.07 kN/m^2 cpe = 0.10	rechte Seite

Wind auf Stütze (für geschlossene Baukörper)

Bereich ho	D = 0.47 kN/m^2 cpe = 0.72	E = -0.22 kN/m^2 cpe = -0.34	bis 7.45 m
------------	---	---	------------

Randabstände für Wind von links bzw. rechts

e/10 = 1.82 m	e/2 = 9.11 m
e/5 = 3.64 m	e/4 = 4.55 m

Standardlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
1	Eigengewicht automatisch + Dach-/Wandlast	ständig	0	3	aktiv
2	Wind von links Fall 1	Windlasten	100	6	aktiv
4	Wind von links Fall 2	Windlasten	100	6	aktiv
6	Wind von rechts Fall 1	Windlasten	100	6	aktiv
7	Wind von rechts Fall 2	Windlasten	100	6	aktiv
10	Wind von links ohne Sog	Windlasten	100	5	aktiv
11	Wind von rechts ohne Sog	Windlasten	100	5	aktiv
12	Schnee unverweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv
13	Schnee links verweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv
14	Schnee rechts verweht	Schnee H < 1000 m	101	2	aktiv

Nr : Eindeutige Kennung

Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine

Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten

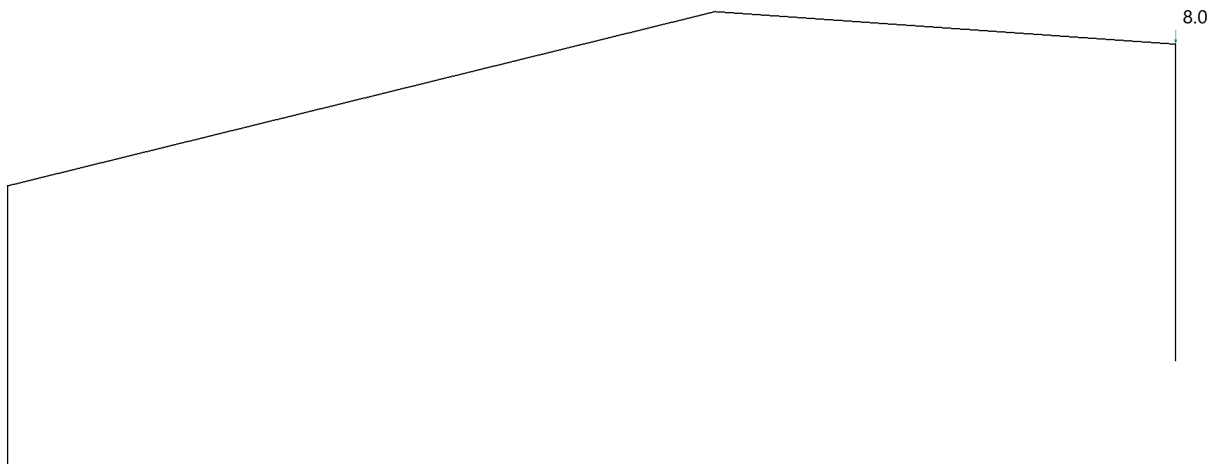
Zusatzlastfälle

Nr	Bezeichnung	Einwirkung	Alt	Lasten	Zustand
21	Zusatz-Lastfall 1	ständig	0	1	aktiv
22	Zusatz-Lastfall 2	Schnee H < 1000 m	0	1	aktiv
23	Zusatz-Lastfall 3	Windlasten	100	3	aktiv

Nr : Eindeutige Kennung

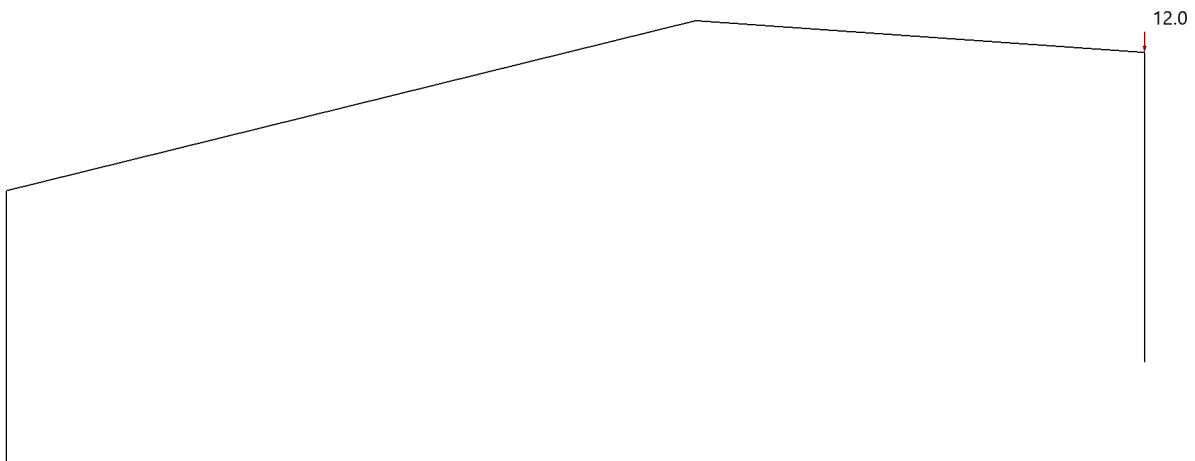
Alt : Zugehörigkeit zu einer Alternativgruppe, 0 = keine

Lasten : Anzahl im Lastfall enthaltener Lasten

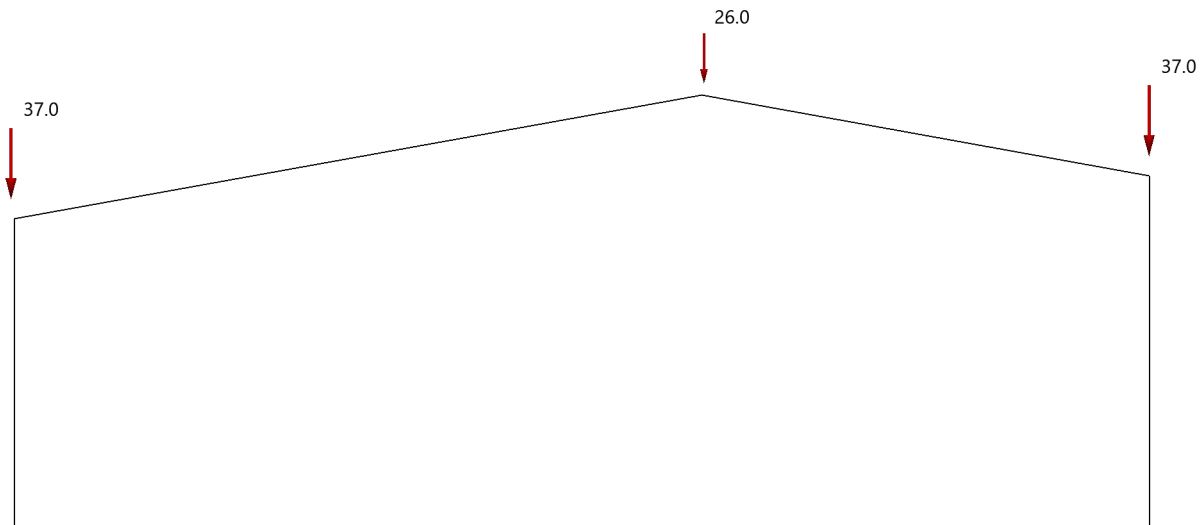
**Lastfall 21 Zusatz-Lastfall 1 - Einzellasten**

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand re	*	in x	8.0	6.97	Bauteilachse

Richtg. : wirkt orthogonal auf Gfl=Grundfläche, Dfl=Dachfläche, Wfl=Wandfläche, in x=in Achsenrichtung, Stützen positiv n. unten, Riegel p
Abstand : Wand: vom Fusspunkt in vertikaler Richtung ; Dach: von Stütze links aussen (+ gegebener Wandaufbau) in horizontaler Richtung
Angriff : Angriffspunkt im Querschnitt vom Bauteil im lokalen System

**Lastfall 22 Zusatz-Lastfall 2 - Einzellasten**

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Wand re	Schnee	in x	12.0	6.97	Bauteilachse



Lastfall 23 Zusatz-Lastfall 3 - Einzellasten

Baugruppe	Bezeichnung	Richtg.	Kraft kN	Abstand m	Angriff
Dach	*	Gfl	26.0	13.94	Oberkante
Dach	*	Gfl	37.0	0.28	Oberkante
Dach	*	Gfl	37.0	22.76	Oberkante

Ergebnisse (Entwurfsmodus)

Hinweis zum Ergebnis

Der Nachweis der Verbindungen ist gesondert zu führen!

Die Berechnung erfolgte im Entwurfsmodus!

Im Entwurfsmodus wird zur Verbesserung der Rechenzeit nicht die Gesamtheit aller möglichen Lastfallkombinationen berechnet, sondern nur eine heuristisch ermittelte Teilmenge, die üblicherweise maßgeblich sein wird.

Für eine vollständige Berechnung mit allen Lastfallkombinationen auf Komplettberechnung umschalten!

