Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bericht

gruner

Auftraggeber

BLT Baselland Transport AG
Grenzweg 1
4104 Oberwil

12.602.06

Auftragsbezeichnung

BLT Linie 10/17, Gesamterneuerung Leimental
Auflageprojekt
Haltestelle Binningen Schloss - Perrondächer

Berichttitel

Statische Berechnung

Projektverfasser Gruner AG		Bauherrschaft BLT Baselland Transport AG	
Signiert von: 52C780866929453...	Signiert von: 8FC4FA537D2E49A...	DocuSigned by: 12B2990D6C90422...	DocuSigned by: E932A2C7A837447...
Bernhard Senn	Urs Willimann	Reto Rötzler	Fabiano Rosa

Verfasser

Luis Mutter
Eva-Maria Rees

Bestandsbauwerke Nordwestschweiz
Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199
CH-4020 Basel
T +41 61 317 61 61
www.gruner.ch

Auftragsnummer
E2402020.001

Datum
31. Juli 2026

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	**Einleitung**	**5**
2	**Grundlagen**	**6**
2.1	Normen, Richtlinien, Literatur	6
2.2	Bemessungsprogramm	6
3	**Tragwerkskonzept**	**6**
4	**Baustoffe**	**8**
5	**Einwirkungen**	**8**
5.1	Ständige Einwirkungen	8
5.2	Veränderliche Einwirkungen	9
5.3	Aussergewöhnliche Einwirkungen	18
6	**Nachweis Dach 1 sowie Dach 2: Holzbalkendach**	**19**
7	**Nachweis Dach 1: Rahmen Regelbereich**	**20**
7.1	Statisches System	20
7.2	Schnittgrössen	20
7.3	Bemessung Profile Dachträger HEB220	23
7.4	Bemessung Profile Kreuzstütze	24
7.5	Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze	26
7.6	Verformungen Kragarm Dachträger	31
7.7	Bemessung Fundament	32
7.8	Detailnachweise: Anschluss Kreuzstützenfuss an Fundament	43
8	**Nachweis Dach 1: Rahmen FLM: 17.075 (M1) sowie 17.076 (M2)**	**44**
8.1	Statisches System	44
8.2	Schnittgrössen	44
8.3	Bemessung Profile Dachträger HEB220	47
8.4	Bemessung Profile Kreuzstütze	48
8.5	Detailnachweise: Anschluss FLM an Dachkonstruktion	50
8.6	Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze	54
8.7	Verformung	55
8.8	Bemessung Fundament	57
8.9	Detailnachweise: Anschluss Kreuzstütze an Fundament	76
9	**Nachweis Dach 2: Einfeldträger mit beidseitigen Kragarmen**	**77**
9.1	Statisches System sowie Nachweisstellen	77
9.2	Schnittgrössen	78
9.3	Bemessung Profile Dachträger HEB220	81
9.4	Detailnachweis Stoss HEB220	82
9.5	Anschluss: Dachrand an HEB 220	83
9.6	Detailnachweis: Dachrand an HEB 220 biegesteif	83
9.7	Bemessung Profil Stütze Regelbereich	87
9.8	Bemessung Profil Stütze FLM	89

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.9 Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze Regelbereich 91
9.10 Detailnachweise: Anschluss FLM an Dachkonstruktion 96
9.11 Verformung 102
9.12 Bemessung Fundament (siehe Anhang C) 105
9.13 Detailnachweise: Anschluss Kreuzstütze an Fundament 107

10 Unterschriften 116

Anhang A –Tragwerksskizzen
Anhang B – Bemessung Fundamentanschlüsse Stützen Dach 2
Anhang C – Bemessung Mikropfahl-Fundation Dach 2
Anhang D – Lasten Fahrleitungsmasten
Anhang E – Detail Bemessungen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
0		Gruner AG	31.07.2026	

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

1 Einleitung

Die vorliegende statische Berechnung umfasst das Projekt «BLT BehiG L10/17 Gesamterneuerung Leimental – Haltestelle Binningen Schloss» - Objekte Perrondächer. Für die Haupthaltestelle Binningen Schloss werden zwei neue Perrondächer geplant. Der aktuelle Projektstand wird in jeder Projektphase in die jeweils erforderlichen Dokumente – insbesondere die Nutzungsvereinbarung, die Projektgrundlagen sowie die statischen Berechnungen – integriert und fortgeschrieben.

Betreffend Grundlagen, Projektrelevante Bedingungen, Allgemeines, Nutzung wird auf die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis vom Stand 31.07.2026 verwiesen.

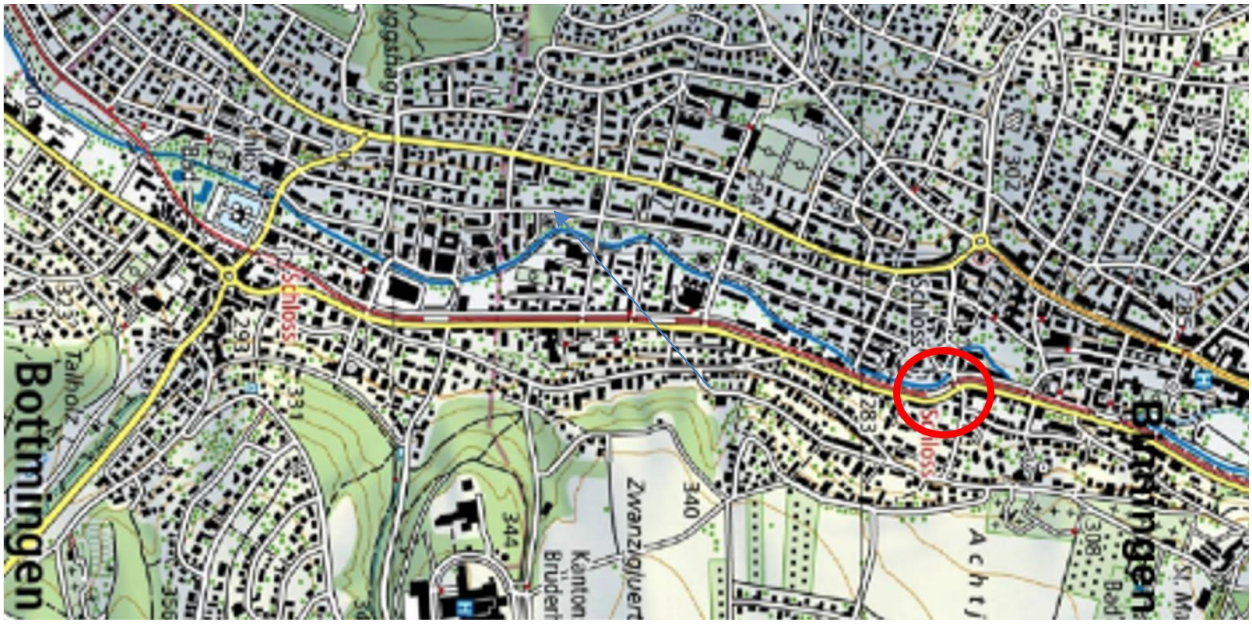


Abbildung 1: Allgemeine Situation Haltestelle Binningen Schloss Perrondächer

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

2 Grundlagen

2.1 Normen, Richtlinien, Literatur

> Normenreihe für die Projektierung von Neubauten SIA 260ff; daraus speziell:

- SIA 260: "Grundlagen der Projektierung von Tragwerken" (2013)
- SIA 261: "Einwirkungen auf Tragwerke" (2020)
- SIA 262: "Betonbau" (2025)
- SIA 263: "Stahlbau" (2022)
- SIA 267 "Geotechnik" (2013)

2.2 Bemessungsprogramm

> AxisVM 8 von Ingware AG, Seestrasse 78, CH-8703 Erlenbach

> IDEA StatiCa 25.0 von IDEA StatiCa Deutschland GmbH, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 13, D-44227 Dortmund

> DC-Grundbaustatik 23.2.3 von Ingware AG, Seestrasse 78, CH-8703 Erlenbach

3 Tragwerkskonzept

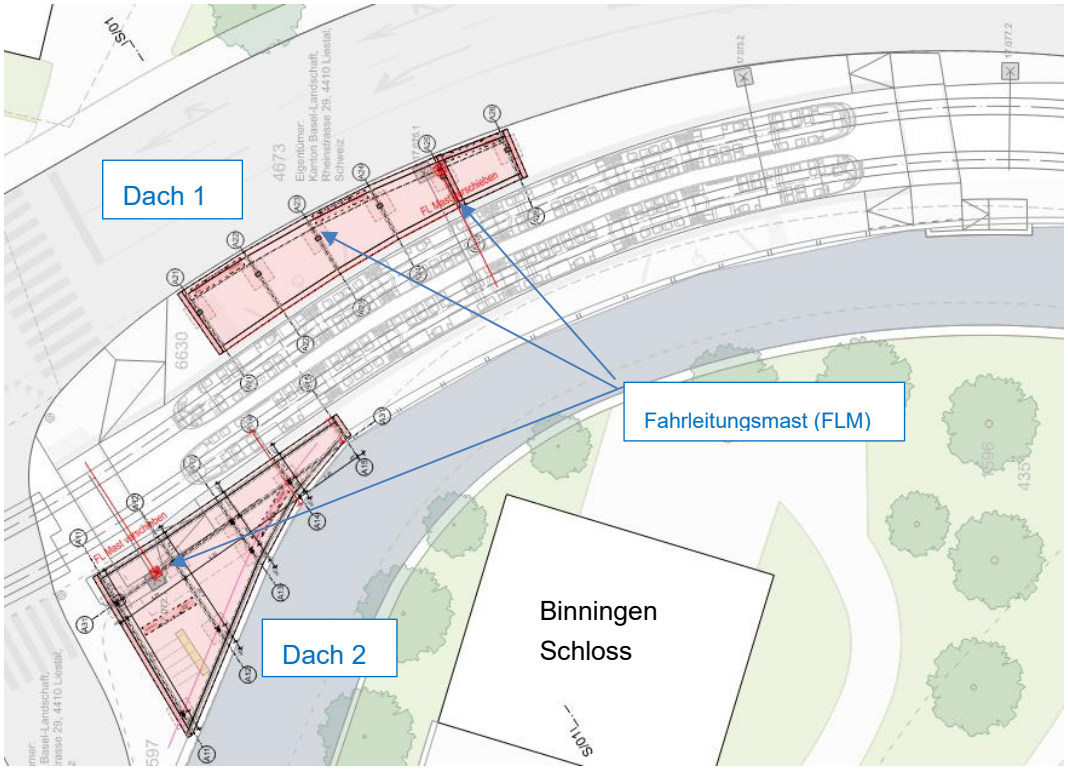


Abbildung 2: Übersicht: Haltestelle Binningen Schloss (Quelle Plannr. 51.1.1 Bachelard Wagner Architekten AG BSA vom 09.07.2025)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Mit Perrondach 1 wird das Perron im zentralen Wartebereich überdacht. Perrondach 2 befindet sich ausserhalb des zentralen Wartebereichs. Die neuen Perrondächer weisen eine Länge zwischen 18.0 m bis 25.5 m auf bei einer Breite zwischen ca. 1.6 m bis 10.8 m und einer Höhe von ca. 3.3 m.
Das Perrondach besteht aus einer kombinierten Stahl- und Holzkonstruktion. Zwischen den Hauptträgern spannen Sekundärträger aus Holz auf einer Länge von ca. 4.8 m parallel zur Fahrtrichtung. Das Haupttragsystem besteht aus Stahlträgern, die mit den eingespannten Stahlstützen mit Kreuzquerschnitt biegesteif verbunden sind.

Die Rahmen des Perrondach 1 (Fahrtrichtung Basel) bestehen aus dem beidseitig auskragenden Hauptträger und einer Stütze. Die Auskragungen sind im Bereich von 1.3 m - 2.0 m.

Die Stützen werden in den vor Ort erstellten Fundamenten eingespannt.

Die Rahmen des Perrondachs 2 (Fahrtrichtung Rodersdorf) bestehen aus dem beidseitig auskragenden Hauptträger und einer oder zwei Stützen. Ausserdem gibt es einen Stahlrahmen in Längsrichtung, der eine Auskragung am südlichen Ende erlaubt. Die Spannweiten der Hauptträger sind zwischen 2.5 m und 7.5 m.

Die Stützen werden in den vor Ort erstellten Einzelfundamenten auf jeweils 4 Mikropfählen eingespannt. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zur bestehenden Bachmauer wird eine Gründung auf Mikropfähle priorisiert. Diese sollen die vertikalen und horizontalen Auflagerkräfte, sowie die Auflagermomente der Stützen aufnehmen können. Damit die Bachmauer nicht zusätzlich beansprucht wird, werden die vertikalen, in unmittelbarer Nähe zur Bachmauer stehenden Mikropfähle über die ersten 5 m mit einer Rohrhülse vorgesehen.

Auf den Haupt- und Sekundärträgern liegen 3-Schichtplatten aus Holz und darauf folgt eine 3-lagige Abdichtung. Anschliessend folgen eine Drainagebahn, Wurzelschutzbahn und eine Substratschicht mit extensiver Begrünung. Für die Gewährleistung der Entwässerung der Dachflächen zu den Stützen, werden Gefällskeile aus Holz unterlegt.

Die Perrondächer werden in die Kategorie H (nichtbegehbare Dächer) gemäss SIA 261 eingeteilt und dürfen deswegen nur zu Unterhaltszwecken betreten werden.

Im Bereich der Perrondächer sind 3 Fahrleitungsmasten geplant, die in der Verlängerung der Dachstützen auf den Dachträgern befestigt werden.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

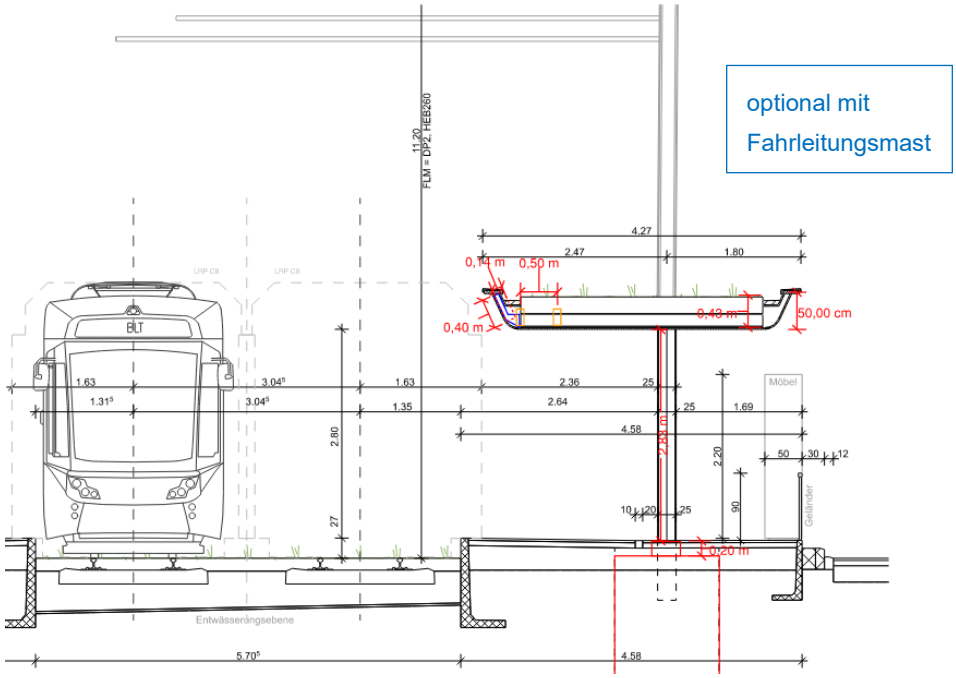


Abbildung 3: Schnitt: Haltestelle Binningen Schloss (Quelle Plannr. 51.1.1 Bachelard Wagner Architekten AG BSA vom 09.07.2025)

4 Baustoffe

Siehe Projektbasis.

5 Einwirkungen

Detaillierte Informationen siehe Projektbasis.

5.1 Ständige Einwirkungen

Einwirkungen	Bemessung		
Eigenlasten			
- Beton	Eigengewicht Beton:	γ_B = 25.0 kN/m³	
- Baustahl	Eigengewicht Stahl:	γ_S = 78.5 kN/m³	
- Holz	Eigengewicht Holz:	γ_S = 5.0 kN/m³	
Auflasten			
- Auflast aus Dachaufbau:	- Substrat mit extensiver Begrünung 12cm	g_{ek} =	1.80 kN/m2
	- Wurzelschutzbahn	g_{ek} =	0.01 kN/m2
	- Drainagebahn 2cm	g_{ek} =	0.05 kN/m2
	- Abdichtung (3-lagig)	g_{ek} =	0.21 kN/m2
	- 3-Schicht-Platte Holz 2cm	g_{ek} =	0.10 kN/m2
	- Gefällekeile Holz	g_{ek} =	0.01 kN/m2
	- Holzbalken 20/10, a=0.5m	g_{ek} =	0.20 kN/m2
	- Konterlattung	g_{ek} =	0.03 kN/m2
	- Lattung	g_{ek} =	0.12 kN/m2
	→ Summe der Dachauflasten	g_{ek} =	2.53 kN/m²

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen	Bemessung
- FLM	Charakteristische Lasten gemäss Angaben Projektplan AG vom 25.09.2025

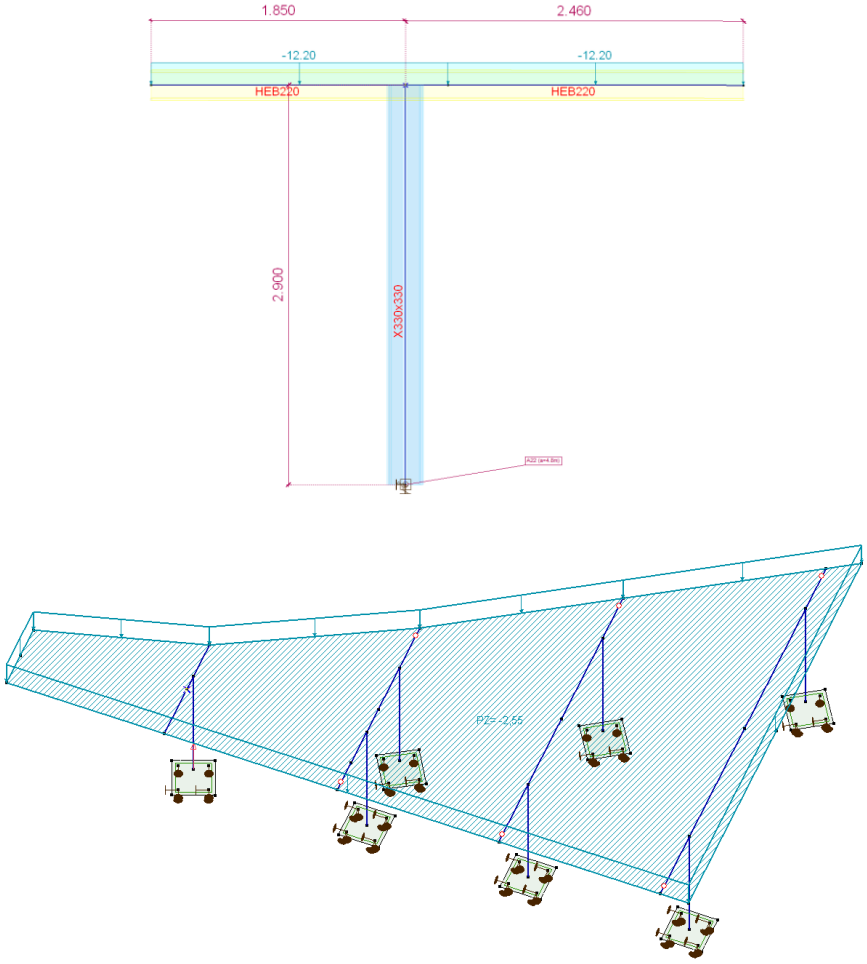


Abbildung 4: Auflast Holzdachkonstruktion Dach 1 (oben); Dach 2 (unten)

5.2 Veränderliche Einwirkungen

Einwirkungen	Bemessung
Schnee	qk = μi * Ce * CT * sk = 0.80 * 1.0 * 1.0 * 0.90 kN/m2 = 0.72 kN/m2 - μi (α = 0°) = 0.80 [α: Dachneigungswinkel] - Ce = 1.0 [normale Windexposition] - CT = 1.0 [normaler thermischer Beiwert] - h0 = 280 m. ü. M. + 0 m = 280 m - sk = [1 + (h0/350)2] * 0.4 kN/m2 = 0.66 → 0.90 kN/m2 Das Bauwerk befindet sich unter 800 m. ü. M., daher ist kein Schneeüberhang anzunehmen.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen	Bemessung
	Es werden beide Lastmodelle (LM1 und LM2) gemäss Norm 261 berücksichtigt.

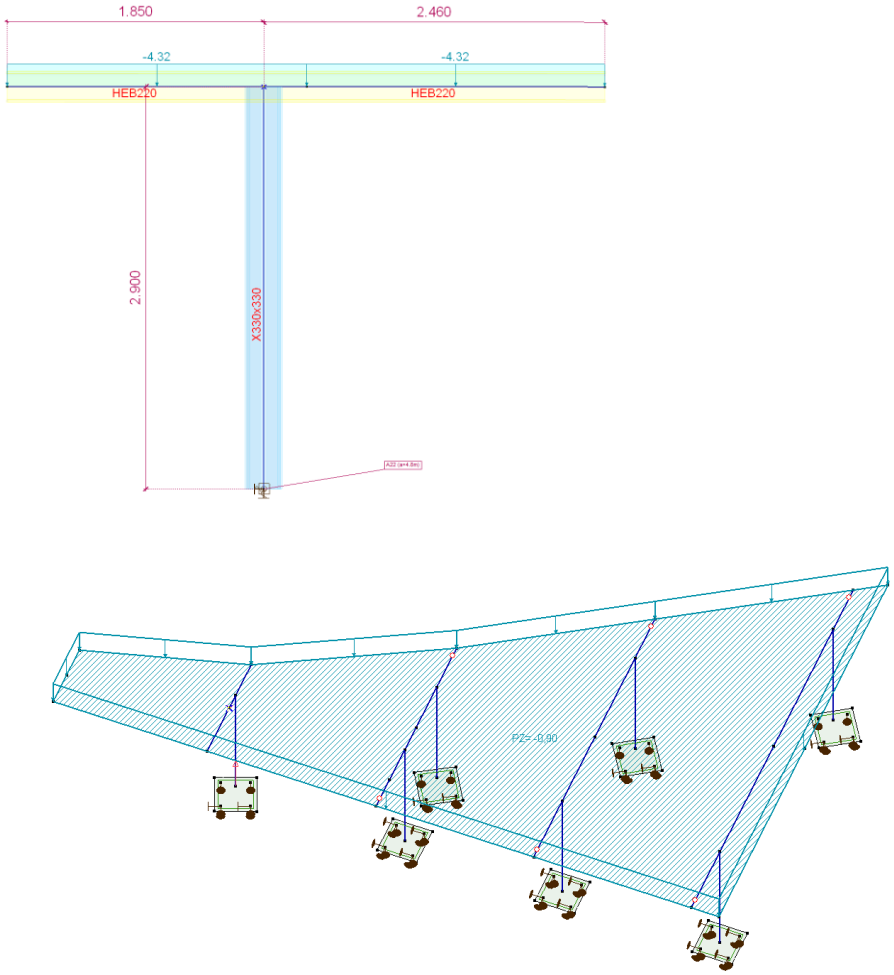


Abbildung 5: Schneelast Dach 1 (oben); Dach 2 (unten)

Wind	qp = ch * qp0 = 0.75 * 1.10 kN/m2 = 0.825 kN/m2
	ch = 1.6 [(z / zg) αr + 0.375]2 = 0.75
	Geländekategorie IV:
	z < 10 m
	zg = 450 m
	αr = 0.23
	qp0 = 1.10 kN/m2
	Druckbeiwerte gemäss Tabellen 53-56, SIA261:2020, Anhang C Es wird für die vorhandene Dachneigung 0° jeweils der ungünstigere der Beiwerte für Dachneigung 10° und -10° angesetzt.
	Höhe Dachrand hD ~ 0.5 m

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen **Bemessung**

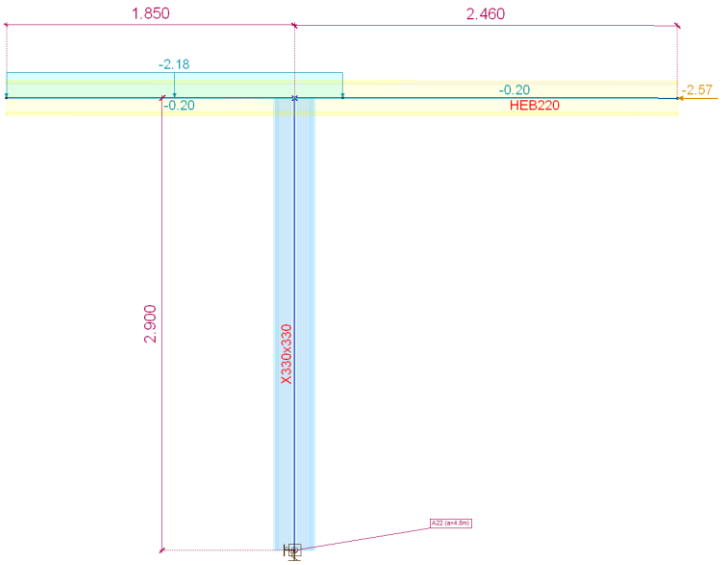


Abbildung 6: Windlast a-10° p45° Gleis (Dach 1)

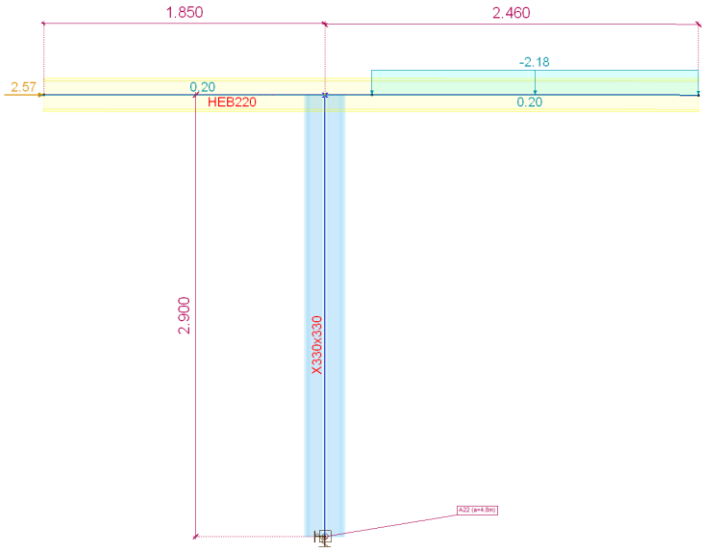


Abbildung 7: Windlast a-10° p45° Perron (Dach 1)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen **Bemessung**

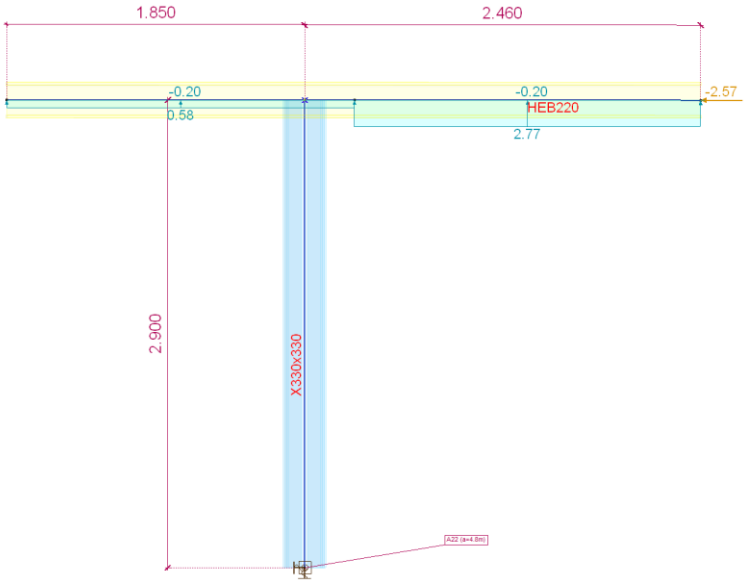


Abbildung 8 Windlast a+10° p0° Gleis (Dach 1)

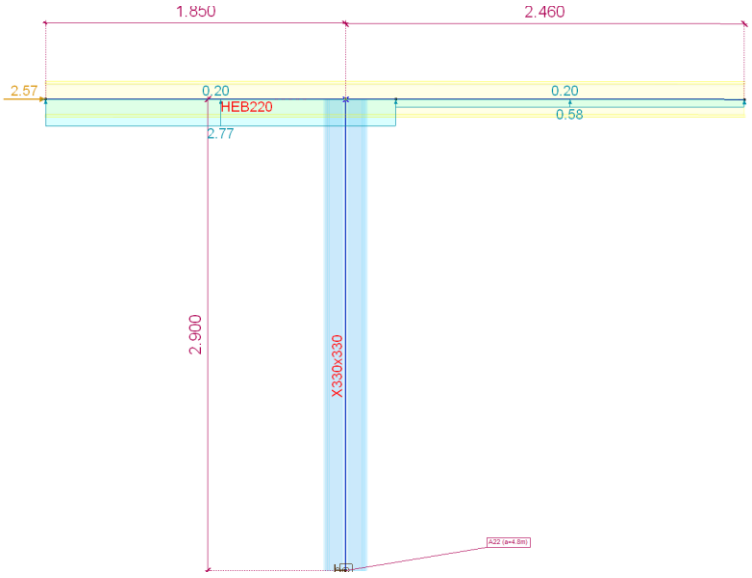


Abbildung 9: Windlast a+10° p0° Perron (Dach 1)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen **Bemessung**

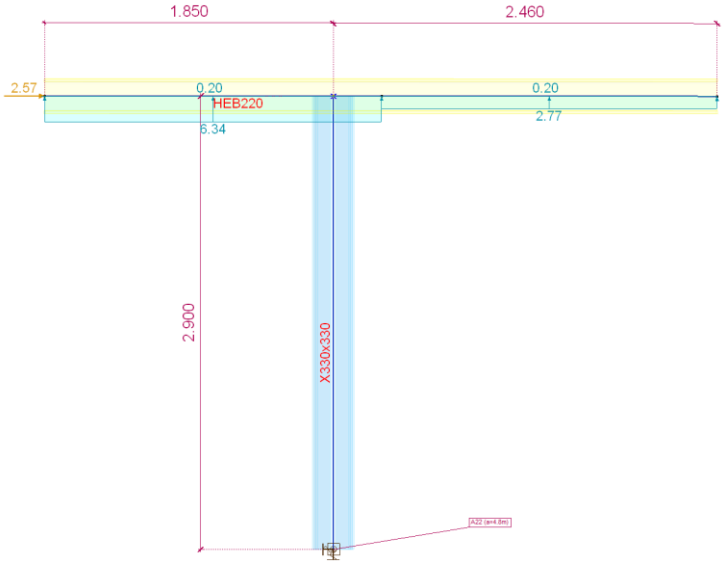


Abbildung 10: Windlast a+10° p0° Perron mit Zug (Dach 1)

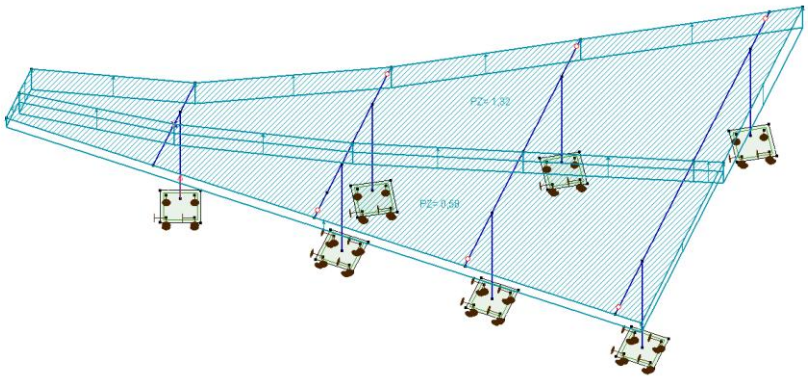


Abbildung 11: Windlast v1 (Dach 2)

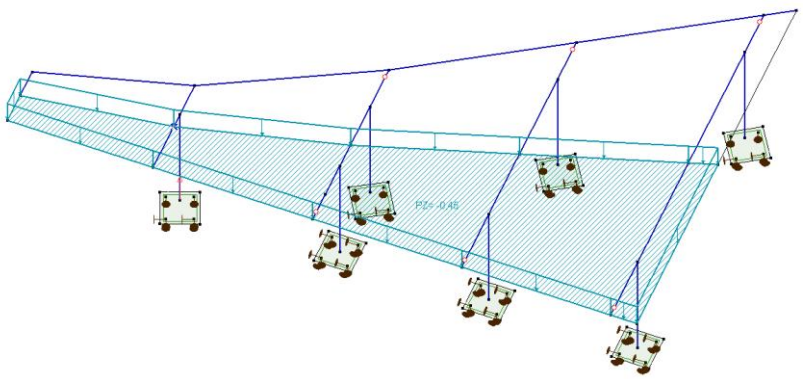


Abbildung 12: Windlast v2 (Dach 2)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen **Bemessung**

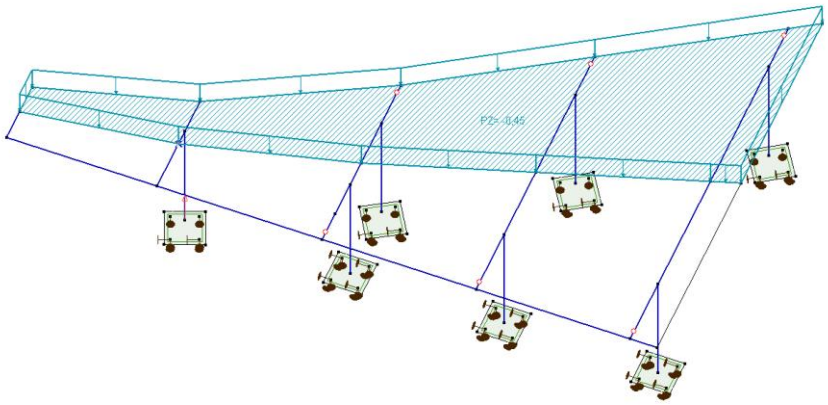


Abbildung 13: Windlast v3 (Dach 2)

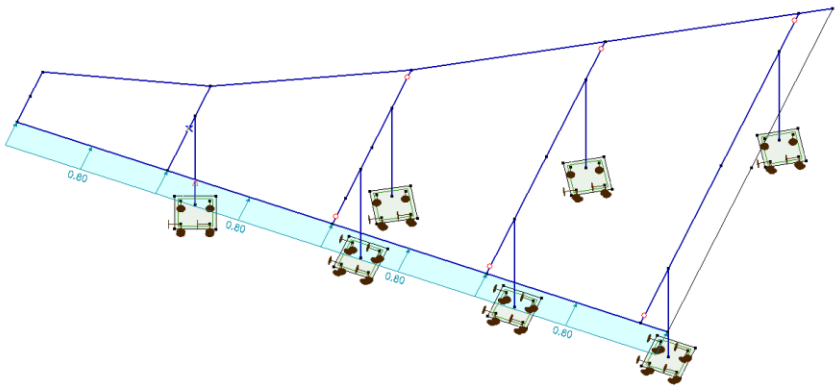


Abbildung 14: Windlast h1 (Dach 2)

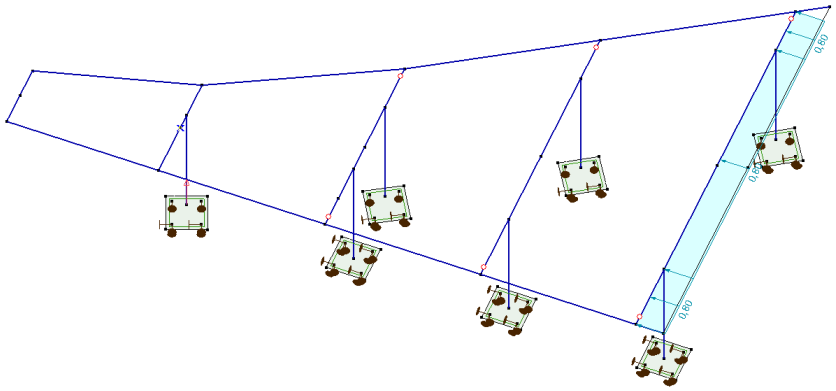


Abbildung 15: Windlast h2 (Dach 2)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen	Bemessung

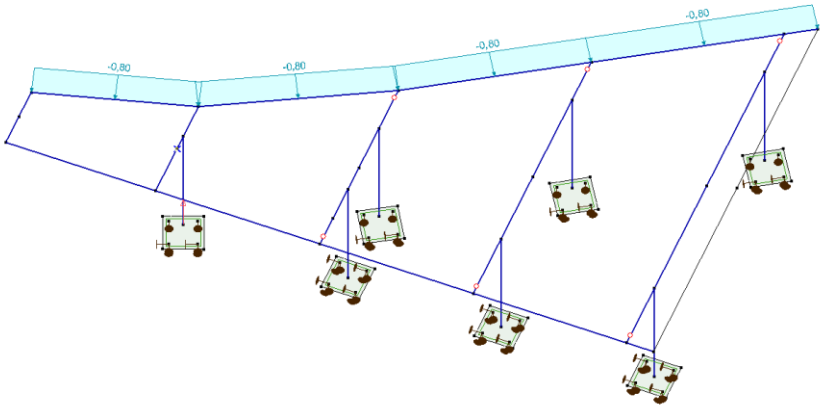


Abbildung 16: Windlast h3 (Dach 2)

Temperatur

Keine Zwängungen aus Temperatureinwirkung berücksichtigt

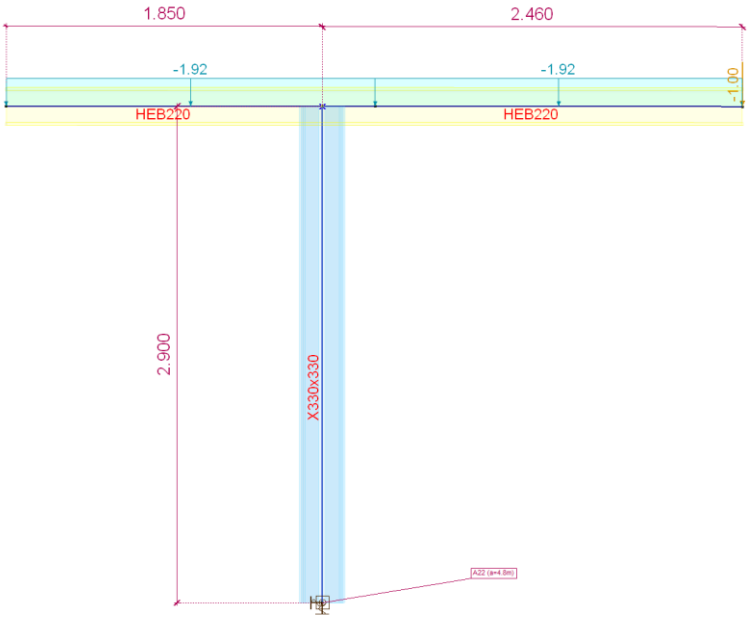
Nutzlasten

Das Dach wird als "nicht begehbar" eingestuft und ist daher nur für Unterhaltszwecke zugänglich.

Nutzlast gemäss SIA 261 Kap. 8, Kat. H:

qk = 0.4 kN/m2

Qk = 1.0 kN



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Einwirkungen **Bemessung**

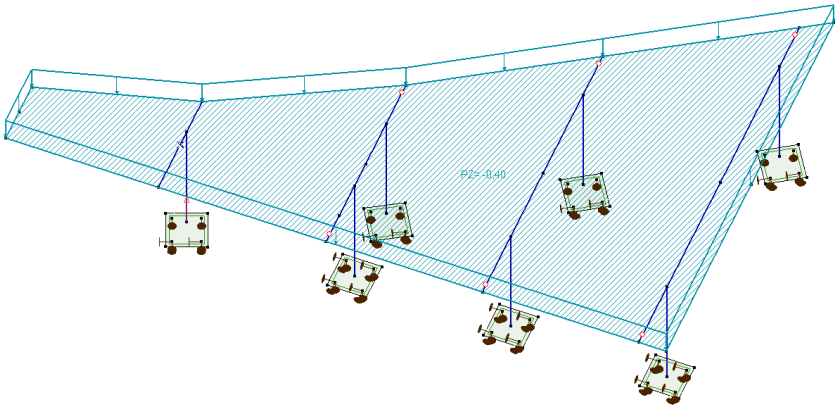


Abbildung 17: Unterhalt 1 Dach 1 oben; Dach 2 unten

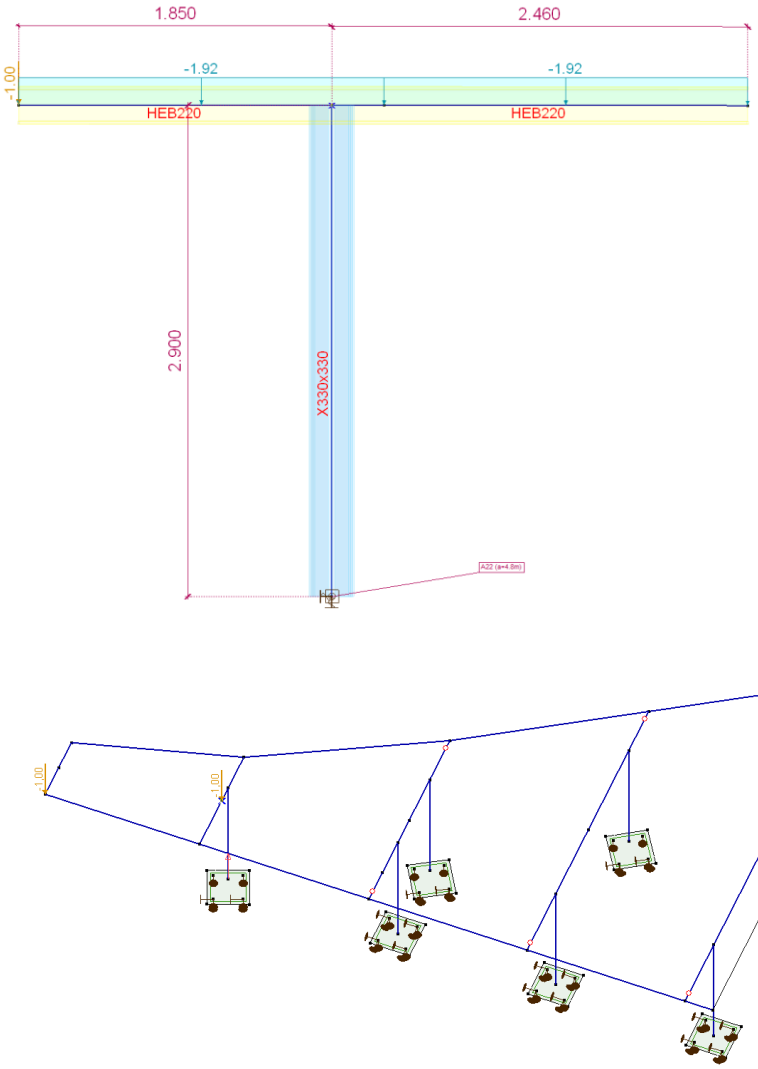
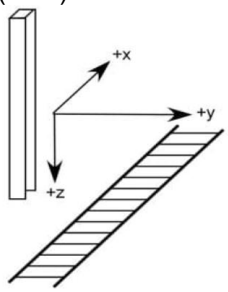


Abbildung 18: Unterhalt 2 Dach 1 oben; Dach 2 unten

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Fahrleitungsmast (FLM)



Charakteristische Lasten gemäss Angaben Projektplan AG vom 25.09.2025:

Charakteristische Lasten gemäss Angaben Projektplan AG vom 25.09.2025:	Moment auf Gründungsniveau (M_G)	Lineares Moment auf Höhe Dach [$M=M_G/11m*8.1m$]
Mast 17.072.1 (Dach 2)		
Horizontale Kraft quer z. Gleis	Fy = 10.3 kN	Fy = 10.3 kN
Moment quer zum Gleis Horizontale	Mx = 77.9 kN	Mx = 57.4 kN
Kraft parallel z. Gleis	Fx = 6.2 kN	Fx = 6.2 kN
Moment parallel zum Gleis	My = 37.3 kN	My = 27.5 kN
Spitzenzug	3.4 kN	3.4 kN
Vertikale Kraft	Fz = 11.6 kN	Fz = 11.6 kN
Mast 17.075.1M1 (Dach 1)		
Horizontale Kraft quer z. Gleis	Fy = 11.1 kN	Fy = 11.1kN
Moment quer zum Gleis	Mx = 81.7 kN	Mx = 60.2 kN
Horizontale Kraft parallel z. Gleis	Fx = 6.7 kN	Fx = 6.7 kN
Moment parallel zum Gleis	My = 40.7 kN	My = 30.0 kN
Spitzenzug	3.7 kN	3.7 kN
Vertikale Kraft	Fz = 12.5 kN	Fz = 12.5 kN
Mast 17.076 (Dach 1)		
Horizontale Kraft quer z. Gleis	Fy = 13.0 kN	Fy = 13.0 kN
Moment quer zum Gleis Horizontale Kraft parallel z. Gleis	Mx = 92.9 kN	Mx = 68.4 kN
	Fx = 6.5 kN	Fx = 6.5 kN
Moment parallel zum Gleis Spitzenzug	My = 39.2 kN	My = 28.9 kN
	3.6 kN	3.6 kN
Vertikale Kraft	Fz = 12.2 kN	Fz = 12.2 kN

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkungen	Bemessung
Anprall	Es sind keine Einwirkungen aus Anprall zu berücksichtigen.
Erdbeben	Erdbeben Zone: Z3a Bauwerksklasse: I Beim Auftreten eines Erdbebens ist der Personenschutz das primäre Ziel, wobei dies durch die Verhinderung eines Einsturzes gewährleistet wird. Deformationen des Tragwerks im Erdbebenfall werden nicht berücksichtigt.

Bauwerksklasse:	1
SIA	
Erdbeben Zone:	Z3a
Bodenbeschleunigung agd [m/s^2]	1.3
Baugrundklasse	C
S [-]	1.4
Erdbebenmikrozonierung	
S * a_{gd} [m/s^2]	1.44

Elastisches Antwortspektrum

$S_e = 2{,}5 \cdot a_{gd} \cdot S \cdot \eta$ $(T_B \le T \le T_C)$

$Se_{,SIA261}$	5.525
$Se_{,MikroZ.}$	3.6

Bemessungsspektrum

Verhaltensbeiwert q	1.5
Bedeutung Yf	1.0
$Sd_{,SIA261}$	**3.68**
$Sd_{,MikroZ.}$	2.40

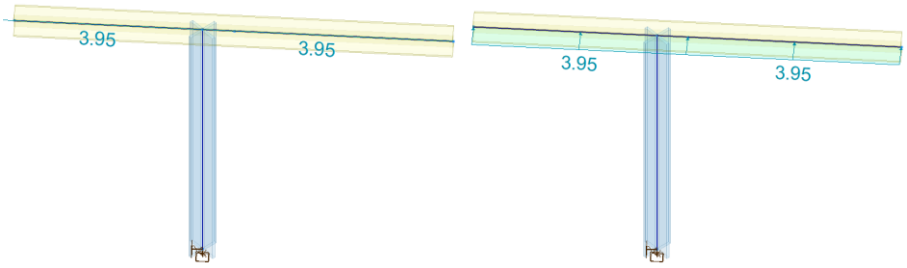


Abbildung 19: Dach 1: Erdbeben x-Richtung (re); y-Richtung (li)

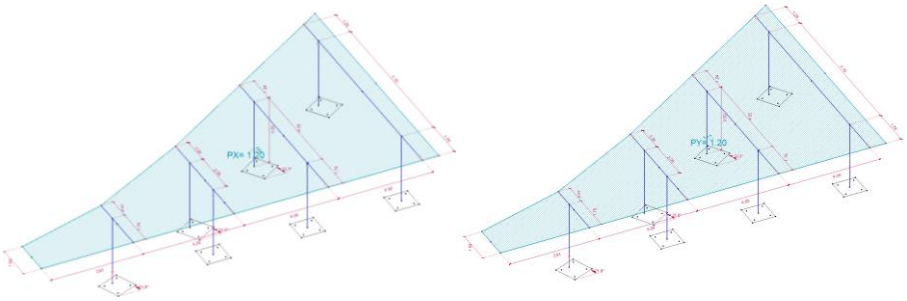


Abbildung 20: Dach 2: Erdbeben x-Richtung (re); y-Richtung (li)

Brand	Es bestehen keine speziellen Anforderungen zum Brandschutz.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

6 Nachweis Dach 1 sowie Dach 2: Holzbalkendach

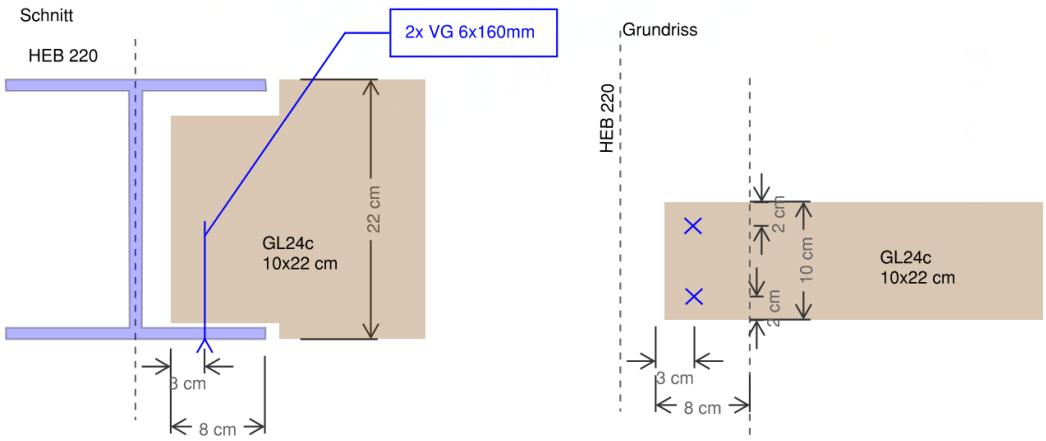
Abmessungen:	b/h 10/22 cm e = 62.5 cm
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5 → kurze Einwirkung
Holzfestigkeit:	GL24c
Nutzungsklasse:	2
System:	Einfeldträger Spannweite max. 4.85 m

Belastung:	q_{Ed}	= 1.35 * 2.55 kN/m² +1.5 *(0.9+.6*.30) kN/m₂	= 5.1 kN/m² (Schnee +0.6*Winddruck)
Bemessung:	V_{Ed}	= 5.10 kN/ m²*4.80m / 2 * 0.625 m	= 7.6 kN
	M_{Ed}	= 5.10 kN/ m²*(4.80m)² /8 * 0.625 m	= 9.2 kNm
Nachweis:	W	= 0.1*0.22² / 6	= 8.0 E⁻⁴ m³
	f_{md}	= 24 N/mm² /1.5 *0.8	= 12.8 N/mm²
	n	= (0.0092 MNm) / (8.0 E⁻⁴ m²) / (12.8 N/mm²)	= 0.89 < 1.0 Nachweis erfüllt

Nachweis Auflagerpressung:

	N_{Rd}	= (0.08 x 0.1) m² * 1.5 *(0.6*2.5/1.3) N/mm²	= 13.8 kN > 7.6 kN Nachweis erfüllt

➔ Ober- und unterseitig gehalteten



➔ Anschluss Stahlträger und Holzbalken:

Nachweis Dreischichtplatte t = 21 mm

Bemessung:	V_{Ed}	= 5.10 kN/ m²*0.63 m /2	= 1.61 kN/
	M_{Ed}	= 5.10 kN/ m²*(0.63m)² /8	= 0.25 kNm/m
Nachweis:	W	= 1.00*0.021/6	= 0.035 m³
	f_{md}	= 10 N/mm² /1.5 *0.8	= 5.3 N/mm²
	n	= (0.25*10⁻³ MNm) / (0.035 E⁻⁴ m²) / (5.3 N/mm²)	= 0.01 < 1.0 Nachweis erfüllt

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7 Nachweis Dach 1: Rahmen Regelbereich

Für den Regelbereich wir der massgebende Rahmen in Achse A22 nachgewiesen, die Achse A21; A24 sowie A25 sind konsistent auszuführen. In der Berechnung wurde vereinfacht, die Trägerlänge bis zum Dachrand geführt, in der Ausführung wird der Dachrand ca. 50 cm aus Holz erstellt.

7.1 Statisches System

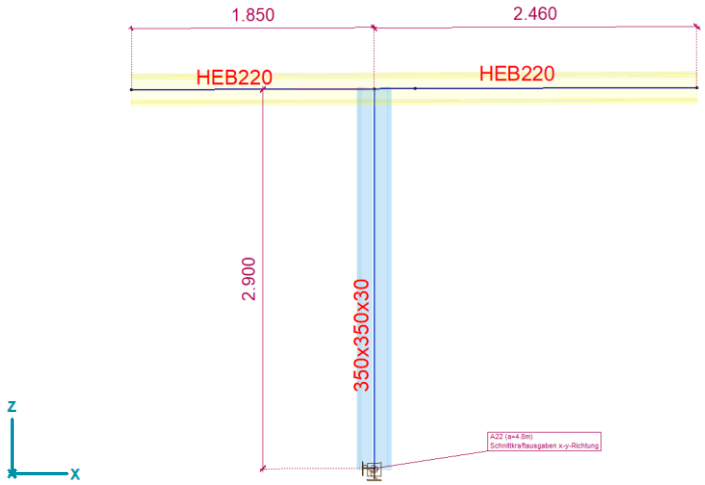


Abbildung 21: statisches Modell AxisVM8 Perrodach-Regelsystem

7.2 Schnittgrössen

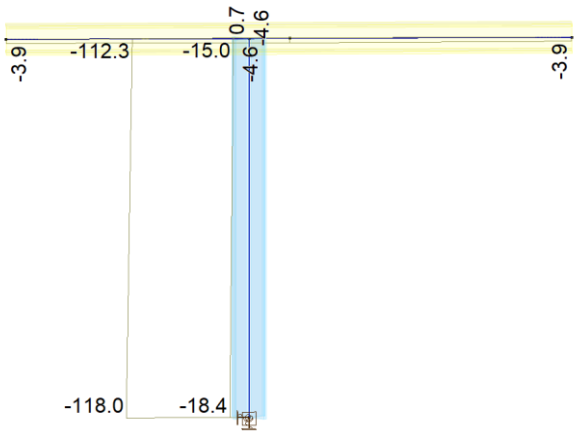


Abbildung 22: Massgebende Nx,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

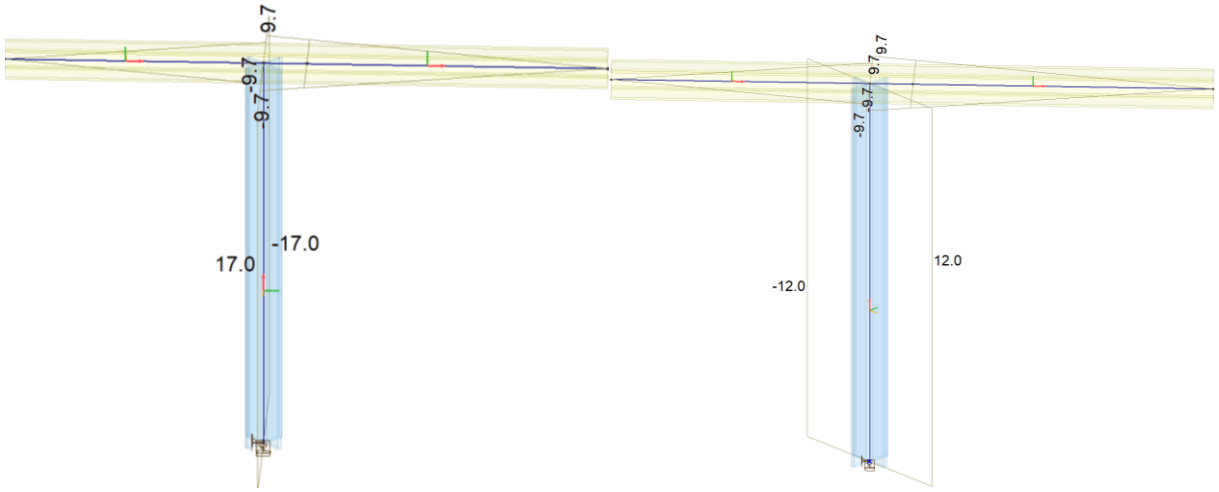


Abbildung 23: Massgebende Vy,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen
Schnittgrössen Ausgabe (li) x-y-Richtung; (re) Kreuzstützen -Achsen

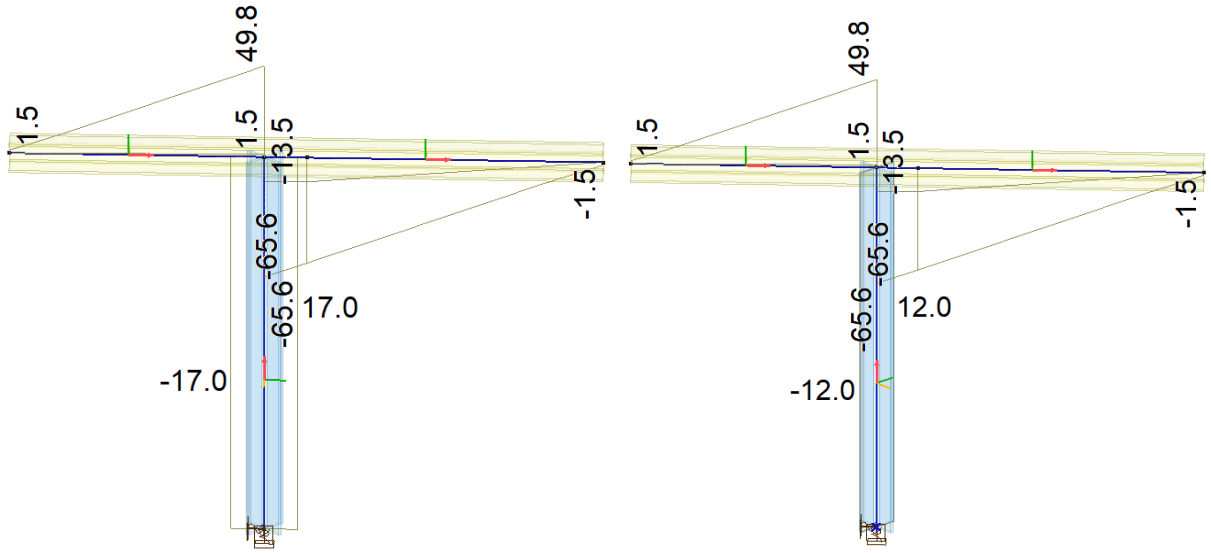


Abbildung 24: Massgebende Vz,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen
Schnittgrössen Ausgabe (li) x-y-Richtung; (re) Kreuzstützen -Achsen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

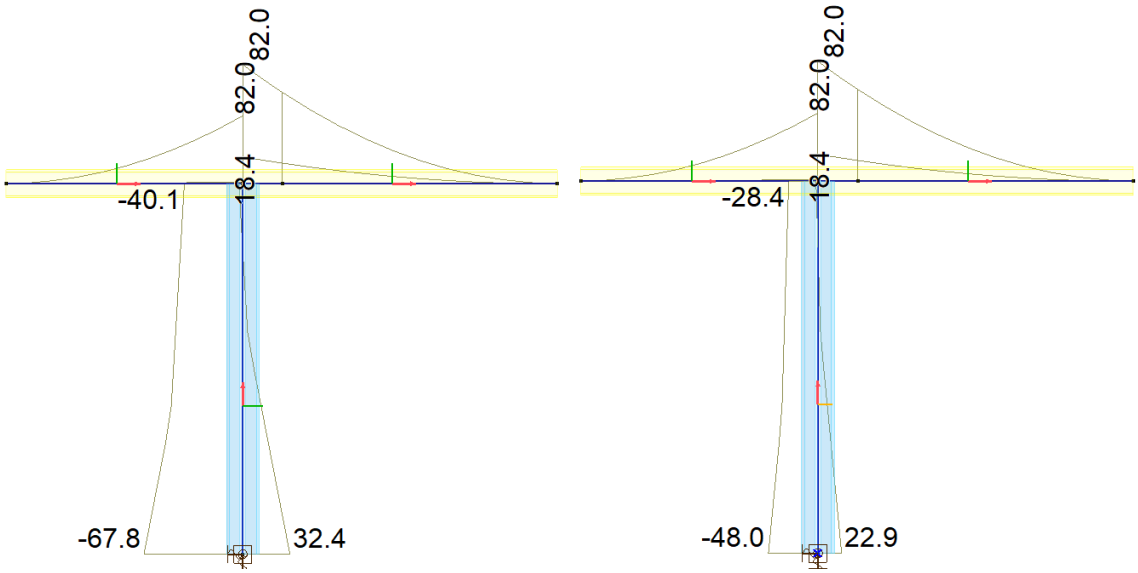


Abbildung 25: Massgebende My,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen
Schnittgrössen Ausgabe (li) x-y-Richtung; (re) Kreuzstützen -Achsen

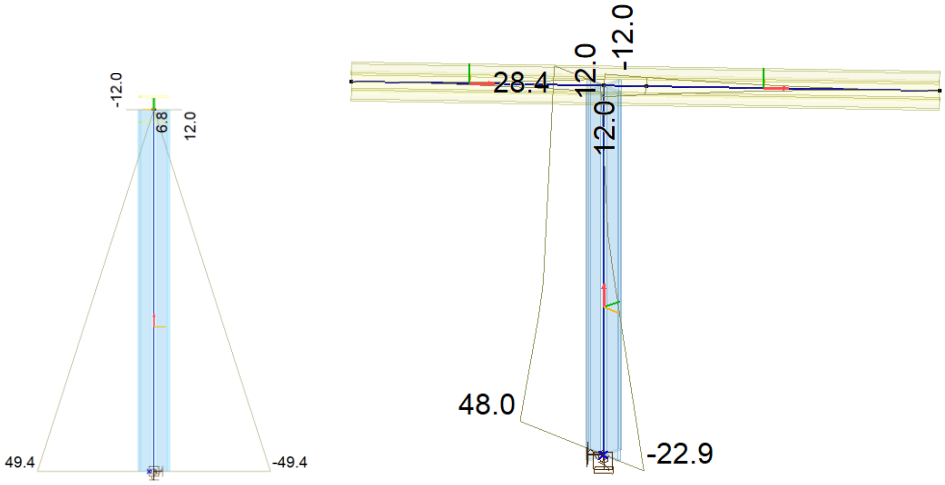


Abbildung 26: Massgebende Mz,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen
Schnittgrössen Ausgabe (li) x-y-Richtung; (re) Kreuzstützen -Achsen

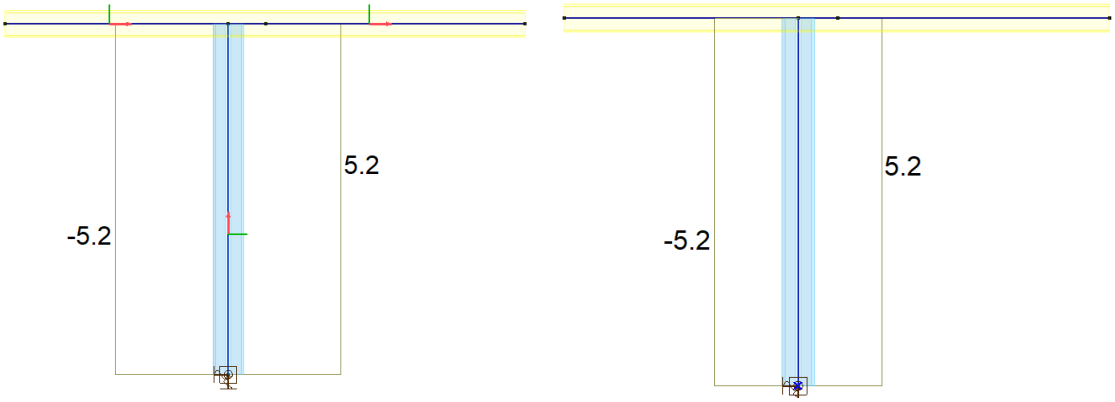


Abbildung 27: Massgebende Tz,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen
Schnittgrössen Ausgabe (li) x-y-Richtung; (re) Kreuzstützen -Achsen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.3 Bemessung Profile Dachträger HEB220

Profil:	HEB 220
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S235 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Bemessung

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2
5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft SIA 263:2013

Einwirkungen

V_{Ed}	66.0	kN
$M_{y,Ed}$	82.0	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte HEB 220

A_v	2'790	mm²
W_y	736'000	mm³
W_z	258'000	mm³

5.1.4 Querkraft

$$V_{Rd} = \frac{\tau_y A_v}{\gamma_{M1}} \quad (41)$$

τ_y	135.7	N/mm²
V_{Rd}	360.5	kN
n	0.18	**Nachweis erfüllt**

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	164.72	kNm
n	0.50	**Nachweis erfüllt**

$M_{y,Rd}$	57.74	kNm
n	0.00	**Nachweis erfüllt**

5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft nicht erforderlich

V_{Ed} / V_{Rd}	0.18	**< 0.50 Biegeanteil des Stegs muss nicht reduziert werden -> ohne Nachweis erfüllt**

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2
5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft SIA 263:2013

Einwirkungen

V_{Ed}	10.0	kN
$M_{y,Ed}$	15.0	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte HEB 220

A_v	2'790	mm²
W_y	258'000	mm³
W_z	736'000	mm³

5.1.4 Querkraft

$$V_{Rd} = \frac{\tau_y A_v}{\gamma_{M1}} \quad (41)$$

τ_y	135.7	N/mm²
V_{Rd}	360.5	kN
n	0.03	**Nachweis erfüllt**

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	57.74	kNm
n	0.26	**Nachweis erfüllt**

$M_{y,Rd}$	164.72	kNm
n	0.00	**Nachweis erfüllt**

5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft nicht erforderlich

V_{Ed} / V_{Rd}	0.03	**< 0.50 Biegeanteil des Stegs muss nicht reduziert werden -> ohne Nachweis erfüllt**

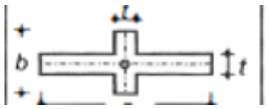
Das Holzdach verhindert das Kippen von Biegeträgern, es wird kein Nachweis geführt

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.4 Bemessung Profile Kreuzstütze

Kreuzstütze:	a x b x t: 350 x 350 x30 mm
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S235 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Querschnittwerte:



a	b	t	A	Iy	Iz	Wy	Wz
350	350	30	20'100	107'907'500	107'907'500	616'614	616'614

Bemessung

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2
5.1.3 Normalkraft und Biegung SIA 263:2013

Einwirkungen

N_{Ed}	120.00	kN
$M_{y,Ed}$	50.00	kNm
$M_{z,Ed}$	7.00	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte

Kreuzstütze 350x350x30

A	20'100	mm²
W_y	616'614	mm³
W_z	616'614	mm⁴
I_y	107'907'500	mm⁴
I_z	107'907'500	mm⁵

5.1.2 Normalkraft

$$N_{Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (38)$$

N_{Rd}	4498.57	kN
n	0.03	Nachweis erfüllt

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	138.00	kNm
n	0.36	Nachweis erfüllt

$M_{y,Rd}$	138.00	kNm
n	0.05	Nachweis erfüllt

5.1.6 Biegung und Normalkraft

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \le 1{,}0 \quad (44)$$

n	0.44	Nachweis erfüllt

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.1 Knicken

Einwirkungen

$N_{k,Ed}$	120.00	kN
$M_{x,Ed}$	50.00	kN
$M_{y,Ed}$	7.00	kN

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1	

$$\lambda_K = \frac{L_K}{i} = L_K \sqrt{\frac{A}{I}}$$

λk 79.16

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λE 93.91

$$\bar{\lambda}_K = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K}}} = \lambda_K / \lambda_E$$

$\bar{\lambda}_k$ 0.84

Tabelle 8: Imperfektionsbeiwerte α_K

Knickspannungskurve	a	b	c	d
Imperfektionsbeiwert α_K	0,21	0,34	0,49	0,76

αk 0.49

$$\Phi_K = 0{,}5\,[1 + \alpha_K\,(\bar{\lambda}_K - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2_K]$$

Φk 1.01

$$\chi_K = \frac{1}{\Phi_K + \sqrt{\Phi^2_K - \bar{\lambda}^2_K}} \le 1{,}0$$

(8)

Xk 0.64

$N_{k,Rd}$ 2857.76 kN

n 0.04 **Nachweis erfüllt**

Bauteilkennwerte

A	201	cm^2
W_y	616.6	cm^3
W_z	616.6	cm^3
Iy	10'791	cm^4
Iz	10'791	cm^4
I_T	828.0	cm^4
I_w	0	cm^6
zp	0	cm

L	2.9	m
β	2	*Knicklängenbeiwert*
L_k	5.80	m

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.2 Kippen von Biegeträgern

Biegedrillknicken gewalzter Querschnitte für QK1, QK2, QK3

ζ 1.35

x-Richtung

$N_{cr,z}$	6648.4	kN
c^2	1006.7	cm^2
M_{cr}	2847.7	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.226	Knicklinie c
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35

$M_{b,Rd}$ 138.0 kNm

n 0.36 **Nachweis erfüllt**

y-Richtung

$N_{cr,z}$	6648.4	kN
c^2	1006.7	cm^2
M_{cr}	2847.7	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.226	Knicklinie c
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35

$M_{b,Rd}$ 138.0 kNm

n 0.05 **Nachweis erfüllt**

Biegung und Druck

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \le 1{,}0$$

n 0.48 **Nachweis erfüllt**

kyy 1 kyz 1.5

Bauteil nicht beulgefährdet; Flachstahlprofile werden im Kreuzungspunkt voll verschweisst

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.5 Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze

Schnittgrössen: $N_{,xEd}$ = -10 kN;

$V_{z,li,Ed}$ = 50 kN; $V_{z,re,Ed}$ = -65.6 kN;

$M_{y,li,Ed}$ = 18.8 bis 47.0 KNm; $M_{y,re,Ed}$ = 82.0 KNm

Gewählt: 2 x 6 M16 8.8;

Kopfplatte: 220x400x20 mm S355;

umlaufend mit Kreuzstütze a = 12 mm verschweisster

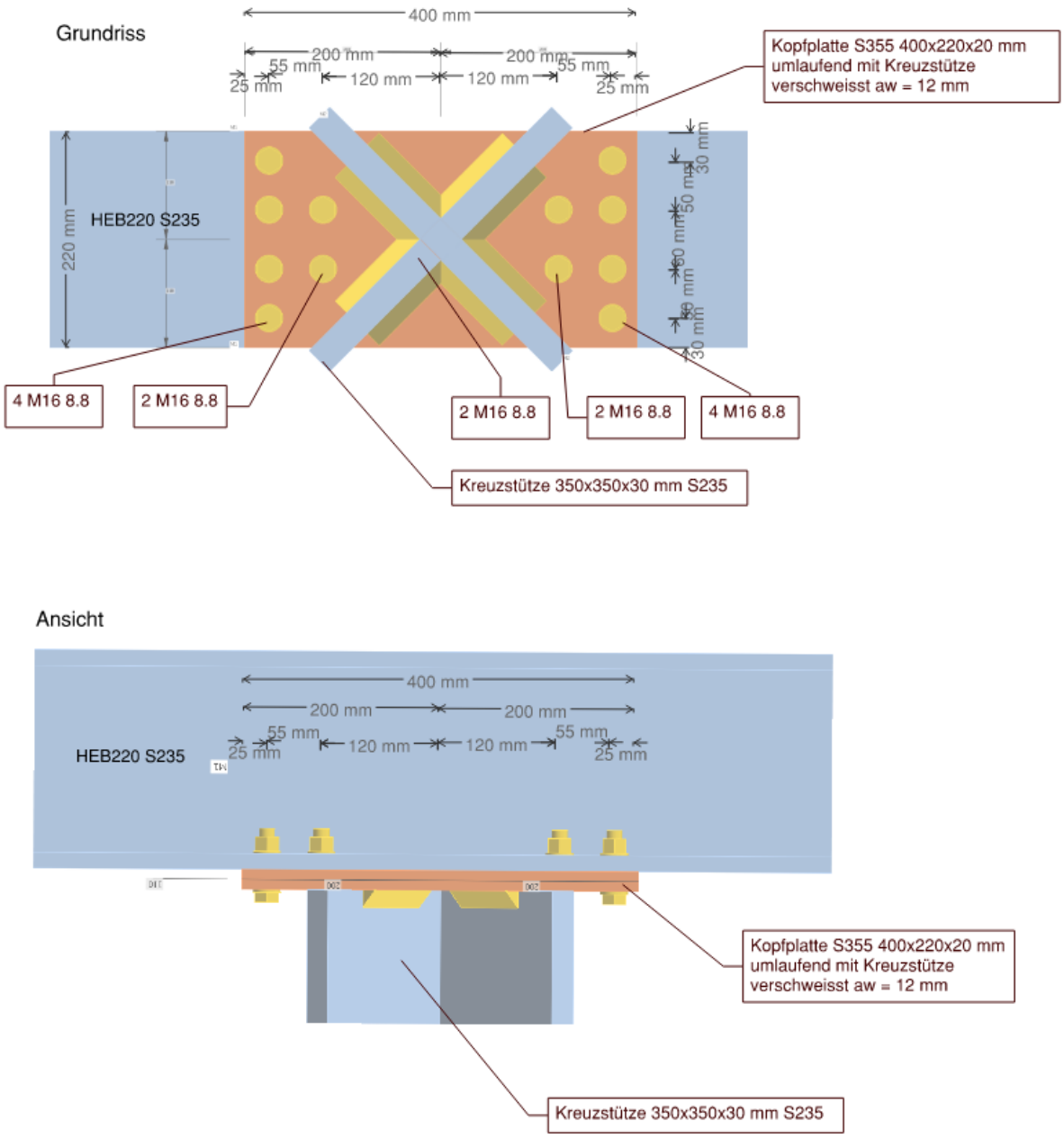


Abbildung 28: Skizze biegesteifer Anschluss Stützenkopf

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bemessung:

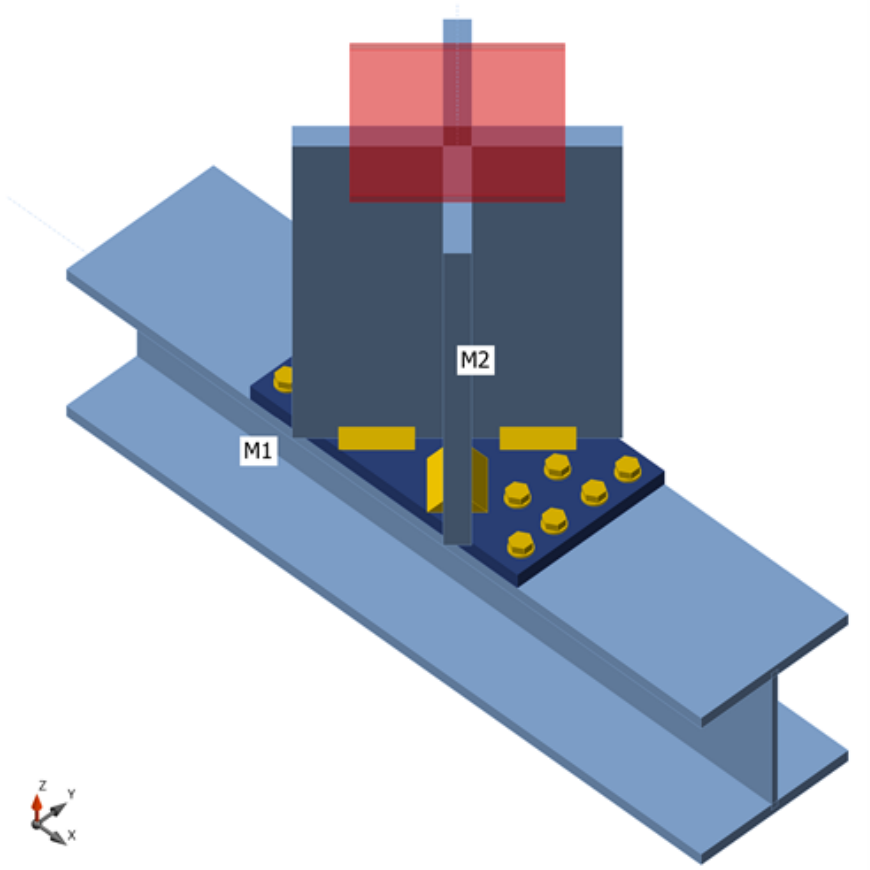
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	2 - 330*330*30(General)	0,0	90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235
2 - 330*330*30(General)	S 235, S 235, S 235, S 235

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

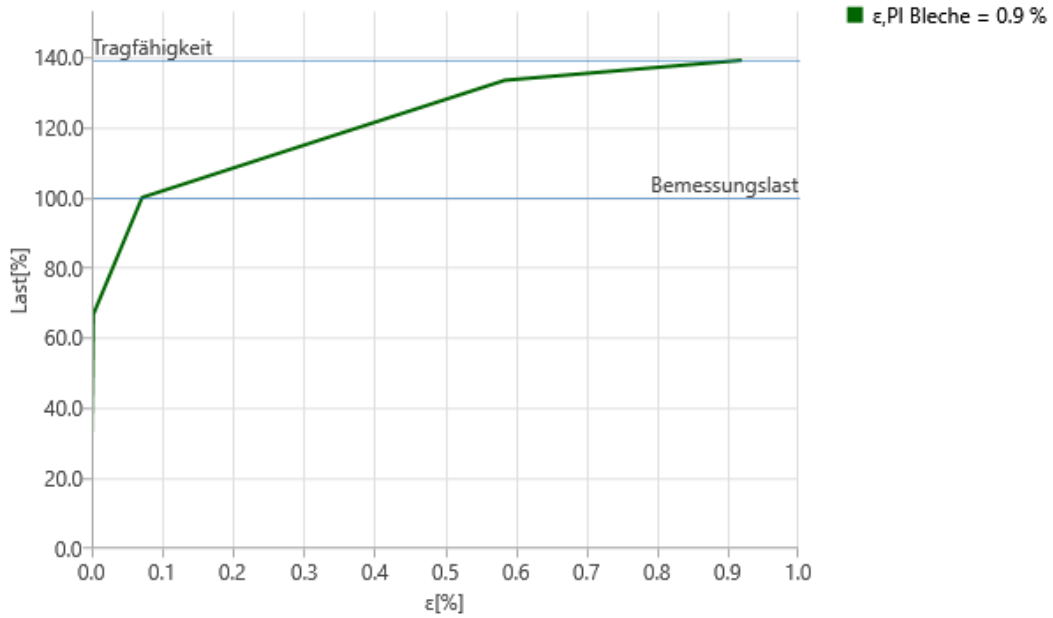
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LK150	M1 / Anfang	2,0	1,0	47,0	0,0	43,2	0,0
	M1 / Ende	2,0	1,0	67,0	0,0	-82,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
LK150	139,1



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK150

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	0,1 < 5,0%	OK
Schrauben	66,7 < 100%	OK
Schweißnähte	98,2 < 100%	OK

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Platten

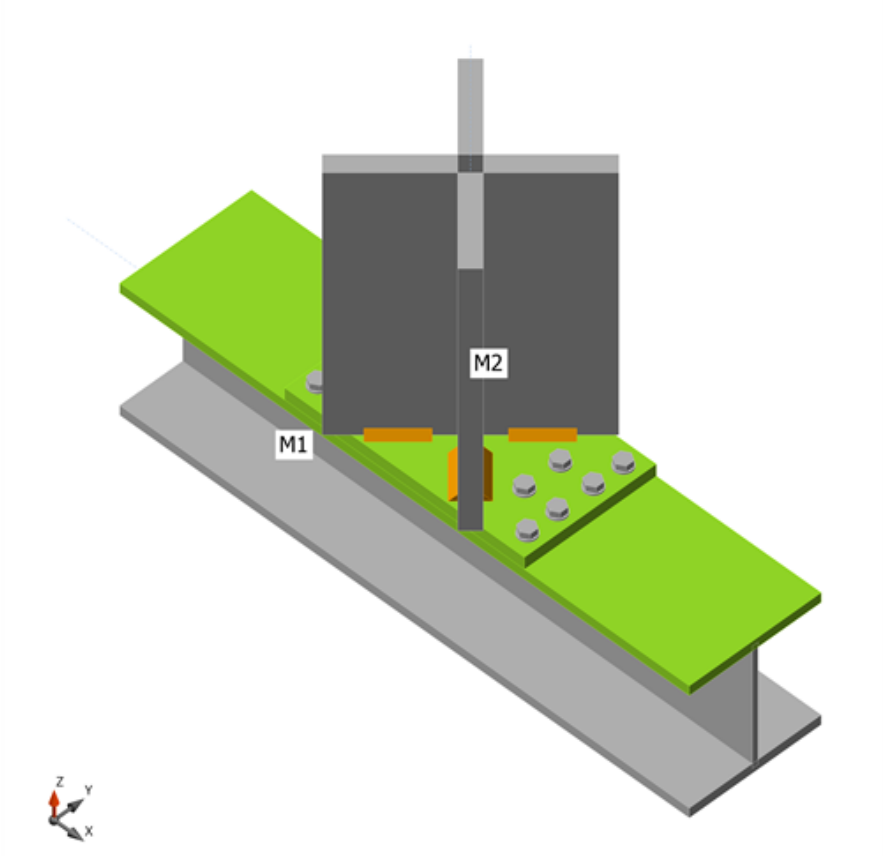
Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	16,0	LK150	120,2	0,0	0,0	OK
M1-tfl 1	16,0	LK150	235,1	0,1	56,7	OK
M1-w 1	9,5	LK150	219,5	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	30,0	LK150	156,0	0,0	0,0	OK
M2-bfl 2	30,0	LK150	142,3	0,0	0,0	OK
M2-bfl 3	30,0	LK150	142,3	0,0	0,0	OK
M2-bfl 4	30,0	LK150	155,5	0,0	0,0	OK
Steifenblech1	20,0	LK150	235,1	0,1	51,4	OK

Bemessungsdaten

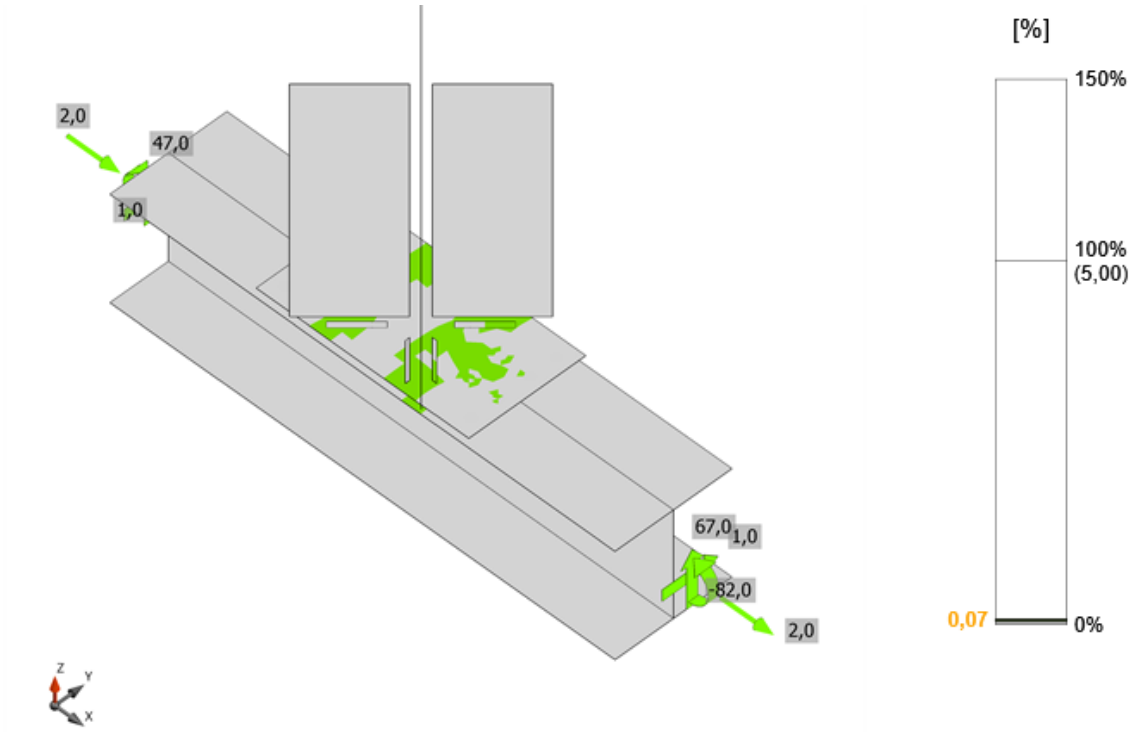
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

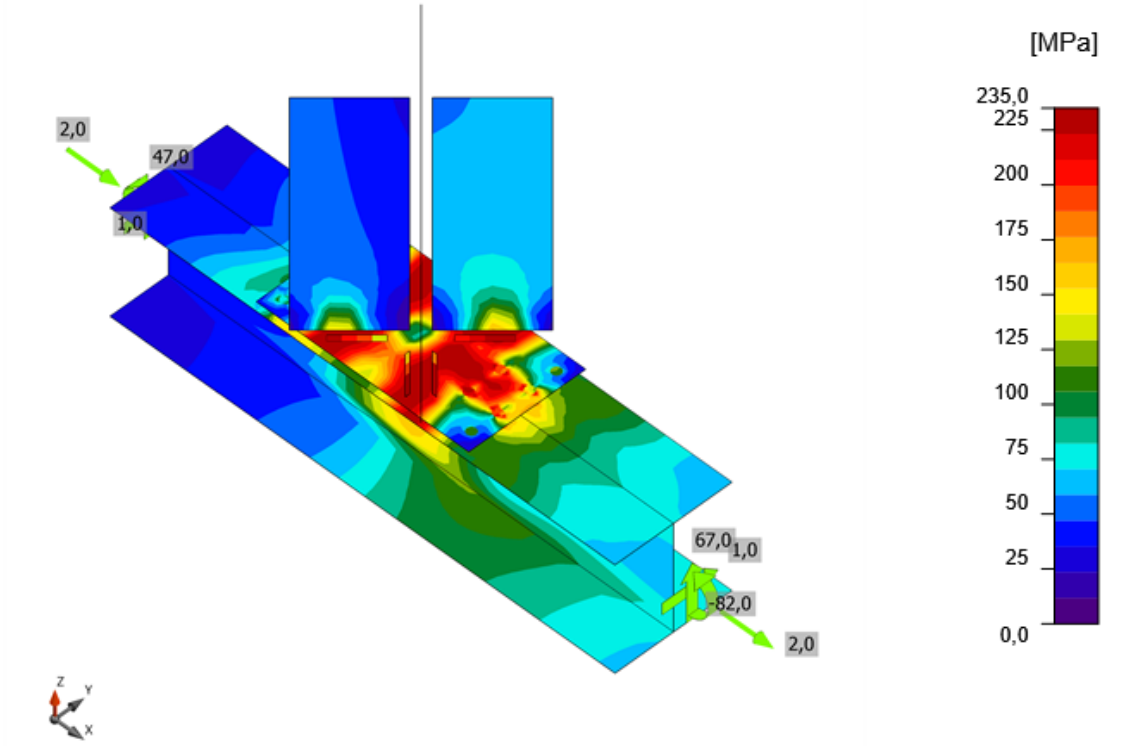
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Dehnung, LK150



Vergleichsspannung, LK150

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.6 Verformungen Kragarm Dachträger

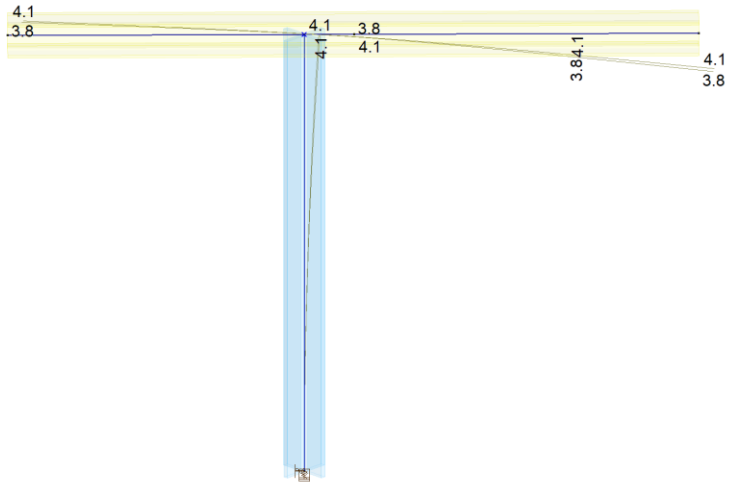


Abbildung 29: Vertikale Verformungen ex, Umhüllende Lastfallkombinationen SLS Quasi-Ständig

Tabelle 4: Richtwerte für horizontale Auslenkungen

SLS Quasi- Ständig: u= 4.1 mm < h / 250 = 11.6 mm → erfüllt

SLS Häufig: u= 5.8 mm < h / 300 = 9.7 mm → erfüllt

SLS selten: nicht erforderlich

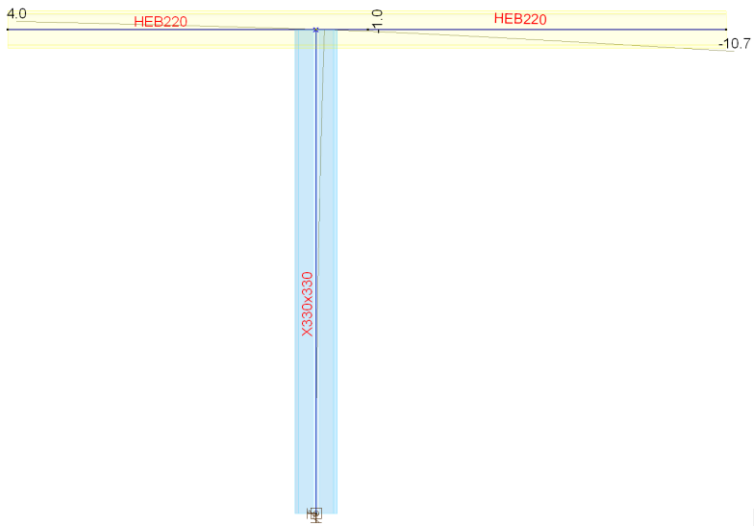


Abbildung 30: Vertikale Verformungen ez, Umhüllende Lastfallkombinationen SLS Quasi-Ständig

Tabelle 3: Richtwerte für Durchbiegungen

l Spannweite oder doppelte Auskragungslänge (SIA 260 1.2.2)