Imperfektionen

globale Anfangsschiefstellung

$$\varphi_0 = 1/200$$

$$\alpha_h = 0.7577$$

$$\varphi = \varphi_0 * \alpha_h * \alpha_m = 0.0033$$

$$m = 2$$

$$\alpha_m = 0.8660$$

Übersicht Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR

Querschnittstragfähigkeit - Theorie 2.Ordnung

Bauteil	x m	η_N	η_{Vz}	η_{My}	Gl	Qkl	η	Lfk
Stütze links	5.62	0.05	0.12	0.94	6.2	1	0.94	33
Riegel links	1.14	0.05	0.20	0.84	6.2	1	0.84	33
Riegel rechts	8.50	0.03	0.19	0.71	6.2	1	0.71	26
Stütze rechts	0.50	0.05	0.10	0.85	6.2	1	0.85	26

**Stütze links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR****Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 33**

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	-166.5	-76.5	0.00
5.62	-153.4	-72.3	-420.35
5.62	0.0	0.0	0.00
6.12	0.0	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 33

x m	Qkl	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η
0.00	1	0.05	0.13	0.00	0.13
5.62	1	0.05	0.12	0.94	0.94
5.62	1	0.00	0.00	0.00	0.00
6.12	1	0.00	0.00	0.00	0.00

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}η_{Vz} : Interaktion V_{z,Ed} / V_{z,Rd}η_{My} : Interaktion M_{y,Ed} / M_{y,Rd}**Nachweis für maximale Auslastung bei 5.62 m**

N _{pId} = 3055.0 kN	N _{Rd} = 3055.0 kN
N _{Ed} = -153.4 kN	η _N = 0.05
M _{y,pId} = 447.36 kNm	M _{y,Rd} = 447.36 kNm ^{6.33-35)}
M _{y,Ed} = -420.35 kNm	η _{My} = 0.94
V _{z,pId} = 606.8 kN	V _{z,Rd} = 606.8 kN
V _{z,Ed} = -72.3 kN	η _{Vz} = 0.12
	η = 0.94

^{6.33-35)} Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft**Riegel links - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR****Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 33**

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	0.0	0.0	0.00
0.12	0.0	0.0	0.00
0.18	0.0	0.0	0.00
0.18	-98.1	135.6	-431.80
0.28	-97.8	134.2	-417.42
0.28	-97.8	134.2	-417.42
0.57	-97.2	130.5	-379.78
0.57	-97.2	130.5	-379.78
0.85	-96.5	126.8	-343.20
1.14	-95.8	123.1	-307.67
1.14	-95.8	123.1	-307.67
5.25	-86.3	70.4	90.46



x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
5.25	-86.3	70.3	90.46
10.62	-73.8	-0.6	278.29
13.88	-66.2	-43.7	206.05

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 33

x m	Q _{kl}	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η
0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.18	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.18	1	0.03	0.17	0.60	0.60
0.28	1	0.03	0.17	0.58	0.58
0.28	1	0.03	0.19	0.65	0.65
0.57	1	0.03	0.18	0.60	0.60
0.57	1	0.03	0.20	0.67	0.67
0.85	1	0.03	0.20	0.61	0.61
0.85	1	0.03	0.23	0.68	0.68
1.14	1	0.03	0.22	0.61	0.61
1.14	1	0.05	0.20	0.84	0.84
5.25	1	0.04	0.11	0.25	0.25
10.62	1	0.03	0.00	0.76	0.76
13.88	1	0.03	0.07	0.57	0.57

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}η_{Vz} : Interaktion V_{z,Ed} / V_{z,Rd}η_{My} : Interaktion M_{y,Ed} / M_{y,Rd}**Nachweis für maximale Auslastung bei 1.14 m**

$$\begin{aligned}
 N_{pId} &= 2110.7 \text{ kN} & N_{Rd} &= 2110.7 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -95.8 \text{ kN} & \eta_N &= 0.05 \\
 M_{y,pId} &= 364.55 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 364.55 \text{ kNm} \quad (6.33-35) \\
 M_{y,Ed} &= -307.67 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.84 \\
 V_{z,pId} &= 626.9 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 626.9 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= 123.1 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.20 \\
 & & \eta &= 0.84
 \end{aligned}$$

6.33-35) Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft**Riegel rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR****Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 26**

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	-78.6	-22.7	215.29
6.90	-94.7	-112.3	-252.62
6.90	-94.7	-112.3	-252.62
7.43	-95.9	-119.3	-314.64
7.43	-95.9	-119.3	-314.64
7.97	-97.2	-126.3	-380.39



x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
7.97	-97.2	-126.3	-380.39
8.50	-98.5	-133.3	-449.90
8.50	-98.5	-133.3	-449.90
8.86	-99.3	-137.9	-497.71
8.86	0.0	0.0	0.00
9.04	0.0	0.0	0.00

Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 26

x m	Q _{kl}	η _N	η _{Vz}	η _{My}	η
0.00	1	0.04	0.04	0.59	0.59
6.90	1	0.04	0.18	0.69	0.69
6.90	1	0.03	0.20	0.50	0.50
7.43	1	0.03	0.21	0.63	0.63
7.43	1	0.03	0.19	0.56	0.56
7.97	1	0.03	0.20	0.68	0.68
7.97	1	0.03	0.18	0.60	0.60
8.50	1	0.03	0.19	0.71	0.71
8.50	1	0.03	0.17	0.64	0.64
8.86	1	0.03	0.17	0.70	0.70
8.86	1	0.00	0.00	0.00	0.00
9.04	1	0.00	0.00	0.00	0.00

η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd}η_{Vz} : Interaktion V_{z,Ed} / V_{z,Rd}η_{My} : Interaktion M_{y,Ed} / M_{y,Rd}**Nachweis für maximale Auslastung bei 8.50 m**

$$\begin{aligned}
 N_{pld} &= 3135.6 \text{ kN} & N_{Rd} &= 3135.6 \text{ kN} \\
 N_{Ed} &= -98.5 \text{ kN} & \eta_N &= 0.03 \\
 M_{y,pld} &= 631.09 \text{ kNm} & M_{y,Rd} &= 630.96 \text{ kNm} \\
 M_{y,Ed} &= -449.90 \text{ kNm} & \eta_{My} &= 0.71 \\
 V_{z,pld} &= 712.9 \text{ kN} & V_{z,Rd} &= 712.9 \text{ kN} \\
 V_{z,Ed} &= -133.3 \text{ kN} & \eta_{Vz} &= 0.19 \\
 & & \eta &= 0.71
 \end{aligned}$$

Stütze rechts - Grenzzustand der inneren Tragfähigkeit STR**Schnittgrößen - Theorie 2.Ordnung - Lfk 26**

x m	N _{Ed} kN	V _{z,Ed} kN	M _{y,Ed} kNm
0.00	0.0	0.0	0.00
0.50	0.0	0.0	0.00
0.50	-199.3	72.9	-487.20
6.97	-216.3	76.6	0.00

**Querschnittstragfähigkeit nach Abschnitt 6.2 ff - Lfk 26**

x m	Qkl	η_N	η_{Vz}	η_{My}	η
0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	1	0.05	0.10	0.85	0.85
6.97	1	0.06	0.10	0.00	0.10

 η_N : Interaktion N_{Ed} / N_{Rd} η_{Vz} : Interaktion $V_{z,Ed} / V_{z,Rd}$ η_{My} : Interaktion $M_{y,Ed} / M_{y,Rd}$ **Nachweis für maximale Auslastung bei 0.50 m**

$N_{pId} = 3858.3 \text{ kN}$	$N_{Rd} = 3858.3 \text{ kN}$
$N_{Ed} = -199.3 \text{ kN}$	$\eta_N = 0.05$
$M_{y,pId} = 574.37 \text{ kNm}$	$M_{y,Rd} = 574.37 \text{ kNm}$ ^{6.33-35)}
$M_{y,Ed} = -487.20 \text{ kNm}$	$\eta_{My} = 0.85$
$V_{z,pId} = 747.0 \text{ kN}$	$V_{z,Rd} = 747.0 \text{ kN}$
$V_{z,Ed} = 72.9 \text{ kN}$	$\eta_{Vz} = 0.10$
	$\eta = 0.85$

^{6.33-35)} Gleichung 6.33 - 6.35 Abminderung M_{Rd} infolge Normalkraft**Übersicht Stabilitätsnachweis****Stabilitätsnachweis - 6.3.3 - Anhang A**

Baugruppe	x m	Qkl	N_{Ed} kN	$M_{y,Ed}$ kNm	Gl	η		Lfk
Stütze links	6.12	1	153.6	429.83	6.61	1.02	!	7
Riegel	22.92	2	99.5	492.75	6.61	0.99		4
Stütze rechts	0.00	1	230.8	492.75	6.61	0.89		4

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

Stabilität-Stütze links

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 1.02 !$$

$N_{Ed} = 153.6 \text{ kN}$	$N_{Rk} = 3360.5 \text{ kN}$
$N_{cr,y} = 19537.0 \text{ kN}$	
$s_{ky} = 5.93 \text{ m}$	
$\lambda_y = 0.41$	
$\chi_y = 0.92$	
$k_{yy} = 1.01$	$k_{yz} = 0.00$
$M_{y,Ed} = 429.83 \text{ kNm}$	$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kNm}$
$M_{cr} = 4785.85 \text{ kNm}$	
$\chi_{lt} = 1.00$	
$M_{y,Rk} = 492.09 \text{ kNm}$	$M_{z,Rk} = 188.67 \text{ kNm}$
$\gamma_{M1} = 1.10$	

Hinweis zur Bemessung

Die Überschreitung der Auslastung um 2% ist für die Randbinder der Aussteifungsverbände vertretbar. 1% Reserven sind durch eine um 1% geringere Lasteinflußbreite (6,0/6,06m) gegeben. Weitere Last - Nachweisreserven sind vorhanden. Für die Stütze links wurden die Deckenlasten aus Pos 601 (18,91 + 28,50 kN nicht berücksichtigt. Sie können o. w. N. aufgenommen werden. Aus die Stabilität der Stütze haben diese Lasten keinen Einfluß. Die konstruktive Stützeinspannung von Pos. 601 verringert die Beanspruchungen für das Hauptsystem.