SLS Quasi- Ständig (l = 2*2.46 m): w = 10.7 mm < l /300 = 16.4 mm → erfüllt

SLS Quasi- Ständig (l = 2*1.85 m): w = 4.0 mm < l /300 = 12.3 mm → erfüllt

SLS Häufig (L = 2*2.46 m): w = 13.7 mm < l /350 = 14.1 mm → erfüllt

SLS Selten (L = 2*2.46 m): nicht erforderlich

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.7 Bemessung Fundament

Bauteilabmessungen:	a x b x h: 160 cm x 160 cm x 200 cm
Schnittgrössen:	$N_{,xEd}$ = -120.0 kN;
	$V_{y,Ed}$ = 0 kN; $V_{z,Ed}$ = -17 kN
	$M_{y,Ed}$ = -70.0 KNm; $M_{x,Ed}$ = 0 KNm
Druckfestigkeitsklasse:	C30/37
Expositionsklasse:	XC4, XD3, XF2
Betondeckung:	c_{nom} = 50 mm; 55 mm erdseitig
Bodenpressung:	σ_{Rd} = 60 kN/m² (siehe PB Kapitel 3)

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Blockfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.60 m
Breite quer a : 1.60 m
Unterkante : 280.70 mNN
Höhe h : 2.00 m
Stütze b x d = : 0.35 x 0.35
Wichte γ : 25.00 kN/m³
Geländeoberkante auf 282.70 mNN

Schichtdaten

		Auffüllung	Schwemmlehm	Lokalschotter
Schichthöhe Δh	[m]	0.70	2.05	97.25
Innere Reibung cal φ '	[°]	26.00	29.00	33.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	19.00	18.50	21.00
Wichte unter Auftrieb γ '	[kN/m³]	9.00	8.50	11.00
Steifemodul E_s	[MN/m²]	7.00	4.00	30.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	80.00	60.00	160.00

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Eigengew.	G	128.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-2.00	1.35	1.35			
EL+AL	G	60.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
Wind	Wind	4.7	3.4	0.0	0.0	16.4	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.60	0.20	0.00
Schnee	Schnee<	18.6	0.0	0.0	0.0	5.7	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.88	0.50	0.00
Erdbeben	A	0.0	17.0	0.0	0.0	50.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00			

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ-	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ-	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Lasten
Q	veränderliche Lasten
R	Partialfaktor Grundbruch
R,h	Gleitwiderstand
γ	Wichte
φ	Reibungsbeiwert tan φ
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert cu
Ea	Aktiver Erddruck
E0g	Ruhedruck
Ep	Passiver Erddruck
G,inf	günstige ständige Lasten
G,sup	ungünstige ständige Lasten
Q	ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	EL+AL	Wind	Schnee	Erdbeben
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
3	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
4	1.00	1.00	0.00	1.50	0.00
5	1.00	1.00	0.00	0.50	1.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
7	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
8	1.00	1.00	0.60	1.50	0.00
9	1.00	1.00	0.00	0.50	1.00
10	1.00	1.00	1.50	0.00	0.00
11	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00
12	1.00	1.00	1.50	0.88	0.00
13	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00
14	1.00	1.35	0.00	0.00	0.00
15	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00
16	1.00	1.35	0.60	1.50	0.00
17	1.00	1.35	1.50	0.00	0.00
18	1.00	1.35	1.50	0.88	0.00
19	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00
20	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00
21	1.35	1.00	0.60	1.50	0.00
22	1.35	1.00	1.50	0.00	0.00
23	1.35	1.00	1.50	0.88	0.00
24	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
25	1.35	1.35	0.00	1.50	0.00
26	1.35	1.35	0.60	1.50	0.00
27	1.35	1.35	1.50	0.00	0.00
28	1.35	1.35	1.50	0.88	0.00

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	EL+AL	Wind	Schnee	Erdbeben
1	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
3	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
4	1.00	1.00	0.00	1.50	0.00
5	1.00	1.00	0.00	0.50	1.00
6	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
7	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00
8	1.00	1.00	0.60	1.50	0.00
9	1.00	1.00	0.00	0.50	1.00
10	1.00	1.00	1.50	0.00	0.00
11	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00
12	1.00	1.00	1.50	0.88	0.00
13	1.00	1.00	0.20	0.00	1.00
14	1.00	1.35	0.00	0.00	0.00
15	1.00	1.35	0.00	1.50	0.00
16	1.00	1.35	0.60	1.50	0.00
17	1.00	1.35	1.50	0.00	0.00
18	1.00	1.35	1.50	0.88	0.00
19	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00
20	1.35	1.00	0.00	1.50	0.00
21	1.35	1.00	0.60	1.50	0.00
22	1.35	1.00	1.50	0.00	0.00
23	1.35	1.00	1.50	0.88	0.00
24	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00
25	1.35	1.35	0.00	1.50	0.00
26	1.35	1.35	0.60	1.50	0.00
27	1.35	1.35	1.50	0.00	0.00
28	1.35	1.35	1.50	0.88	0.00

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A	=	1.60 m
Fundamentbreite quer B	=	1.60 m
Einbindetiefe D	=	2.00 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1	=	91.8 MN/m³
Vertikale Bettungsziffer C_2	=	94.0 MN/m³
Sohlreibungswinkel φ_2	=	29.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 2

Vertikale Belastung N_α	=	167.5 kN
Horizontale Belastung H	=	17.0 kN
Moment an Oberkante M	=	67.0 kNm

Werte der Schiefstellung tanα

Zulässige Schiefstellung tanα	=	0.00300
Resultierende Schiefstellung tanα	=	0.00068
für Überwindung der Sohlreibung tanα_1	=	0.00112
für Abheben der hinteren Sohlkante tanα_2	=	0.00087

Für die zulässige Schiefstellung tanα = 0.00300:
Bereich 2: Übergangsbereich (tanα_1 < tanα <= 3*tanα_1)

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	109.9 kNm	
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	85.9 kNm	
Resultierendes Moment M_a	=	98.4 kNm	
(M_a begrenzt auf M_u)			
Für die resultierende Schiefstellung tanα = 0.00068:			
Bereich 1: Sohlenreibung wirksam (tanα <= tanα_1)			
M < M_a, Ausnutzungsgrad	=	0.681	*** Nachweis erfüllt ***

Standsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 11			
Vertikale Belastung N_d	=	172.2 kN	
Horizontale Belastung H_d	=	17.7 kN	
Moment an Oberkante M_d	=	70.3 kNm	

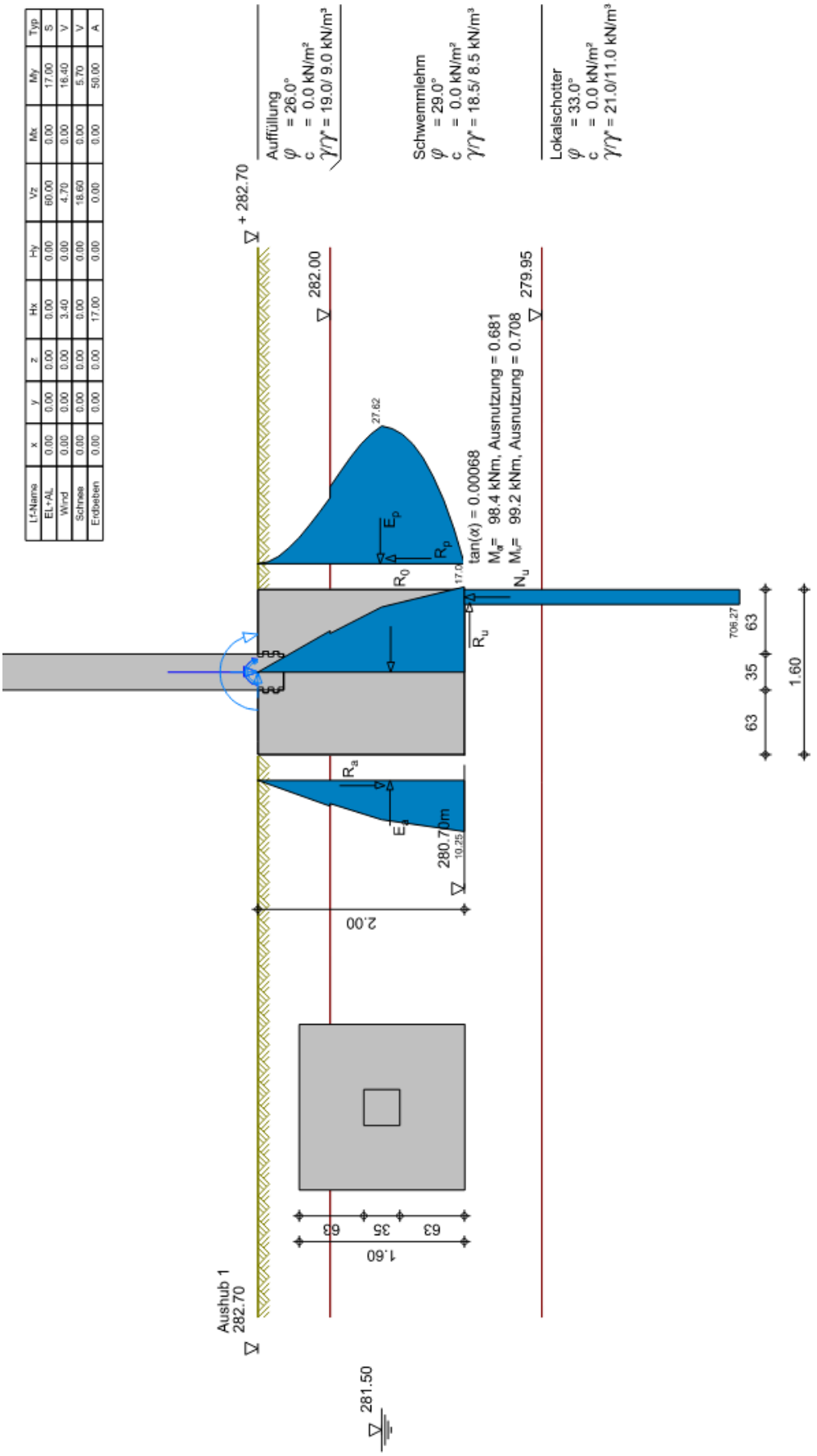
Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)
Der passive Erddruck bis zum Drehpunkt wurde auf den mobilisierten Anteil abgemindert zu 0.25*$E_{p,k}$

	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	36.8	1.280	9.4	0.800
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	47.3	1.185	16.9	0.800
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}$'	0.0	0.000	0.0	0.800
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	64.5	1.285	22.3	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}$'	0.0	0.000	0.0	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	32.7	1.146		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}$'	0.0	0.000		

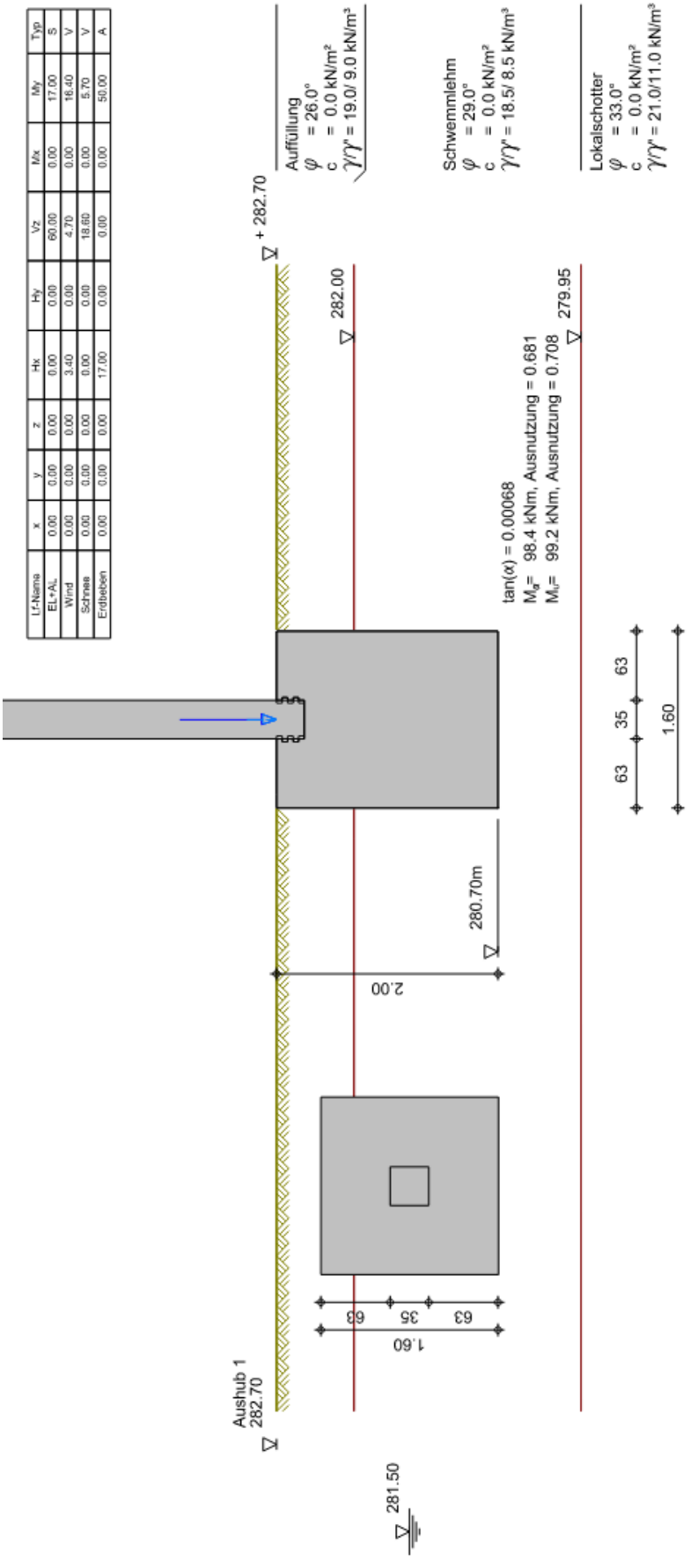
Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu		-0.500*φ	
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	2.237 m	
Höhe Nulllinie y über UK	=	0.000 m	
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	504.5 kN/m²	
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	117.7 kN	
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.727 m	
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	15.1 kN	
Grenzmoment M_u	=	99.2 kNm	
M_d < M_u, Ausnutzungsgrad	=	0.708	*** Nachweis erfüllt ***

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

gruner



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C20/25 Bewehrung: B500B
Randabstände Bewehrungsachse:
$d_{rechts,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{rechts,\,y}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,y}$ = 5.0 cm

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)
Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2
für Widerstände: γ_R = 1.50 (Beton), 1.15 (Stahl)

	Bemessungsschnittgrößen	
Moment im Querschnitt:	max. M_{yd} =	70.28 kNm
	zug. N_d =	-60.94 kN
aus Kombination Nr. 13		
Moment im Querschnitt:	max. M_{xd} =	0.00 kNm
	zug. N_d =	-104.42 kN
aus Kombination Nr. 28		

Erforderliche Bewehrung (je Seite):
erf. A_{Sx} = 0.3 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

erf. A_{Sy} = 0.0 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

Durchstanznachweis
(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand <= 0.5*d)

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Programm DC-Grundbruch *** Copyright 1999-2026 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: \\gs-data03\BRNW$\E2402020.001_Gesamtern.Leimental, Los 3\11_Statik
\14_Binningen_Schloss_Perrondach\FU_eingespannt\FU_Regel_DC_Grundbruch.dbh
Datum: 23.07.2026

Grundbruch-Nachweis nach SIA 267

Berechnung nach GZ Typ 2

Fundamenttyp: Rechteckfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.60 m
Breite quer a : 1.60 m
Unterkante : 280.70 mNN
Höhe h : 2.00 m
Wichte γ : 25.00 kN/m³
Geländeoberkante auf 282.70 mNN

Schichtdaten

		Gelände	Schwemmlehm	Lokalschotter
Schichthöhe Δh	[m]	0.70	2.05	97.25
Innere Reibung cal φ '	[°]	30.00	29.00	33.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	20.00	18.50	21.00
Wichte unter Auftrieb γ '	[kN/m³]	10.00	8.50	11.00

Lasten

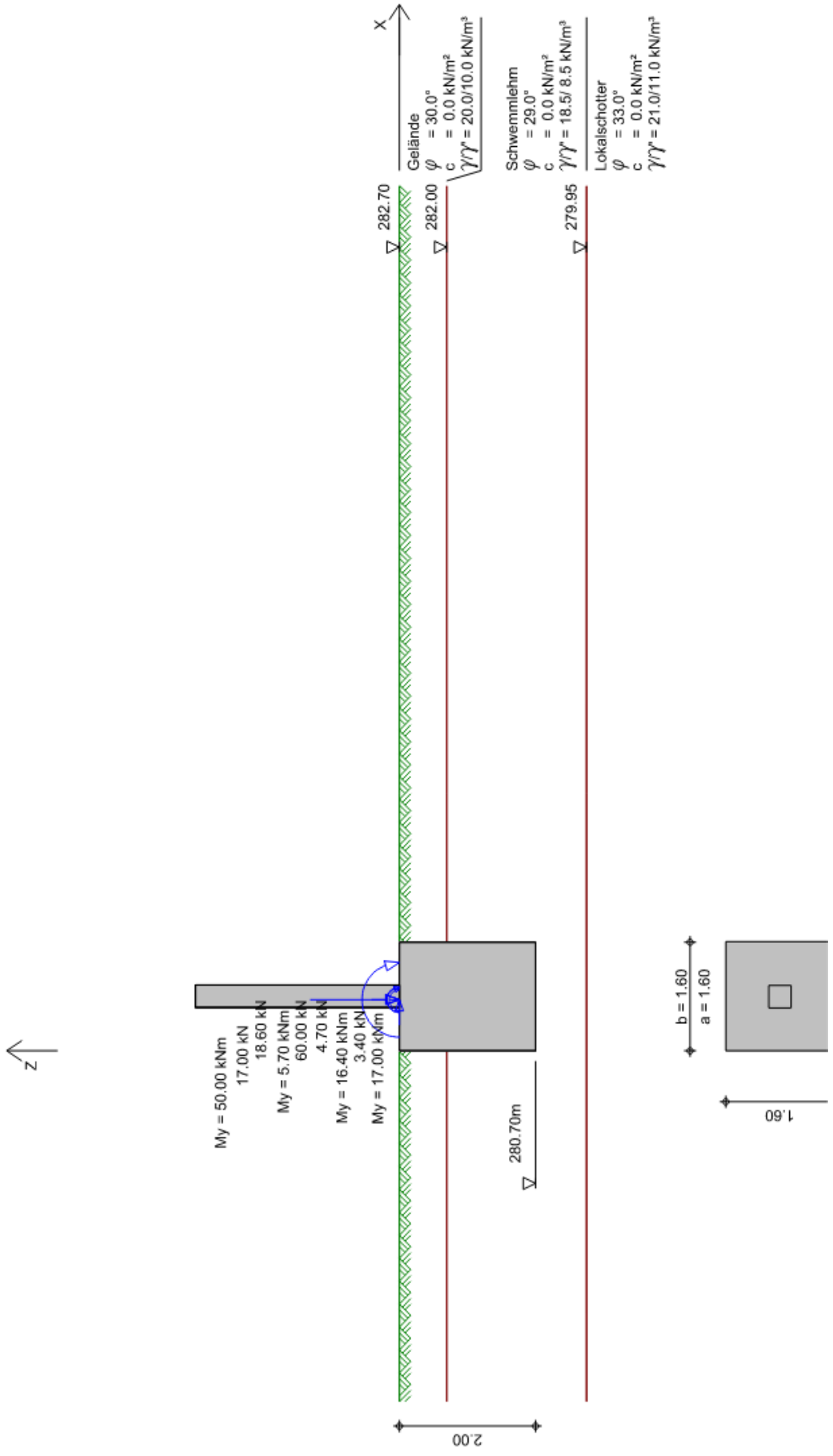
LF		H_x [kN]	H_y [kN]	V [kN]	M_y [kNm]	M_x [kNm]	x [m]	z [m]	e_y [m]	γ	ψ
1	G	0.0	0.0	60.0	17.0	0.0	0.75	0.00	0.00	1.35/1.00	1.00
1	Q	3.4	0.0	4.7	16.4	0.0	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00
1	Q	0.0	0.0	18.6	5.7	0.0	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00
2	Q	17.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ -	G	Q	R	γ	φ	c	cu	Ea	E0	Ep
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
R	Partialfaktor Grundbruch
γ	Wichte
φ	Reibungsbeiwert tan φ
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert cu
Ea	Aktiver Erddruck
E0	Ruhedruck
Ep	Passiver Erddruck

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Lastfall 1

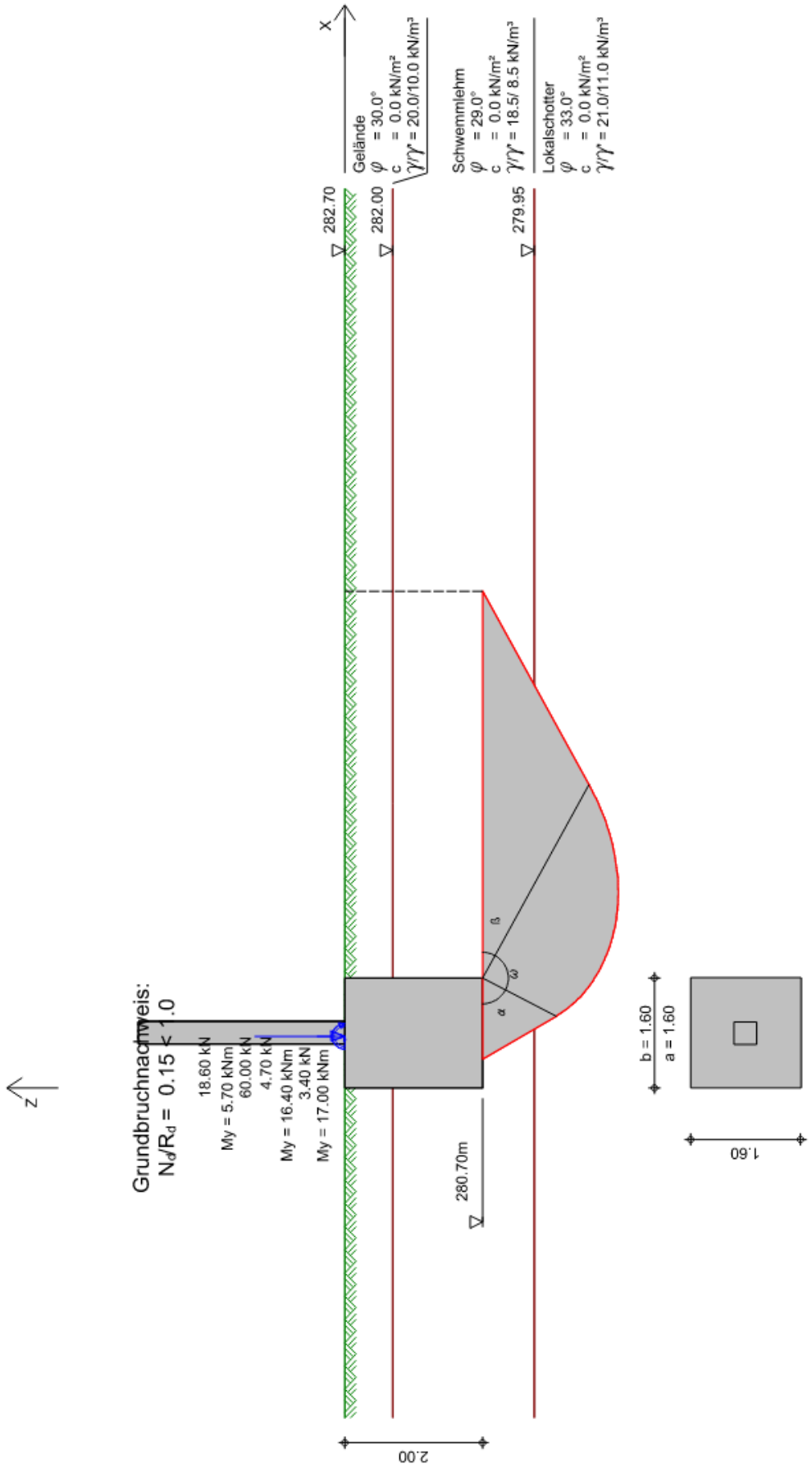
Belastung		Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	=	83.30 kN	115.95 kN
Eigengewicht G	=	128.00 kN	172.80 kN
Gesamtlast V	=	211.30 kN	288.75 kN
Horizontallast H	=	3.40 kN	5.10 kN
Moment M	=	41.74 kNm	60.50 kNm
Neigung der Resultierenden tan(δ_S) = H/V	=	0.02	

Abmessungen		
Einbindetiefe d	=	2.00 m
Ersatzbreite b'	=	1.18 m
Ersatzbreite quer a'	=	1.60 m

Ergebnisse					
Breite der Grundbruchfigur				=	6.80 m	
Tiefe der Grundbruchfigur				=	1.97 m	
Maßgebende Bodenkennwerte:	γ oberhalb Gründungssohle			=	19.03 kN/m³	19.03 kN/m³
	γ unterhalb Gründungssohle			=	19.69 kN/m³	19.69 kN/m³
	Reibungswinkel φ			=	32.32 °	27.80 °
	Kohäsion c			=	0.00 kN/m²	0.00 kN/m²
Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	25.42	14.40	12.72	
Lastneigungsbeiwerte i_c, i_q, i_γ	=	0.95	0.96	0.94	
Formbeiwerte s_c, s_q, s_γ	=	1.42	1.39	0.70	
Tiefenbeiwerte d_c, d_q, d_γ	=	1.42	1.31	1.00	

Grundbruchspannung p_d	=	1053.73 kN/m²
Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d	=	1991.02 kN
Bemessungswert Beanspruchung N_d	=	288.75 kN
Nachweis: N_d / R_d = 0.15 < 1.0		***** Nachweis erfüllt *****

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

7.8 Detailnachweise: Anschluss Kreuzstützenfuss an Fundament

Der Stützenfuss wird mittels Köcherfundament eingespannt.

Zur Lagesicherung im Bauzustand ist eine konstruktive Kopfplatte mit 4 Bolzen ins Fundament vorzusehen.

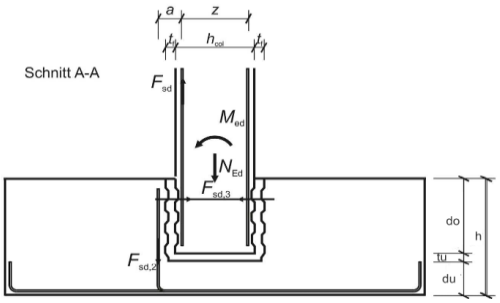
Bemessung Köcherfundament

Einwirkung			
$N_{ed,Bauz.}$	45,0	kN	Bauzustand
N_{Ed}	120,0	kN	
M_{Ed}	70,0	kNm	GZT
Fsd	330,8	kN	

Baustoff	C30/37	
f_{ck}	30	N/mm²
yc	1,5	
f_{yd}	435	N/mm²

Bewehrung		
cnom	5,0	cm
Φ_l	10	mm
Øly	9,24	cm²
Øly	9,24	cm²

Bauteilabmessungen		
Stütze		
a	33	cm
b	33	cm
Fundament		
a	150	cm
b	150	cm
h	200	cm
do	75	cm
tu	5	cm
dx	193,5	cm
dy	194,5	cm
a	10	cm
du	120	cm



ermittlung der Längsbewehrung

erf As_u	0,0

Durchstanzwiderstand des Köcherbodens im Bauzustand

Nachweis nicht massgebend

Zugkraft im U-Bügel

F_{sd2}	264.77	kN
$A_{s,erf,z}$	6.09	cm²
gewählt	Ø 12 / 12.5	

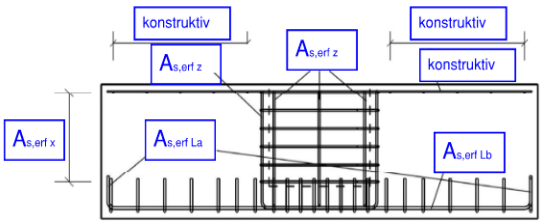
$$F_{sd2} = \frac{F_{sd} \cdot z}{a + z}$$

9.0 cm²/m

erf. Horizontalbügel

F_{sd3}	264.77	kN
$A_{s,erf,x}$	6.09	cm²
gewählt	Ø 12 / 12.5	

9.0 cm²/m



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8 Nachweis Dach 1: Rahmen FLM: 17.075 (M1) sowie 17.076 (M2)

8.1 Statisches System

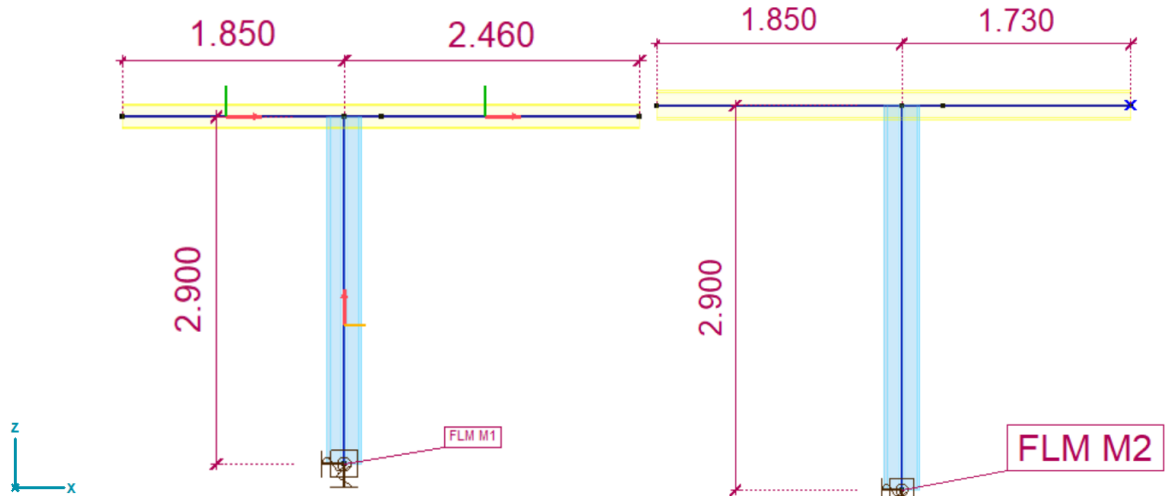


Abbildung 31: statisches Modell AxisVM8 Perrodach- FLM 17.075 (li); FLM 17.076 (re)

8.2 Schnittgrössen

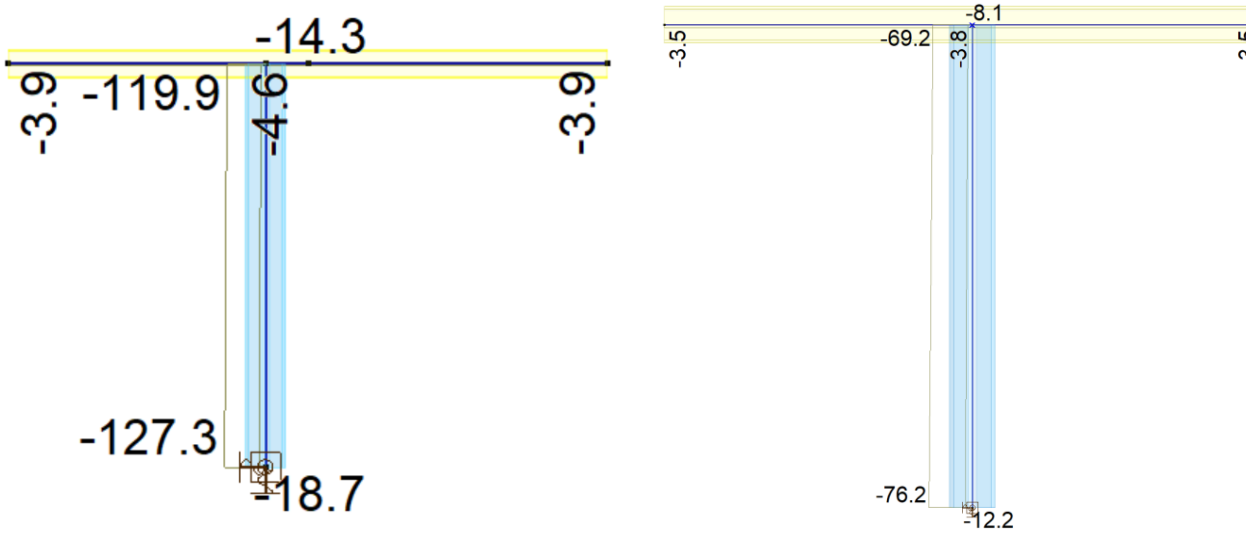


Abbildung 32: Massgebende Nx,Ed, FLM 17.075 (li); 17.076 (re) Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

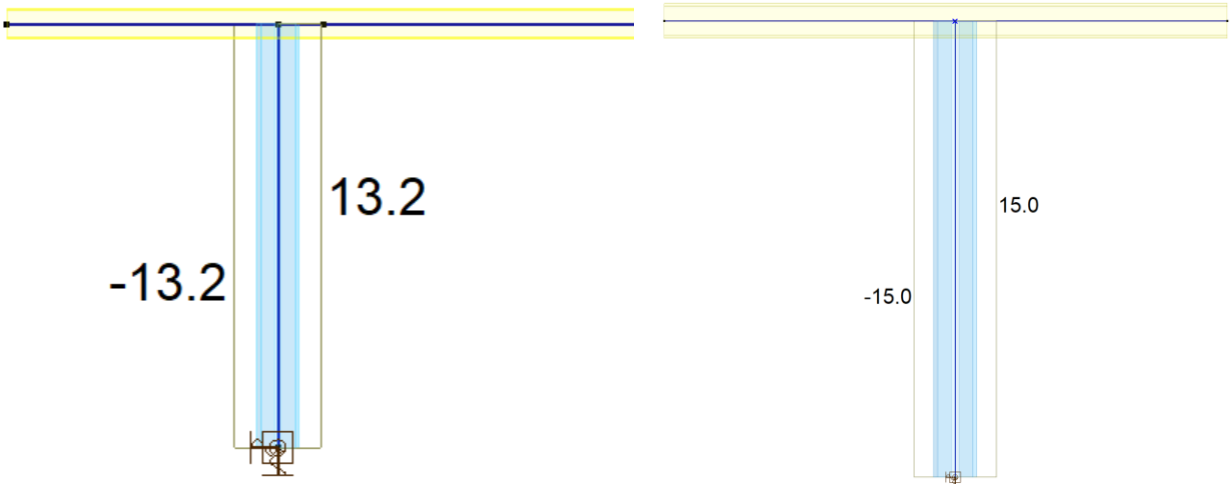


Abbildung 33: Massgebende $V_{y,Ed}$ FLM 17.075 (li); 17.076 (re)Umhüllende Lastfallkombinationen

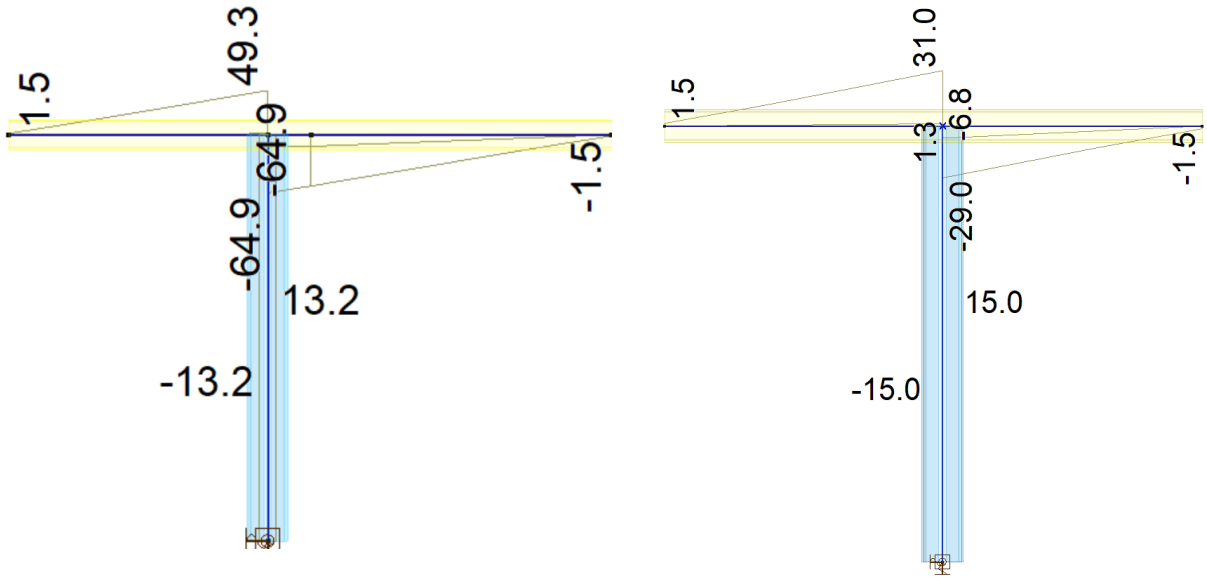


Abbildung 34: Massgebende $V_{z,Ed}$ FLM 17.075 (li); 17.076 (re)Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

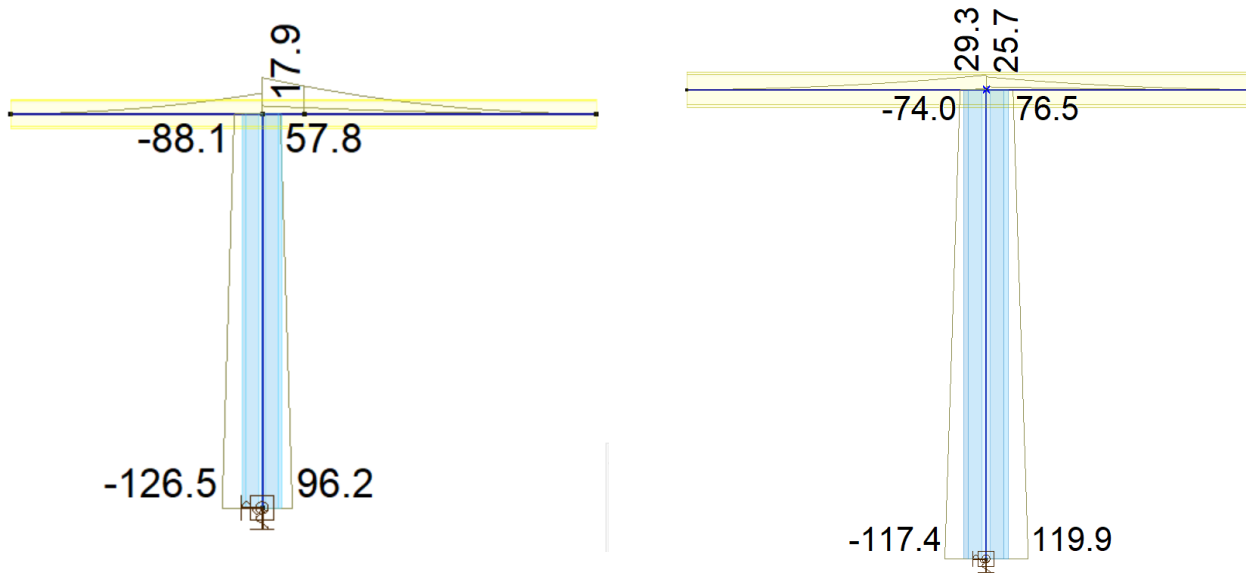


Abbildung 35: Massgebende $M_{y,Ed}$ FLM 17.075 (li); 17.076 (re)Umhüllende Lastfallkombinationen

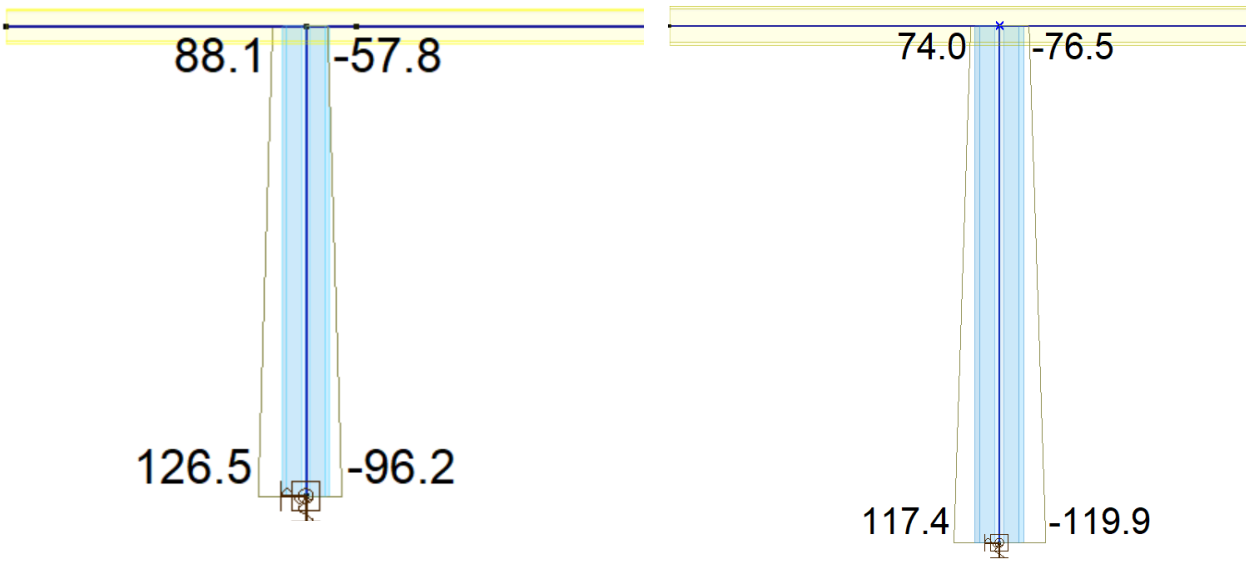


Abbildung 36: Massgebende $M_{x,Ed}$ FLM 17.075 (li); 17.076 (re) Umhüllende Lastfallkombinationen

➔ Schnittkräfte des FLM 17.075 (M1) grösser als FLM 17.076 (M2), Nachweise werden für FLM 17.075 geführt und gelten ebenso für FLM 17.076

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.3 Bemessung Profile Dachträger HEB220

Dachträger:	HEB 220
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S255 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Nachweis

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2

5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft SIA 263:2013

Einwirkungen

V_{Ed}	66.0	kN
$M_{y,Ed}$	82.0	kNm

Materialkennwerte

E	210’000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte

HEB 220

A_v	2’790	mm²
W_y	736’000	mm³
W_z	258’000	mm³
I_y		mm⁴
I_z		mm⁴

5.1.4 Querkraft

$$V_{Rd} = \frac{\tau_y A_v}{\gamma_{M1}} \quad (41)$$

τ_y	135.7	N/mm²
V_{Rd}	360.5	kN
n	0.18	**Nachweis erfüllt**

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	164.72	kNm
n	0.50	**Nachweis erfüllt**

$M_{y,Rd}$	57.74	kNm
n	0.00	**Nachweis erfüllt**

5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft nicht erforderlich

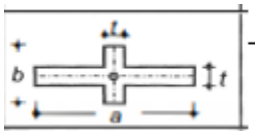
V_{Ed} / V_{Rd}	0.18	**< 0.50 Biegeanteil des Stegs muss nicht reduziert werden - > ohne Nachweis erfüllt**

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.4 Bemessung Profile Kreuzstütze

Kreuzstütze:	a x b x t: 370 x 370 x35 mm
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S355 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Querschnittswerte



a	b	t	A	Iy	Iz	Wy	Wz
370	370	35	24'675	148'934'844	148'934'844	805'053	805'053

Bemessung:

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und
5.1.3 Normalkraft und Biegung SIA 263:2013

Einwirkungen

N_{Ed}	120.00	kN
$M_{y,Ed}$	126.00	kNm
$M_{z,Ed}$	126.00	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	355	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte

Kreuzstütze 370x370x35 mm

A	24'675	mm²
W_y	805'053	mm³
W_z	805'053	mm³
I_y	148'934'844	mm⁴
I_z	148'934'844	mm⁴

5.1.2 Normalkraft

$$N_{Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (38)$$

N_{Rd} 8342.50 kN
n 0.01 Nachweis erfüllt

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$ 272.18 kNm
n 0.46 Nachweis erfüllt

$M_{y,Rd}$ 272.18 kNm
n 0.46 Nachweis erfüllt

5.1.6 Biegung und Normalkraft

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \le 1{,}0 \quad (44)$$

n 0.94 Nachweis erfüllt

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.1 Knicken

Einwirkungen			Bauteilkennwerte Kreuzstütze 370x370x35		
$N_{k,Ed}$	120.00	kN	A	247	cm^2
$M_{z,Ed}$	126.00	kN	Iy	14'893	cm^4
$M_{y,Ed}$	126.00	kN	Iz	14'893	cm^4
			W_y	805.1	cm^3
Materialkennwerte			W_z	805.1	cm^3
E	210'000	N/mm^2	I_T	1057.6	cm^4
fy	355	N/mm^2	I_w	0	cm^6
y_{M1}	1.05		zp	0	cm

$$\lambda_K = \frac{L_K}{i} = L_K \sqrt{\frac{A}{I}}$$

λ_k	74.65	L	2.9	m
		β	2	*Knicklängenbeiwert*
		L_k	5.80	m

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_E 76.41

$$\bar{\lambda}_K = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K}}} = \lambda_K / \lambda_E$$

$\overline{\lambda}_k$ 0.98

Tabelle 8: Imperfektionsbeiwerte α_K

Knickspannungskurve	a	b	c	d
Imperfektionsbeiwert α_K	0,21	0,34	0,49	0,76

α_k 0.49

$$\Phi_K = 0{,}5\,[1 + \alpha_K\,(\bar{\lambda}_K - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2_K]$$

Φ_k 1.17

$$\chi_K = \frac{1}{\Phi_K + \sqrt{\Phi^2_K - \bar{\lambda}^2_K}} \leq 1{,}0 \qquad (8)$$

χ_K 0.55

$N_{k,Rd}$ 4616.49 kN

n 0.03 **Nachweis erfüllt**

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.2 Kippen von Biegeträgern

Biegedrillknicken gewalzter Querschnitte für QK1, QK2, QK3

ζ 1.23

z-Richtung

$N_{cr,z}$ 9176.1 kN

c^2 931.6 cm^2

M_{cr} 3455.4 kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} 0.288 c Knicklinie

χ_{LT} 1 sh. Tafel 8.35

$M_{b,Rd}$ 272.2 kNm

n 0.46 **Nachweis erfüllt**

y-Richtung

$N_{cr,z}$ 9176.1 kN

c^2 931.6 cm^2

M_{cr} 3455.4 kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT} 0.288 c Knicklinie

χ_{LT} 1 sh. Tafel 8.35

$M_{b,Rd}$ 272.2 kNm

n 0.46 **Nachweis erfüllt**

Biegung und Druck

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1{,}0$$

n 0.95 **Nachweis erfüllt**

kyy 1 kyz 1

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.5 Detailnachweise: Anschluss FLM an Dachkonstruktion

Schnittgrössen: siehe Einwirkungen FLM: massgebend **Mast 17.075.1M1**

Gewählt: Kopfplatte 260x400x20 mm S355

Umlaufend mit HEB260 verschweisst aw = 6 mm S355

Schauben 2 x 4 M16 8.8 + 2 M16 8.8

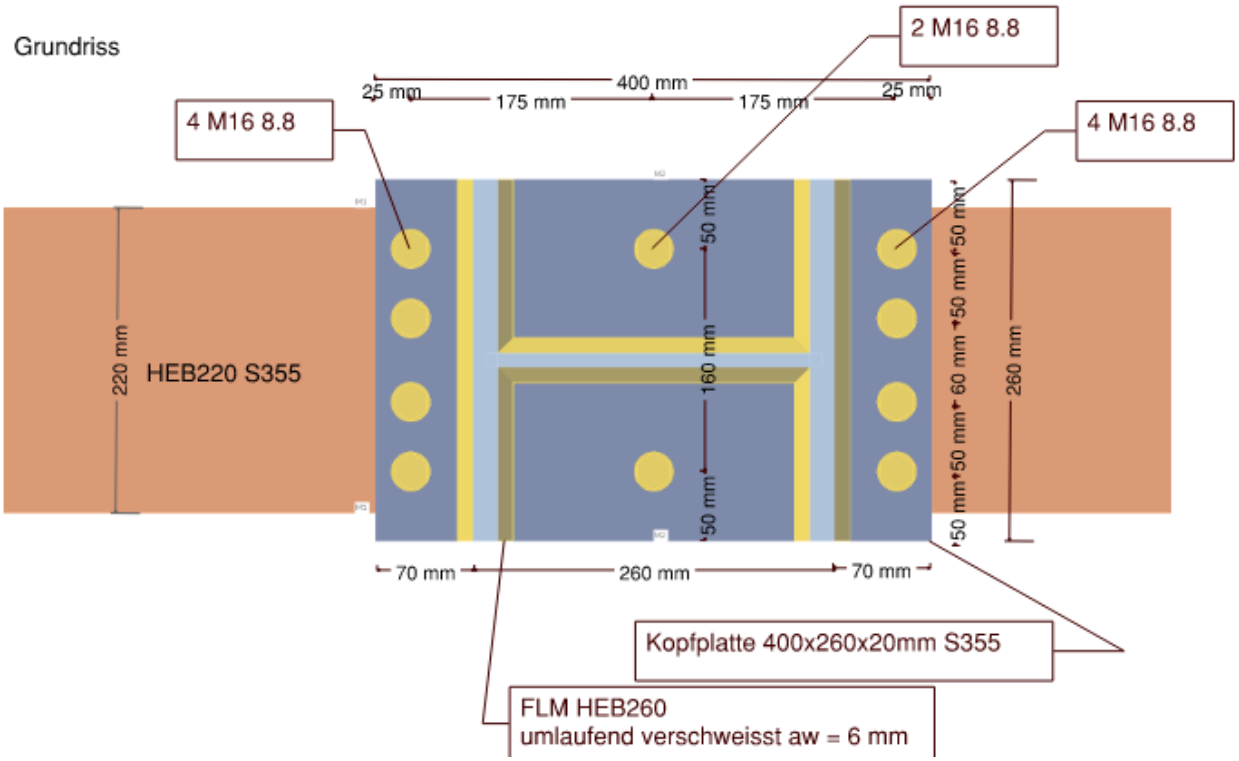


Abbildung 37: Skizze biegesteifer Anschluss FLM an Dachkonstruktion

Bemessung

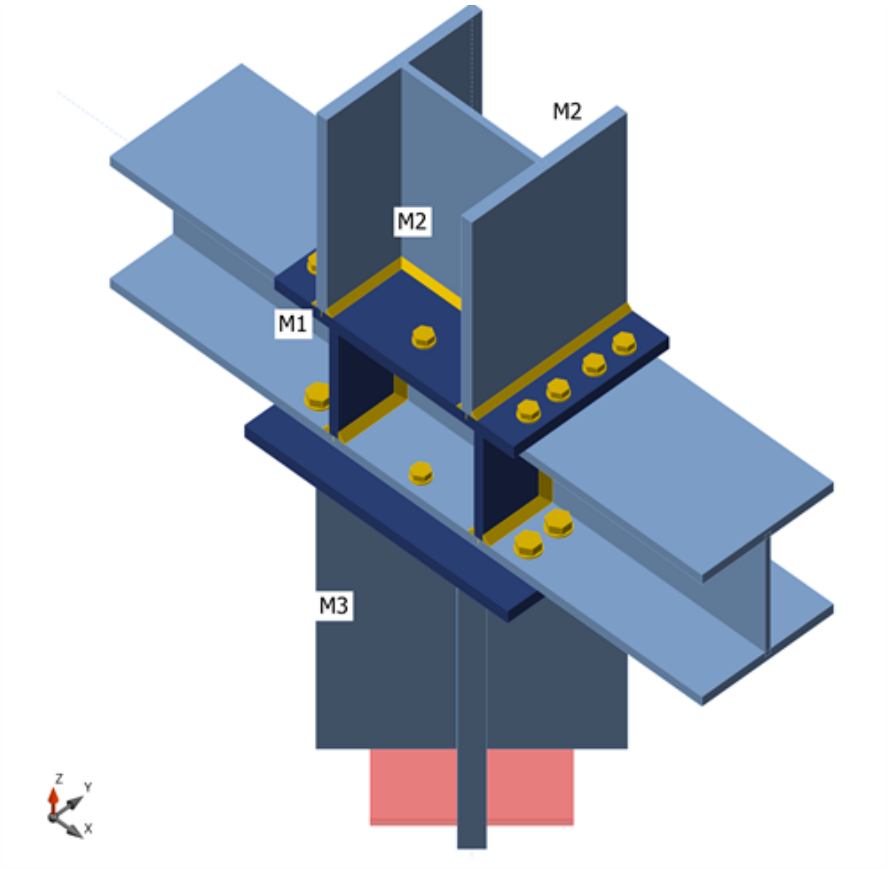
Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	3 - HEB260	0,0	90,0	0,0	130	0	0
M3	5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	0,0	-90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende		Knoten	0
M3 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 355
3 - HEB260	S 235
5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	S 355, S 355, S 355, S 355

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201
M20 8.8	20	640,0	800,0	314

Masgebende Lasteinwirkung: 17.075.1M1 y

Lasteinwirkungen

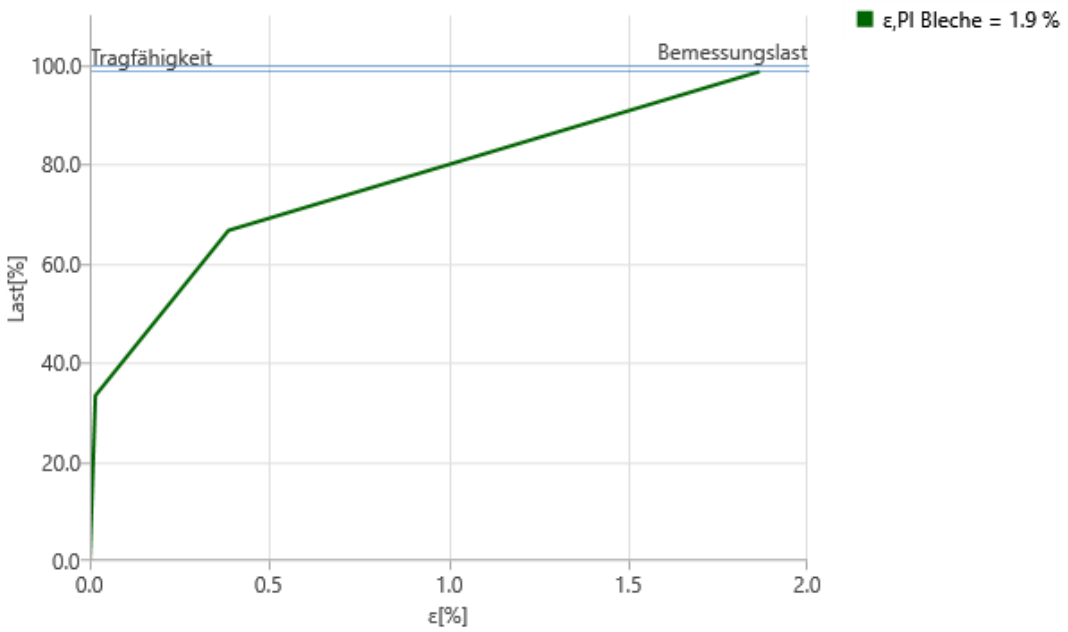
Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17.075.1M1 y	M1 / Anfang	-4,0	0,0	-65,0	0,0	-81,1	0,0
	M1 / Ende	4,0	0,0	-50,0	0,0	21,0	0,0
	M2 / Ende	-19,0	0,0	17,0	0,0	-91,0	0,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
17.075.1M1 y	98,7



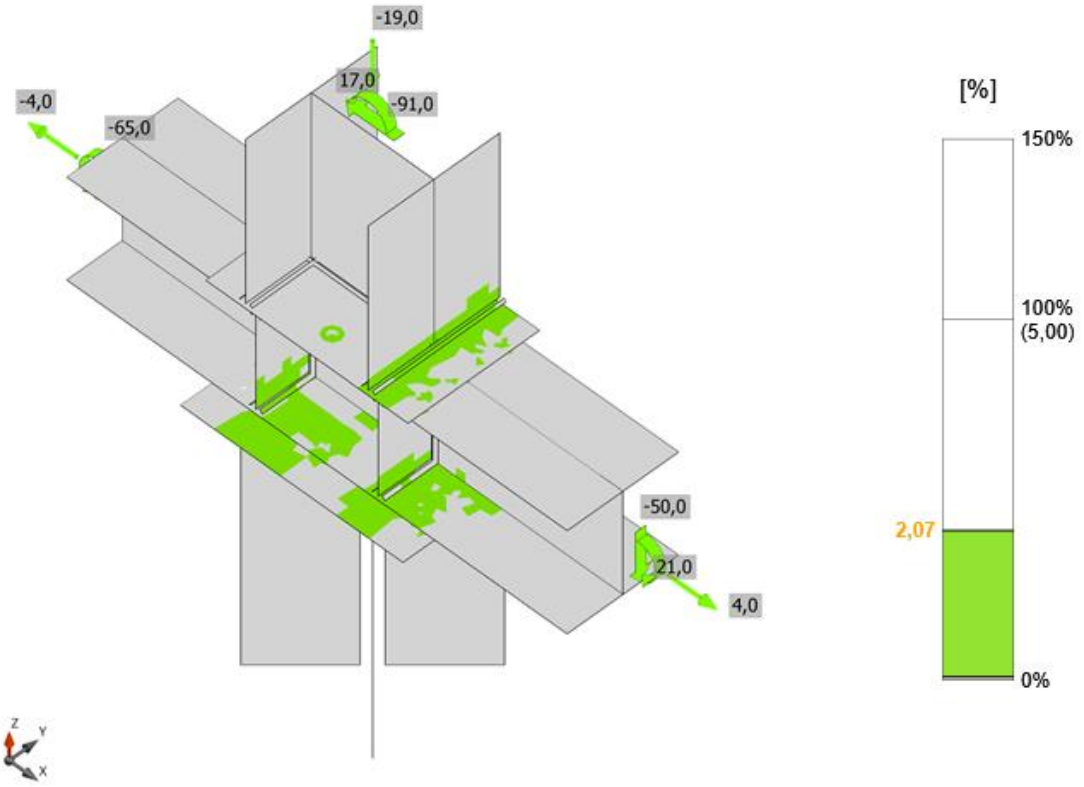
Tragfähigkeit des Anschlusses, 17.075.1M1 y

Übersicht

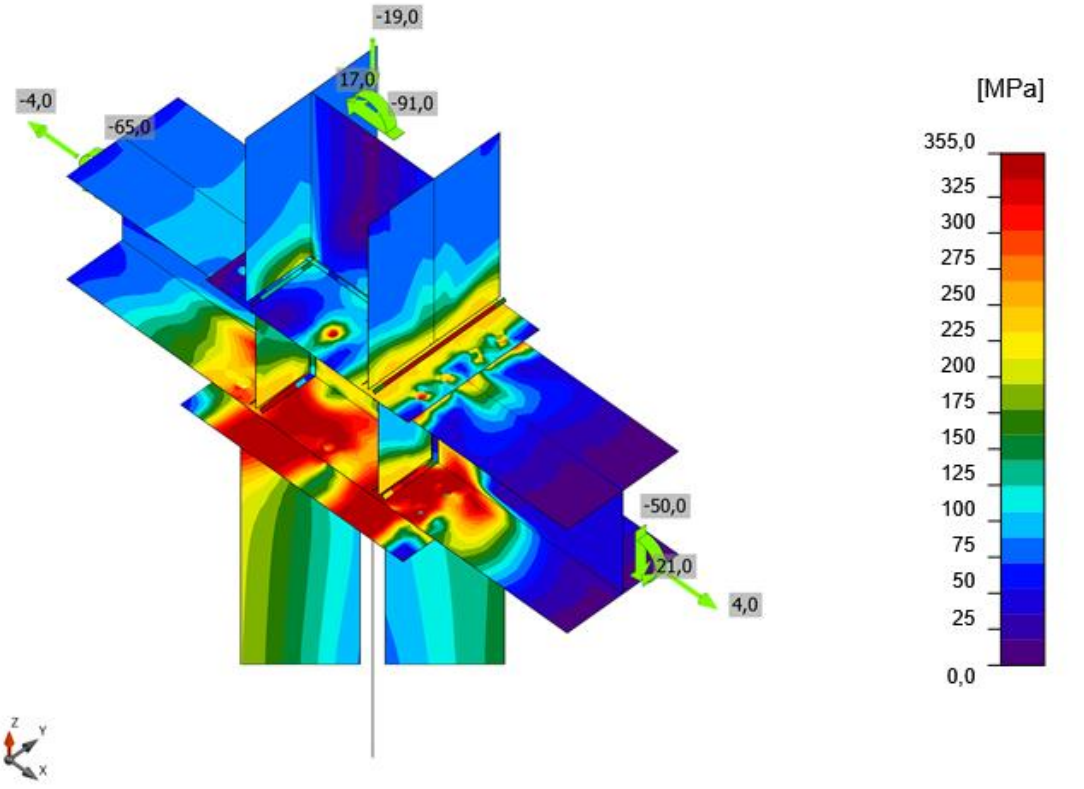
Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	2,1 < 5,0%	OK
Schrauben	98,9 < 100%	OK
Schweißnähte	100,2 > 100%	Nicht OK!

Geringe überschreitung kann toleriert werden!

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Dehnung, 17.075.1M1 y



Vergleichsspannung, 17.075.1M1 y

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.6 Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze

Schnittgrössen: siehe Einwirkungen FLM: massgebend **Mast 17.075.1M1**

Gewählt: Kopfplatte 440x320x20 mm S355

Umlaufend mit Kreusstütze 370x370x35 mm verschweisst aw = 12 mm S355

Schauben 2 x 4 M20 10.9 + 2 M16 8.8

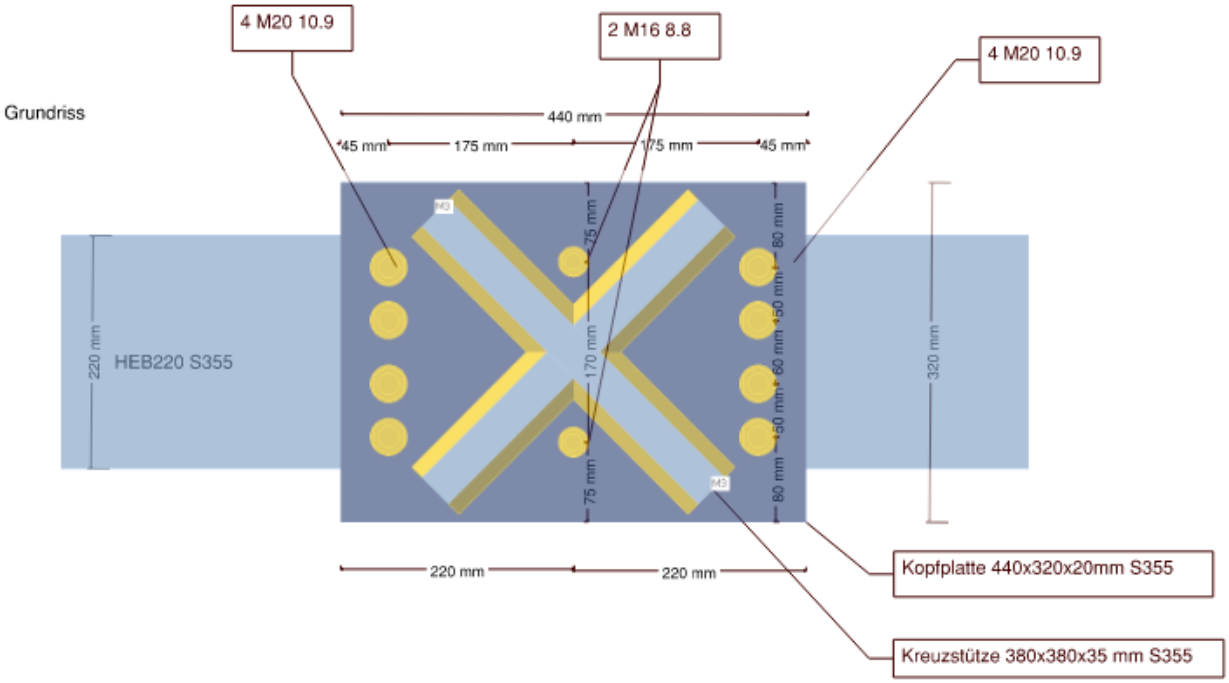


Abbildung 38: Skizze biegesteifer Anschluss Stützenkopf

Nachweis siehe oben

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.7 Verformung

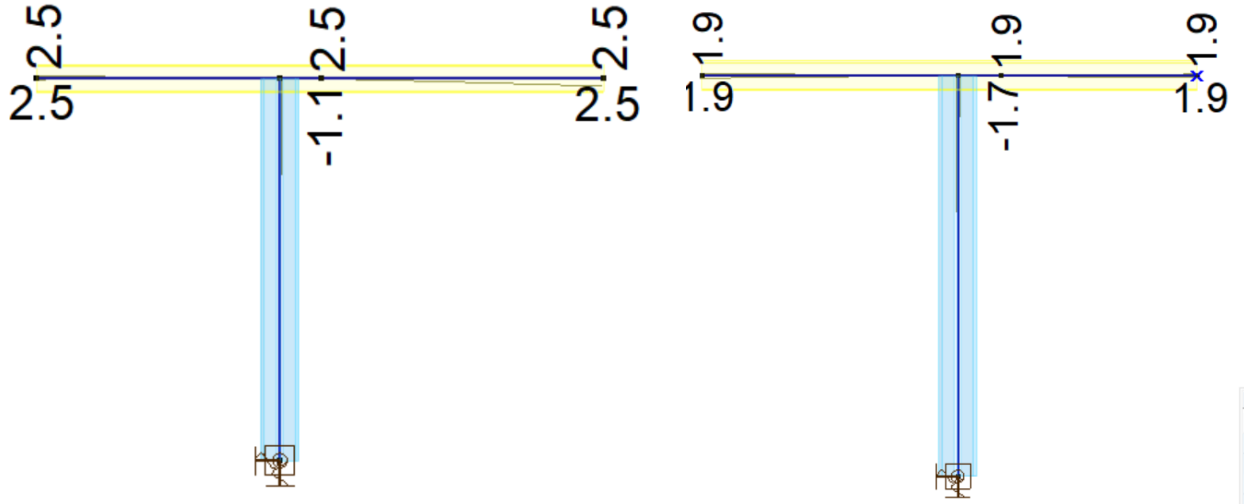


Abbildung 39: Massgebende Verformung ex FLM M1 (li); FLM M2 (re) Umhüllende SLS Quasi-Ständig

Tabelle 4: Richtwerte für horizontale Auslenkungen

SLS Quasi- Ständig: u= 2.5 mm < h / 250 = 11.6 mm → erfüllt

SLS Häufig: u= 3.5 mm < h / 300 = 9.7 mm → erfüllt

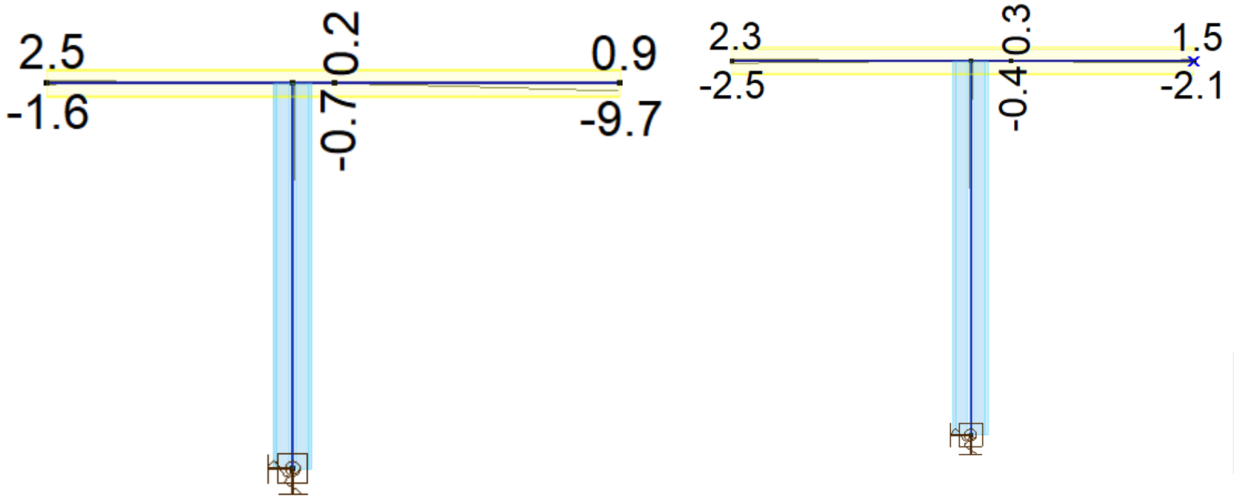


Abbildung 40: Massgebende Verformung ez FLM M1 (li); FLM M2 (re) Umhüllende SLS Quasi-Ständig

Tabelle 3: Richtwerte für Durchbiegungen

l Spannweite oder doppelte Auskragungslänge (SIA 260 1.2.2)

SLS Quasi- Ständig (l = 2*1.73 m): w = 2.5 mm < l /300 = 11.5 mm → erfüllt

SLS Quasi- Ständig (l = 2*2.46 m): w = 9.7 mm < l /300 = 16.4 mm → erfüllt

SLS Häufig (L = 2*2.46 m): w = 11.9 mm < l /350 = 14.1 mm → erfüllt

SLS Selten (L = 2*2.46 m): nicht erforderlich

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

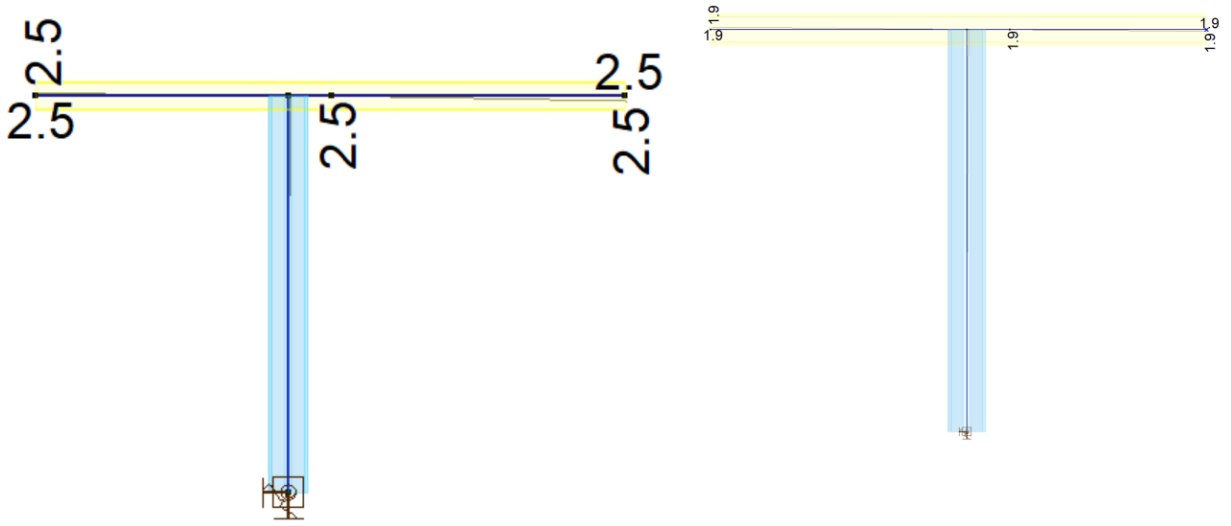


Abbildung 41: Massgebende Verformung ex FLM M1 (li); FLM M2 (re) FLM (1.0 Wind + 1.0 Schnee)

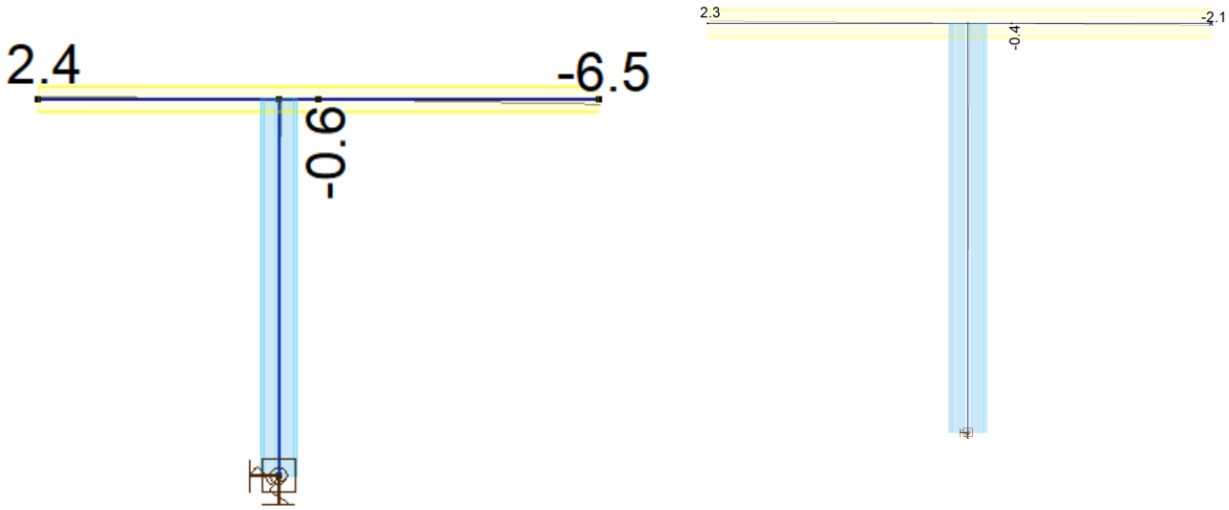


Abbildung 42: Massgebende Verformung ez FLM M1 (li); FLM M2 (re) FLM (1.0 Wind + 1.0 Schnee)

Nachweis zulässige horizontale Verschiebung des Fahrdrahts durch Windbelastung 40 mm

Vorhandene Verschiebung Mast (17.075_M1) u = 10.8 mm.

Zusätzliche Verschiebung aus Perrondach u = 2.5 mm auf Höhe Perrondach.

➔ Gesamtverschiebung auf Höhe Mastspitze: 10.8 + 2.5 / 2.9 * 11 = 20.3 < 40 mm → erbracht.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

8.8 Bemessung Fundament

Bauteilabmessungen:	a x b x h: 160 cm x 160 cm x 200 cm
Druckfestigkeitsklasse:	C30/37
Expositionsklasse:	XC4, XD3, XF2
Betondeckung:	c_{nom} = 50 mm; 55 mm erdseitig
Bodenpressung:	σ_{Rd} = 60 kN/m^2 (siehe PB Kapitel 3)

Fundamentnachweis:

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Blockfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.60 m
Breite quer a : 1.60 m
Unterkante : 280.70 mNN
Höhe h : 2.00 m
Stütze b x d = : 0.35 x 0.35
Wichte γ : 25.00 kN/m³
Geländeoberkante auf 282.70 mNN

Schichtdaten

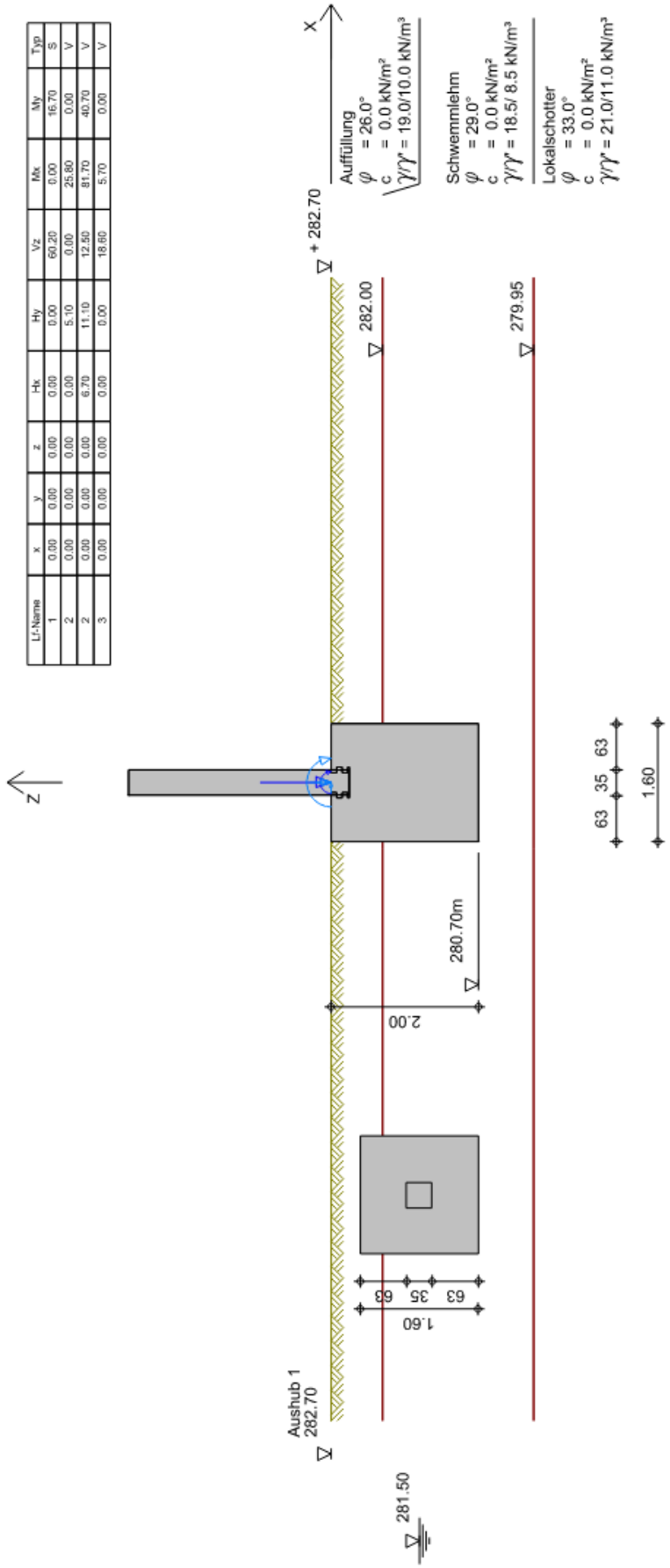
		Auffüllung	Schwemmlehm	Lokalschotter
Schichthöhe Δh	[m]	0.70	2.05	97.25
Innere Reibung cal φ'	[°]	26.00	29.00	33.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	19.00	18.50	21.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	8.50	11.00
Steifemodul E_s	[MN/m²]	7.00	4.00	30.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	80.00	60.00	160.00

Lastfall	LF-Gruppe
1	
2	LG1
3	LG1

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess.	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Eigengew.	G	128.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-2.00	1.35	1.35			
1	G	60.2	0.0	0.0	0.0	16.7	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
2	Wind	0.0	0.0	5.1	25.8	0.0	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.60	0.20	0.00
2	Wind	12.5	6.7	11.1	81.7	40.7	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.60	0.20	0.00
3	Schnee<	18.6	0.0	0.0	5.7	0.0	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	0.88	0.50	0.00

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ-	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ-	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Lasten
Q	veränderliche Lasten
R	Partialfaktor Grundbruch
R,h	Gleitwiderstand
γ	Wichte
φ	Reibungsbeiwert tan φ
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert cu
Ea	Aktiver Erddruck
E0g	Ruhedruck
Ep	Passiver Erddruck
G,inf	günstige ständige Lasten
G,sup	ungünstige ständige Lasten
Q	ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	1	2	3
1	1.00	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	1.50
3	1.00	1.00	0.60	1.50
4	1.00	1.00	1.50	0.00
5	1.00	1.00	1.50	0.88
6	1.00	1.35	0.00	0.00
7	1.00	1.35	0.00	1.50
8	1.00	1.35	0.60	1.50
9	1.00	1.35	1.50	0.00
10	1.00	1.35	1.50	0.88
11	1.35	1.00	0.00	0.00
12	1.35	1.00	0.00	1.50
13	1.35	1.00	0.60	1.50
14	1.35	1.00	1.50	0.00
15	1.35	1.00	1.50	0.88
16	1.35	1.35	0.00	0.00
17	1.35	1.35	0.00	1.50
18	1.35	1.35	0.60	1.50
19	1.35	1.35	1.50	0.00
20	1.35	1.35	1.50	0.88

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	1	2	3
1	1.00	1.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.00	1.50
3	1.00	1.00	0.60	1.50

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Komb.Nr.	Eigengew.	1	2	3
4	1.00	1.00	1.50	0.00
5	1.00	1.00	1.50	0.88
6	1.00	1.35	0.00	0.00
7	1.00	1.35	0.00	1.50
8	1.00	1.35	0.60	1.50
9	1.00	1.35	1.50	0.00
10	1.00	1.35	1.50	0.88
11	1.35	1.00	0.00	0.00
12	1.35	1.00	0.00	1.50
13	1.35	1.00	0.60	1.50
14	1.35	1.00	1.50	0.00
15	1.35	1.00	1.50	0.88
16	1.35	1.35	0.00	0.00
17	1.35	1.35	0.00	1.50
18	1.35	1.35	0.60	1.50
19	1.35	1.35	1.50	0.00
20	1.35	1.35	1.50	0.88

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A	=	1.60 m
Fundamentbreite quer B	=	1.60 m
Einbindetiefe D	=	2.00 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1	=	91.8 MN/m³
Vertikale Bettungsziffer C_2	=	94.0 MN/m³
Sohlreibungswinkel φ_2	=	29.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 3

Vertikale Belastung N_α	=	198.8 kN
Horizontale Belastung H	=	-11.4 kN
Moment an Oberkante M	=	126.9 kNm

Werte der Schiefstellung tanα

Zulässige Schiefstellung tanα	=	0.00300
Resultierende Schiefstellung tanα	=	0.00070
für Überwindung der Sohlreibung tanα_1	=	0.00101
für Abheben der hinteren Sohlkante tanα_2	=	0.00103

Für die zulässige Schiefstellung tanα = 0.00300:
Bereich 2: Übergangsbereich (tanα_1 < tanα <= 3*tanα_1)

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	98.8 kNm
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	96.8 kNm
Resultierendes Moment M_α	=	176.2 kNm
(M_α begrenzt auf M_u)		

Für die resultierende Schiefstellung tanα = 0.00070:
Bereich 1: Sohlenreibung wirksam (tanα <= tanα_1)

M < M_α, Ausnutzungsgrad	=	0.720	*** Nachweis erfüllt ***

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Standsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 9

Vertikale Belastung N_α	=	180.2 kN
Horizontale Belastung H_d	=	-16.7 kN
Moment an Oberkante M_d	=	181.6 kNm

Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)
Der passive Erddruck bis zum Drehpunkt wurde auf den mobilisierten Anteil abgemindert zu $0.25*E_{p,k}$

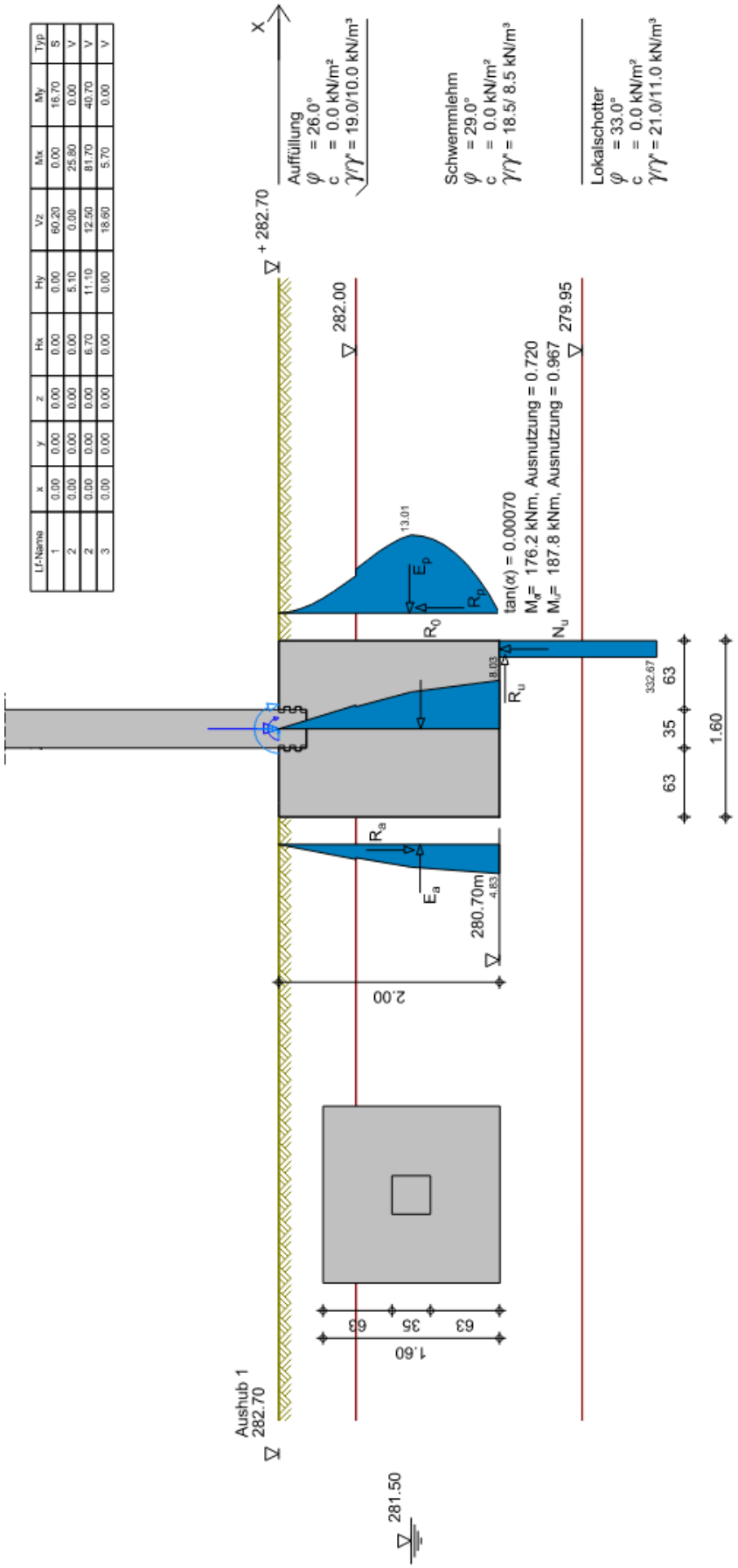
	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	49.9	1.280	12.7	0.800
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	64.0	1.185	22.9	0.800
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}$'	0.0	0.000	0.0	0.800
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	87.3	1.285	30.1	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}$'	0.0	0.000	0.0	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	44.3	1.146		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}$'	0.0	0.000		

Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu		-0.500*φ
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	2.237 m
Höhe Nulllinie y über UK	=	0.000 m
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	504.5 kN/m²
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	121.5 kN
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.725 m
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	61.0 kN

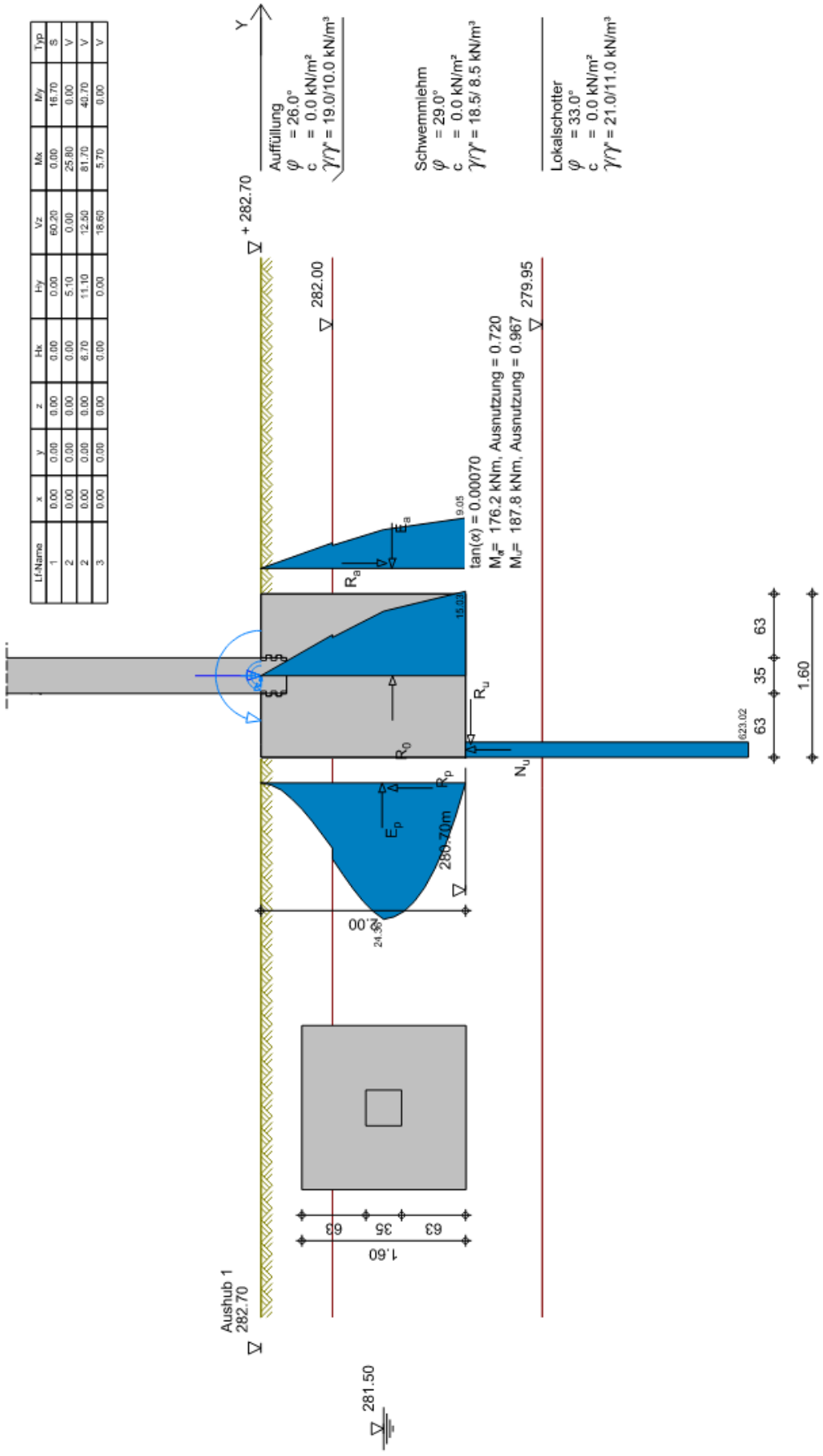
Grenzmoment M_u	=	187.8 kNm	
$M_d < M_u$, Ausnutzungsgrad	=	0.967	*** Nachweis erfüllt ***

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

gruner



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



LF-Name	x	y	z	Hx	Hy	Vz	Mx	My	Typ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.20	0.00	16.70	S
2	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.00	25.80	0.00	V
3	0.00	0.00	0.00	8.70	11.10	12.50	81.70	40.70	V
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.60	5.70	0.00	V

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C30/37 Bewehrung: B500B
Randabstände Bewehrungsachse:
$d_{rechts,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{rechts,\,y}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,y}$ = 5.0 cm

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)
Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2
für Widerstände: γ_R = 1.50 (Beton), 1.15 (Stahl)