Nachweis für Lfk 7 bei x = 6.12 m nach Gl. (6.61) nicht erfüllt!



$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.56$$

N_{Ed}	=	153.6	kN	N_{Rk}	=	3360.5	kN
$N_{cr,z}$	=	17639.7	kN				
s_{kz}	=	3.04	m				
λ_z	=	0.44					
χ_z	=	0.88					
k_{zy}	=	0.52		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	429.83	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	4785.85	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	492.09	kNm	$M_{z,Rk}$	=	188.67	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 7 bei x = 6.12 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

Stabilität-Riegel

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.99$$

N_{Ed}	=	99.5	kN	N_{Rk}	=	2917.6	kN
$N_{cr,y}$	=	1540.0	kN				
s_{ky}	=	34.73	m				
λ_y	=	1.36					
χ_y	=	0.44					
k_{yy}	=	1.07		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	492.75	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	1706.64	kNm				
χ_{lt}	=	0.85					
$M_{y,Rk}$	=	754.77	kNm	$M_{z,Rk}$	=	65.02	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 4 bei x = 22.92 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = 0.57$$

N_{Ed}	=	99.5	kN	N_{Rk}	=	2917.6	kN
$N_{cr,z}$	=	3536.9	kN				
s_{kz}	=	3.14	m				
λ_z	=	0.90					
χ_z	=	0.66					
k_{zy}	=	0.61		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	492.75	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	1706.64	kNm				
χ_{lt}	=	0.85					
$M_{y,Rk}$	=	754.77	kNm	$M_{z,Rk}$	=	65.02	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 4 bei x = 22.92 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

**Stabilität-Stütze rechts**

$$N_{Ed} / (\chi_y \cdot N_{Rd}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.89}$$

N_{Ed}	=	230.8	kN	N_{Rk}	=	4244.1	kN
$N_{cr,y}$	=	19460.2	kN				
s_{ky}	=	6.78	m				
λ_y	=	0.47					
χ_y	=	0.90					
k_{yy}	=	0.96		k_{yz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	492.75	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	2510.15	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	631.80	kNm	$M_{z,Rk}$	=	242.78	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 4 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.61) erfüllt.

$$N_{Ed} / (\chi_z \cdot N_{Rd}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed} / (\chi_{lt} \cdot M_{y,Rd}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed} / M_{z,Rd} = \mathbf{0.50}$$

N_{Ed}	=	230.8	kN	N_{Rk}	=	4244.1	kN
$N_{cr,z}$	=	18252.8	kN				
s_{kz}	=	3.39	m				
λ_z	=	0.48					
χ_z	=	0.85					
k_{zy}	=	0.50		k_{zz}	=	0.00	
$M_{y,Ed}$	=	492.75	kNm	$M_{z,Ed}$	=	0.00	kNm
M_{cr}	=	2510.15	kNm				
χ_{lt}	=	1.00					
$M_{y,Rk}$	=	631.80	kNm	$M_{z,Rk}$	=	242.78	kNm
γ_{M1}	=	1.10					

Nachweis für Lfk 4 bei x = 0.00 m nach Gl. (6.62) erfüllt.

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

Baugruppe	Abstand m	Bauteil	x m	N_{Ed} kN	$V_{z,Ed}$ kN	$M_{y,Ed}$ kNm	Lfk
Dach	1.14	Riegel links	0.88	-7.8	2.0	30.49	14
				-97.5	127.3	-339.95	31
				-97.5	127.3	-339.83	25
Dach	20.97	Riegel rechts	0.25	-6.1	-0.8	47.61	17
				-95.3	-115.4	-280.07	32
				-6.2	-0.8	47.84	15
				-95.2	-115.5	-280.77	26

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

Auflagerkräfte

**Auflagerkräfte - charakteristisch je Lastfall - Theorie 1.Ordnung**

Lf Nr	Lager links			Lager rechts		
	Avertikal kN	Ahorizontal kN	My kNm	Avertikal kN	Ahorizontal kN	My kNm
1	58.3	20.7	0.00	62.7	-20.7	0.00
2	-28.0	-25.5	0.00	-19.3	0.5	0.00
4	-5.6	-21.1	0.00	-8.3	-9.9	0.00
6	-18.1	1.2	0.00	-30.1	28.2	0.00
7	-12.7	7.5	0.00	-12.5	26.1	0.00
10	0.1	-14.7	0.00	6.2	-12.7	0.00
11	5.3	12.4	0.00	-1.0	15.9	0.00
12	46.5	22.0	0.00	46.5	-22.0	0.00
13	26.9	14.8	0.00	38.0	-14.8	0.00
14	42.9	18.2	0.00	31.8	-18.2	0.00
21	0.0	0.0	0.00	8.0	0.0	0.00
22	0.0	0.0	0.00	12.0	0.0	0.00
23	47.3	8.9	0.00	52.7	-8.9	0.00

Übersicht maßgeblicher Lastfallkombinationen im Entwurfsmodus

Lfk	Bemessungssituation	Lastfallnummer:Einwirkung:Faktor (φ=Schiefstellung)
4	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 21:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 22:Q1:1.5 + 23:Qi:0.9 + φ n.re.
7	ständig/vorübergehend	1:G:1.35 + 21:G:1.35 + 12:Q1:1.5 + 22:Q1:1.5 + 11:Qi:0.9 + φ n.li.
14	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 2:Q1:1.5 + 22:Qi:0.75 + φ n.re.
15	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + 22:Qi:0.75 + φ n.li.
17	ständig/vorübergehend	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 6:Q1:1.5 + φ n.li.
25	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 23:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + 22:Qi:2.3 + φ n.li.
26	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 23:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + 22:Qi:2.3 + φ n.re.
31	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 23:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + φ n.li.
32	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 23:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + φ n.re.
33	außergewöhnlich	1:G:1.0 + 21:G:1.0 + 11:Q1:0.2 + 12:Qi:2.3 + φ n.li.

Anzahl der gebildeten und untersuchten Lastfallkombinationen: 790



Position: Korr. Montagestoß IPE 450

Stirnplattenstoß (x64) SPS+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

Grundparameter

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

Nachweisverfahren : Komponentenmethode
Tragwerksberechnung : plastisch

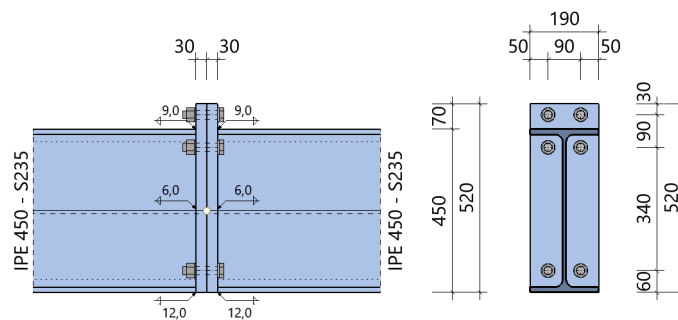
Komponentenmethode : vertikal 2-reihig
ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte
Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen
Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen
 F_{tRd} Versagensart 1 Standardverfahren
Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe $f = 0.50$

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

Schweißnaht : vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

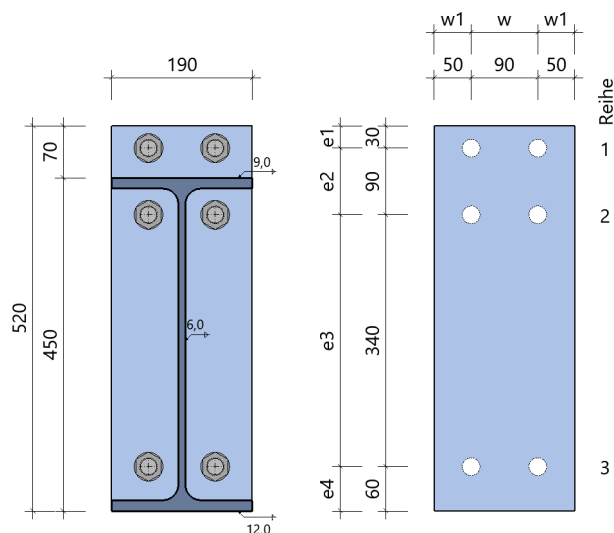
System

Systemgrafik 2D





Detailgrafik Stirnplatte



Modell : Stirnplattenstoß

Trägerneigung 0.0°

Schrauben :

6 x M22 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _o mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	IPE 450	S235	450	190	15	9	21	190	15

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d _o mm
Stirnplatte	M22	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	24.0

Stirnplatte

Material	Abstand OK Platte zu OK Träger a mm	Abmessungen			Schweißnaht		
		h mm	b mm	t mm	a _{wf,o} mm	a _{wf,s} mm	a _{wf,u} mm
S235	70	520	190	30	9.0	6.0	12.0

Schraubenanordnung Stirnplatte - 2 x 3 = 6 Schrauben M22 - 10.9 (rohe Schraube)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm
50	90	50	30	90	340	60

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

Situation	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
A	-95.8	123.1	-307.67

Bemessungssituationen

Situation	Beschreibung	γ _{M0}	γ _{M1}	γ _{M2} Querschnitt	γ _{M2} Anschluss
A	außergewöhnlich	1.00	1.00	1.15	1.25