	Bemessungsschnittgrößen		
Moment im Querschnitt:	max. M_{yd}	=	77.75 kNm
	zug. N_d	=	-78.95 kN
aus Kombination Nr. 14			
Moment im Querschnitt:	max. M_{xd}	=	161.25 kNm
	zug. N_d	=	-78.95 kN
aus Kombination Nr. 14			

Erforderliche Bewehrung (je Seite):
erf. A_{Sx} = 0.2 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

erf. A_{Sy} = 1.4 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

Durchstanznachweis
(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand <= 0.5*d)

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Programm DC-Grundbruch *** Copyright 1999-2026 DC-Software Doster & Christmann GmbH, D-81245 München ***

Eingabedatei: \\gs-data03\BRNW$\E2402020.001_Gesamtern.Leimental, Los 3\11_Statik
\14_Binningen_Schloss_Perrondach\FU_eingespannt\FU_Mast_17.075.1.M1_DC_Grundbruch.dbh
Datum: 23.07.2026

Grundbruch-Nachweis nach SIA 267

Berechnung nach GZ Typ 2

Fundamenttyp: Rechteckfundament

Fundamentabmessungen
Breite b : 1.60 m
Breite quer a : 1.60 m
Unterkante : 280.70 mNN
Höhe h : 2.00 m
Wichte γ : 25.00 kN/m³
Geländeoberkante auf 282.70 mNN

Schichtdaten

		Auffüllung	Schwemmlehm	Lokalschotter
Schichthöhe Δh	[m]	0.70	2.05	97.25
Innere Reibung cal φ '	[°]	26.00	29.00	33.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	19.00	18.50	21.00
Wichte unter Auftrieb γ '	[kN/m³]	9.00	8.50	11.00

Lasten

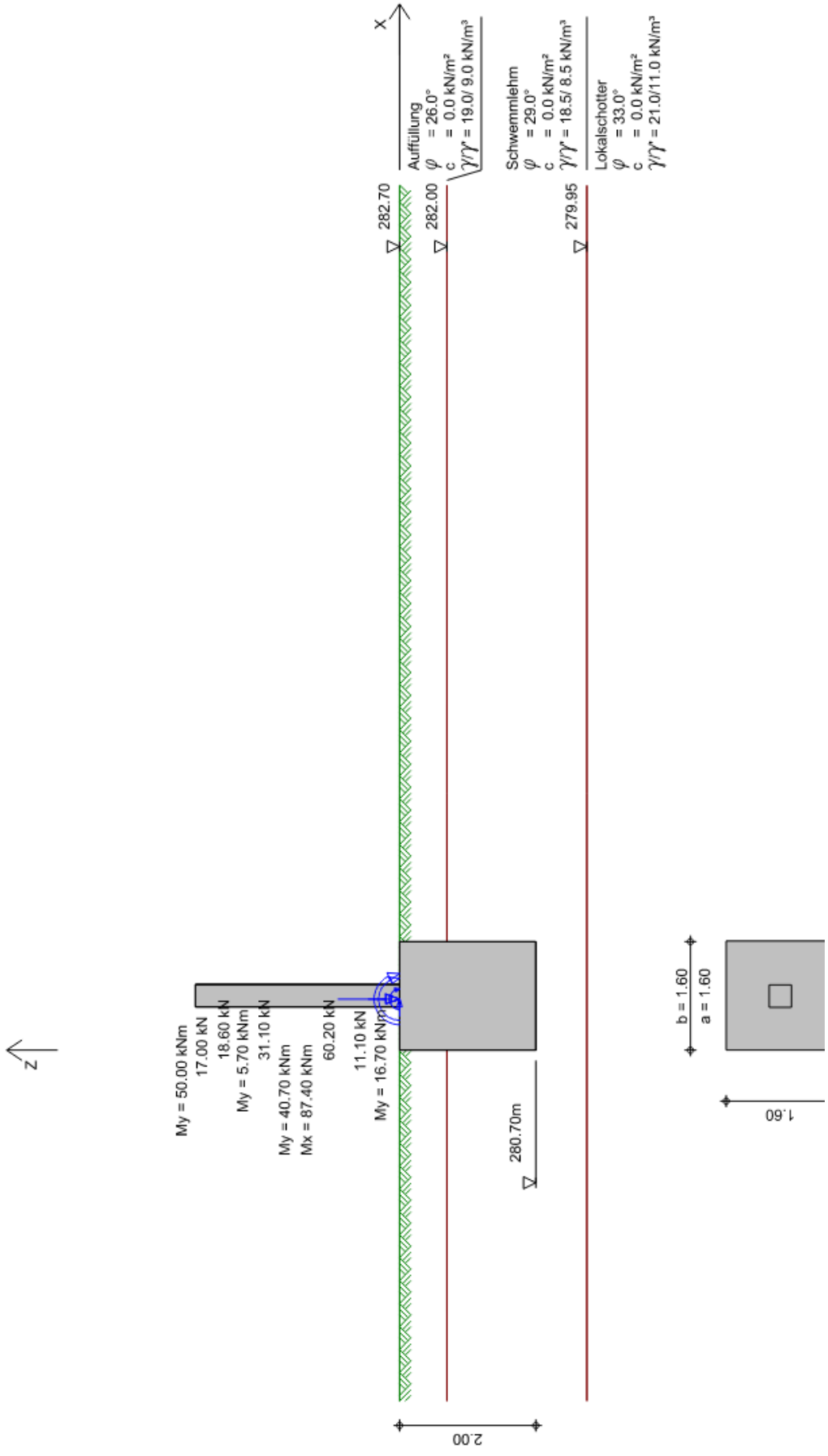
LF		H_x [kN]	H_y [kN]	V [kN]	M_y [kNm]	M_x [kNm]	x [m]	z [m]	e_y [m]	γ	ψ
1	G	0.0	0.0	60.2	16.7	0.0	0.75	0.00	0.00	1.35/1.00	1.00
1	Q	11.1	0.0	31.1	40.7	87.4	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00
1	Q	0.0	0.0	18.6	5.7	0.0	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00
2	Q	17.0	0.0	0.0	50.0	0.0	0.75	0.00	0.00	1.50/1.30	1.00

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ -	G	Q	R	γ	φ	c	cu	Ea	E0	Ep
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Einwirkungen
Q	veränderliche Einwirkungen
R	Partialfaktor Grundbruch
γ	Wichte
φ	Reibungsbeiwert tan φ
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert cu
Ea	Aktiver Erddruck
E0	Ruhedruck
Ep	Passiver Erddruck

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Lastfall 1

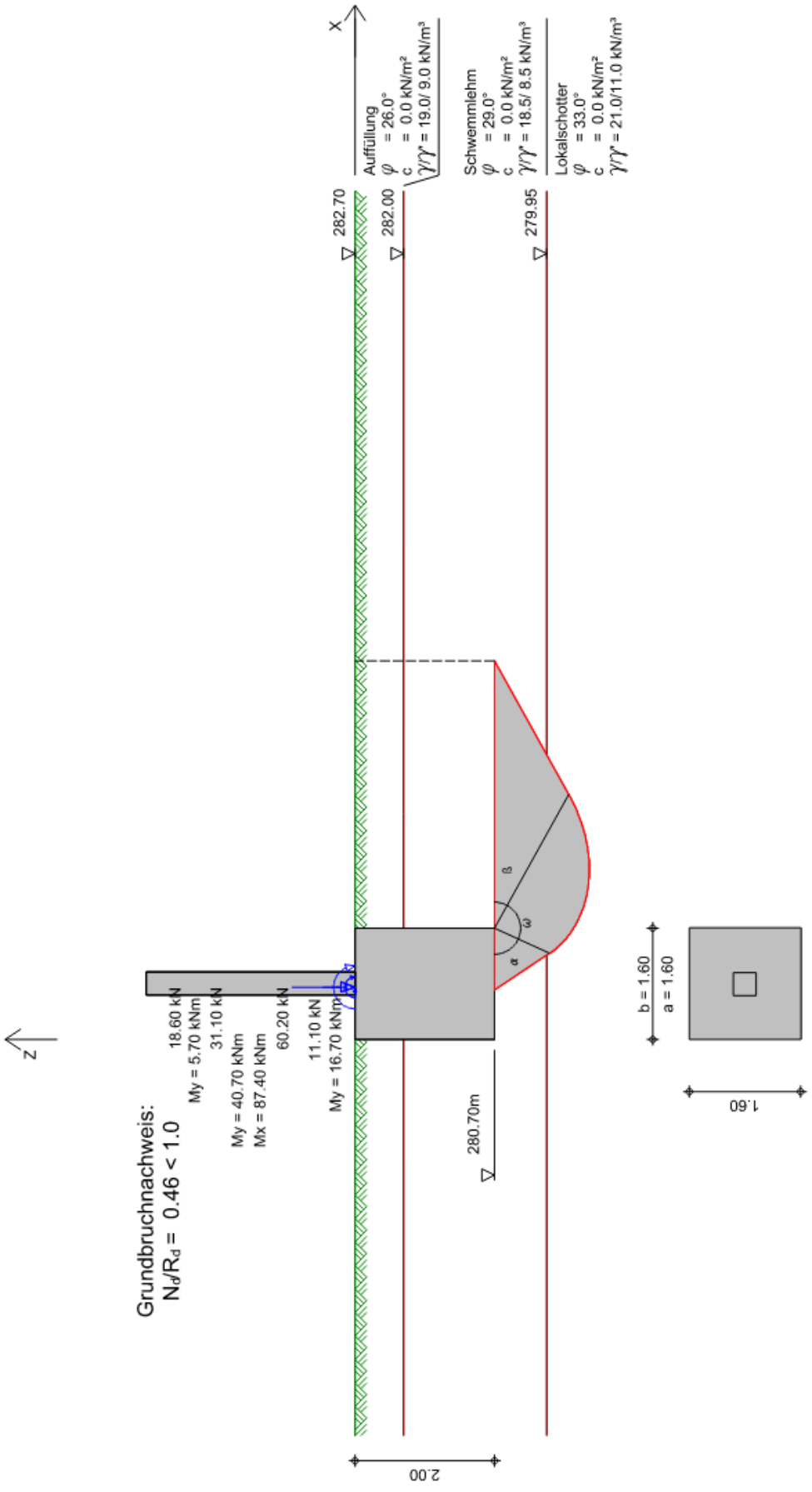
Belastung		Charakteristisch	Bemessungswerte
Auflast P	=	109.90 kN	155.82 kN
Eigengewicht G	=	128.00 kN	172.80 kN
Gesamtlast V	=	237.90 kN	328.62 kN
Horizontallast H	=	11.10 kN	16.65 kN
Moment M_y	=	79.81 kNm	117.65 kNm
Moment M_x	=	87.40 kNm	131.10 kNm
Neigung der Resultierenden $\tan(\delta_S)$ = H/V	=	0.05	

Abmessungen		
Einbindetiefe d	=	2.00 m
Ersatzbreite b'	=	0.88 m
Ersatzbreite quer a'	=	0.80 m

Ergebnisse					
Breite der Grundbruchfigur			=	4.72 m	
Tiefe der Grundbruchfigur			=	1.36 m	
Maßgebende Bodenkennwerte:	γ oberhalb Gründungssohle		=	18.68 kN/m³	18.68 kN/m³
	γ unterhalb Gründungssohle		=	19.24 kN/m³	19.24 kN/m³
	Reibungswinkel φ		=	31.76 °	27.29 °
	Kohäsion c		=	0.00 kN/m²	0.00 kN/m²
Tragfähigkeitsbeiwerte N_c, N_q, N_γ	=	24.45	13.61	11.71	
Lastneigungsbeiwerte i_c, i_q, i_γ	=	0.87	0.88	0.83	
Formbeiwerte s_c, s_q, s_γ	=	1.61	1.57	0.64	
Tiefenbeiwerte d_c, d_q, d_γ	=	1.46	1.35	1.00	

Grundbruchspannung p_d	=	1000.19 kN/m²
Bemessungswert Grundbruchwiderstand R_d	=	709.17 kN
Bemessungswert Beanspruchung N_d	=	328.62 kN
Nachweis: N_d / R_d = 0.46 < 1.0		***** Nachweis erfüllt *****

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Erdbebennachweis

Massgebender Nachweis

Fundament-Berechnung nach SIA 267

Erddruck nach SIA 261

Berechnung eines eingespannten Blockfundaments nach Steckner (Bautechnik 2/1989)

Fundamenttyp: Blockfundament

Fundamentabmessungen

Breite b : 1.60 m
Breite quer a : 1.60 m
Unterkante : 280.70 mNN
Höhe h : 2.00 m
Stütze b x d = : 0.35 x 0.35
Wichte γ : 25.00 kN/m³
Geländeoberkante auf 282.70 mNN

Schichtdaten

		Auffüllung	Schwemmlehm	Lokalschotter
Schichthöhe Δh	[m]	0.70	2.05	97.25
Innere Reibung cal φ'	[°]	26.00	29.00	33.00
Kohäsion c	[kN/m²]	0.00	0.00	0.00
Wichte Boden γ	[kN/m³]	19.00	18.50	21.00
Wichte unter Auftrieb γ'	[kN/m³]	10.00	8.50	11.00
Steifemodul E_s	[MN/m²]	7.00	4.00	30.00
zul. Bodenpressung	[kN/m²]	80.00	60.00	160.00

Lastfall LF-Gruppe
EL+AL
Erdbeben LG1

Einzellasten

Lastfall	Kat.	V [kN]	H_x [kN]	H_y [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	x [m]	y [m]	z [m]	γ Grundbau	γ Bemess.	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Eigengew.	G	128.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	-2.00	1.35	1.35			
EL+AL	G	60.2	0.0	0.0	0.0	16.7	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35			
Erdbeben	A	0.0	17.3	5.1	21.0	70.0	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00			

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 1

γ-	G,inf	G,sup	Q	Ea
	0.90	1.10	1.50	1.35

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Teilsicherheitsbeiwerte für GZ Typ 2

γ-	G	Q	R	R,h	γ	φ	c	cu	Ea	E0g	Ep	G,inf
	1.35	1.50	1.00	1.00	1.00	1.20	1.50	1.50	1.35	1.35	1.40	1.00

γ -	Teilsicherheitsbeiwert für ...
G	ständige Lasten
Q	veränderliche Lasten
R	Partialfaktor Grundbruch
R,h	Gleitwiderstand
γ	Wichte
φ	Reibungsbeiwert tan φ
c	Kohäsion c
cu	Kohäsion undräniert cu
Ea	Aktiver Erddruck
E0g	Ruhedruck
Ep	Passiver Erddruck
G,inf	günstige ständige Lasten
G,sup	ungünstige ständige Lasten
Q	ungünstige veränderliche Lasten

Lastfall-Kombinationen für Grundbaunachweise:

Komb.Nr.	Eigengew.	EL+AL	Erdbeben
1	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.35	0.00
4	1.35	1.00	0.00
5	1.35	1.35	0.00

Lastfall-Kombinationen für Bemessung:

Komb.Nr.	Eigengew.	EL+AL	Erdbeben
1	1.00	1.00	0.00
2	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.35	0.00
4	1.35	1.00	0.00
5	1.35	1.35	0.00

Angesetzte Geometriewerte

Fundamentbreite A	=	1.60 m
Fundamentbreite quer B	=	1.60 m
Einbindetiefe D	=	2.00 m

Angesetzte Schichtparameter

Horizontale Bettungsziffer C_1	=	91.8 MN/m³
Vertikale Bettungsziffer C_2	=	94.0 MN/m³
Sohlreibungswinkel φ_2	=	29.00 °

Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 2

Vertikale Belastung N_α	=	167.7 kN
Horizontale Belastung H	=	15.6 kN
Moment an Oberkante M	=	89.2 kNm

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Werte der Schiefstellung tanα

Zulässige Schiefstellung tanα	=	0.01000
Resultierende Schiefstellung tanα	=	0.00081
für Überwindung der Sohlreibung tanα_1	=	0.00111
für Abheben der hinteren Sohlkante tanα_2	=	0.00087

Für die zulässige Schiefstellung tanα = 0.01000:
Bereich 4: Abheben der hinteren Sohlenkante (tanα > tanα_2)

Reaktionsmoment der stirnseitigen Einspannung M_1	=	326.4 kNm
Sohlenreaktionsmoment M_2	=	107.8 kNm
Resultierendes Moment M_α	=	110.7 kNm
(M_α begrenzt auf M_u)		

Für die resultierende Schiefstellung tanα = 0.00081:
Bereich 1: Sohlenreibung wirksam (tanα <= tanα_1)

M < M_∞ Ausnutzungsgrad	=	0.806	*** Nachweis erfüllt ***

Standsicherheitsnachweis

Maßgebende Lastkombination Nr. 2

Vertikale Belastung N_d	=	167.7 kN
Horizontale Belastung H_d	=	15.6 kN
Moment an Oberkante M_d	=	89.2 kNm

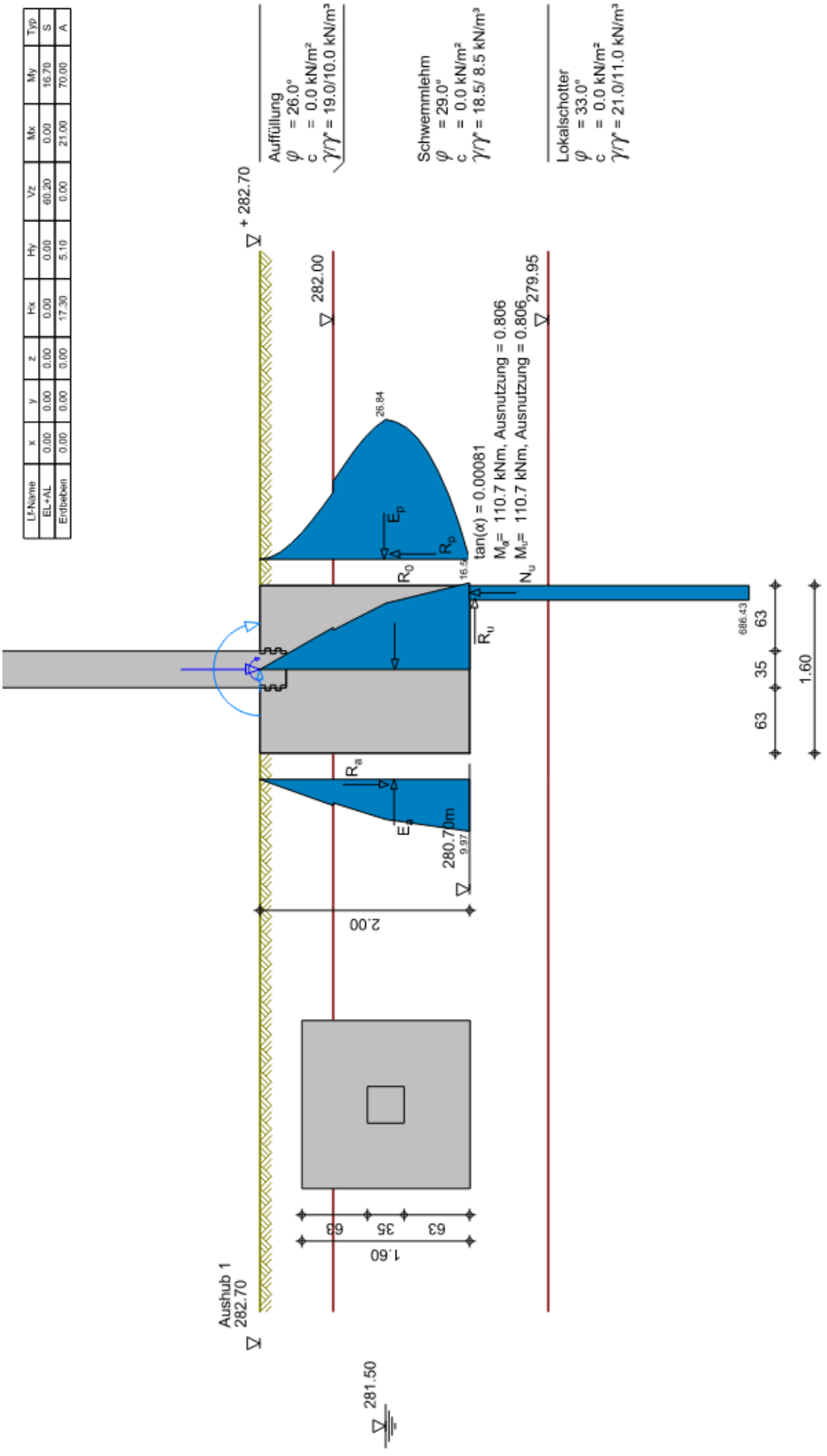
Erddruckkräfte und Hebelarme zu OK Fundament (Bemessungswerte)
Der passive Erddruck bis zum Drehpunkt wurde auf den mobilisierten Anteil abgemindert zu 0.25*$E_{p,k}$

	Erddruck [kN]	Hebelarm [m]	Reibung [kN]	Hebelarm [m]
Aktiv $E_{a,d}$	44.5	1.280	11.4	0.800
Passiv über Nulllinie $E_{p,d}$	57.1	1.185	20.4	0.800
Passiv unter Nulllinie $E_{p,d}$'	0.0	0.000	0.0	0.800
Ruhe über Nulllinie $E_{0,d}$	77.9	1.285	26.9	
Ruhe unter Nulllinie $E_{0,d}$'	0.0	0.000	0.0	
Res. Erdwiderstand über Nulllinie $E_{w,d}$	39.5	1.146		
Res. Erdwiderstand unter Nulllinie $E_{w,d}$'	0.0	0.000		

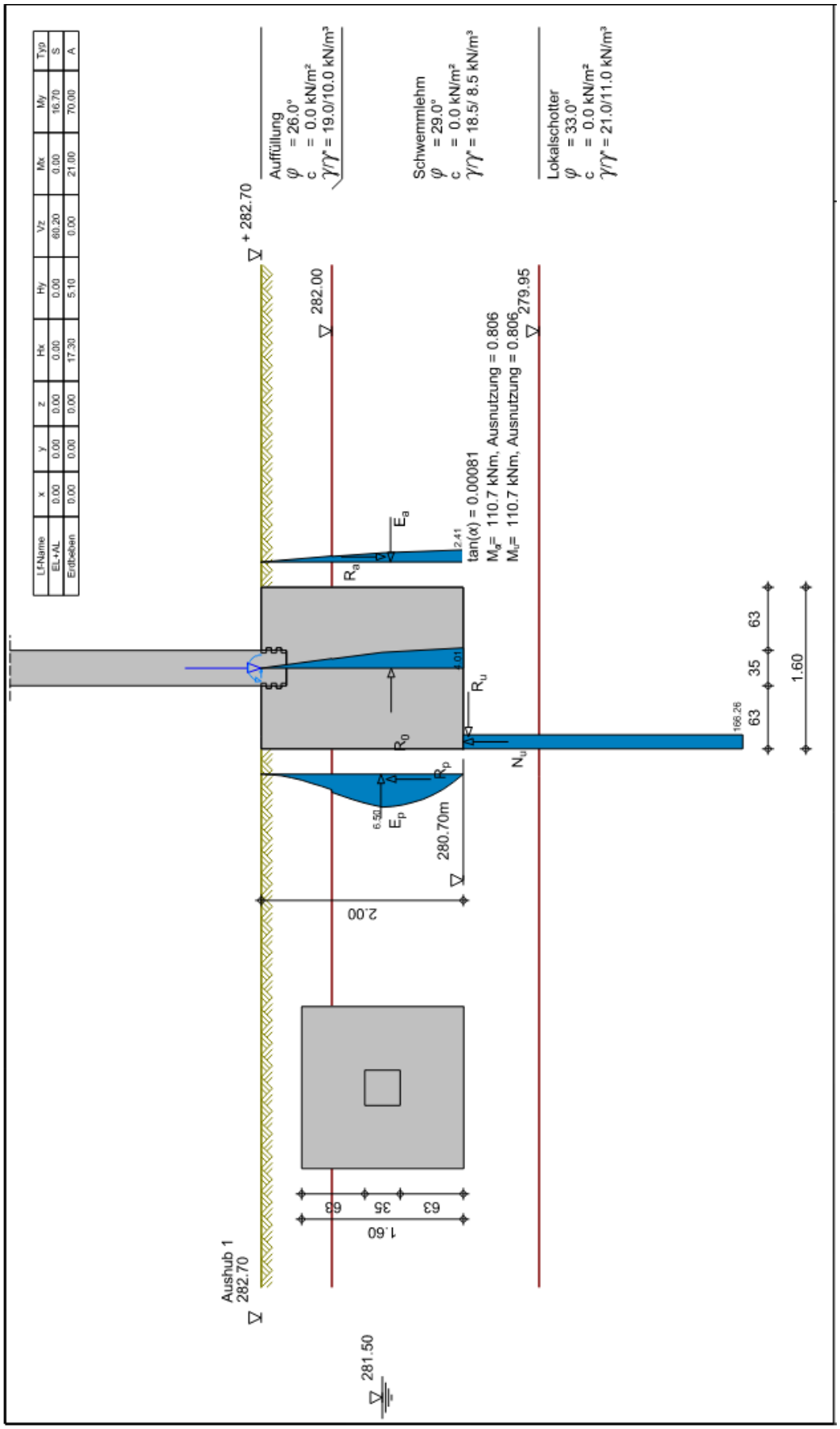
Ansatz Wandreibungswinkel δ_p zu		-0.500*φ
Ideelle Druckwandbreite b_{id}	=	2.237 m
Höhe Nulllinie y über UK	=	0.000 m
Bodenpressung $p_{u,d}$	=	504.5 kN/m²
Bodendruckkraft $N_{u,d}$	=	113.3 kN
Hebelarm Bodendruckkraft u	=	0.730 m
Reibungskraft $R_{u,d}$	=	23.9 kN

Grenzmoment M_u	=	110.7 kNm	
M_d < M_u, Ausnutzungsgrad	=	0.806	*** Nachweis erfüllt ***

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Stahlbetonbemessung nach SIA 262

Materialwerte: Beton C30/37 Bewehrung: B500B
Randabstände Bewehrungsachse:
$d_{rechts,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,x}$ = 5.0 cm, $d_{rechts,\,y}$ = 5.0 cm, $d_{links,\,y}$ = 5.0 cm

Maßgebende Schnittgrößen (Schnitt am Stützenrand)
Sicherheitsbeiwerte
für Lasten: γ_F nach GZ Typ 2
für Widerstände: γ_R = 1.50 (Beton), 1.15 (Stahl)

	Bemessungsschnittgrößen		
Moment im Querschnitt:	max. M_{yd}	=	86.70 kNm
	zug. N_d	=	-60.20 kN
aus Kombination Nr. 2			
Moment im Querschnitt:	max. M_{xd}	=	0.00 kNm
	zug. N_d	=	-81.27 kN
aus Kombination Nr. 5			

Erforderliche Bewehrung (je Seite):
erf. A_{Sx} = 0.5 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

erf. A_{Sy} = 0.0 cm²
gewählt: 2 ø 16 mm = 4.0 cm²

Durchstanznachweis
(maßgebende Lastfall-Kombination Nr. 1)

Durchstanznachweis nicht erforderlich (Randabstand <= 0.5*d)

Zusammenfassung

Alle Nachweise sind erfüllt.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

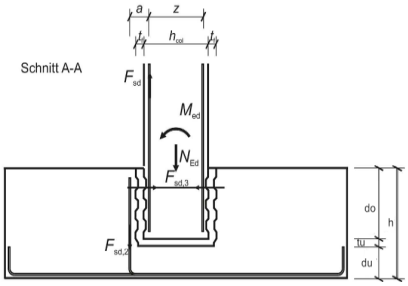
8.9 Detailnachweise: Anschluss Kreuzstütze an Fundament

Der Stützenfuss wird mittels Köcherfundament eingespannt.

Zur Lagesicherung im Bauzustand ist eine konstruktive Kopfplatte mit 4 Bolzen ins Fundament vorzusehen.

Bemessung Köcherfundament

Einwirkung			Bauteilabmessungen	
$N_{ed,Bauz.}$	45.0 kN	Bauzustand		
N_{Ed}	127.0 kN		Stütze	
M_{Ed}	130.0 kNm	GZT	a	33 cm
Fsd	369.8 kN		b	33 cm
Baustoff	C30/37		Fundament	
f_{ck}	30 N/mm²		a	150 cm
yc	1.5		b	150 cm
f_{yd}	435 N/mm²		h	200 cm
			do	50 cm
Bewehrung			tu	5 cm
cnom	5.0 cm		dx	193.5 cm
Φ_l	10 mm		dy	194.5 cm
Øly	13.57 cm²		a	10 cm
Øly	13.57 cm²		du	145 cm
gewählt #	Ø 12 / 12.5	*9.05* cm²/m		



ermittlung der Längsbewehrung

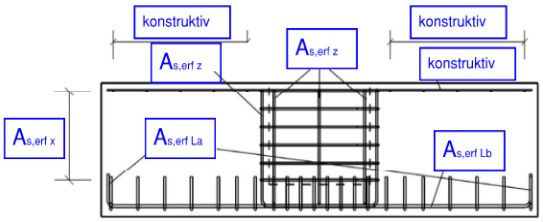
erf As_u	0.0

Durchstanzwiderstand des Köcherbodens im Bauzustand

du > 120 cm kein Durchstanzen im Bauzustand

Zugkraft im U-Bügel

F_{sd2}	264.77 kN	$F_{sd2} = \frac{F_{sd} \cdot z}{a+z}$
$A_{s,erf,z}$	6.09 cm²	
gewählt	Ø 12 / 12.5	*9.0* cm²/m



erf. Horizontalbügel

F_{sd3}	264.77 kN	
$A_{s,erf,x}$	6.09 cm²	
gewählt	Ø 12 / 12.5	*9.0* cm²/m

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9 Nachweis Dach 2: Einfeldträger mit beidseitigen Kragarmen

9.1 Statisches System sowie Nachweisstellen

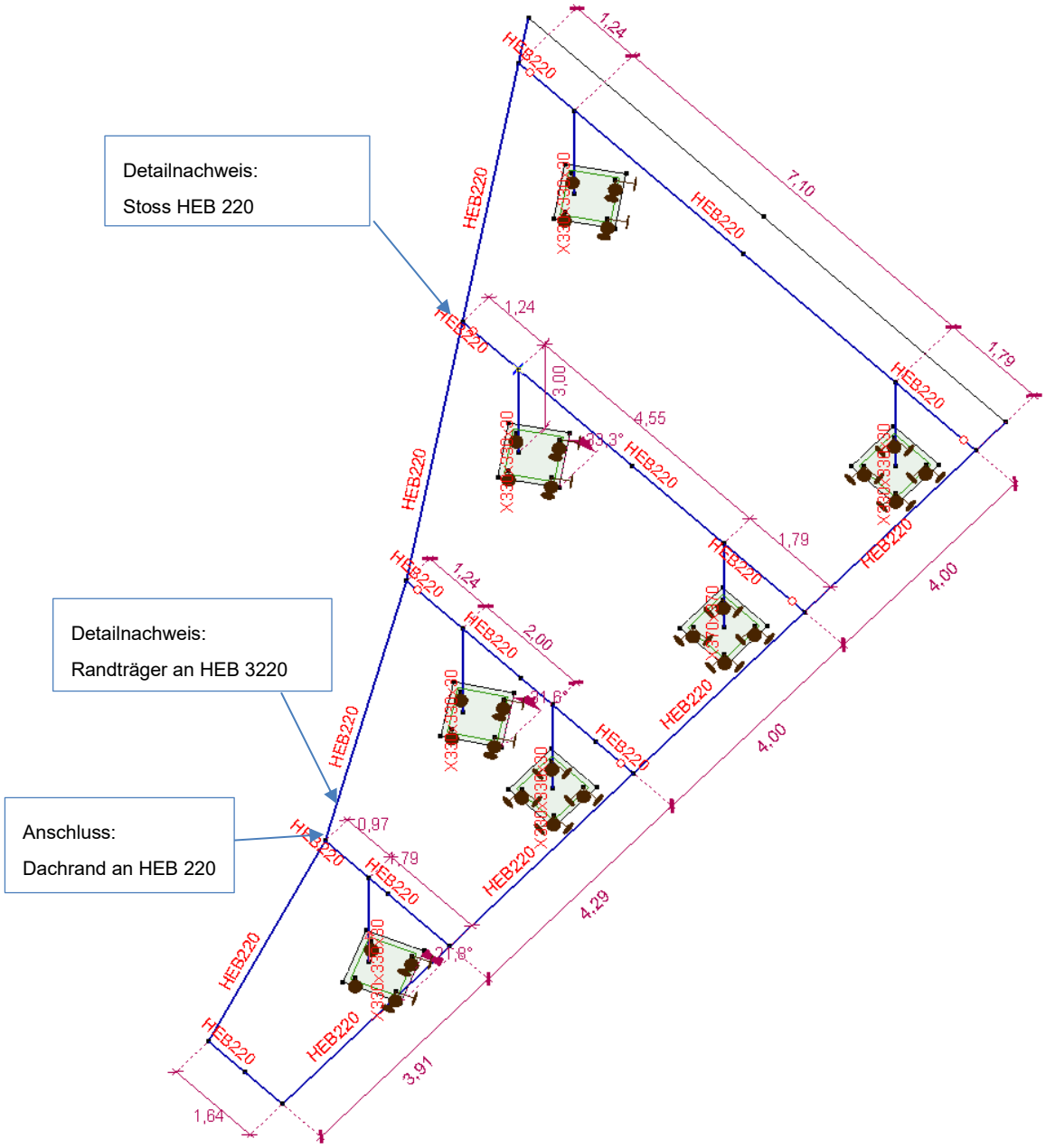


Abbildung 43: statisches Modell AxisVM8 Perrodach-FLM

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.2 Schnittgrössen

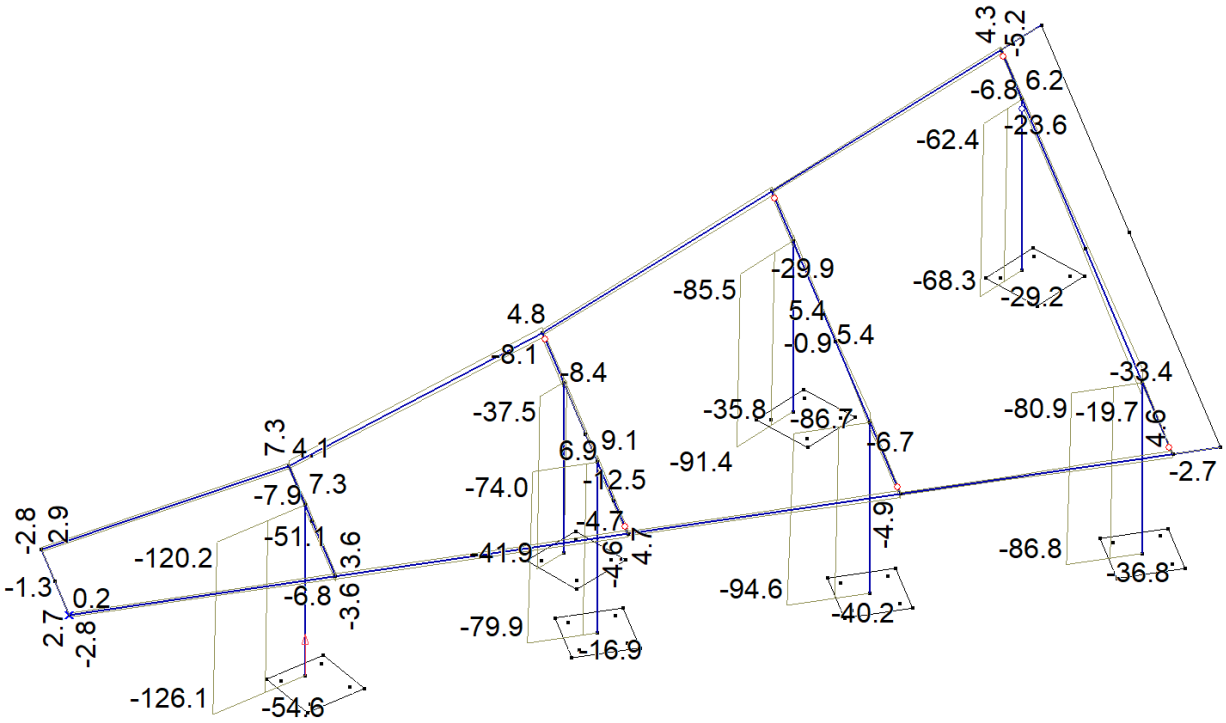


Abbildung 44: Massgebende Nx,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen

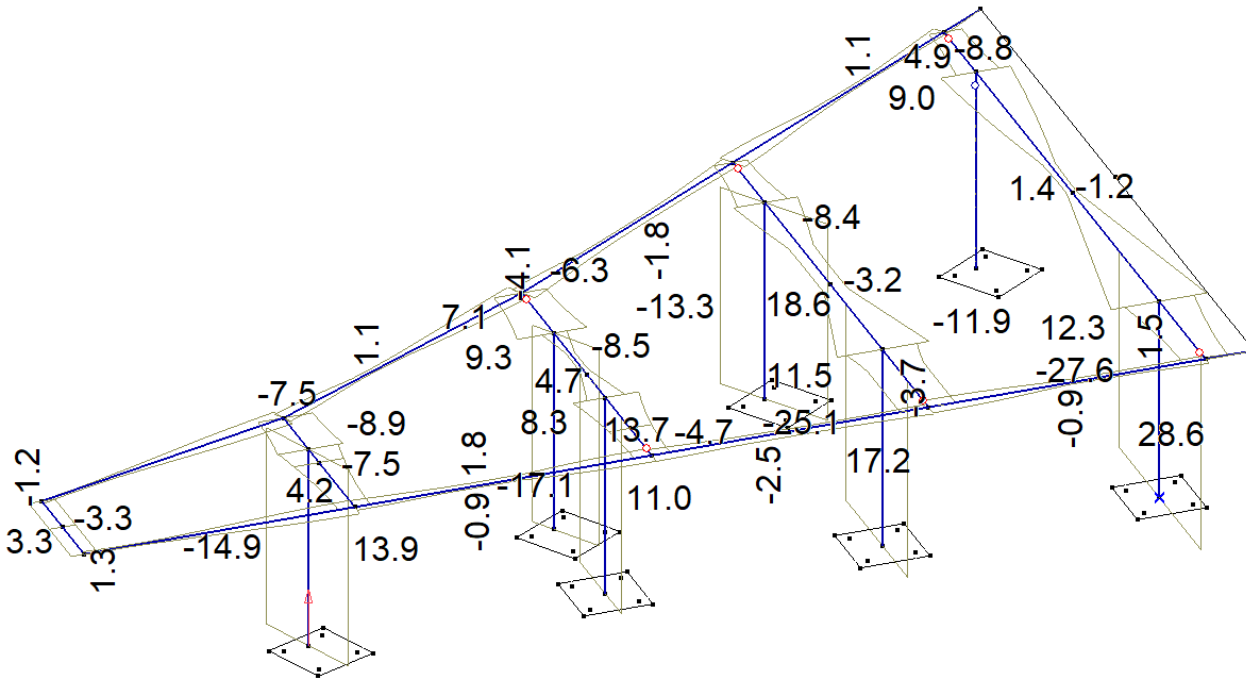


Abbildung 45: Massgebende $V_{y,Ed}$, Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

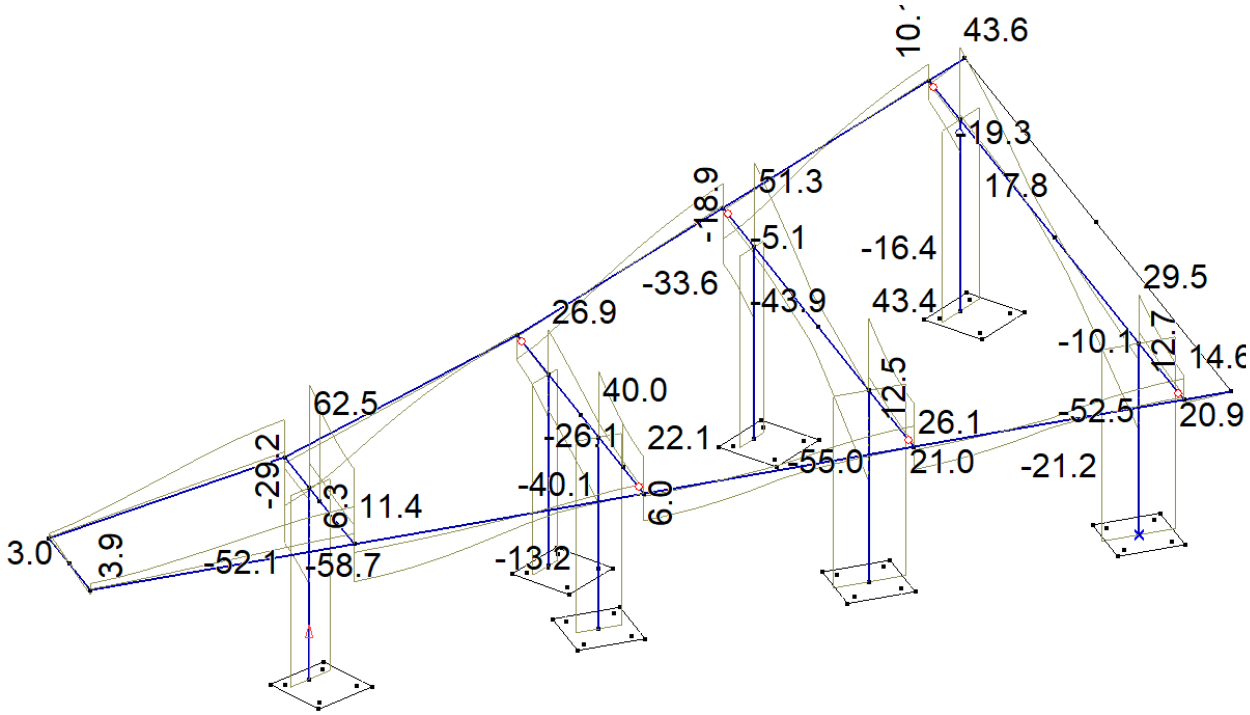


Abbildung 46: Massgebende $V_{z,Ed}$, Umhüllende Lastfallkombinationen

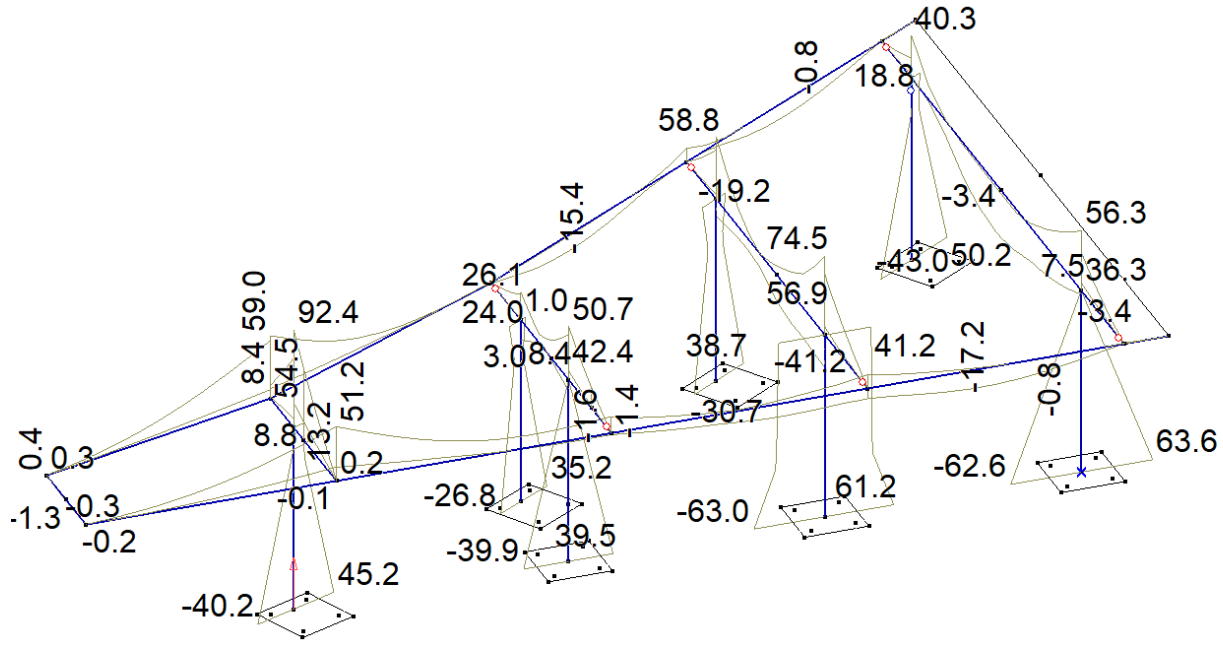


Abbildung 47: Massgebende My,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

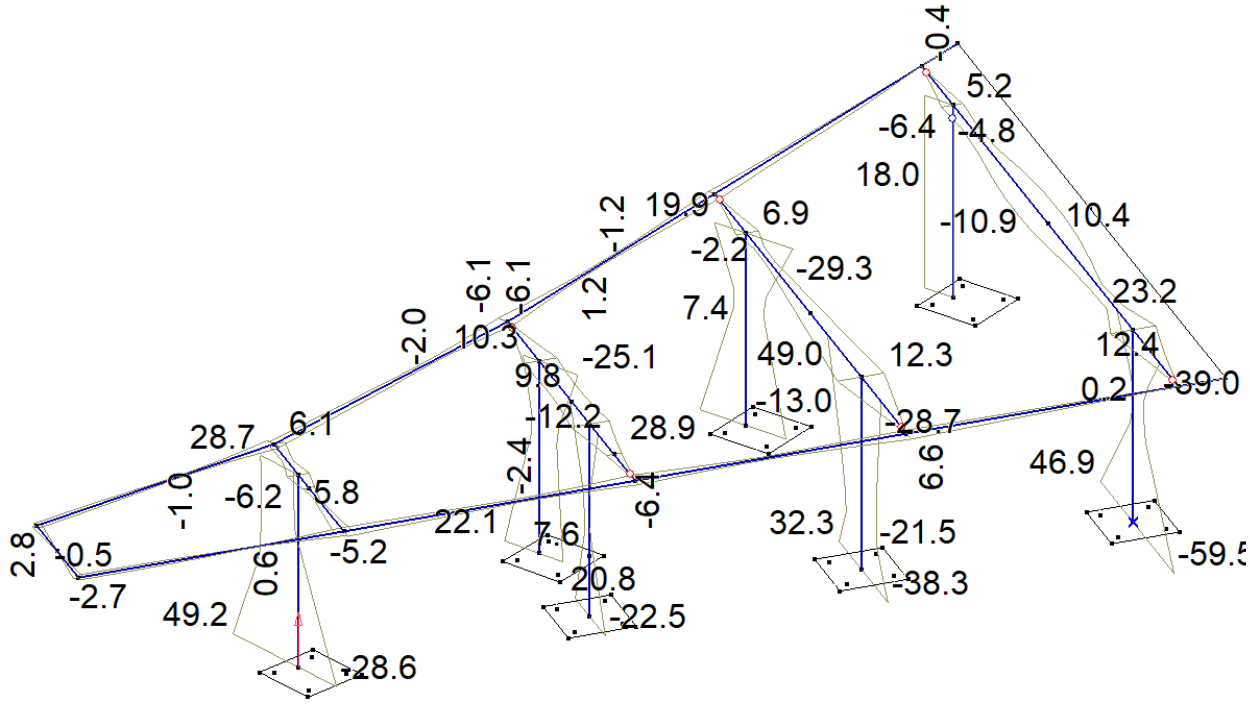


Abbildung 48: Massgebende $Mz_{,Ed}$, Umhüllende Lastfallkombinationen

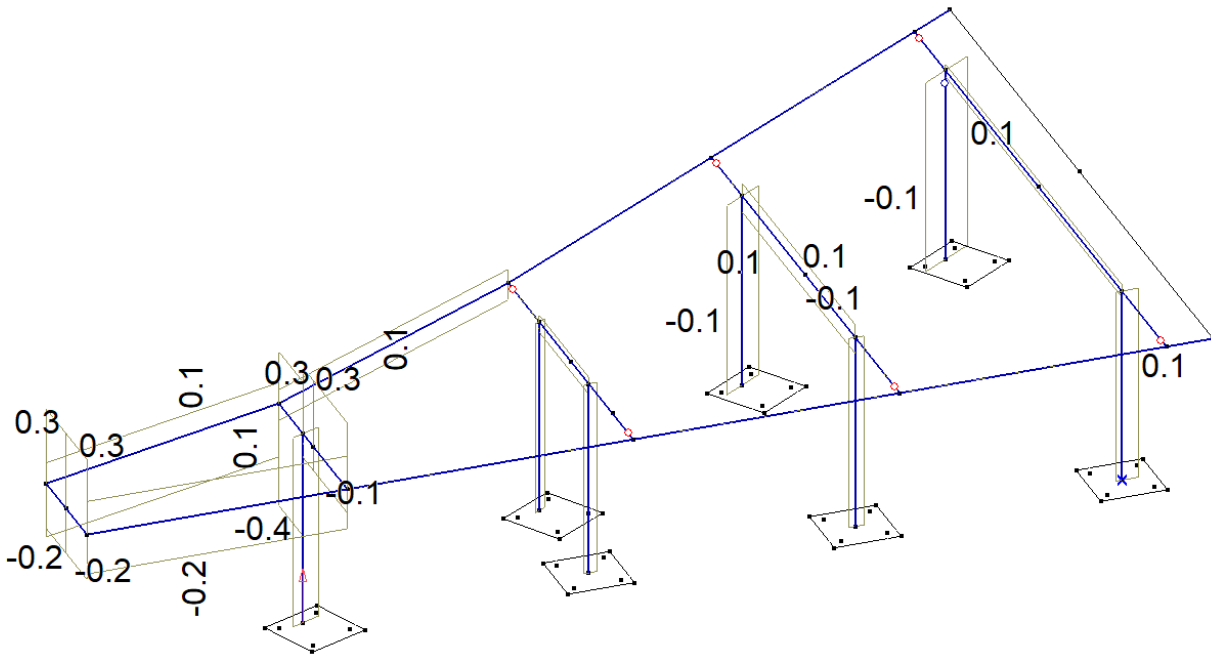


Abbildung 49: Massgebende Tx,Ed, Umhüllende Lastfallkombinationen

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.3 Bemessung Profile Dachträger HEB220

Profil:	HEB 220
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S235 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Bemessung

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2

5.1.8 zweiachsige Biegung, Normalkraft und Quer SIA 263:2013

Querschnittsklasse 1 und 2

Einwirkungen			Bauteilkennwerte		
$N_{,Ed}$	22.0	kN	HEB 220		
$V_{y,Ed}$	10.0	kN	A	9100	mm^2
$V_{z,Ed}$	62.0	kN			
$M_{y,Ed}$	91.0	kNm	A_v	2'790	mm^2
$M_{z,Ed}$	12.4	kNm	W_y	736'000	mm^3
			W_z	258'000	mm^3

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm^2
fy	235	N/mm^2
y_{M1}	1.05	

5.1.2 Normalkraft

$$N_{Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (38)$$

$N_{,Rd}$	2036.7	kN	
n	0.01		**Nachweis erfüllt**

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	164.7	kNm	
n	0.55		**Nachweis erfüllt**
$M_{z,Rd}$	57.7	kNm	
n	0.21		**Nachweis erfüllt**

5.1.4 Querkraft

$$V_{Rd} = \frac{\tau_y A_v}{\gamma_{M1}} \quad (41)$$

τ_y	135.7	N/mm^2	
$V_{y,Rd}$	360.5	kN	
n	0.03		**Nachweis erfüllt**
$V_{y,Rd}$	360.5	kN	
n	0.17		**Nachweis erfüllt**

5.1.5 Einachsige Biegung und Querkraft nicht erforderlich

Vy,Rd sowie Vz,Rd ≤ 0.50 --> Nachwei siehe unten

gültig für $\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \le 0{,}9$ **Nachweis erfüllt**

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,N,Rd}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,N,Rd}}\right)^{\beta} \le 1{,}0 \quad (48)$$

$\alpha = 1$ $\beta = 1$

n 0.77 **Nachweis erfüllt**

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.4 Detailnachweis Stoss HEB220

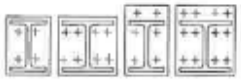
Nachweis: $M_{y,Ed}$ = 59 kNm < M_{Rd} = 68.8 kNm; $V_{z,Ed}$ = 53 kN < V_{Rd} = 189 kN

Momententragfähige IH-Anschlüsse — Anlage 1.159 zum Prüfbericht TP-12-001 vom 28.03.2013

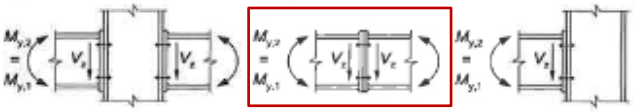
Momententragfähige Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße mit Stirnplatte

Tragfähigkeit

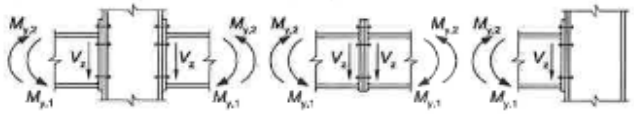
IH 10.9



Typ IH1 und IH2: (bündige Stirnplatte)



Typ IH3 und IH4: (überstehende Stirnplatte)



$M_{j1,Rd}$: Bemessungswert der Momententragfähigkeit
$M_{j2,Rd}$: M-Tragfähigkeit (Umkehrmoment)
$V_{j,Rd}$: Querkrafttragfähigkeit
$M_{c,Rc}$: Momententragfähigkeit des Trägerquerschnitts

Versagensformen:
EPB : Stirnplatte auf Biegung
BT : Schrauben auf Zug
BFC : Trägerflansch und -steg auf Druck
BWT : Trägersteg auf Zug
WELD : Schweißnaht
* : Elastische Schraubenkraftverteilung

Hinweise:
St : horizontale Steifen im Stützensteg (s. Erläuterungsabschnitt)
/ : keine Stütze für dieses Lastniveau möglich
Maßgebend für die Biegetragfähigkeit ist das Minimum aus $M_{j1,Rd}$ und $M_{c,Rd}$ bzw. $M_{j2,Rd}$ und $M_{c,Rd}$

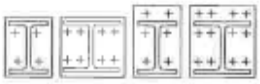
Tragfähigkeit

Nr.	Anschluss Träger-profil	Typ	Schr. 10.9	%	S 235 $M_{j1,Rd}$ kNm	Vers.-form	$M_{j2,Rd}$ kNm	$V_{j,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	S 355 $M_{j1,Rd}$ kNm	Vers.-form	$M_{j2,Rd}$ kNm	$V_{j,Rd}$ kN	$M_{c,Rd}$ kNm	erf. Stütze (S235 / S355) IPE	HEA	HEB	HEM
564	HEB 220	IH1.1	M 24		86,0	BT*	86,0	189,4	194,4	86,0	BT*	86,0	286,1	293,6	Trägerstoß			
				100	86,0		86,0	189,4		86,0		86,0	286,1		/ 600-St	/ 450	/ 300	240 200
				80	68,8		71,1	189,4		68,8		72,4	286,1		550-St 550	450 340	320 240	200 180
				60	51,6		53,9	189,4		51,6		52,2	286,1		500 400	320 240	240 200	180 180

Momententragfähige Träger-Stützenanschlüsse und Trägerstöße mit Stirnplatte

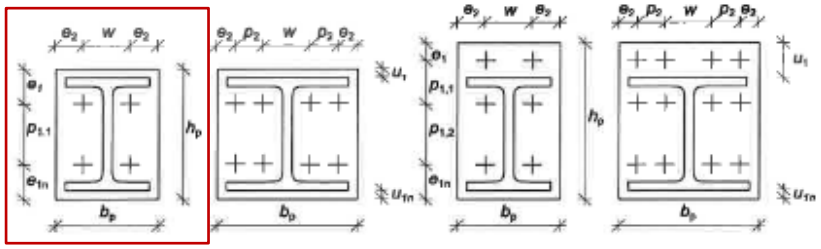
Abmessungen

IH 10.9



Typ IH1 und IH2: (bündige Stirnplatte)

Typ IH3 und IH4: (überstehende Stirnplatte)



a_f : Kehlnahtdicke an den Trägerflanschen
a_w : Kehlnahtdicke am Trägersteg
t_p : Stirnplattendicke
$S_{j,ini}$: Anfangsrotationssteifigkeit

Abmessungen (in mm) und Steifigkeiten (in MNm/rad)

Nr.	Anschluss Träger-profil	Typ	Schr. 10.9	Stirnplatte t_p	b_p	h_p	Stirnplattengeometrie e_1	$p_{1,1}$	$p_{1,2}$	e_{1n}	u_1	u_{1n}	w	p_2	e_2	Kehln. a_w	a_f	Steifigkeit $S_{j,ini}$ (S235 / S355) ohne Stütze	IPE	HEA	HEB	HEM
564	HEB 220	IH1.1	M 24	30	220	260	85	90		85	20	20	110		55	4	5	27,36	Trägerstoß			
																			/ 8,03	/ 6,971	/ 8,634	12,339 10,97
																			7,791	6,971	8,888	10,97
																			4,866	7,063	7,824	10,396
																			4,653	6,962	7,824	10,396
																			4,419	5,528	6,839	10,396

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.5 Anschluss: Dachrand an HEB 220

Analog 9.6 Dachrand an HEB 220 biegesteif

9.6 Detailnachweis: Dachrand an HEB 220 biegesteif

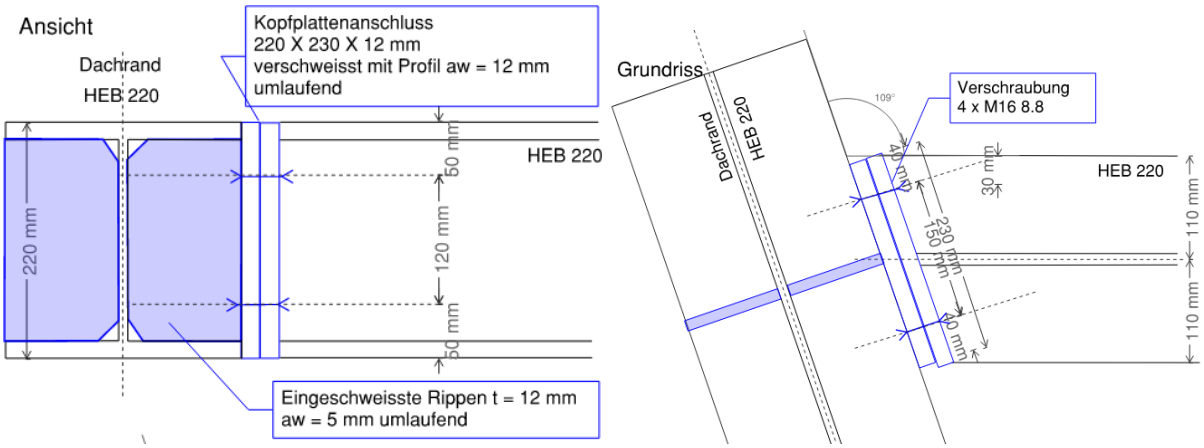
Einwirkung: N_{Ed} = 3.6 kN; $V_{y,Ed}$ = -7.5 kN; $V_{z,Ed}$ = 51.8 kN; $M_{y,Ed}$ = 12.3 kNm; $M_{z,Ed}$ = 7.0 kNm

Masg. LK 29 N_{Ed} = 1.0 kN; $V_{y,Ed}$ = -1.0 kN; $V_{z,Ed}$ = -52.0 kN; $M_{y,Ed}$ = 12.5 kNm; $M_{z,Ed}$ = 1.0 kNm

Kopfplattenanschluss S235 220x230x12 mm umlaufend verschweisst mit aw = 12 mm

Verschraubung: 4x M16 8.8

Eingeschweisste Rippen im Dachrand t = 12 mm mit umlaufend verschweisst mit aw = 5 mm



Nachweis

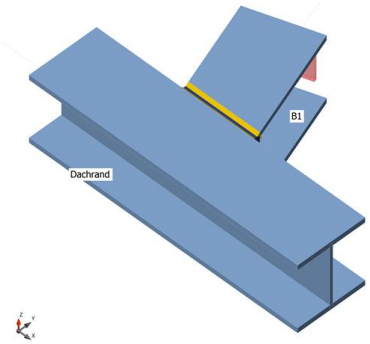
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
Dachrand	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
B1	1 - HEB220	109,0	0,0	0,0	0	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
Dachrand / anfang		Knoten	0
Dachrand / ende		Knoten	0
B1 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

Lasteinwirkungen (Kräfte im Gleichgewicht)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	Dachrand / Anfang	4,5	-4,0	-23,0	0,1	-54,0	4,3
	Dachrand / Ende	7,3	-3,0	-30,0	-0,3	60,0	-3,9
	B1 / Ende	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fehlende Lasten

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	11,8	-7,0	-53,0	-0,2	6,0	0,4

Nachweis

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,4 < 5,0%	OK
Schrauben	91,2 < 100%	OK
Schweißnähte	83,1 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
Dachrand-bfl 1	16,0	LE1	168,6	0,0	0,0	OK
Dachrand-tfl 1	16,0	LE1	186,7	0,0	0,0	OK
Dachrand-w 1	9,5	LE1	86,0	0,0	0,0	OK
B1-bfl 1	16,0	LE1	116,5	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	16,0	LE1	168,1	0,0	0,0	OK
B1-w 1	9,5	LE1	113,7	0,0	0,0	OK
Verschobene Stirnplatte1a	12,0	LE1	235,8	0,4	88,6	OK
Verschobene Stirnplatte1b	12,0	LE1	235,2	0,1	88,6	OK
STEIFF	12,0	LE1	108,0	0,0	0,0	OK

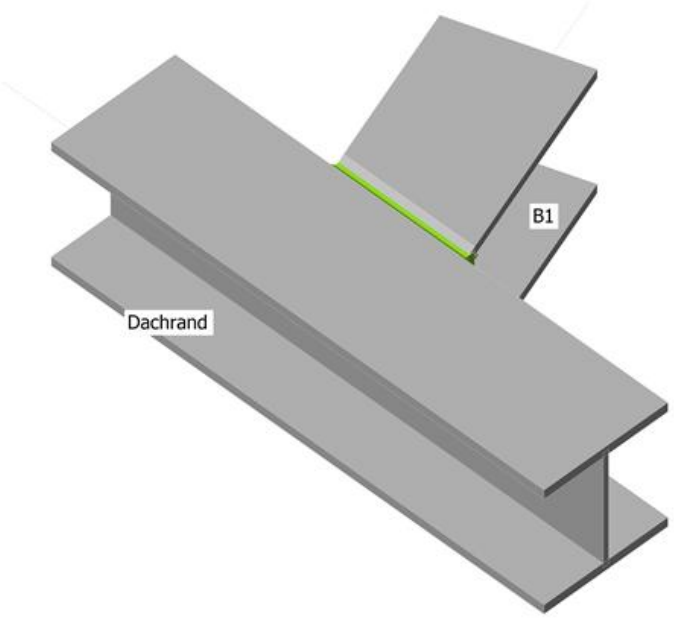
Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

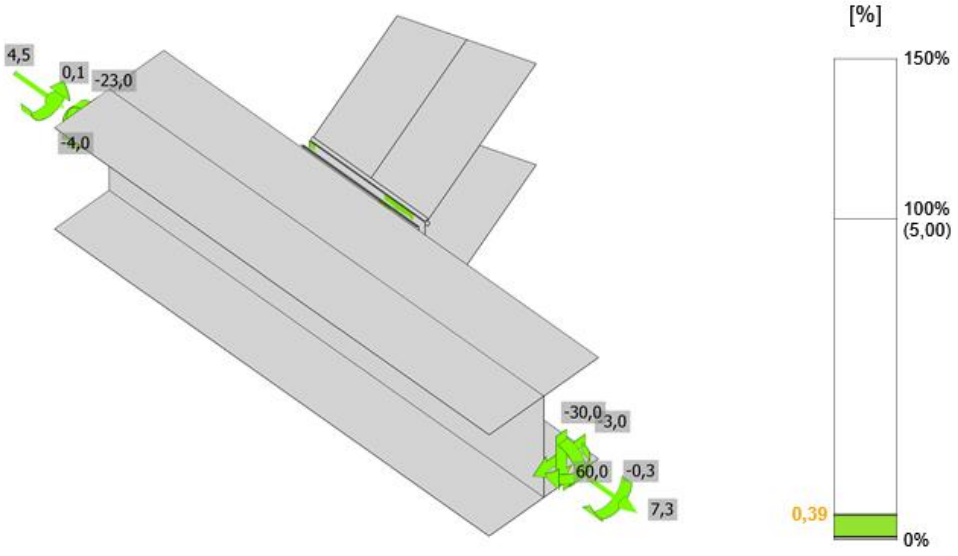
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Erläuterung von Symbolen

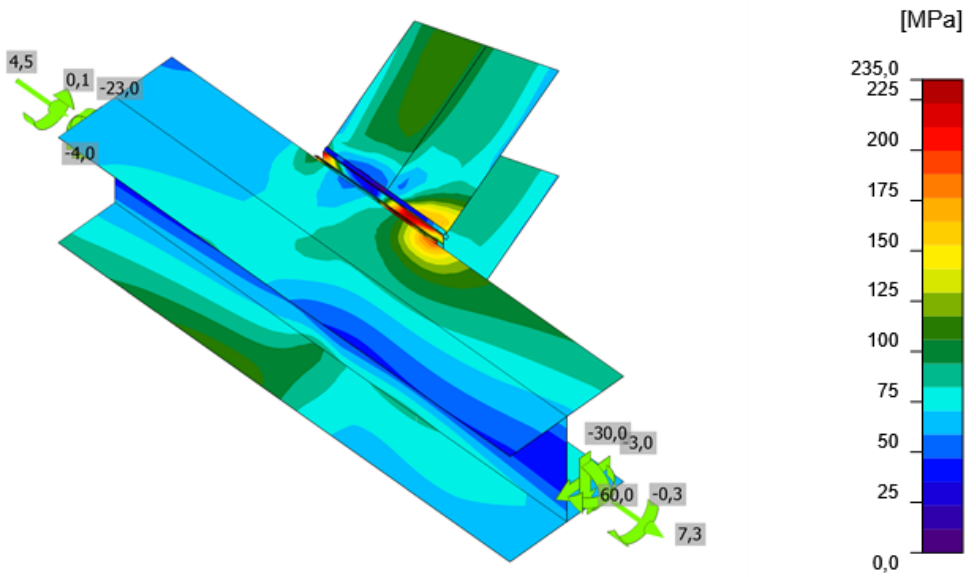
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung



Gesamt, LE1

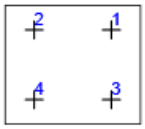


Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Vergleichsspannung, LE1

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	47,2	32,5	107,5	52,2	53,9	91,2	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	20,1	20,6	128,0	22,2	34,3	50,1	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	5,3	36,6	107,5	5,8	60,7	64,9	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	10,6	13,1	128,0	11,7	21,7	30,1	OK	OK

Bemessungsdaten

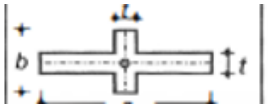
Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	165,3	60,3

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.7 Bemessung Profil Stütze Regelbereich

Kreuzstütze:	a x b x t: 350 x 350 x30 mm
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S235 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Querschnittwerte:



a	b	t	A	Iy	Iz	Wy	Wz
350	350	30	20'100	107'907'500	107'907'500	616'614	616'614

Bemessung:

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und 2
5.1.3 Normalkraft und Biegung SIA 263:2013

Einwirkungen

N_{Ed}	130.00	kN
$M_{y,Ed}$	63.00	kNm
$M_{z,Ed}$	0.00	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte

Kreuzstütze 350x350x30

A	20'100	mm²
W_y	616'614	mm³
W_z	616'614	mm⁴
I_y	107'907'500	mm⁴
I_z	107'907'500	mm⁵

5.1.2 Normalkraft

$$N_{Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (38)$$

N_{Rd} 4498.57 kN
n 0.03 **Nachweis erfüllt**

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$ 138.00 kNm
n 0.46 **Nachweis erfüllt**

$M_{y,Rd}$ 138.00 kNm
n 0.00 **Nachweis erfüllt**

5.1.6 Biegung und Normalkraft

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \le 1{,}0 \quad (44)$$

n 0.49 **Nachweis erfüllt**

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.1 Knicken

Einwirkungen		
$N_{k,Ed}$	130.00	kN
$M_{z,Ed}$	0.00	kN
$M_{y,Ed}$	63.00	kN

Materialkennwerte		
E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte Kreuzstütze 350x350x30		
A	201	cm²
Iy	10'791	cm⁴
Iz	10'791	cm⁴
W_y	616.6	cm³
W_z	616.6	cm³
I_T	828.0	cm⁴
I_w	0	cm⁶
zp	0	cm

$$\lambda_K = \frac{L_K}{i} = L_K \sqrt{\frac{A}{I}}$$

		L	2.9 m
λ_k	79.16	β	2 *Knicklängenbeiwert*
		L_k	5.80 m

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_E 93.91

$$\bar{\lambda}_K = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K}}} = \lambda_K / \lambda_E$$

$\bar{\lambda}_k$ 0.84

Tabelle 8: Imperfektionsbeiwerte α_K

Knickspannungskurve	a	b	c	d
Imperfektionsbeiwert α_K	0,21	0,34	0,49	0,76

α_k 0.49

$$\Phi_K = 0{,}5\,[1 + \alpha_K\,(\bar{\lambda}_K - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2_K]$$

Φ_k 1.01

$$\chi_K = \frac{1}{\Phi_K + \sqrt{\Phi^2_K - \bar{\lambda}^2_K}} \leq 1{,}0 \qquad (8)$$

Xk 0.64

$N_{k,Rd}$ 2857.76 kN

n 0.05 **Nachweis erfüllt**

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.2 Kippen von Biegeträgern

Biegedrillknicken gewalzter Querschnitte für QK1, QK2, QK3

ζ 1.35

x-Richtung

$N_{cr,z}$	6648.4	kN
c^2	1006.7	cm²
M_{cr}	2847.7	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.226	Knicklinie c
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35
$M_{b,Rd}$	138.0	kNm
n	0.00	**Nachweis erfüllt**

y-Richtung

$N_{cr,z}$	6648.4	kN
c^2	1006.7	cm²
M_{cr}	2847.7	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.226	Knicklinie c
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35
$M_{b,Rd}$	138.0	kNm
n	0.46	**Nachweis erfüllt**

Biegung und Druck

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \leq 1{,}0$$

n 0.73 **Nachweis erfüllt**

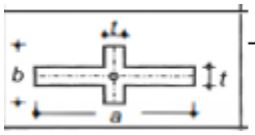
kyy 1 kyz 1.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.8 Bemessung Profil Stütze FLM

Kreuzstütze:	a x b x t: 370 x 370 x35 mm
Einwirkung:	Siehe Kapitel 5
Stahlgüte:	S355 J0 t<40 mm
Korrosionsschutz:	Feuerverzinkt
Ausführungsklasse:	EXC 2

Querschnittswerte



a	b	t	A	Iy	Iz	Wy	Wz
370	370	35	24'675	148'934'844	148'934'844	805'053	805'053

Bemessung:

5.1 Träger und Stützen mit Querschnittsklasse 1 und
5.1.3 Normalkraft und Biegung SIA 263:2013

Einwirkungen

N_{Ed}	120.00	kN
$M_{y,Ed}$	63.00	kNm
$M_{z,Ed}$	0.00	kNm

Materialkennwerte

E	210'000	N/mm²
fy	235	N/mm²
y_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte

Erdbeben

Kreuzstütze 370x370x35 mm

A	24'675	mm²
W_y	805'053	mm³
W_z	805'053	mm³
I_y	148'934'844	mm⁴
I_z	148'934'844	mm⁴

5.1.2 Normalkraft

$$N_{Rd} = \frac{f_y A}{\gamma_{M1}} \quad (38)$$

N_{Rd}	5522.50	kN
n	0.02	Nachweis erfüllt

5.1.3 Biegung

$$M_{Rd} = \frac{f_y W_{pl}}{\gamma_{M1}} \quad (40)$$

$M_{y,Rd}$	180.18	kNm
n	0.35	Nachweis erfüllt

$M_{y,Rd}$	180.18	kNm
n	0.00	Nachweis erfüllt

5.1.6 Biegung und Normalkraft

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \le 1{,}0 \quad (44)$$

n	0.37	Nachweis erfüllt

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.1 Knicken

Einwirkungen		
$N_{k,Ed}$	120.00	kN
$M_{z,Ed}$	0.00	kN
$M_{y,Ed}$	63.00	kN

Materialkennwerte		
E	210'000	N/mm²
fy	355	N/mm²
γ_{M1}	1.05	

Bauteilkennwerte
Kreuzstütze 370x370x35

A	247	cm²
Iy	14'893	cm⁴
Iz	14'893	cm⁴
W_y	805.1	cm³
W_z	805.1	cm³
I_T	1057.6	cm⁴
I_w	0	cm⁶
zp	0	cm

$$\lambda_K = \frac{L_K}{i} = L_K \sqrt{\frac{A}{I}}$$

L	2.9	m	
λ_k	74.65	β	2 *Knicklängenbeiwert*
		L_k	5.80 m

$$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

λ_E 76.41

$$\bar{\lambda}_K = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,K}}} = \lambda_K / \lambda_E$$

$\bar{\lambda}_k$ 0.98

Tabelle 8: Imperfektionsbeiwerte α_K

Knickspannungskurve	a	b	c	d
Imperfektionsbeiwert α_K	0,21	0,34	0,49	0,76

α_k 0.49

$$\Phi_K = 0{,}5\,[1 + \alpha_K\,(\bar{\lambda}_K - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2_K]$$

Φ_k 1.17

$$\chi_K = \frac{1}{\Phi_K + \sqrt{\Phi^2_K - \bar{\lambda}^2_K}} \le 1{,}0 \qquad (8)$$

χ_K 0.55

$N_{k,Rd}$	4616.49	kN
n	0.03	**Nachweis erfüllt**

4.5 Stabilität SIA 263:2013

4.5.2 Kippen von Biegeträgern

Biegedrillknicken gewalzter Querschnitte für QK1, QK2, QK3

ζ 1.23

z-Richtung

$N_{cr,z}$	9176.1	kN
c^2	931.6	cm²
M_{cr}	3455.4	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.288	c	Knicklinie
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35	

$M_{b,Rd}$	272.2	kNm
n	0.00	**Nachweis erfüllt**

y-Richtung

$N_{cr,z}$	9176.1	kN
c^2	931.6	cm²
M_{cr}	3455.4	kNm

$$\bar{\lambda}_D = \sqrt{\frac{W f_y}{M_{cr}}}$$

λ_{LT}	0.288	c	Knicklinie
χ_{LT}	1	sh. Tafel 8.35	

$M_{b,Rd}$	272.2	kNm
n	0.23	**Nachweis erfüllt**

Biegung und Druck

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rk}/\gamma_{M1}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk}/\gamma_{M1}} \le 1{,}0$$

n	0.26	**Nachweis erfüllt**	
kyy	1	kyz	1

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.9 Detailnachweise: Anschluss Stützenkopf Dachträger an Kreuzstütze Regelbereich

Gewählt: 2 x 6 M16 8.8;

Kopfplatte: 220x400x20 mm S355

mit umlaufend verschweisster Kreuzstütze a = 12 mm S355

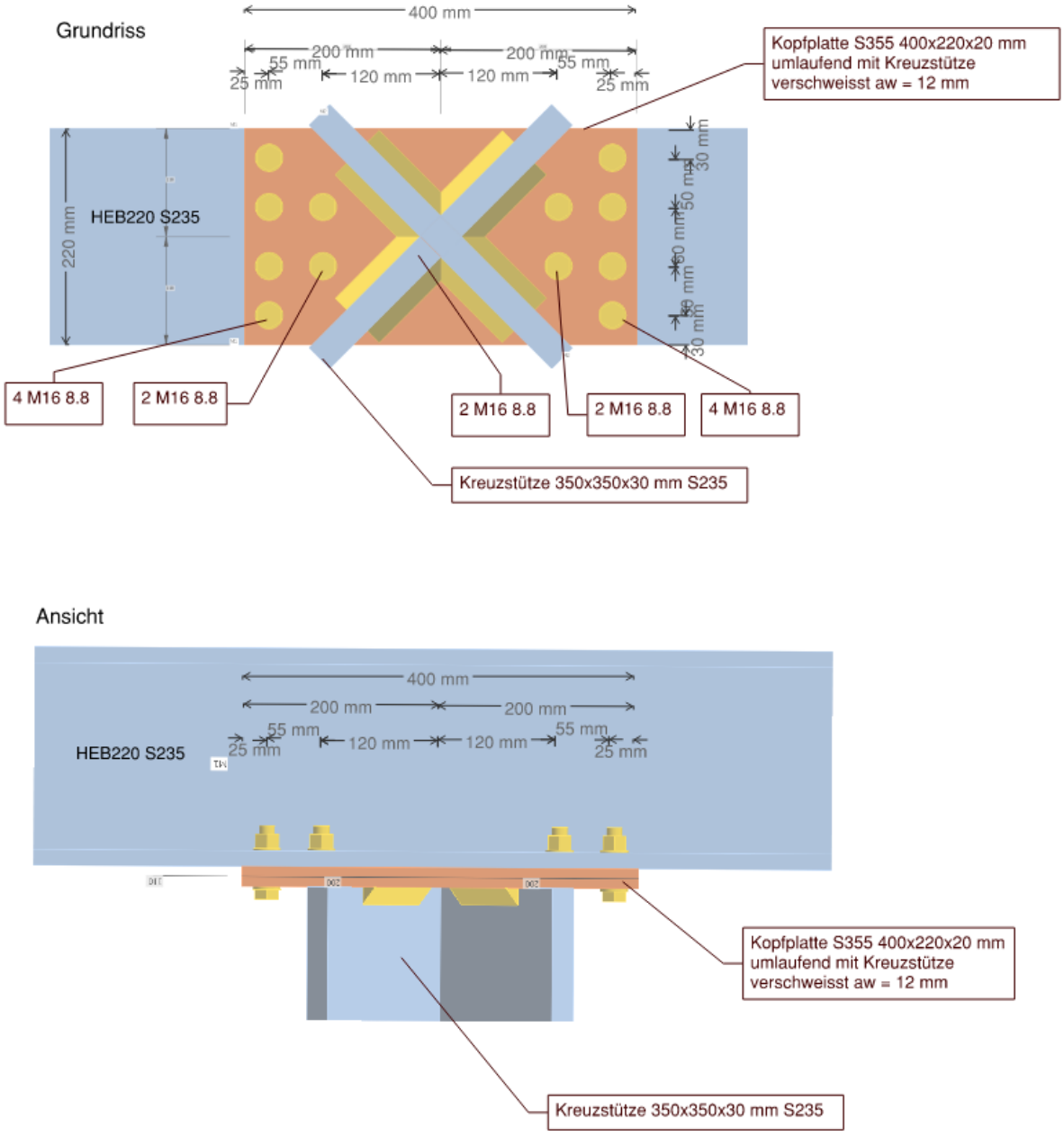


Abbildung 50: Skizze biegesteifer Anschluss Stützenkopf

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

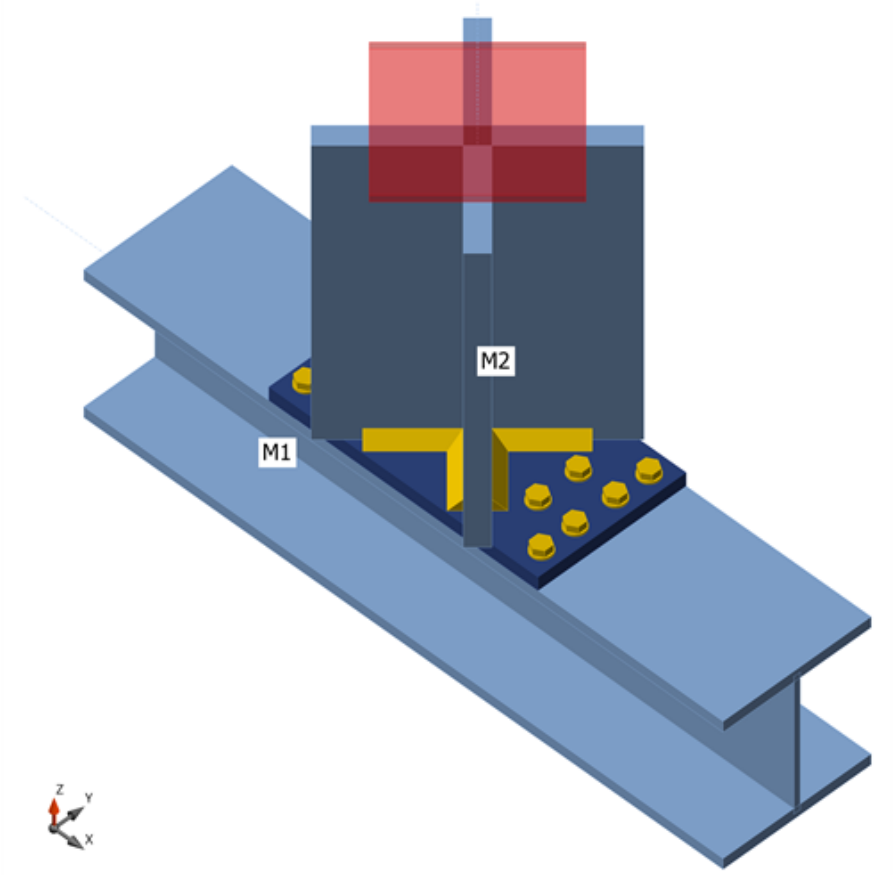
Bemessung

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	2 - 330*330*30(General)	0,0	90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235
2 - 330*330*30(General)	S 235, S 235, S 235, S 235

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

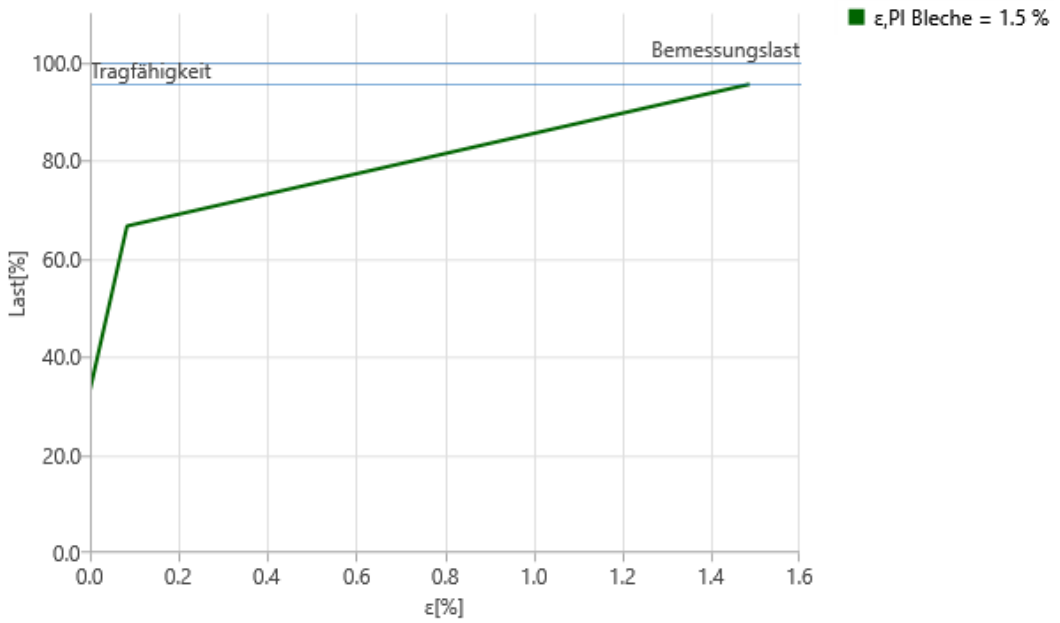
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	M1 / Anfang	-5,5	4,1	67,0	0,0	101,0	0,0
	M1 / Ende	-5,5	5,5	70,0	0,0	-29,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
LE1	95,6



Tragfähigkeit des Anschlusses, LE1

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	3,1 < 5,0%	OK
Schrauben	96,5 < 100%	OK
Schweißnähte	102,3 > 100%	**Nicht OK!**

Geringe Überschreitung kann toleriert werden.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Platten

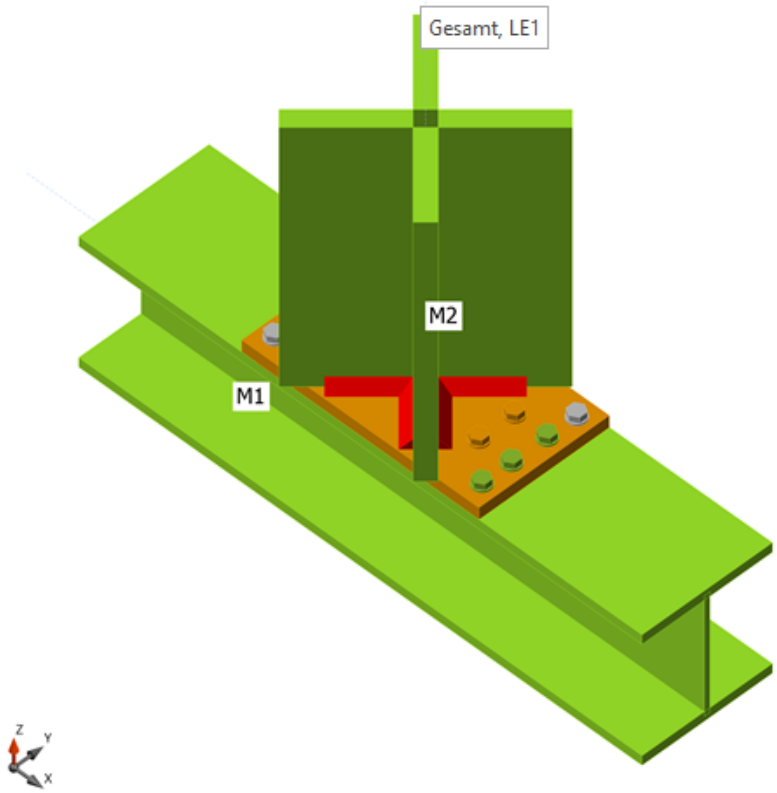
Name	Material	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	S 235	16,0	LE1	235,9	0,4	0,0	OK
M1-tfl 1	S 235	16,0	LE1	240,5	2,6	95,3	OK
M1-w 1	S 235	9,5	LE1	240,0	2,4	0,0	OK
M2-bfl 1	S 235	30,0	LE1	235,2	0,1	0,0	OK
M2-bfl 2	S 235	30,0	LE1	235,3	0,1	0,0	OK
M2-bfl 3	S 235	30,0	LE1	235,2	0,1	0,0	OK
M2-bfl 4	S 235	30,0	LE1	235,2	0,1	0,0	OK
Steifenblech1	S 355	20,0	LE1	361,6	3,1	173,1	OK

Bemessungsdaten

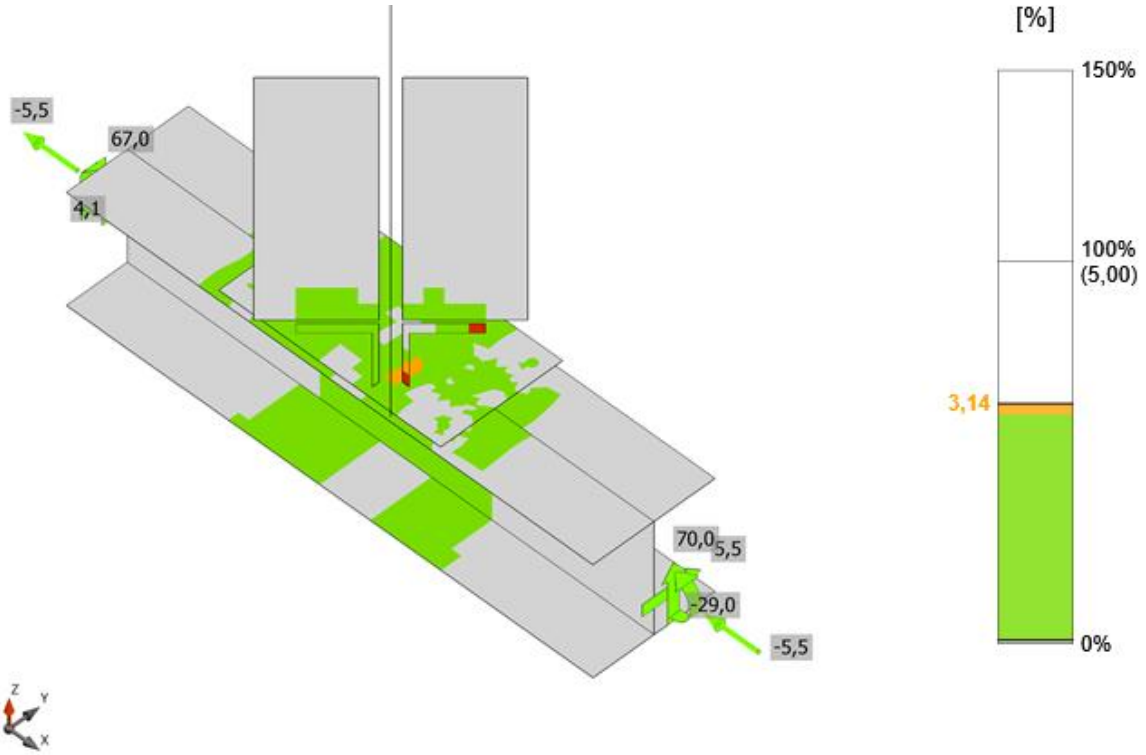
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

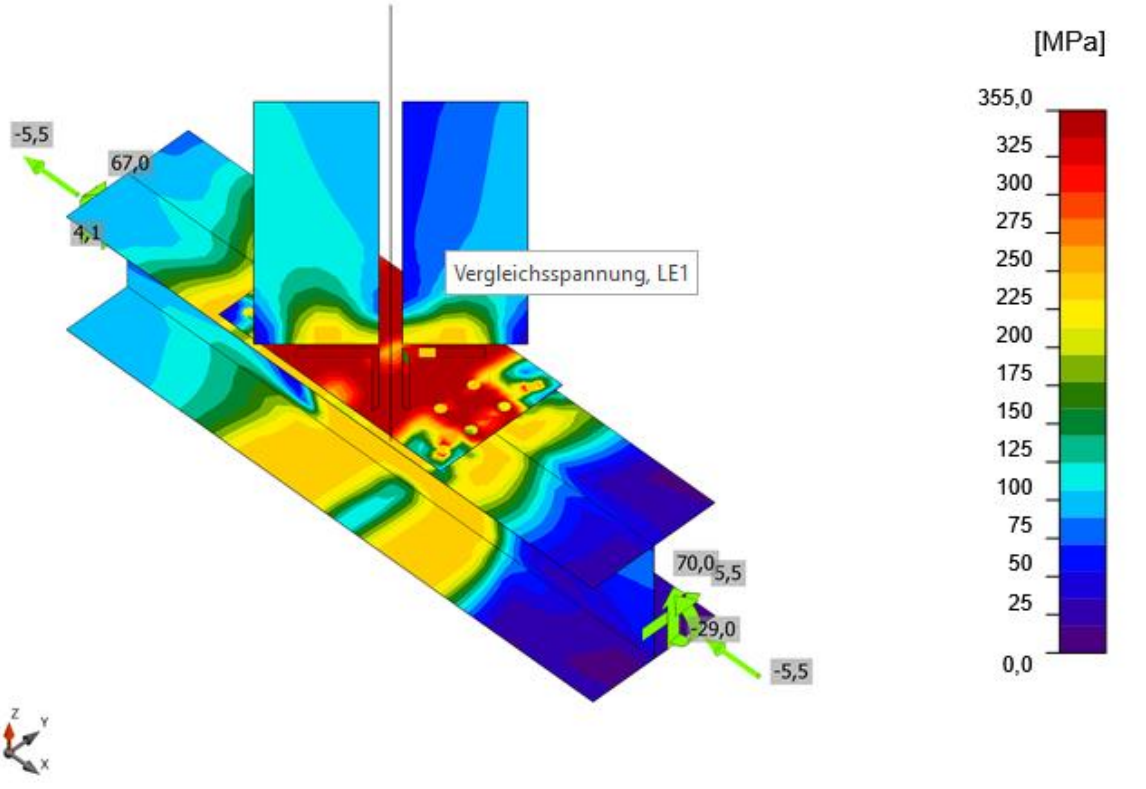
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Dehnung, LE1