Ergebnisse - Komponentenmethode für negatives Moment**Anschlusschnittgrößen**

Stelle	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-95.8	123.1	-307.67

$$N_d < 0.05 \cdot N_{pld} = 116.1 \text{ kN}$$

Schraubenstatus in Stirnplatte

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

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} (M _{pl}) kNm/m	min(F _{t,Rd} ,B _{t,Rd}) kN
1	1	30.0	30.0	29.8	30.0	52.88	218.2
2	1	50.0	50.0	33.5	41.9	52.88	218.2

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

effektive Längen, cp kreisförmig - Versagensmodus 1

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l _{eff} einzel mm	l _{eff} Gruppen		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm
1	1	183.7	-	-	-
2	2	210.6	-	-	-

**effektive Längen, nc nichtkreisförmig - Versagensmodus 1 und 2**

T-Stummel Nr	Schraubenreihen Nr	l _{eff} einzel mm	l _{eff} Gruppen			Steifeneinfluß		
			Ende oben mm	Mitte mm	Ende unten mm	λ ₁	λ ₂	α
1	1	95.0	-	-	-	-	-	-
2	2	240.6	-	-	-	0.40	0.30	7.18

plastische Grenzzugkraft wirksamer Schraubenreihen, von OK Platte gezählt

Schraubenreihe Nr	T-Stummel Nr		F _{t,Rd} kN		Versagensmodus
	Gurt	Platte			
1	0	1	336.9	p)	Stirnplatte auf Biegung
2	0	2	436.3	p)	Schrauben auf Zug

p) : *p) ohne Abstützkräfte in Platte

globale Komponente Träger

Tränergurt	Querschnittsklasse	V _{pl,Rd} kN	M _{c,Rd} kNm	M _{c,Rd,red} kNm	F _{CF,Rd} kN
Druck	1	689.9	401.00	401.00	921.0

Momentenbeanspruchung Gesamtanschluss

h,druck mm	F _{tRd,zug,plastisch} kN	F _{CRd,zug,plastisch} kN	
512.7	773.2	773.2	
Ma _{Sd} kNm	Ma _{Rd,elastisch} kNm	Ma _{Rd,plastisch} kNm	η
286.81	222.65	333.98	0.86

zuerst versagende Komponente : Schrauben auf Zug

Querkraftbeanspruchung Gesamtanschluss**wirksame Schraubenreihen**

Reihe Nr	Randabstand		Lochabstand		Tragfähigkeit		
	e ₁ mm	e ₂ mm	e mm	e ₃ mm	k ₁ *α	V _{l,Rd} kN	V _{a,Rd} kN
3	460	50	340	90	2.50	950.4	242.4
Träger A _v mm ²	Träger V _{w,Rd} kN		V _{Ed} kN	V _{Rd} kN	η		
5082.4	689.6		123.1	242.4	0.51		

Nachweis Schweißnähte aus Teilschnittgrößen im Anschluss Träger-Stirnplatte

f _{vw,d} N/mm ²	Zuggurt (konstruktiv)		Steg		Druckgurt	
	erf. a _w mm	η	σ _w N/mm ²	η	σ _w N/mm ²	η
207.8	8.0	-	112.8	0.54	-177.8	0.85

**Rotationssteifigkeit unter Momentenbeanspruchung****Steifigkeitskoeffizienten wirksamer Schraubenreihen**

Reihe Nr	k_3 mm	k_4 mm	k_5 mm	k_{10} mm
1	-	87.078	87.078	5.771
2	-	135.954	135.954	5.771

Z_{eq} mm	k_{eq} mm	η	$S_{j,ini}$ kNm/rad	$S_{j,n}$ kNm/rad
441.4	10.306	3.00	421622.4	140540.8

Nachweis des Trägers nach Gl(6.2)

Qkl	N_d kN	N_{Rd} kN	η_N	$V_{z,d}$ kN	$V_{z,Rd}$ kN	η_{Vz}	$M_{y,d}$ kNm	$M_{y,Rd}$ kNm	η_{My}	η
1	-95.8	2321.8	0.04	123.1	689.6	0.18	-307.67	401.00	0.77	0.77

Zusammenfassung**Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen**

Verbindung N+M	$\eta = 0.86$	Tragfähigkeit M_{Rd}
Verbindung V	$\eta = 0.51$	Tragfähigkeit V_{Rd}
Verbindung Schweißnaht	$\eta = 0.85$	Stirnplatte Druckgurt
Querschnitt	$\eta = 0.77$	

**Position: Korr. Rahmenecke, links IPE 450**

Rahmenecken Stahl (x64) SRE+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

Grundparameter

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

Montagestoß
 Nachweisverfahren : Komponentenmethode
 Tragwerksberechnung : plastisch
 Komponentenmethode : vertikal 2-reihig

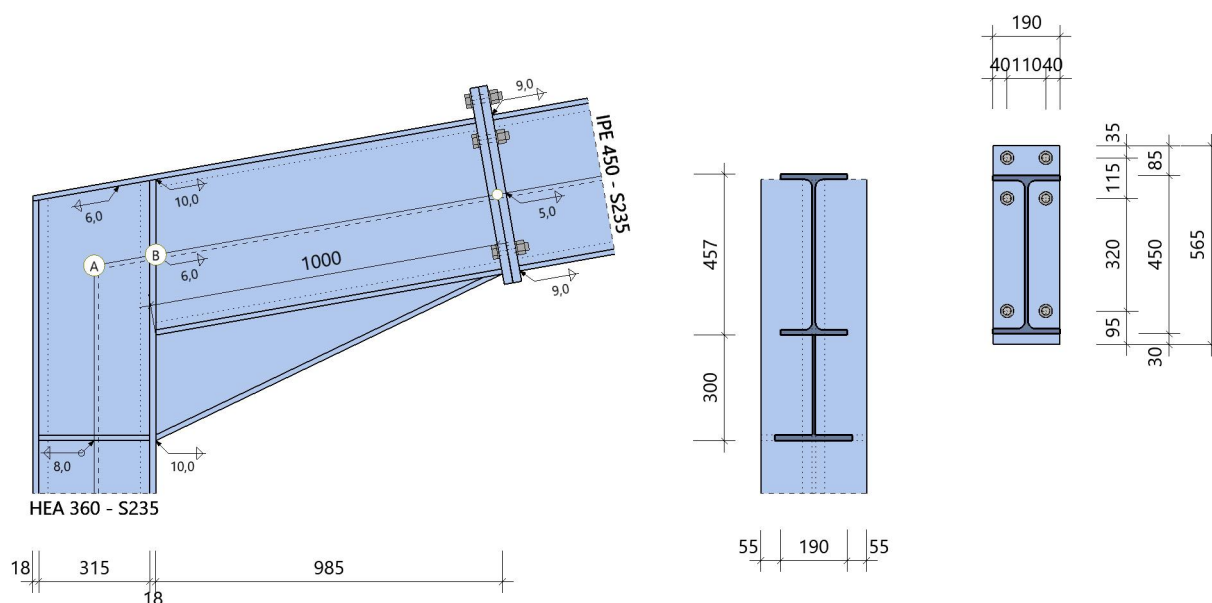
ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte
 Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen
 Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen
 F_{tRd} Versagensart 1 Standardverfahren
 Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe $f = 0.50$

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

Schweißnaht : vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Modell : einseitiger Träger an Stützenende
 Schrauben : Montagestoß im Träger rechts 6 x M22 - 10.9 (rohe Schraube)
 Trägerneigung 10.0°

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _o mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	IPE 450	S235	450	190	15	9	21	190	15
Stütze	HEA 360	S235	350	300	18	10	27	300	18

**Aussteifung**

Bauteil		l mm	h mm	t _s mm	b _f mm	t _f mm
Träger	Voute aus Eckblech mit Gurt - unten ^{v)}	1000	300	8	220	15

^{v)} der Innengurt der gekennzeichneten Voute wird im statischen Modell vernachlässigt.

Schweißnaht Anschluss Träger

	a _{wf,o} mm	a _{w,s} mm	a _{wf,u} mm
	10.0	6.0	10.0

Zuglasche am Träger

Material	Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht a _{w,s} mm
		l mm	b mm	t mm	
S235	verlängerter Obergurt	355	190	15	6.0

Steifen

Nr	im Bauteil	an Position	Art	b mm	l mm	t mm	c mm	a _{w,1,f} mm	a _{w,2,s} mm	a _{w,3,f} mm
2	Stütze	Aussteifungsgurt unten	Steifen	145	315	15	27	8.0	8.0	8.0

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d ₀ mm
Montagestoß im Träger rechts	M22	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	24.0

Montagestoß im Träger rechts - e_r = 1163 mm

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		85	565	190	25	9.0	5.0	9.0

e_r Abstand Stirnplattenstoß zum Schnitt der Systemachsen Stütze-Träger.