Vergleichsspannung, LE1

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.10 Detailnachweise: Anschluss FLM an Dachkonstruktion

Siehe Dach 1 8.5 massgebender Anschluss

Gewählt: Kopfplatte FLM 400x260x20 mm

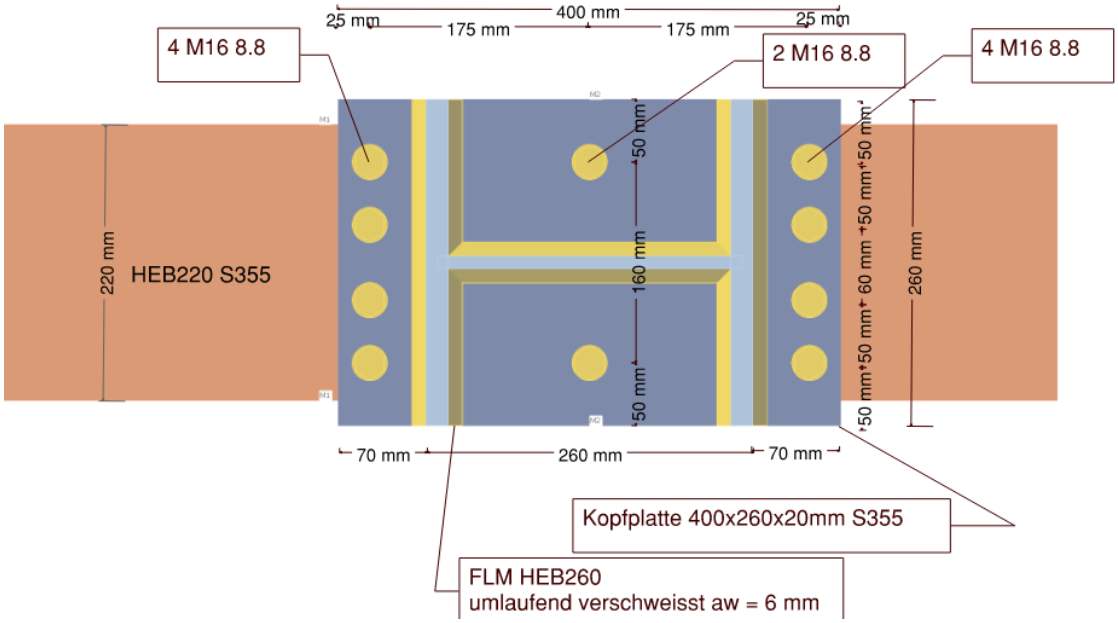
Kopfplatte Kreuzstütze 440x360x20 mm S355

Umlaufend mit Kreusstütze 370x370x35 mm verschweisst aw = 12 mm S355

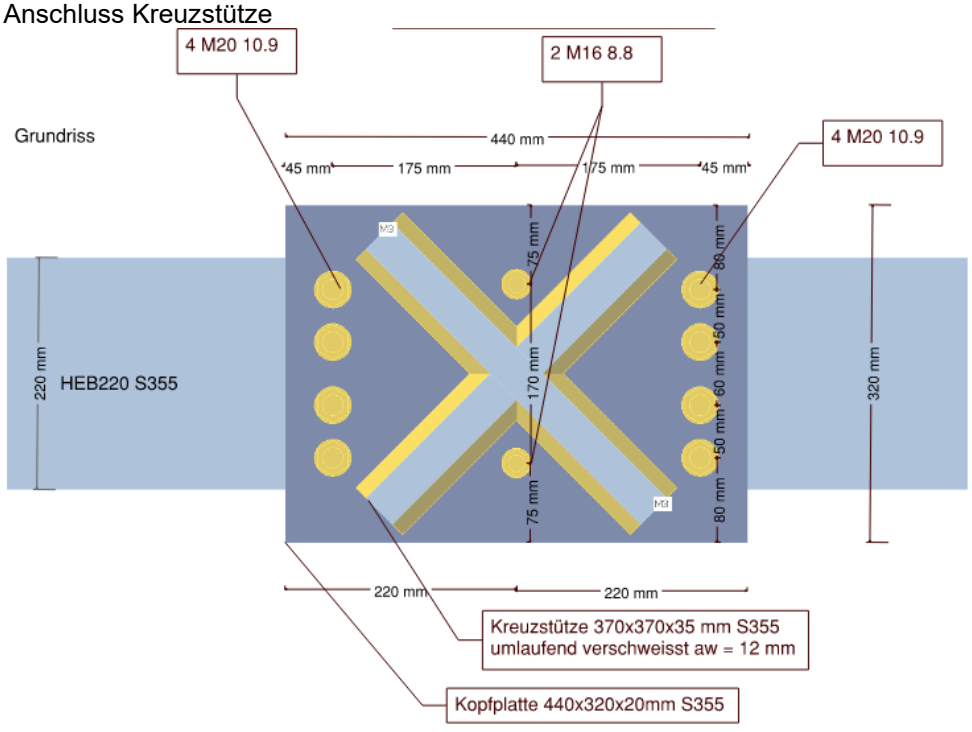
Schauben 2 x 4 M16 8.8 + 2 M16 8.8

Rippe t = 20 mm umlaufend verschweisst aw = 8 mm

Anschluss Fahrleitungsmast

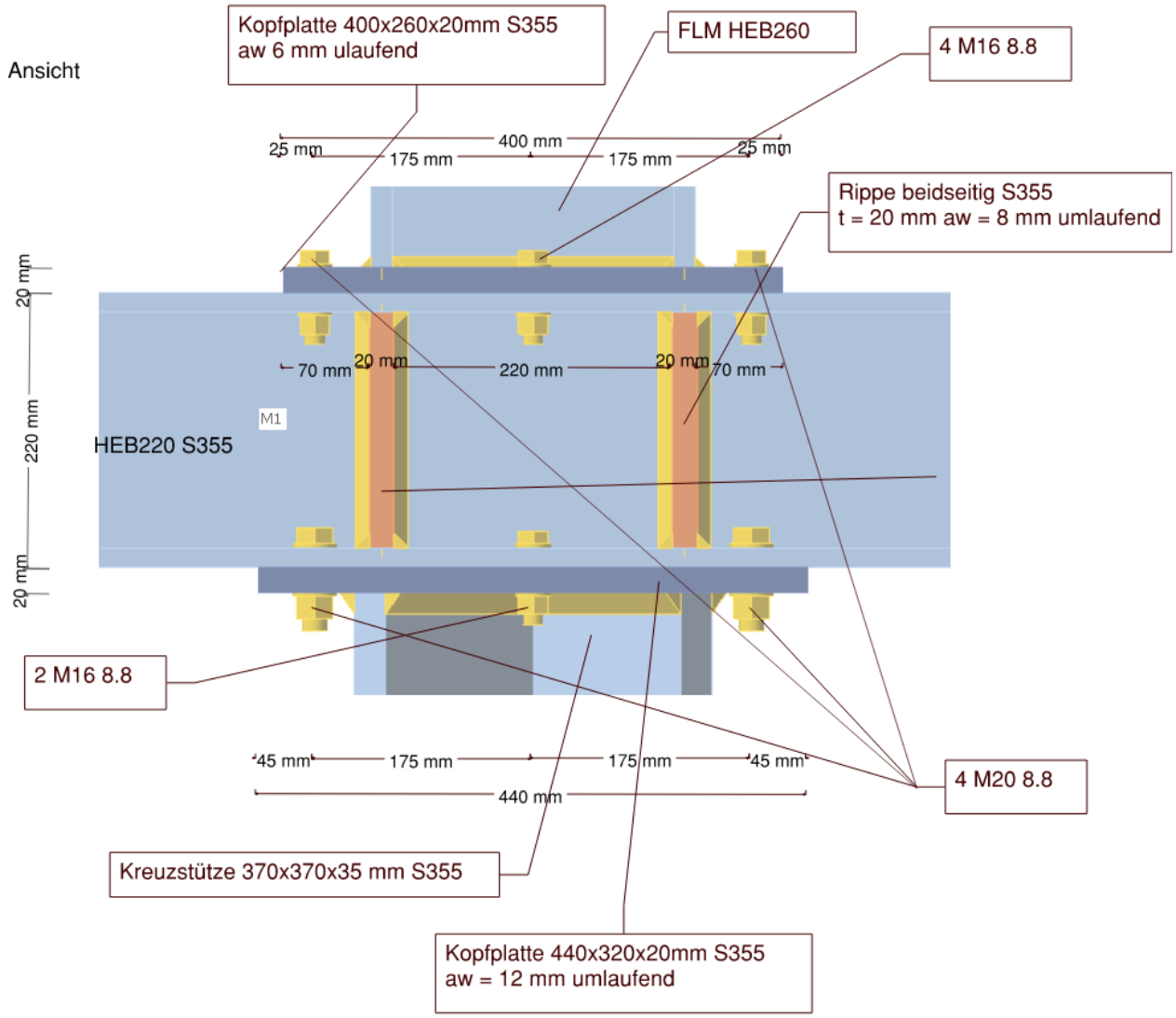


Anschluss Kreuzstütze



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Ansicht



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bemessung

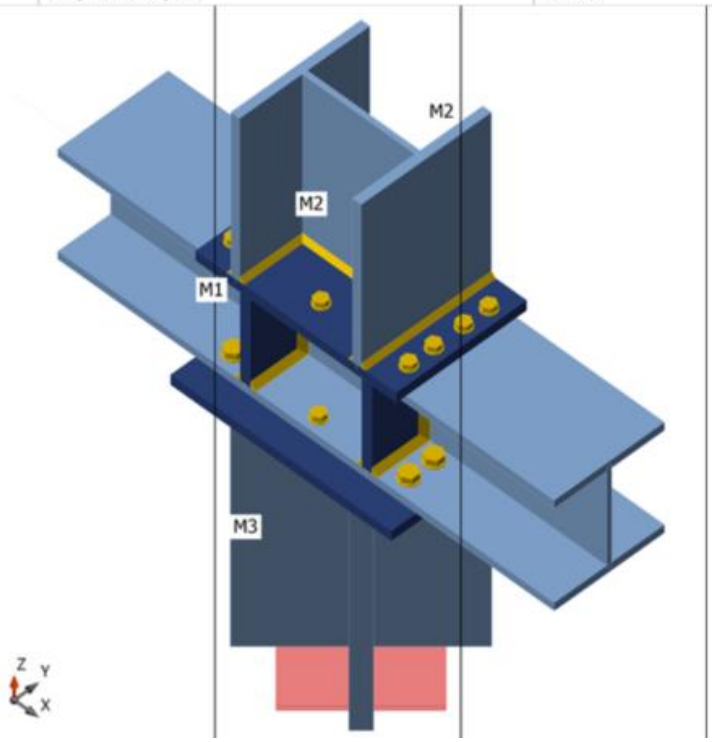
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	3 - HEB260	0,0	90,0	0,0	130	0	0
M3	5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	0,0	-90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende		Knoten	0
M3 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm²]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201
M20 10.9	20	900,0	1000,0	314

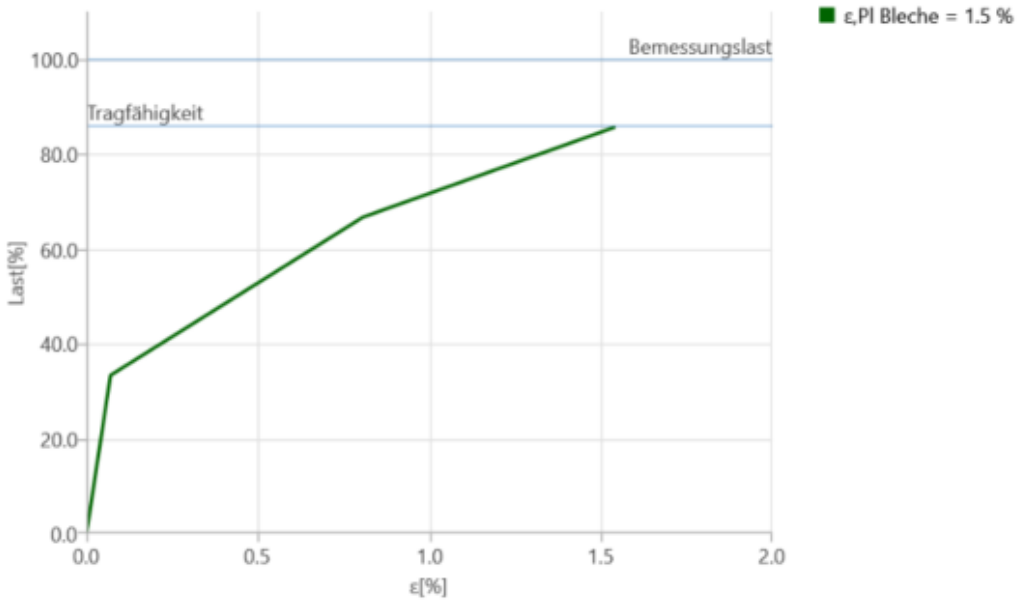
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17.075.1M1 y	M1 / Anfang	19,0	3,0	-62,0	-12,4	-83,0	0,0
	M1 / Ende	5,0	7,0	-50,0	-12,4	22,5	0,0
	M2 / Ende	-18,0	0,0	16,0	0,0	-86,1	0,0
LK1843	M1 / Anfang	22,3	0,0	-55,0	0,0	-75,0	0,0
	M1 / Ende	3,9	1,0	-29,0	0,0	34,0	0,0
	M2 / Ende	-11,5	6,2	0,0	0,0	0,0	28,0

Nachweis

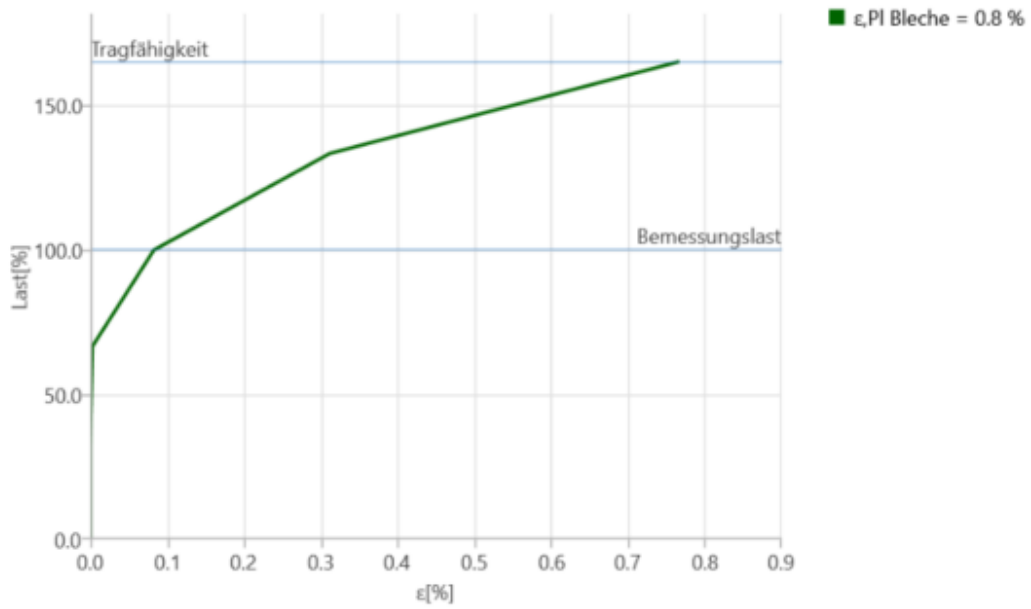
Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
17.075.1M1 y	85,7
LK1843	165,1



Tragfähigkeit des Anschlusses, 17.075.1M1 y

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK1843

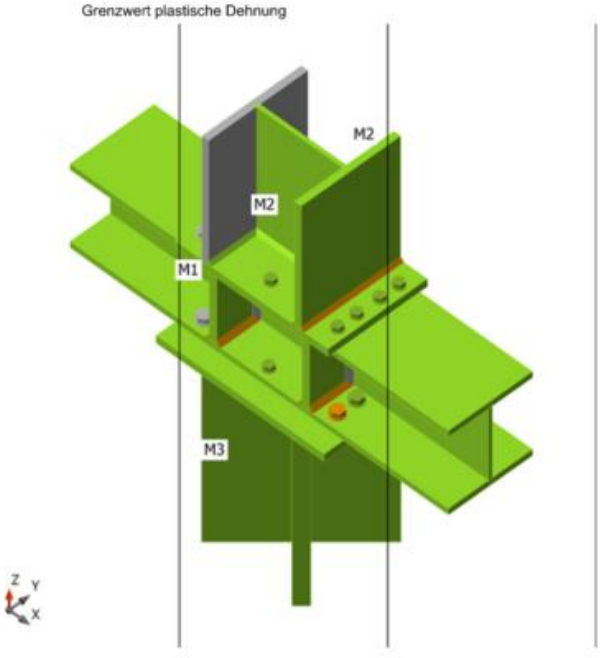
Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	2,4 < 5,0%	OK
Schrauben	95,1 < 100%	OK
Schweißnähte	102,0 > 100%	Nicht OK!

Geringe Überschreitung kann toleriert werden.

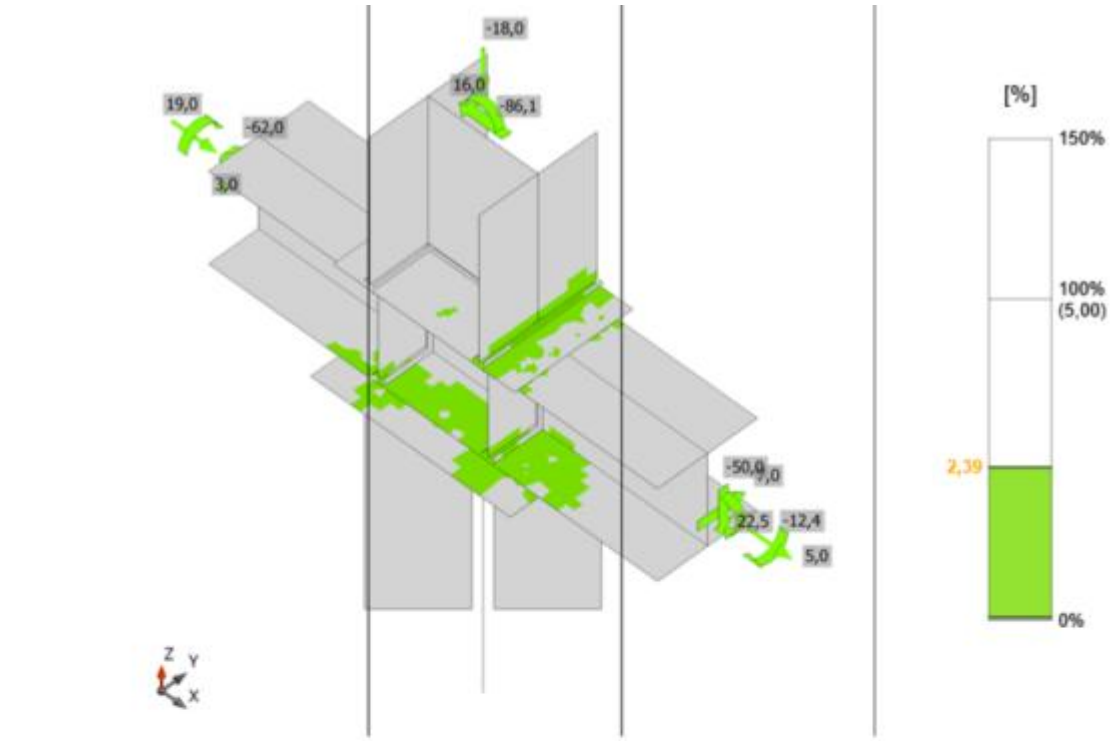
Erläuterung von Symbolen

t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

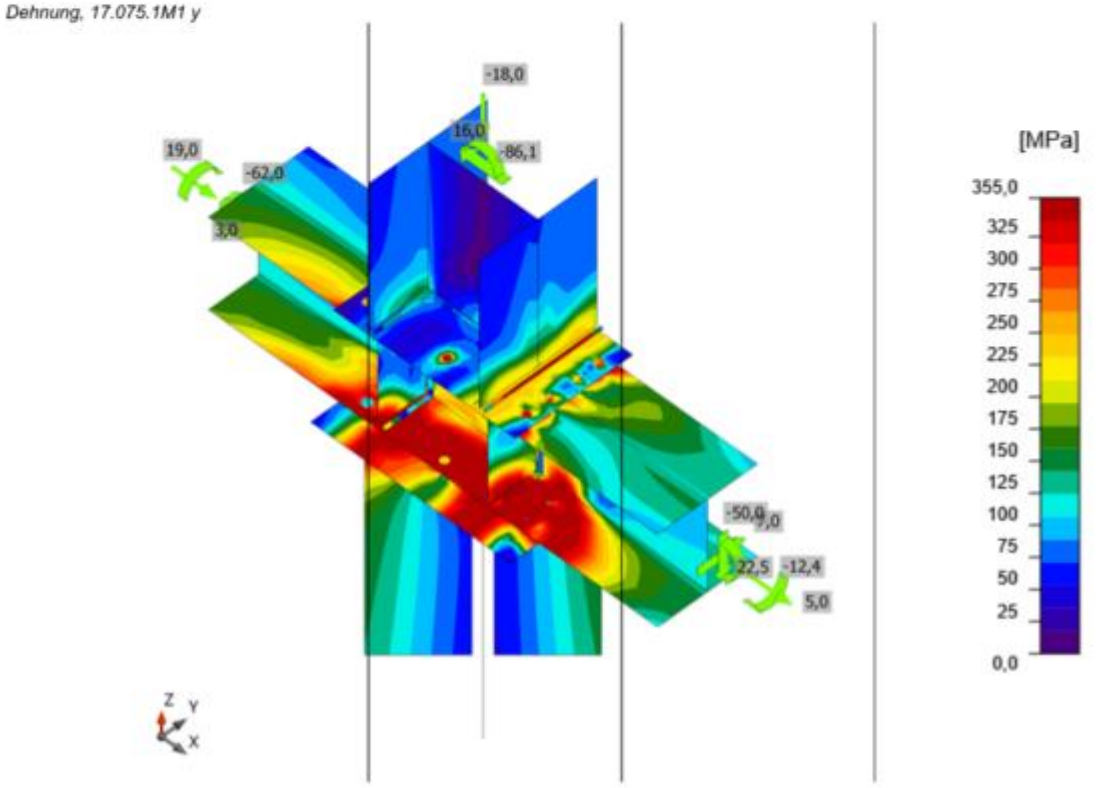


Gesamt, 17.075.1M1 y

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C



Dehnung, 17.075.1M1 y



Vergleichsspannung, 17.075.1M1 y

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.11 Verformung

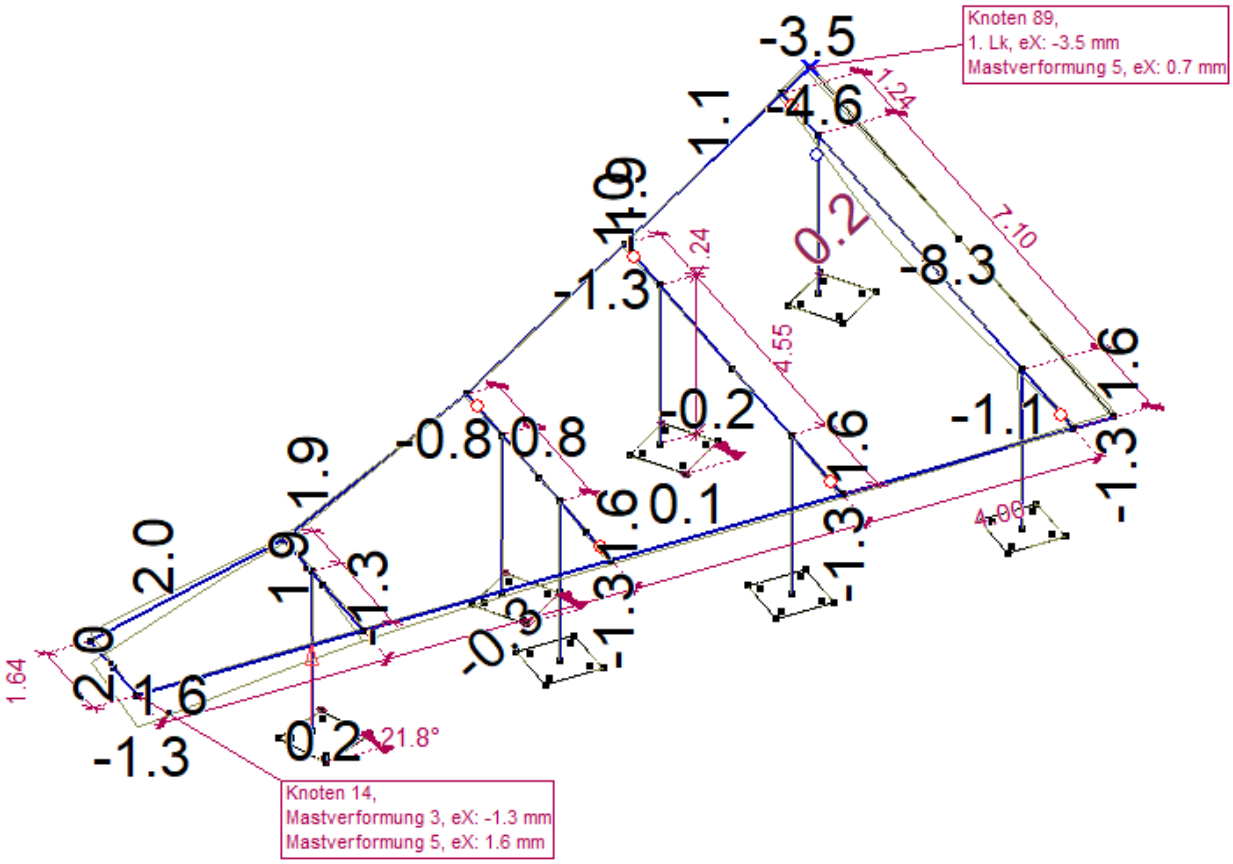


Abbildung 51: Massgebende Verformung e_x Umhüllende SLS Quasi-Ständig

Tabelle 4: Richtwerte für horizontale Auslenkungen

SLS Quasi- Ständig:	u= 8.3 mm	< h / 250 = 11.6 mm → erfüllt
SLS Häufig:	u= 6.1 mm	< h / 300 = 9.7 mm → erfüllt
SLS selten:	nicht erforderlich	

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

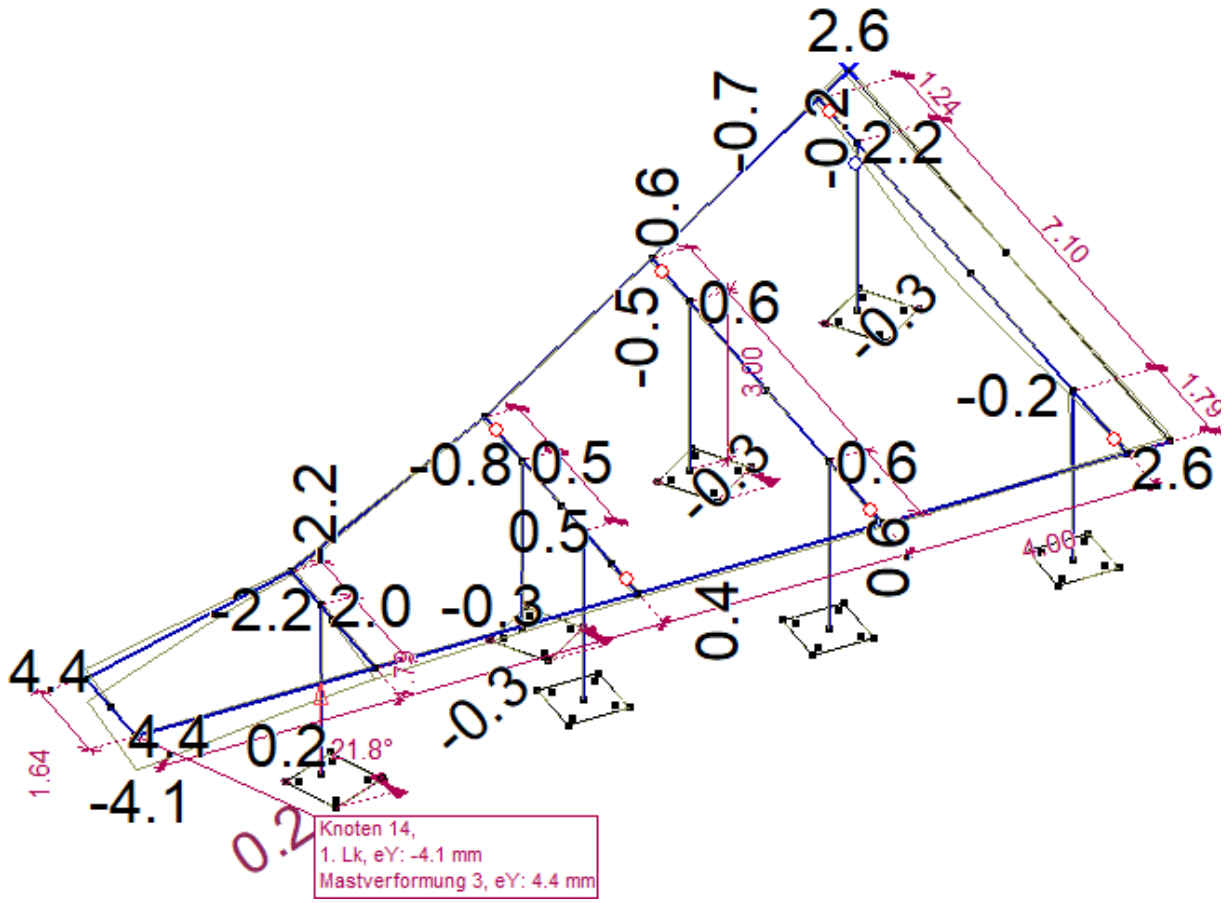


Abbildung 52: Massgebende Verformung e_y Umhüllende SLS Quasi-Ständig

Tabelle 4: Richtwerte für horizontale Auslenkungen

SLS Quasi- Ständig:	u= 4.4 mm	< h / 250 = 11.6 mm → erfüllt
SLS Häufig:	u= 6.5 mm	< h / 300 = 9.7 mm → erfüllt
SLS selten:	nicht erforderlich	

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

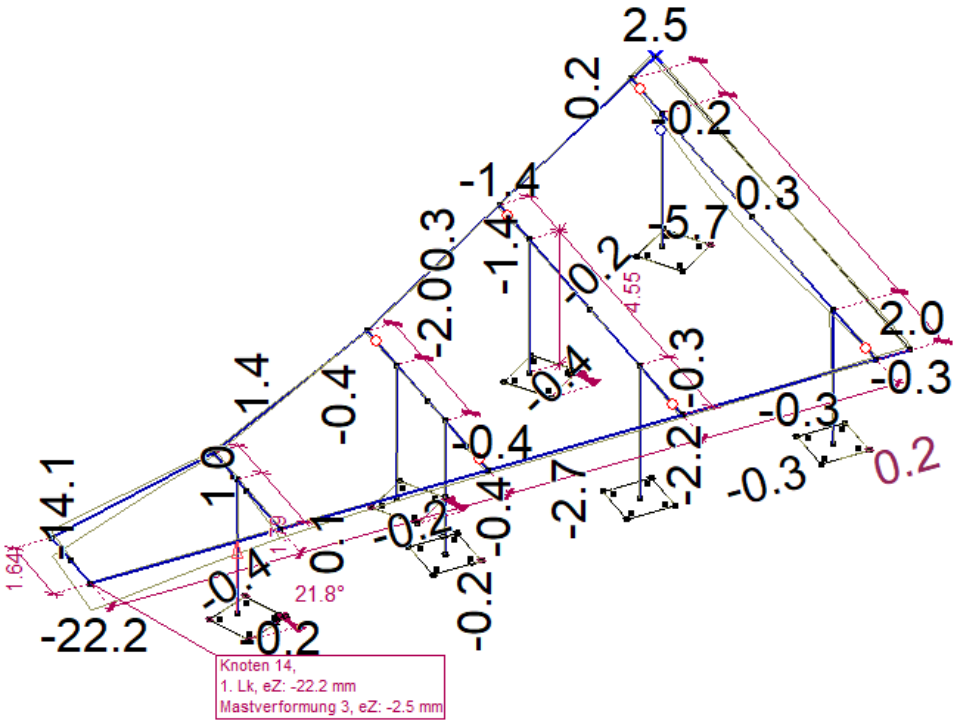


Abbildung 53: Massgebende Verformung e_z Umhüllende SLS Quasi-Ständig

Tabelle 3: Richtwerte für Durchbiegungen

l Spannweite oder doppelte Auskragungslänge (SIA 260 1.2.2)

SLS Quasi- Ständig (l= 2*3.91m): w = 22.2 mm -Überhöhung 15 mm < l /300 = 26.0 mm → erfüllt

SLS Quasi- Ständig (l= 1.24 m):w = 2.5 mm < l /300 = 4.3 mm → erfüllt

SLS Quasi- Ständig (l= 1.79 m):w = 2.7 mm < l /300 = 5.9 mm → erfüllt

SLS Häufig (L = 2*2.46 m): w = 24.6 mm-Überhöhung 15 mm < l /350 = 14.1 mm → erfüllt

SLS Selten (L = 2*2.46 m): nicht erforderlich

Verformung Stützenkopf mit FLM

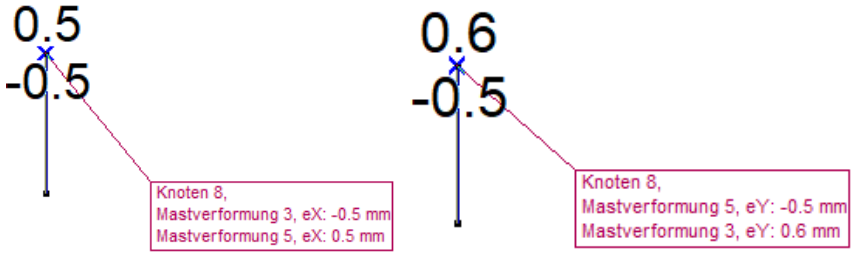


Abbildung 54: Massgebende Verformung e_x (li) e_y (re))

Nachweis zulässige horizontale Verschiebung des Fahrdrahts durch Windbelastung 40 mm

Vorhandene Verschiebung Mast (17.072.1) u = 14.7mm

Zusätzliche Verschiebung aus Perrondach u = 0.4mm auf Höhe Perrondach

➔ Gesamtverschiebung auf Höhe Mastspitze: 14.7 + 0.6 / 2.9 * 11 = 17.0 < 40mm → erbracht

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

9.12 Bemessung Fundament (siehe Anhang C)

Die Stützen sollen auf Einzelfundamente gegründet werden. Aufgrund der unmittelbaren Nähe zur bestehenden Bachmauer wird eine Gründung auf Mikropfähle priorisiert. Diese sollen sowohl die vertikalen wie auch die horizontalen Auflagerkräfte der Stützen aufnehmen können.

Es sind folgende zwei Mikropfahlfundationen dimensioniert worden:

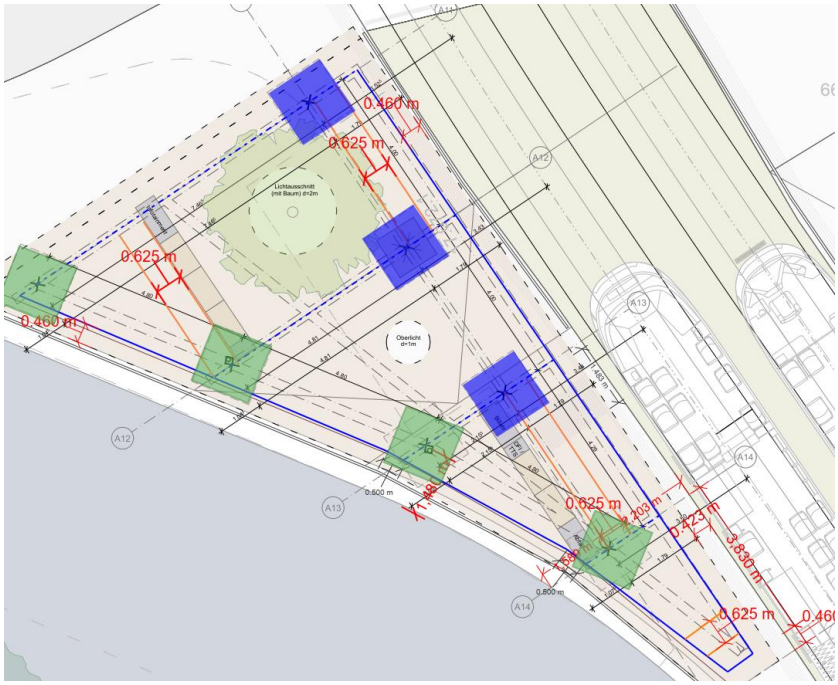


Abbildung 55: Anordnung der Einzelfundamente (Dach 2)

Fundamente Typ 1, direkt hinter der bestehenden Bachmauer (in grün in Abbildung 55):

Die Stützen werden auf Einzelfundamente mit jeweils 4 Mikropfähle gegründet. Diese Stützen sind aufgrund der engen Platzverhältnisse exzentrisch gelagert. Diese exzentrische Lagerung wurde in der Axis-Berechnung berücksichtigt. Die im Anhang angegebenen Auflagerkräfte beziehen sich auf den resultierenden Kräften in den jeweiligen Mikropfählen.

Zum vertikalen und horizontalen Lastabtrag wurde das in Abbildung 56 dargestellte statische System gewählt. Die vertikalen Mikropfähle (in blau in Abbildung 56) dienen dem vertikalen Lastabtrag. Zur Verhinderung des Lastabtrag über der Höhe der bestehenden Bachmauer werden die vertikalen in unmittelbarer Nähe zur Bachmauer stehenden Mikropfähle über die ersten 5 m mit einer Rohrhülse vorgesehen, so dass keine Kraftübertragung über diese Höhe stattfindet und somit die Bachmauer nicht zusätzlich beansprucht wird. Ab der Sohle der bestehenden Bachmauer tragen die Mikropfähle auf Mantelreibung. Für den horizontalen Lastabtrag sind die geneigten Mikropfähle zuständig (in rot in Abbildung 56).

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

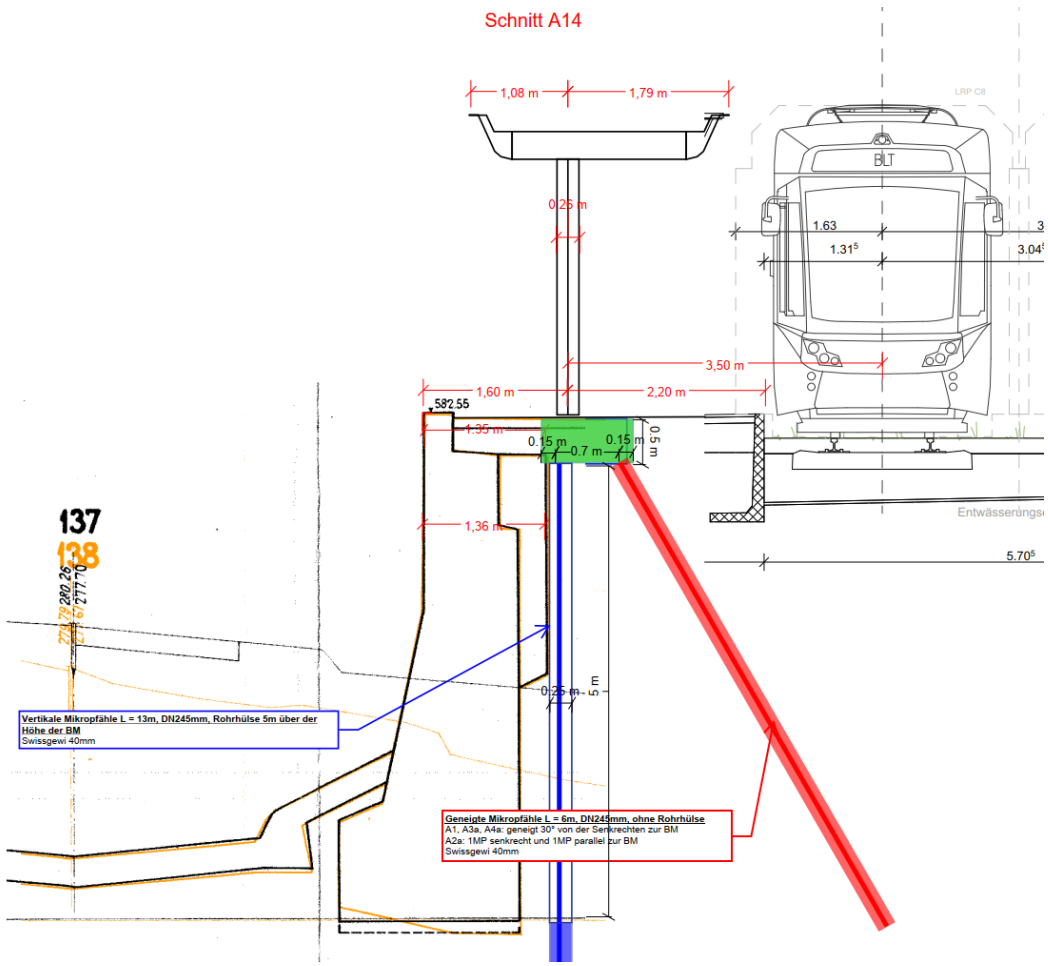


Abbildung 56: Statisches System der Mikropfahlfundation der Fundamente Typ 1 (Dach 2)

Fundamente Typ 2 (in blau in Abbildung 55):

Die weiter weg von der Bachmauer stehenden Stützen (in blau in Abbildung 55) werden ebenfalls auf Einzelfundamente mit jeweils vier Mikropfähle gegründet. Hier ist eine zentrische Lagerung vorgesehen. Die vier Mikropfähle wurden ebenfalls in Axis mitmodelliert, so dass die im Anhang angegebenen Auflagerkräfte jene der Mikropfähle sind. Zur Aufnahme der (minimalen) horizontalen Einwirkungen auf den Auflagerpunkten werden diese Mikropfähle um 10° von der Vertikalen geneigt.

Die Bemessung der Mikropfähle ist dem Anhang zu entnehmen. Folgende Bemessungsgrundlagen wurden angesetzt:

- Mikropfähle mit einem Durchmesser von 245 mm
- Swissgewi 40 mm
- Nachweis der Mikropfahlgründung nach SIA 267 (η_a = 0.7 nach SIA 267/9.5.2.2.5)

Aufgrund der Platzverhältnisse und zur Vermeidung allfälliger Kollisionen zwischen den Mikropfähle wurde folgende Disposition gewählt:

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

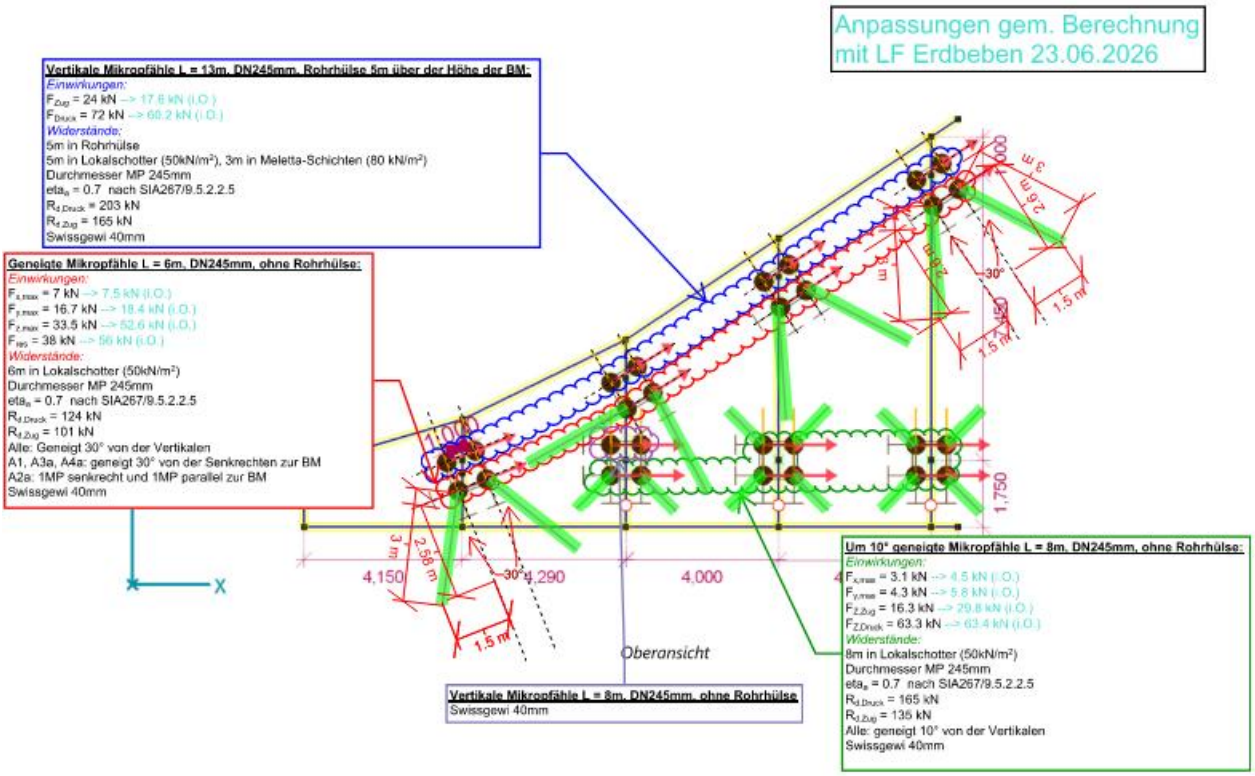


Abbildung 57: Disposition der Mikropfähle (siehe Anhang für eine detailliertere Darstellung) (Dach 2)

Ein Detail zum Anschluss des Mikropfahlkopfes sowie zur Bewehrung des Einzelfundaments ist dem Anhang zu entnehmen.