Schraubenanordnung Montagestoß im Träger rechts - 2 x 3 = 6 Schrauben M22 - 10.9 (r)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm
40	110	40	35	115	320	95

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

Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
P/T	Träger rechts	B	-98.1	135.6	-431.80
	Stütze unten ^{g)}	A	-150.6	-73.1	-455.90
	Montagestoß rechts	-	0.0	0.0	0.00

^{g)} : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten

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

B : Bezugspunkt im Anschnitt auf Stabachse 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 Anschluss - geschweißte Verbindung für negatives Moment**Anschlusschnittgrößen**

Stelle	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-73.1	150.6	-417.34

Zuglasche Anschluss an Träger

N _d kN	Querschnitt Lasche			Schweißnaht an Stützensteg		
	A mm ²	N _{Rd} kN	η	f _{w,d} N/mm ²	σ _w N/mm ²	η
539.4	277.4	651.9	0.83	207.8	169.6	0.82

Anschluss Träger an Stütze

Gurt	Querschnitt			Schweißnähte		
	F _{gurt} kN	σ N/mm ²	η	F _w kN	σ _w N/mm ²	η
Aussteifung unten	-670.5	-203.2	0.86	-670.5	-171.9	0.83
im	f _{w,d} N/mm ²			σ _w N/mm ²		
	V _{Ed} kN			η		
Trägersteg	207.8	150.6	19.4	0.09		

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h _w /t _w	A _v mm ²	V _{wp,Rd add} kN	d _s mm	M _{pl,fc,Rd} kNm	M _{pl,st,Rd} kNm	V _{wp,Ed} kN	V _{wp,Rd} kN	η
31.5	4920.0	26.2	756.0	7.51	2.38	525.7	626.9	0.84

**Aussteifung**

Seite	F kN	F _{Rd} kN	σ N/mm ²	η Voutengurt	N _{ki} kN	η Knicken	λ, ρ	ρ, Beulen	A _{eff,c} mm ²	η Beulen
unten	-670.5	775.5	-203.2	0.86	21000.6	0.03	0.30	1.00	1275.0	0.86

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	F _{Steifenpaar} kN	F _{1,Steife} kN	F _{2,Steife} kN	σ_v N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
2	-604.3	-226.3	-53.7	170.8	0.73	148.1	0.73

Steifenlose Lasteinleitung

Lasteinleitung in	λ	ρ, Beulen	b _{eff,c,w} mm	F _{c,w,Rd} kN	F kN	η
Träger (Aussteifung unten)	0.99	0.81	233.5	340.0	-181.3	0.53

Ergebnisse Montagestoß

Hinweis : **Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!**
Keine Schnittkräfte eingegeben!

Zusammenfassung**Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen**

Verbindung N+M	η	=	0.86	Gurt außen
Verbindung Schweißnaht	η	=	0.83	Gurt außen
Steife/Lasteinleitung	η	=	0.73	Schweißnaht
Aussteifung	η	=	0.86	
Schubfeld	η	=	0.84	
Zuglasche	η	=	0.83	Bauteil

Hinweis: Für den Montagestoß sind in keiner Lastfallkombination Schnittgrößen definiert!

**Position: Korr. Rahmenecke, rechts IPE 450**

Rahmenecken Stahl (x64) SRE+ 02/25 (FRILO R-2025-2/P07)

Grundparameter

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

Montagestoß
Nachweisverfahren : Komponentenmethode
Tragwerksberechnung : plastisch
Komponentenmethode : vertikal 2-reihig

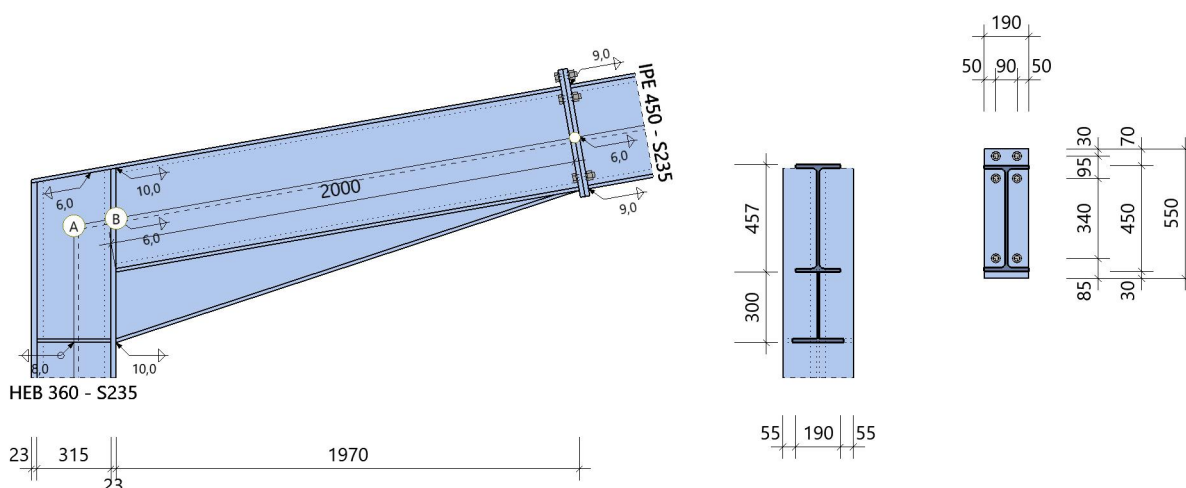
ohne Berücksichtigung großer Normalkräfte
Schrauben für N_{Rd} Zug ohne Einschränkung ansetzen
Abstützkräfte im T-Stummel untersuchen
 F_{tRd} Versagensart 1 Standardverfahren
Faktor Zugbereich für M_{Rd} Anschlusshöhe $f = 0.50$

Querkraft : nur über zugfreie Schrauben abtragen

Schweißnaht : V_{Rd} auf 50% vom Träger begrenzt
vereinfachter Nachweis über Teilschnittgrößen

System

Systemgrafik 2D



Modell : einseitiger Träger an Stützenende

Schrauben : Montagestoß im Träger rechts

Trägerneigung 10.0°

6 x M22 - 10.9 (rohe Schraube)

Querschnitte

Bauteil	Name	Material	h mm	b _o mm	t _o mm	t _s mm	r mm	b _u mm	t _u mm
Träger	IPE 450	S235	450	190	15	9	21	190	15
Stütze	HEB 360	S235	360	300	23	13	27	300	23

**Aussteifung**

Bauteil		l mm	h mm	t _s mm	b _f mm	t _f mm
Träger	Voute aus Eckblech mit Gurt - unten ^{v)}	2000	300	8	220	15

^{v)} der Innengurt der gekennzeichneten Voute wird im statischen Modell vernachlässigt.

Schweißnaht Anschluss Träger

	a _{wf,o} mm	a _{w,s} mm	a _{wf,u} mm
	10.0	6.0	10.0

Zuglasche am Träger

Material	Anordnung	Abmessungen			Schweißnaht a _{w,s} mm
		l mm	b mm	t mm	
S235	verlängerter Obergurt	366	190	15	6.0

Steifen

Nr	im Bauteil	an Position	Art	b mm	l mm	t mm	c mm	a _{w,1,f} mm	a _{w,2,s} mm	a _{w,3,f} mm
2	Stütze	Aussteifungsgurt unten	Steifen	144	315	15	27	8.0	8.0	8.0

Schrauben

im Bauteil	Bezeichnung	Festigkeit	Art	Vorspannung	Scherfuge	d ₀ mm
Montagestoß im Träger rechts	M22	10.9	rohe Schraube	ohne	Gewinde	24.0

Montagestoß im Träger rechts - e_r = 2163 mm

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
S235	70	550	190	20	9.0	6.0	9.0

e_r Abstand Stirnplattenstoß zum Schnitt der Systemachsen Stütze-Träger.

Schraubenanordnung Montagestoß im Träger rechts - 2 x 3 = 6 Schrauben M22 - 10.9 (r)

quer - Reihenabstand			längs - Schraubenabstände in der Reihe			
w1 mm	w mm	w1 mm	e1 mm	e2 mm	e3 mm	e4 mm
50	90	50	30	95	340	85

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

Situation	Schnittufer	Bezugspunkt	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
P/T	Träger rechts	B	-97.2	-126.3	-497.71
	Stütze unten ^{g)}	A	107.5	-117.7	-474.63
	Montagestoß rechts	-	0.0	0.0	0.00

^{g)} : markiertes Ufer ergibt sich aus dem Gleichgewicht am Knoten

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

B : Bezugspunkt im Anschnitt auf Stabachse 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 Anschluss - geschweißte Verbindung für negatives Moment**Anschlusschnittgrößen**

Stelle	N _d kN	V _{zd} kN	M _{yd} kNm
Schwerpunkt im lokalen System vom Anschnitt	-117.7	-107.5	-475.53

Zuglasche Anschluss an Träger

N _d kN	Querschnitt Lasche			Schweißnaht an Stützensteg		
	A mm ²	N _{Rd} kN	η	f _{w,d} N/mm ²	σ _w N/mm ²	η
597.5	277.4	651.9	0.92	207.8	187.9	0.90

Anschluss Träger an Stütze

Gurt	Querschnitt			Schweißnähte		
	F _{gurt} kN	σ N/mm ²	η	F _w kN	σ _w N/mm ²	η
Aussteifung unten	-743.2	-225.2	0.96	-743.2	-190.6	0.92
im	f _{w,d} N/mm ²			V _{Ed} kN		
	σ _w N/mm ²			η		
Trägersteg	207.8	-107.5	13.8	0.07		

Schubbeanspruchung im Stützensteg (Gl. 5.3 und 6.7)

Schlankheit h _w /t _w	A _v mm ²	V _{wp,Rd add} kN	d _s mm	M _{pl,fc,Rd} kNm	M _{pl,st,Rd} kNm	V _{wp,Ed} kN	V _{wp,Rd} kN	η
25.2	6056.3	37.1	756.5	11.66	2.38	581.8	776.6	0.75

**Aussteifung**

Seite	F kN	F _{Rd} kN	σ N/mm ²	η Voutengurt	N _{ki} kN	η Knicken	λ, ρ	ρ, Beulen	A _{eff,c} mm ²	η Beulen
unten	-743.2	775.5	-225.2	0.96	5834.4	0.13	0.30	1.00	1275.0	0.96

Steifen

Steifen Nr	Kraft			Querschnitt		Schweißnähte	
	F _{Steifenpaar} kN	F _{1,Steife} kN	F _{2,Steife} kN	σ_v N/mm ²	η	σ_w N/mm ²	η
2	-706.1	-264.4	-64.3	192.8	0.82	166.5	0.82

Steifenlose Lasteinleitung

Lasteinleitung in	λ	ρ, Beulen	b _{eff,c,w} mm	F _{c,w,Rd} kN	F kN	η
Träger (Aussteifung unten)	1.09	0.75	283.3	366.7	-105.9	0.29

Ergebnisse Montagestoß

Hinweis : **Es liegen keine Berechnungsergebnisse vor!**
Keine Schnittkräfte eingegeben!

Zusammenfassung**Maximale Ausnutzung aus allen Nachweisen**

Verbindung N+M	η	=	0.96	Gurt außen
Verbindung Schweißnaht	η	=	0.92	Gurt außen
Steife/Lasteinleitung	η	=	0.82	Schweißnaht
Aussteifung	η	=	0.96	
Schubfeld	η	=	0.75	
Zuglasche	η	=	0.92	Bauteil

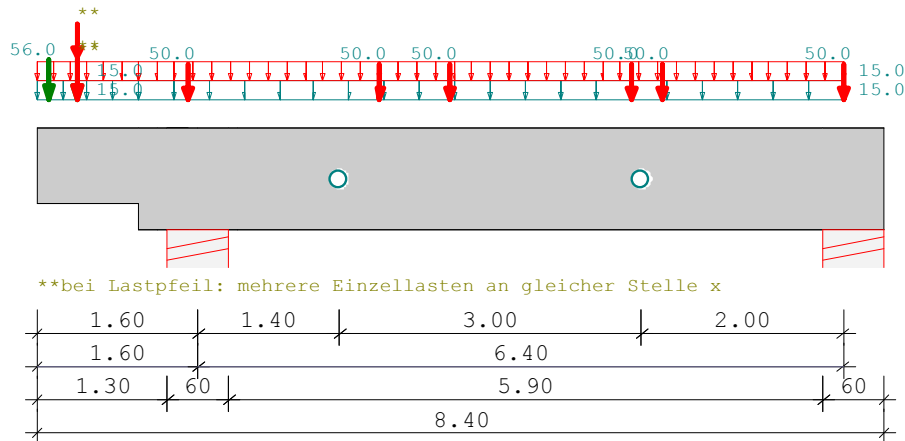
Hinweis: Für den Montagestoß sind in keiner Lastfallkombination Schnittgrößen definiert!

**Position: 913 Korr FT-Grundbalken 40/100 cm, C35/45**

Durchlaufträger DLT10 02/2022/D (FRILO R-2025-2/P07)

Maßstab 1 : 75

Verbindung Pfahlkopfplatte - Grundbalken zur Aufnahme
des Erddruckes mit Dorn d=28 mm oder Loch-Dollen-
Verbindung gem. ausführungsplanung

Stahlbetonträger C35/45 E = 34000 N/mm² DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

System	Länge		Querschnittswerte					
Feld	L (m)		bo	ho	b0	h0	bu	hu
Kragarm links	1	6.40	x = 0.00		40.0	100.0		
			x = 0.40		40.0	100.0		
			x = 6.40		40.0	100.0		
	1.60	x = 0.00		40.0	100.0			
		x = 0.10		40.0	100.0			
		x = 0.60		40.0	100.0			
		x = 0.60		40.0	75.0			
		x = 1.60		40.0	75.0			

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L	2=Einzellast bei a	3=Einzelmoment bei a	4=Trapezlast von a - a+b	5=Dreieckslast über L	6=Trapezlast über L
Typ EG Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
4 E	0.00	5.00	5.00	3.00	0.00	1.00	901
4 E _1	0.00	5.00	5.00	3.00	1.00	7.00	901
2 J	0.00	56.00	0.00	1.00	0.12		604
2 J	0.00	58.30	46.50	1.00	0.40		801
2 I	0.00	0.00	56.00	1.00	0.40		402
2 G 1_1	0.00	0.00	50.00	1.00	4.10		LKW



Trägerbezogene Lasten (kN,m)

Belastung (kN,m)	Lasttyp:	1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Typ EG Gr	VK	g_l/r	q_l/r	Fak.	Abst. Lb/Lc	ausPOS	Phi
2 G 1_1	0.00	0.00	50.00	1.00	5.90		LKW
2 G 2_1	0.00	0.00	50.00	1.00	1.50		LKW
2 G 2_1	0.00	0.00	50.00	1.00	3.40		LKW
2 G 4_1	0.00	0.00	50.00	1.00	8.00		LKW
2 G 4_1	0.00	0.00	50.00	1.00	6.20		LKW

In der Spalte Grp sind alternative Lasten so: '_1' gekennzeichnet

Eigengewicht des Steges ist mit Gamma = 25.0 kN/m³ berücksichtigt.

Einwirkungen:

Nr	Kl	Bezeichnung	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ
E	1	Lagerräume	1.00	0.90	0.80	1.50
G	2	30kN < Fahrzeuglast < 160kN	0.70	0.50	0.30	1.50
I	4	Windlasten	0.60	0.20	0.00	1.50
J	3	Schnee bis NN +1000m	0.50	0.20	0.00	1.50

Alle Einwirkungen werden als unabhängige betrachtet.

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

In den folgenden Tabellen steht am Ende der Zeilen ein Verweis auf die Nummer der zug. Überlagerung (siehe unten).

In Tabellen mit Gammafachen Schnittgrößen steht zusätzlich ein Verweis auf die Leiteinwirkung.

Ergebnisse für 1-fache Lasten

Feldmomente Maximum							(kNm , kN)
Feld		Mf	M li	M re	V li	V re	komb
1	x0 = 4.21	164.78	-182.09	0.00	155.33	-104.67	8
	x = 1.50	22.77		zug V =	117.83	117.83	8
	x = 4.50	153.75		zug V =	-57.17	-57.17	8

Stützmomente Maximum						(kNm , kN)	
Stütze	M li	M re	V li	V re	max F	min F	komb
1	-326.59	-326.59	-319.30	166.97	486.27	260.25	9
2	0.00	0.00	-104.67	0.00	137.49	29.33	8



Auflagerkräfte						(kN)
Stütze	aus g	max q	min q	Vollast	max	min
1	260.25	226.02	0.00	.	486.27	260.25
2	51.55	85.94	-22.22	.	137.49	29.33
Summe:	311.80	311.95	-22.22	.	623.75	289.58

Es gibt alternative Lasten, daher keine Ergebnisse für Vollast.

Auflagerkräfte					(kN)	
EG	Stütze 1		Stütze 2			
	max	min	max	min		
g	260.3	260.3	51.5	51.5		
E	65.6	0.0	48.0	-3.0		
G	86.7	0.0	85.9	0.0		
I	66.5	0.0	0.0	-10.5		
J	55.2	0.0	0.0	-8.7		
Sum	534.3	260.3	185.5	29.3		

Ergebnisse für γ -fache LastenTeilsicherheitsbeiwert $\gamma_G \cdot K_{Fi} = 1.35$ über Trägerlänge konstant

EN 1991-1-1:2002 3.3.1 2(P) ist berücksichtigt.

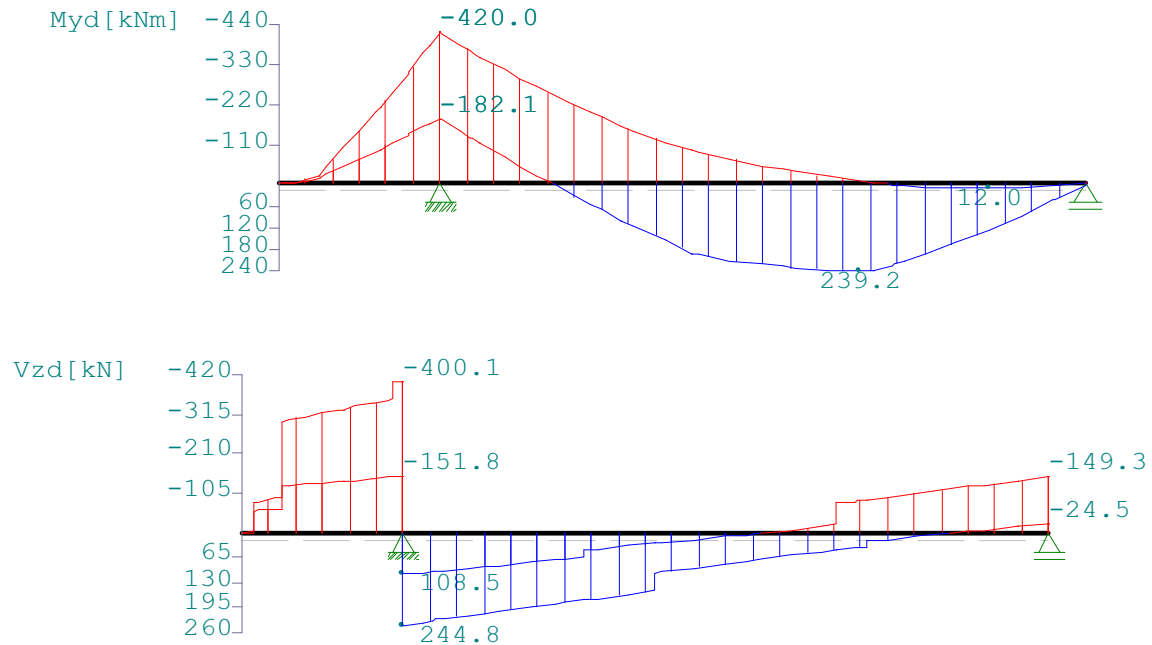
Feldmomente Maximum							(kNm , kN)	
Feld		Mfd	Mdli	Mdre	V li	V re	komb	
1	x0 =	4.20	239.24	-245.82	0.00	216.72	-149.28	G 8
	x =	1.50	57.93		zug V =	141.26	141.26	G 8
	x =	4.50	222.71		zug V =	-85.15	-85.15	G 8

Stützmomente Maximum							(kNm , kN)	
Stütze		Mdli	Mdre	Vdli	Vdre	max F	min F	komb
1		-420.00	-420.00	-400.08	211.36	611.44	260.25	J 9
2		0.00	0.00	-149.28	0.00	198.50*	24.52*	G 8

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



Maßstab 1 : 75



Bemessung DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.164

C35/45 B500A normalduktil

Betondeckung: $c_v = 5.5 \text{ cm} \geq \text{erf } c_v$ Bewehrungslage: $d_o = 15.0 \text{ cm}$ $d_B = 10$ $d_S = 20$ $d_u = 7.5 \text{ cm}$ $d_B = 10$ $d_S = 20$

Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.

Die Duktilitätsbewehrung nach 9.2.1.1 ist in erf A_s enthalten.Kriechbeiwert: $\varphi = 2.28$ $\epsilon_{cs} = 0.38 \text{ ‰}$ $h_0 = 22.50 \text{ cm}$ Alle Auflager gleich : Beton $b = 60.0 \text{ cm}$

Mindeststützmomente nicht berücksichtigt

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) $f_{ctm} = 3.21 \text{ N/mm}^2$

Q.Nr.	min M_u (kNm)	erf A_s (cm ²)	min M_o (kNm)	erf A_s (cm ²)	
1	214.00	5.14	-214.00	5.59	40.0/100.0
2	120.37	3.96	-120.37	4.46	40.0/75.0



Feldbewehrung									
Feld Nr.	x (m)	Myd (kNm)	min Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	komb	
Krli	1.00	-212.1	-212.1	60.0	0.10	0.0	8.1	J	2
	1.00	-212.5	-212.5	85.0	0.06	0.0	5.6	J	5
1	4.20	239.2		92.5	0.06	5.8	0.0	G	8
	0.96	-267.9	-267.9	85.0	0.07	0.0	7.1	J	5
	1.50	57.9	57.9	92.5	0.03	5.1	0.0 *	G	8
	1.50	-196.6	-196.6	85.0	0.06	0.0	5.6 *	J	5
	4.50	222.7	222.7	92.5	0.06	5.4	0.0	G	8

* Mindestbewehrung nach DIN EN 1992-1 9.2.1.1 (1)

Am ersten Auflager sind mindestens 7.9 cm² zu verankern.

Am letzten Auflager sind mindestens 5.1 cm² zu verankern.

Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Stützbewehrung DIN EN 1992:2013 5.5

Stütze Nr.	x (m)	Myd (kNm)	Bem. Myd (kNm)	d (cm)	kx	Asu (cm ²)	Aso (cm ²)	komb	
1 li	0.30	-418.8	-313.0	85.0	0.08	0.0	8.3	J	5
1 re	0.30	-418.8	-368.3	85.0	0.09	0.0	9.8	J	5
2 li	0.00	0.0							1

Querkraftbewehrung B500A DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 6.2

Stütze Nr.	Abst (m)	kz	VEd (kN)	Θ (°)	VRd,c (kN)	VRd,max (kN)	a_max (cm)	asw (cm ² /m)	komb
1 li	0.60	0.84	-327.3	19.6	98.4	947.5			J 2
1 li	0.60	0.84	-276.3#	19.6	98.4	947.5	30.0	4.5	J 2
1 li	1.15	0.84	-298.2	19.6	98.4	947.5		~	J 2
1 li	1.15	0.84	-247.3#	19.6	98.4	947.5	30.0	4.1~	J 2
1 *	1.59	0.84	-0.5	19.6	98.4	947.5	30.0	4.1~	E 2
1 re	1.15	0.89	197.8	18.4	109.3	1347.7	30.0	4.1~	E 12
1 *	2.00	0.90	169.1	18.4	97.0	1481.5	30.0	4.1~	E 12
2 li	1.13	0.90	-111.3	18.4	97.0	1481.6	30.0	4.1~	G 8
2 *	2.05	0.90	-80.1	18.4	97.0	1481.5	30.0	4.1~	G 8

Ved mit # -> abgeminderte Einzellast

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung

Der max. Bügelabstand wird mit $\Theta \geq 40^\circ$ ermittelt (Heft

525 DAfStb).



Aussparung Nr 1 : in Feld 1 Kreis d = 20.0 cm

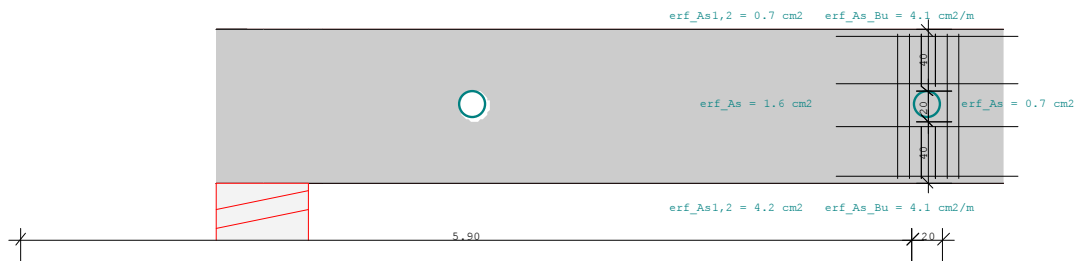
Nachweis nach Heft 399 DAfStb S. 43 ff

Abstand bis Achse a = 4.400 m

Abstand der Gurte z = 60.0 cm

Der Einfluß von Einzellasten und -momenten im Bereich der Aussparung ist ggf. zusätzlich nachzuweisen.

Maßstab 1 : 50



Myd = 231.1 kNm	Ved = 81.8 kN	(max M / zug V)
Myd = -1.0 kNm	Ved = 25.5 kN	(min M / zug V)
Myd = 231.1 kNm	Ved = 81.8 kN	(max V / zug M)

Druckgurt oben :	d0 = 40.0 cm	Ved = 57.3 kN (VRd,max=277)
Myd = 5.7 kNm	d1 = 15.0 cm	VRd,c = 54.0 kN
Nd = -385.1 kN		Theta = 18.435 kz = 0.62
erfAs1 = erfAs2 = 0.7 cm²		erfasB = 4.1 cm²/m

Zuggurt unten :	d0 = 40.0 cm	Ved = 24.5 kN (VRd,max=684)
Myd = 2.5 kNm	d1 = 7.5 cm	VRd,c = 14.6 kN
Nd = 385.1 kN		Theta = 45.000 kz = 0.71
erfAs1 = erfAs2 = 4.2 cm²		erfasB = 4.1 cm²/m

Zuggurt oben :	d0 = 40.0 cm	Ved = 7.7 kN (VRd,max=277)
Myd = 0.8 kNm	d1 = 15.0 cm	VRd,c = 7.3 kN
Nd = 1.6 kN		Theta = 18.435 kz = 0.62
erfAs1 = erfAs2 = 0.0 cm²		erfasB = 4.1 cm²/m

Druckgurt unten :	d0 = 40.0 cm	Ved = 17.9 kN (VRd,max=411)
Myd = 1.8 kNm	d1 = 7.5 cm	VRd,c = 4.7 kN
Nd = -1.6 kN		Theta = 18.435 kz = 0.71
erfAs1 = erfAs2 = 0.0 cm²		erfasB = 4.1 cm²/m

Aufhängebewehrung:

ZQ_1 = 68.1 kN erf_Asv.li = 1.6 cm²

ZQ_2 = 29.2 kN erf_Asv.re = 0.7 cm²

nach 'Leonhardt' je Seite mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

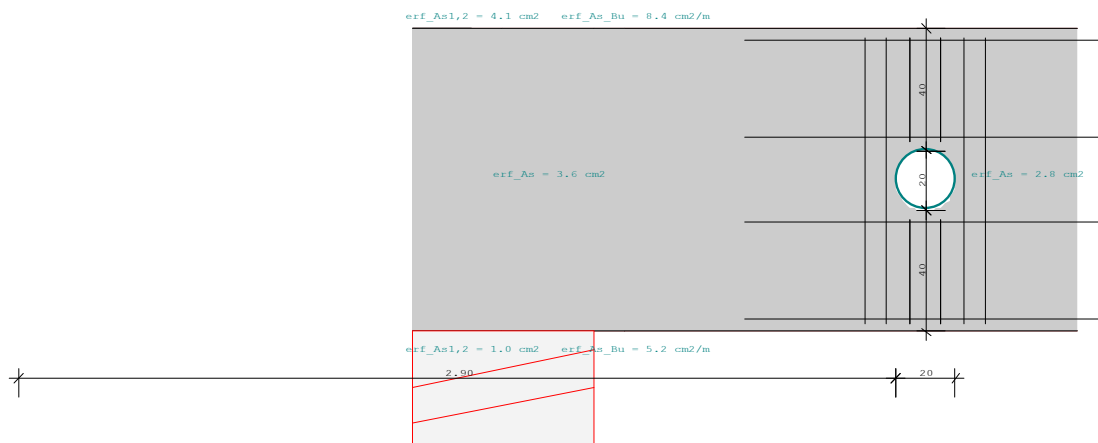


$$ZQ_3 = 65.4 \text{ kN} \quad \text{erf}_{\text{Asv.re}} = 1.5 \text{ cm}^2$$

Aussparung Nr 2 : in Feld 1 Kreis d = 20.0 cm

Nachweis nach Heft 399 DAfStb S. 43 ff
 Abstand bis Achse a = 1.400 m
 Abstand der Gurte z = 60.0 cm

Maßstab 1 : 25



Myd = 43.7 kNm	Ved = 143.8 kN	(max M / zug V)
Myd = -209.1 kNm	Ved = 126.2 kN	(min M / zug V)
Myd = -74.8 kNm	Ved = 189.3 kN	(max V / zug M)

Druckgurt oben :	d0 = 40.0 cm	Ved = 100.7 kN (VRd,max=335)
Myd = 10.1 kNm	d1 = 15.0 cm	VRd,c = 19.9 kN
Nd = -72.8 kN		Theta = 23.265 kz = 0.62
erfAs1 = erfAs2 = 0.1 cm ²		erfasB = 6.4 cm ² /m

Zuggurt unten :	d0 = 40.0 cm	Ved = 43.1 kN (VRd,max=594)
Myd = 4.3 kNm	d1 = 7.5 cm	VRd,c = 25.7 kN
Nd = 72.8 kN		Theta = 45.000 kz = 0.61
erfAs1 = erfAs2 = 1.0 cm ²		erfasB = 4.1 cm ² /m

Zuggurt oben :	d0 = 40.0 cm	Ved = 56.8 kN (VRd,max=461)
Myd = 3.8 kNm	d1 = 15.0 cm	VRd,c = 36.5 kN
Nd = 348.4 kN		Theta = 45.000 kz = 0.62
erfAs1 = erfAs2 = 4.1 cm ²		erfasB = 8.4 cm ² /m

Druckgurt unten :	d0 = 40.0 cm	Ved = 132.5 kN (VRd,max=466)
Myd = 8.8 kNm	d1 = 7.5 cm	VRd,c = 39.4 kN
Nd = -348.4 kN		Theta = 21.435 kz = 0.71
erfAs1 = erfAs2 = 0.6 cm ²		erfasB = 5.2 cm ² /m



Aufhängebewehrung:

ZQ_1 = 157.7 kN erf_Asv.li = 3.6 cm²

ZQ_2 = 119.8 kN erf_Asv.re = 2.8 cm²

nach 'Leonhardt' je Seite mindestens für $0,8 \cdot \max Q$ bemessen:

ZQ_3 = 151.5 kN erf_Asv.re = 3.5 cm²

In der folgenden Tabelle sind die Lasten mit der internen Numerierung angegeben. Die anschließende Tabelle der gerechneten Kombinationen referenziert auf diese Nummern.

Belastung (kN,m)				Lasttyp:		1=Gleichlast über L 3=Einzelmoment bei a 5=Dreieckslast über L			2=Einzellast bei a 4=Trapezlast von a - a+b 6=Trapezlast über L		
Nr.	Feld	Typ	Grp	g1	q1	g2	q2	Faktor	Abstand	Länge	
3	1	4	E10_1	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	0.00	6.40	
7		2	G 1_1	0.00	50.00			1.00	2.50		
8		2	G 1_1	0.00	50.00			1.00	4.30		
10		2	G 2_1	0.00	50.00			1.00	1.80		
11		2	G 4_1	0.00	50.00			1.00	6.40		
12		2	G 4_1	0.00	50.00			1.00	4.60		
Kragarm											
1	Krli	4	E 6	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	0.00	1.00	
2		4	E 9_1	5.00	5.00	5.00	5.00	3.00	1.00	0.60	
4		2	J 5	56.00	0.00			1.00	0.12		
5		2	J 7	58.30	46.50			1.00	0.40		
6		2	I 8	0.00	56.00			1.00	0.40		
9		2	G 2_1	0.00	50.00			1.00	1.50		

In der Spalte Grp sind alternative Lasten so: '_1' gekennzeichnet

Gerechnete Kombinationen aus 12 Lasten

Last	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1	.	x	.	x	x	.	.	.	x	x	x	x	.	x	x
2	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.
3	.	.	x	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	x	.	.	x	x	.	.	x	x	x	x	.	.	.



Gerechnete Kombinationen aus 12 Lasten

Last	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15
6	.	x	.	.	x	x	.	.	x	x	x	x	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	x	.	.	.	x	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	x
10	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.	.	.	.	x
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.	x	.	.

Last K16 K17 K18

	g	g	g
1	x	x	x
2	.	.	.
3	x	.	.
4	.	.	.
5	.	.	.
6	.	.	.
7	.	.	x
8	.	.	x
9	.	.	.
10	.	.	.
11	.	x	.
12	.	x	.

Die vorstehenden Kombinationen werden wie folgt bearbeitet:
Beim Nachweis der Tragsicherheit werden die ständigen Lasten
alle gleichzeitig alternierend mit $\gamma_G = 1,00 / 1,35$ beaufschlagt.
Wenn in einer Kombination p-Lasten aus unterschiedlichen Einwirkungen
vorhanden sind, dann wird jeweils untersucht, welche Einwirkung die
Leiteinwirkung ist.
Die Auswirkung der Lasteinwirkungsdauer wird ebenfalls geprüft.



Pos. 920 Pfahlgründung

Gew. Vollverdränger-Bohrpfahl nach DIN 12699 d = 0,50 m.

Einzelnachweis erfolgt durch Hersteller nach Bestätigung der Bodenkennwerte

Für die Vorbemessung der Bohrpfähle folgende Bodenkennwerte verwendet.

2,70 mNN bis -2,30 mNN Aufschüttung, locker gelagert, $q_c=3.000 \text{ kN/m}^2$

-2,30 mNN bis -10 mNN Sand, mitteldicht, $q_c=10.000 \text{ kN/m}^2$

Diese Annahmen sind durch ergänzende Bodenuntersuchungen zu bestätigen.

Der Nachweis der inneren und äußeren Tragfähigkeit der Pfähle ist nach Vorliegen entsprechender Bewertungen durch den Hersteller zu führen.

Als Mindestbewehrung ist nach Rücksprache mit dem Prüfenieur nach ZTV TB 2022

4.1.4 mindestens 8d16mm und Wendelbewehrung d8 mm vorzusehen.

Die Pfahllängen betragen zwischen 8 m und 9,50 m ab Geländeoberkante.

Die Absetzkote beträgt zwischen -5,30 mNN und 6,30 mNN.

Zusammenstellung der Pfahllasten

Achse A'

21 Pfähle mit $V_{ed} = 611 \text{ kN}$ aus Pos 913 Korr. A1

$F_k =$ aus Erddruck Pos. 604

$(12,47+6,45) \cdot 3,0 \text{ m} / 2 \text{ Pfähle} = 19 + 10 \text{ kN}$

Achse B'

21 Pfähle mit $204,93 \text{ kN}$ aus Pos. 913 A2

$241,61 \text{ kN}$ aus Pos. 912A1

$V_{ed} = 446,56 \text{ kN}$

$F_k =$ aus Erddruck Pos. 604

$(12,47+6,45) \cdot 3,0 \text{ m} / 2 \text{ Pfähle} = 19 + 10 \text{ kN}$



Achse B"

21 Pfähle mit 82,20 kN aus Pos. 911 A1
 241,61 kN aus Pos 912 wie A1
Ved= 323,75 kN

Achse C/Zwischenachsen 1-1

11 Pfähle mit Ved = 920 kN aus Pos. 911A2

Achse C Hauptachsen 2-11

11 Pfahlkopf-Grundbalken, Pos 914, mit je 2 Pfählen

Konstruktiv je 1 Pfahl in den Giebelachsen 1+12

22 +2 Pfähle mit $62,7 \cdot 1,35 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 46,5 = 126,5$ kN aus Pos. 801Korr. Rechts
 920,00 kN aus 911 A2
 $85,6 \text{ kN} \cdot 1,5 = 128,4 \text{ kN}$ aus 402A2
Ved= $1.175/2 = 587 \text{ kN}$

Zusammenstellung Pfahlmassen

11 Pfähle d=50 cm mit je 9,50 m Einbindelänge

$21 + 21 + 21 + 22 \cdot 2 + 2 = 107$ Pfähle d=50 cm mit je 8 m Einbindelänge

Bewehrungstahlmenge ca. 15 kg/m B 500 A ($15 \cdot (11 \cdot 9,5 + 107 \cdot 8) = \text{ca. } 15 \text{ to.}$

Zusammenstellung der Horizontallasten



Aus Erddruck

Je Pfahlachse $3 \text{ m} * (12,47 + 6,45) = 37,41 + 19,35 \text{ kN}$

Aus Wind

Im Endzustand erfolgt eine Lastverteilung der Windlasten aus der Rahmenachse in die Pfahlachsen. Die Rahmen werden erst ausgebaut, wenn die Bodenplatte Pos. 901 vollflächig erstellt ist.

je Pfahlachse aus Pos. 801, Lf 10 $12,4 + 15,9 = 28,3 \text{ kN}$

je Pfahl $F_d = (37,41 * 1,35 + 19,35 * 1,5 * 0,90 + 28,3 * 1,50) / 4 \text{ Pfähle} = 29 \text{ kN/Pfahl}$

Pfahl-Bemessungslast $F_d = 19 * 1,35 + 10 * 1,5 = 40,65 \text{ kN} > 29 \text{ kN/Pfahl}$.

Es sind ausreichend Lastreserven in der Bemessung der Pfähle berücksichtigt.



Seite 291 bis 334

aufgestellt, Kiel 10. Mai 2026



STRUKTUR+FESTIGKEIT
Ingenieurgesellschaft mbH

Esmarchstraße 64
24105 Kiel

Tel.: 0431 260 910-0

Fax: 0431 260 910-11

E-Mail: info@sf-ingenieure.de

www.sf-ingenieure.de

Conrad Hansen