9.13 Detailnachweise: Anschluss Kreuzstütze an Fundament

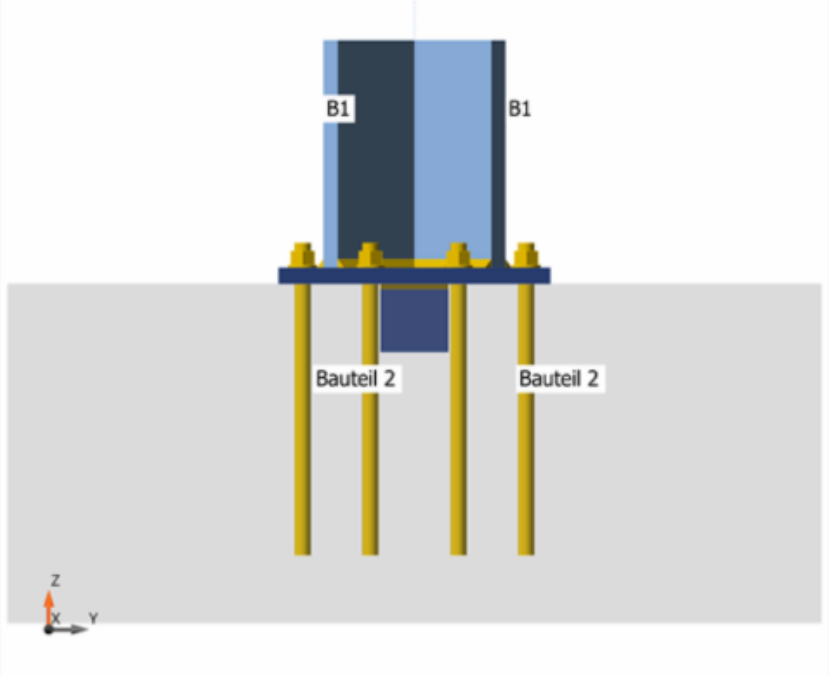
Zusammenstellung Auflagerkräfte [kN, kNm]

FU Typ 1	Vz / Vx	Vy	N max	N min	Mz / Mx	My
Achse 11	**15.1**	0	-8.8	-68.8	18.0	**35.6**
Achse 12	10.9	**18.6**	-3.1	-98.1	28.6	26.7
Achse 13	6.6	10.9	**6.8**	-44.6	19.6	22.0
Achse 14	13.0	13.1	-26.1	**-124.1**	**34.2**	33.8

FU Typ 2	Vz / Vx	Vy	N max	N min	Mz / Mx	My
Achse 11	**17.8**	**23.2**	-20.3	-87.7	**51.7**	53.4
Achse 12	17.6	22.8	-25.5	**-109.3**	35.5	**60.8**
Achse 13	11.6	15.0	**-14.6**	-82.4	19.5	34.7

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nachweise Fussplatten Stütze 350x350x30 (siehe Anhang B)



Querschnitte

Name	Material
2 - X 350x30(General)	S 355, S 355
3 - HEA100	S 355

Anker

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M24 10.9	24	900,0	1000,0	452

Lasteinwirkungen (Kräfte im Gleichgewicht)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Ende	-46,0	6,7	17,8	0,0	53,4	7,0
LE2	B1 / Ende	-42,0	23,2	3,0	0,0	9,0	51,7

Fehlende Lasten

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-17,8	6,7	-46,0	-7,0	53,4	0,0
LE2	-3,0	23,2	-42,0	-51,7	9,0	0,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Betonblock

Position	Wert	Einheit
BB 1		
Abmessungen	1201 x 1201	mm
Höhe	500	mm
Anker	M24 10.9	
Verankerungslänge	400	mm
Schubkraftübertragung	Schubknagge	
Querschnitt der Schubknagge	HEA100	
Länge der Schubknagge	100	mm

Nachweis

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,0 < 5,0%	OK
Anker	84,4 < 100%	OK
Schweißnähte	93,2 < 100%	OK
Betonblock	18,1 < 100%	OK
Schub	12,0 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

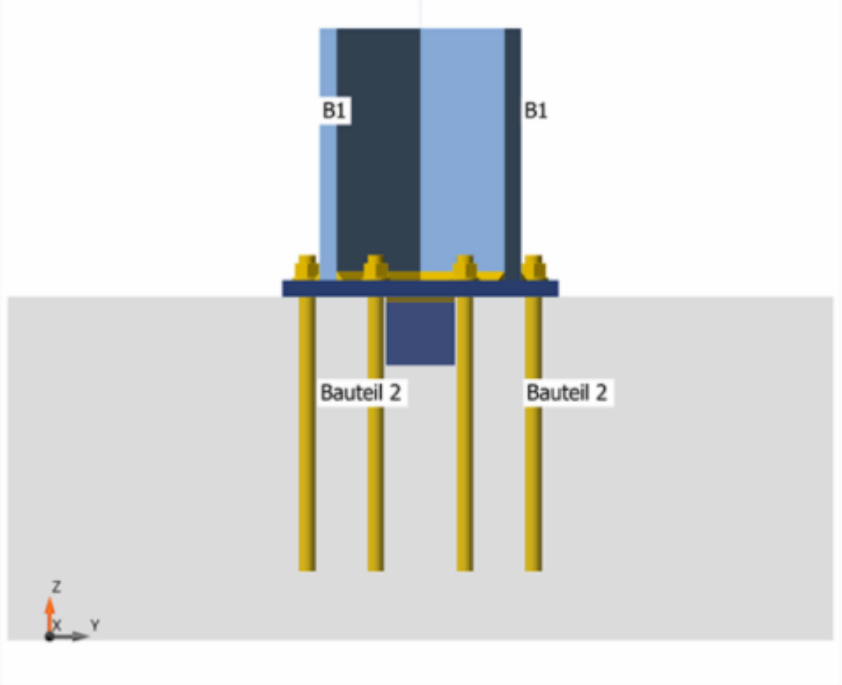
Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	30,0	LE2	129,2	0,0	0,0	OK
B1-bfl 2	30,0	LE2	133,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 3	30,0	LE2	156,5	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-bfl 1	8,0	LE1	88,3	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-tfl 1	8,0	LE1	90,8	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-w 1	5,0	LE1	94,1	0,0	0,0	OK
Fussplatte1	24,0	LE2	183,2	0,0	0,0	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nachweis Fussplatte Stütze 380x380x35 (siehe Anhang B)



Querschnitte

Name	Material
4 - X 380x35(General)	S 355, S 355
3 - HEA100	S 355

Anker

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M24 10.9	24	900,0	1000,0	452

Lasteinwirkungen (Kräfte im Gleichgewicht)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Ende	-42,0	23,2	3,0	0,0	9,0	51,7
LE2	B1 / Ende	-56,1	3,5	17,5	0,0	60,8	1,6

Fehlende Lasten

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-3,0	23,2	-42,0	-51,7	9,0	0,0
LE2	-17,5	3,5	-56,1	-1,6	60,8	0,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Betonblock

Position	Wert	Einheit
BB 1		
Abmessungen	1201 x 1201	mm
Höhe	500	mm
Anker	M24 10.9	
Verankerungslänge	400	mm
Schubkraftübertragung	Schubknagge	
Querschnitt der Schubknagge	HEA100	
Länge der Schubknagge	100	mm

Nachweis

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,0 < 5,0%	OK
Anker	87,7 < 100%	OK
Schweißnähte	88,1 < 100%	OK
Betonblock	17,9 < 100%	OK
Schub	12,0 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	35,0	LE2	122,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 2	35,0	LE2	97,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 3	35,0	LE2	126,6	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-bfl 1	8,0	LE1	80,8	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-tfl 1	8,0	LE2	80,3	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-w 1	5,0	LE2	86,1	0,0	0,0	OK
Fussplatte1	24,0	LE2	161,0	0,0	0,0	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

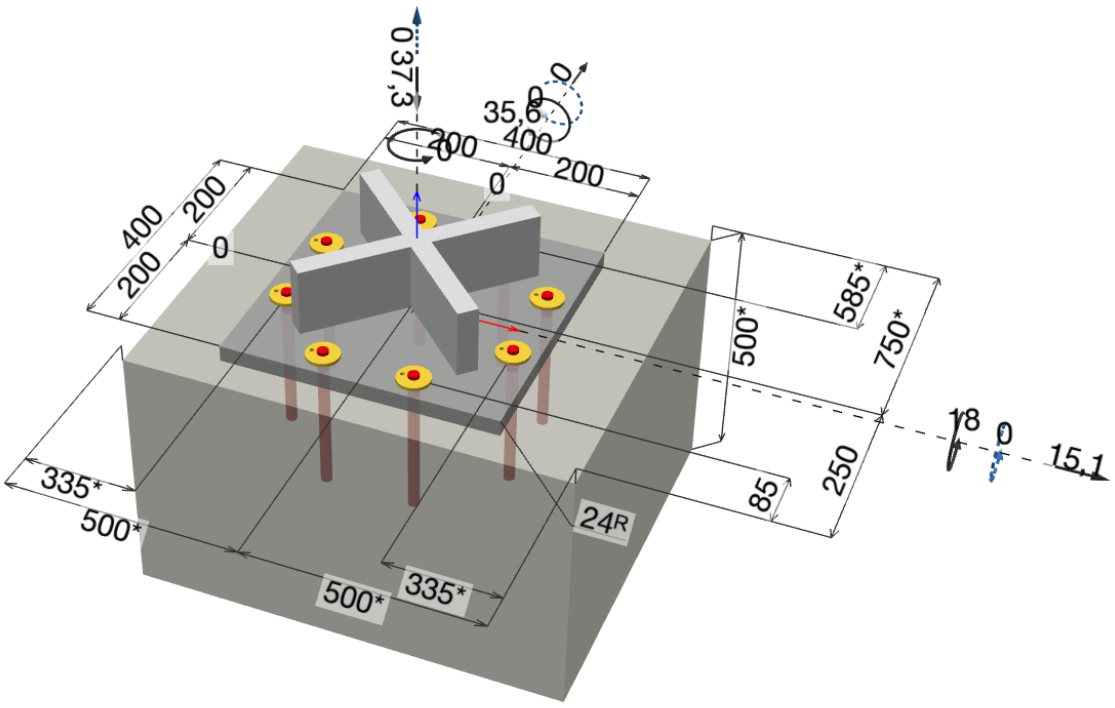
Nachweis Verankerung Fussplatte Fundament Typ 1 (siehe Anhang B)

1 Eingabedaten



Dübeltyp und Größe:	**HVU2 + HAS-U 8.8 M16_hef2**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2237090 HAS-U 8.8 M16x260 (Anker) / 2207578 HVU2 M16x190 (Patrone)
Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel.	
Dies kann erreicht werden, indem der Ringspalt zwischen Ankerplatte und Anker verfüllt wird, z. B. mit dem Hilti Verfüllset.	
Ausschreibungstext:	Hilti HAS-U 8.8 Gewindestange with HVU2 Patronensystem with 190 mm embedment hef, M16hef2, Galvanisch verzinkt, Diamantbohren installation per ETA-16/0515, Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel (Ringspalt verfüllt), z.B. mit dem Hilti Verfüllset
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 190,0 mm, h_{nom} = 190,0 mm
Werkstoff:	8.8
Zulassungs-Nr.:	ETA-16/0515
Ausgestellt I Gültig:	14.09.2023 | -
Nachweis:	SOFA basierend auf EN 1992-4, chemisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 24,0 mm
Ankerplatte[R] :	l_x x l_y x t = 400,0 mm x 400,0 mm x 24,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	Kreuz-Profil, ; (L x B x D x FD) = 350,0 mm x 350,0 mm x 30,0 mm x 30,0 mm
Untergrund:	ungerissener Beton, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h =500,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/20 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: diamantgebohrt, Installationsbed.: wassergesättigt**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 mm)
	mit Randlängsbewehrung d ≥ 12,0 [mm]

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



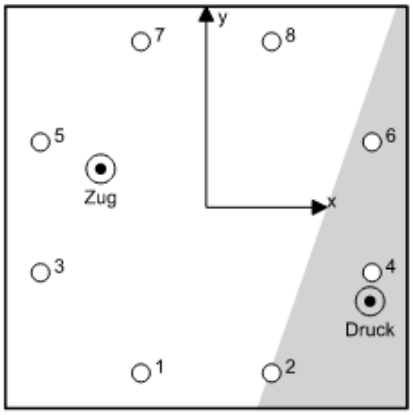
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Achse 11 (zugeordnete Normalkraft zu My)	N = -37,300; V_x = 15,100; V_y = 0,000; M_x = 18,000; M_y = 35,600; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	97
2	Achse 12 (zugeordnete Normalkraft zu Mx)	N = -46,900; V_x = 10,900; V_y = 18,600; M_x = -29,300; M_y = 26,700; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	92
3	Achse 13 (zugeordnete Normalkraft zu Mx)	N = -20,100; V_x = 6,600; V_y = 10,900; M_x = -19,600; M_y = 22,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	73
4	Achse 14 Mx/Mz (zugeordnete Normalkraft zu My)	N = -68,400; V_x = 13,000; V_y = 13,100; M_x = -34,200; M_y = 3,200; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	73
5	Achse 14 My (zugeordnete Normalkraft zu My)	N = -68,400; V_x = 13,000; V_y = 13,100; M_x = -28,900; M_y = 33,800; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	95

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Überprüfung Lastfall: 1 Achse 11 (zugeordnete Normalkraft zu My)



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	13,418	1,887	1,887	0,000
2	0,000	1,887	1,887	0,000
3	27,426	1,887	1,887	0,000
4	0,000	1,887	1,887	0,000
5	32,120	1,887	1,887	0,000
6	0,000	1,887	1,887	0,000
7	25,334	1,887	1,887	0,000
8	11,818	1,887	1,887	0,000

Maximale Betonstauchung: 0,47 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 14,01 [N/mm²]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(-105,1/38,3): 110,116 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(163,0/-93,5): 147,416 [kN]

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Nachweis Verankerung Fussplatte Fundament Typ 2 (siehe Anhang B)

1 Eingabedaten



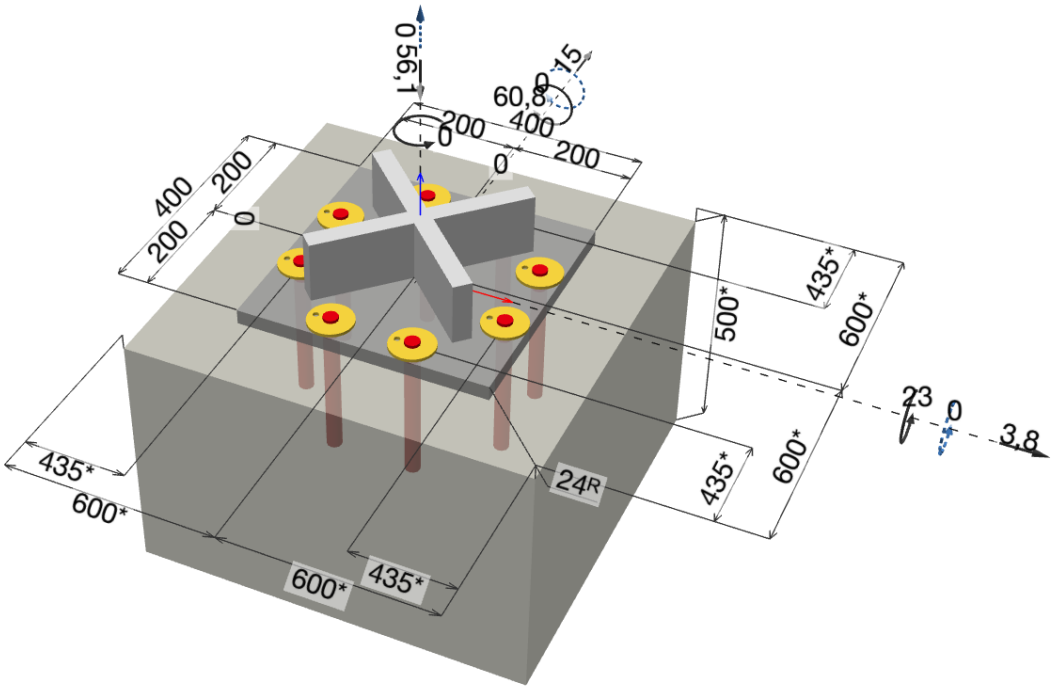
Dübeltyp und Größe:	**HVU2 + HAS-U 5.8 M24**
Nutzungsdauer in Jahren:	50
Artikelnummer:	2223881 HAS-U 5.8 M24x300 (Anker) / 2164560 HVU2 M24x210 (Patrone)

Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel.

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

Ausschreibungstext:	Hilti HAS-U 5.8 Gewindestange with HVU2 Patronensystem with 210 mm embedment hef, M24, Galvanisch verzinkt, Diamantbohren installation per ETA-16/0515, Kein Lochspiel zwischen Ankerplatte und Dübel (Ringspalt verfüllt), z.B. mit dem Hilti Verfüllset
Effektive Verankerungstiefe:	$h_{ef,act}$ = 210,0 mm, h_{nom} = 210,0 mm
Werkstoff:	5.8
Zulassungs-Nr.:	ETA-16/0515
Ausgestellt I Gültig:	14.09.2023 | -
Nachweis:	SOFA basierend auf EN 1992-4, chemisch
Abstandsmontage:	e_b = 0,0 mm (Kein Abstand); t = 24,0 mm
Ankerplatte[R]:	l_x x l_y x t = 400,0 mm x 400,0 mm x 24,0 mm; (Empfohlene Plattendicke: nicht berechnet)
Profil:	Kreuz-Profil, ; (L x B x D x FD) = 350,0 mm x 350,0 mm x 30,0 mm x 30,0 mm
Untergrund:	ungerissener Beton, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h =500,0 mm, Temp. kurz/lang: 40/20 °C, Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoff γ_c = 1,500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1,500
Installation:	**Bohrloch: diamantgebohrt, Installationsbed.: wassergesättigt**
Bewehrung:	Stababstand < 150 mm (für jeden Ø) oder < 100 mm (für Ø ≤ 10 mm)
	mit Randlängsbewehrung d ≥ 12,0 [mm]

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



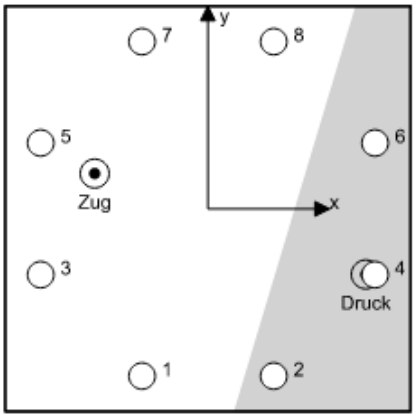
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

1.1 Lastkombination

Fall	Beschreibung	Kräfte [kN] / Momente [kNm]	Erdbeben	Feuer	Max. Ausnutzung [%]
1	Achse 11	N = -20,600; V_x = 7,800; V_y = 15,000; M_x = 21,300; M_y = 23,500; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	46
2	Achse 12 (Normalkraft zugeordnet zu My)	N = -56,100; V_x = 3,800; V_y = 15,000; M_x = 23,000; M_y = 60,800; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	85
3	Achse 13	N = -17,400; V_x = 3,200; V_y = 8,100; M_x = 8,100; M_y = 9,700; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	nein	keine	16

2 Lastfall/Resultierende Dübelkräfte

Überprüfung Lastfall: 2 Achse 12 (Normalkraft zugeordnet zu My)



Resultierende Dübelkräfte [kN]
Normalkraft: +Zug -Druck

Dübel	Normalkraft	Querkraft	Querkraft x	Querkraft y
1	22,661	1,934	0,475	1,875
2	0,000	1,934	0,475	1,875
3	51,434	1,934	0,475	1,875
4	0,000	1,934	0,475	1,875
5	60,069	1,934	0,475	1,875
6	0,000	1,934	0,475	1,875
7	44,579	1,934	0,475	1,875
8	15,808	1,934	0,475	1,875

Maximale Betonstauchung: 0,52 [‰]
Maximale Betondruckspannung: 15,50 [N/mm^2]
resultierende Zugkraft in (x/y)=(-111,7/34,9): 194,550 [kN]
resultierende Druckkraft in (x/y)=(155,8/-64,7): 250,650 [kN]

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

10 Unterschriften

Bestandsbauwerke Nordwestschweiz

Gruner AG



Roland Marty

Leiter Business Unit



Luis Mutter

Projektleiter Umbau/Erdbebensicherheit

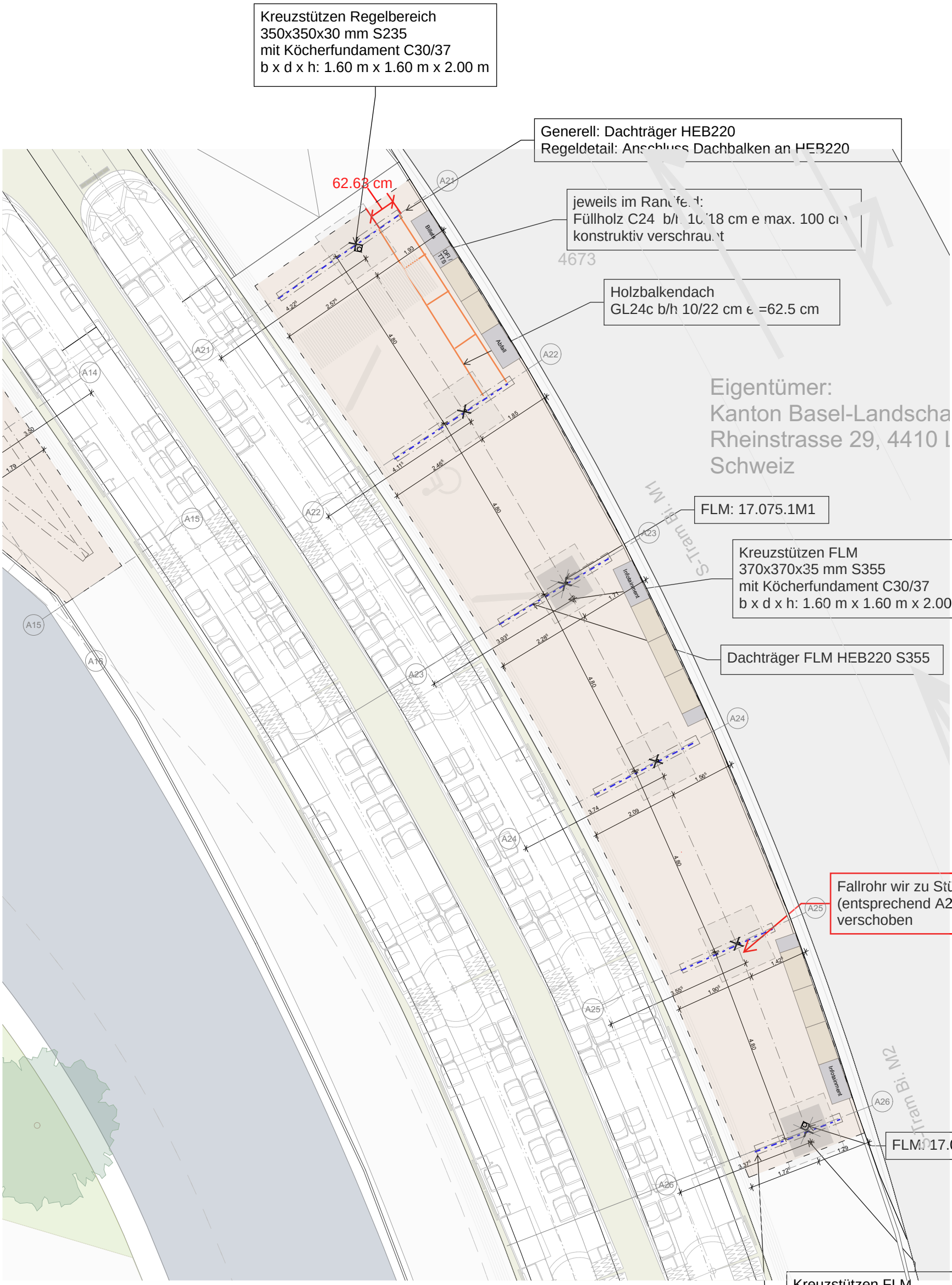
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

ANHANG A - Tragwerksskizzen Positionsplan Dach 1

Bauherr	:	BLT Baselland Tranport AG Grenzweg 1 4104 Oberwil	Datum	: 31.07.2026	Seite : 1
Projekt	:	Gesamterneuerung Leimental, Los 3 HAST Binningen Schloss - Perrondächer	PL	: rom	Verf. : mulu
			Projekt Nr	: E2402020.001	

gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm, sofern nichts abweichendes angegeben.

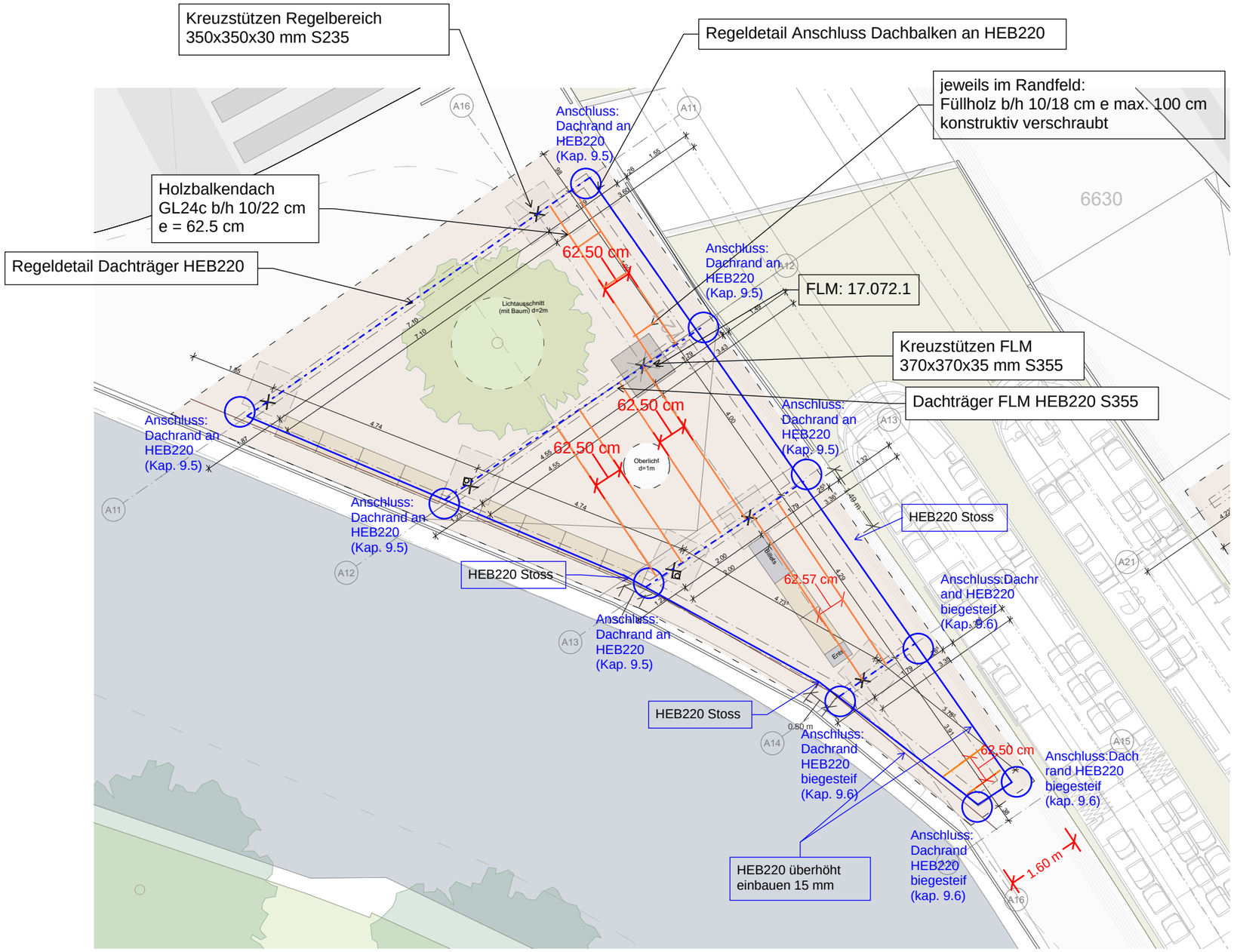
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Positionsplan Dach 2 - Stahlbau

Bauherr	: BLT Baselland Tranport AG Grenzweg 1 4104 Oberwil	Datum	: 31.07.2026	Seite	: 2
Projekt	: Gesamterneuerung Leimental, Los 3 HAST Binningen Schloss - Perrondächer	PL	: rom	Verf.	: mulu
		Projekt Nr	: E2402020.001		

gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm,
sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Positionsplan Dach 2 - Gründung

Bauherr	: BLT Baselland Tranport AG Grenzweg 1 4104 Oberwil	Datum	: 31.07.2026	Seite	: 3
		PL	: rom	Verf.	: mulu
Projekt	: Gesamterneuerung Leimental, Los 3 HAST Binningen Schloss - Perrondächer	Projekt Nr	: E2402020.001		

gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

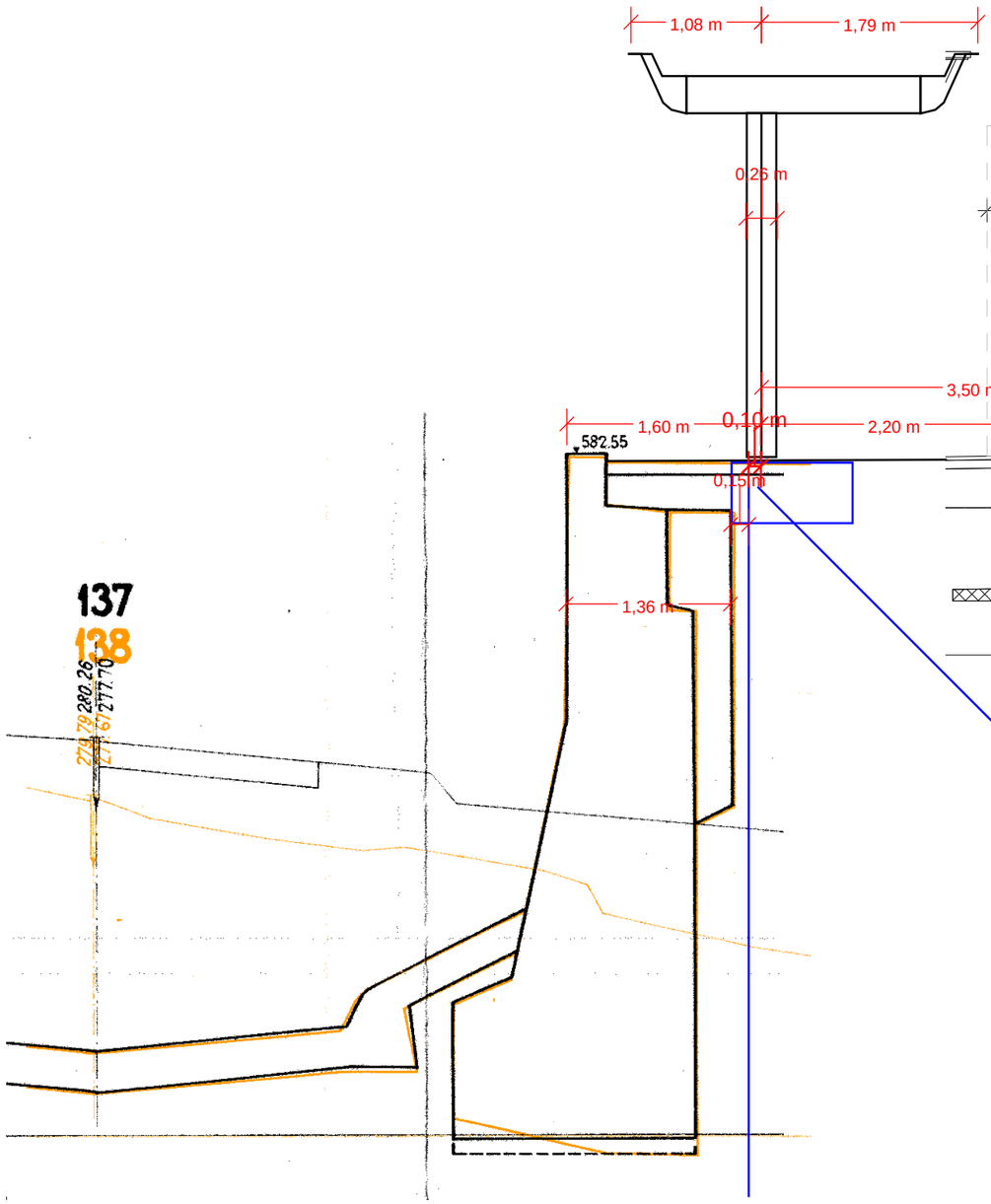
Querschnitt

Bauherr	: BLT Baselland Tranport AG Grenzweg 1 4104 Oberwil	Datum	: 31.07.2026	Seite	: 4
		PL	: rom	Verf.	: mulu
Projekt	: Gesamterneuerung Leimental, Los 3 HAST Binningen Schloss - Perrondächer	Projekt Nr	: E2402020.001		

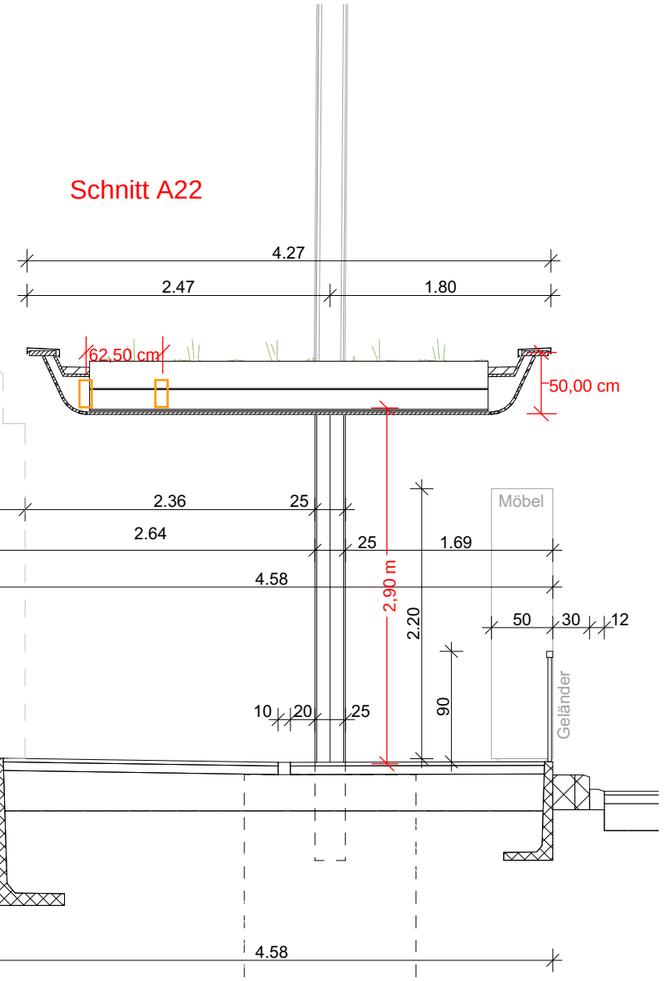
gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

Schnitt A14



Schnitt A22



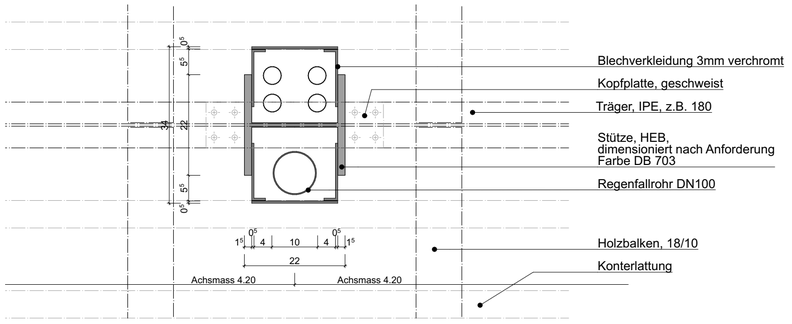
Relevante Bestandspläne:
6.03/5 Querprofile 127-143
2080-1b BLT Haltestelle Querprofile

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

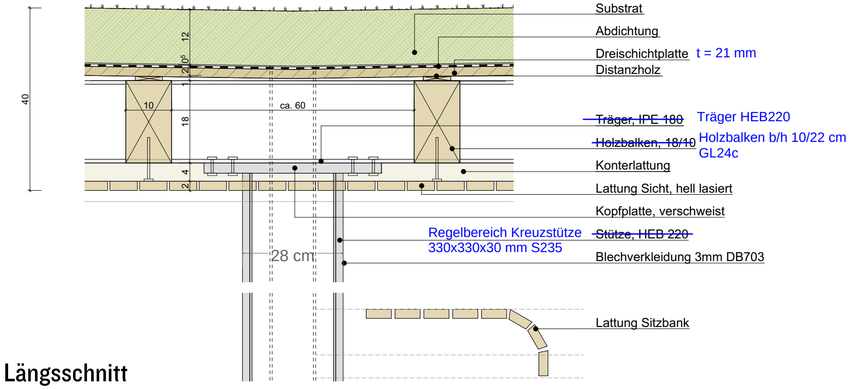
Konstruktionsprinzip



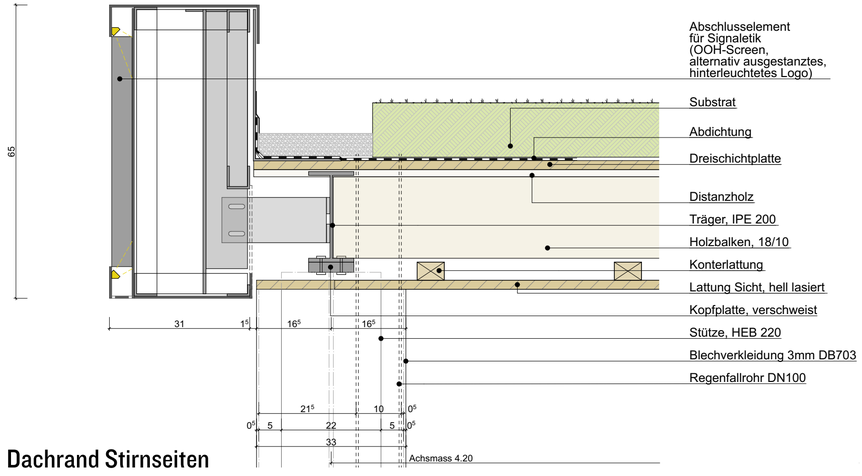
Konstruktionsschema



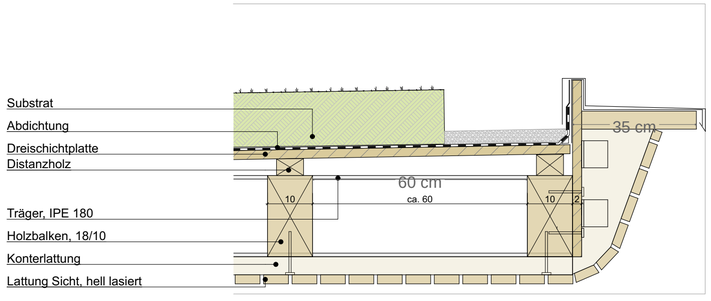
Grundriss



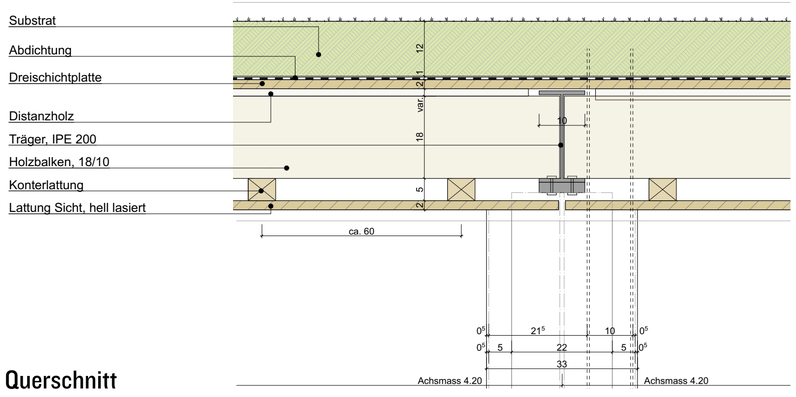
Längsschnitt



Dachrand Stirnseiten



Dachrand Längsseiten



Querschnitt

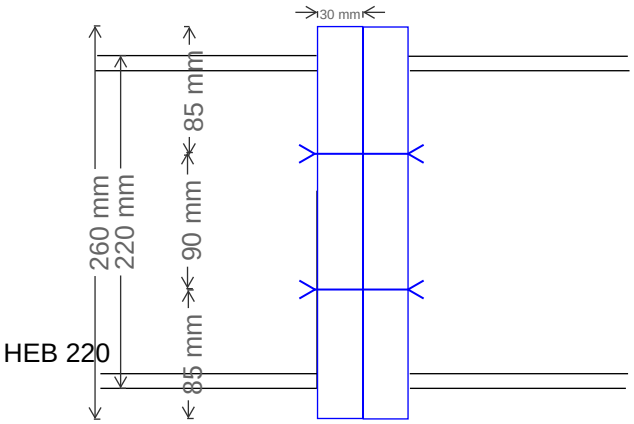
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

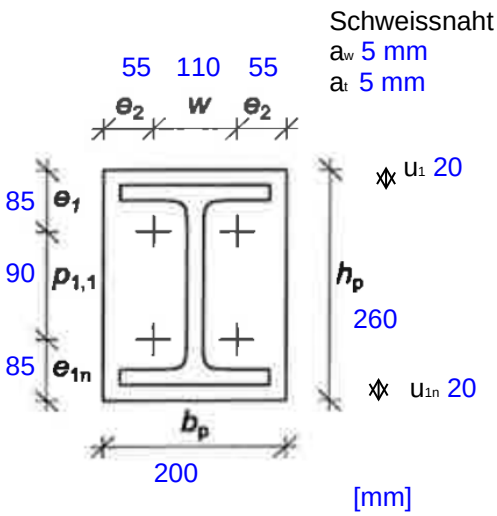
Regeldetail HEB220 Stirnplattenstoss

Massstab: M1:5

Ansicht



Kopfplatte S235 200x260x30 mm



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm,
sofern nichts abweichendes angegeben.

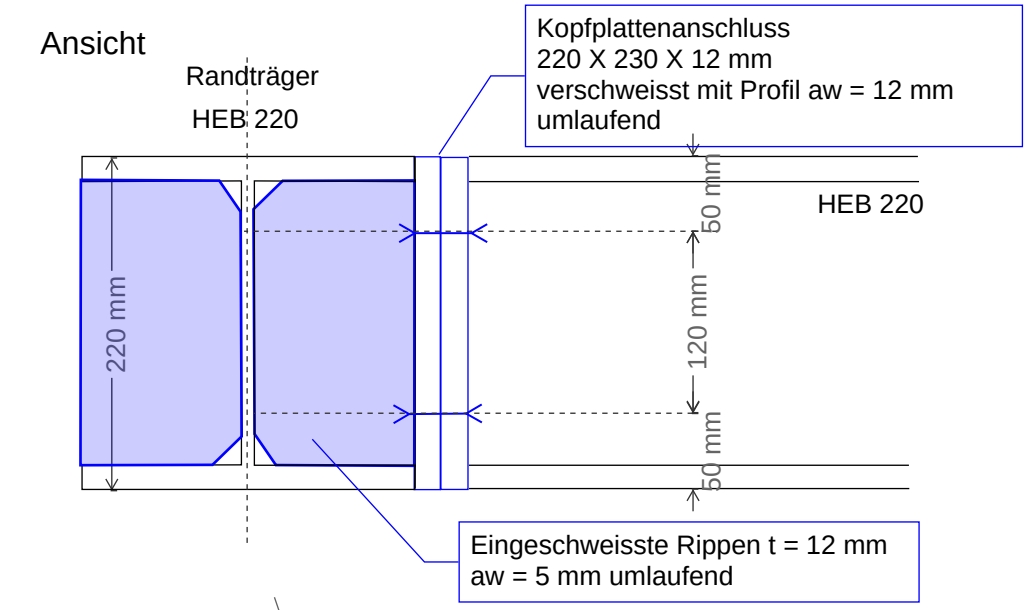
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

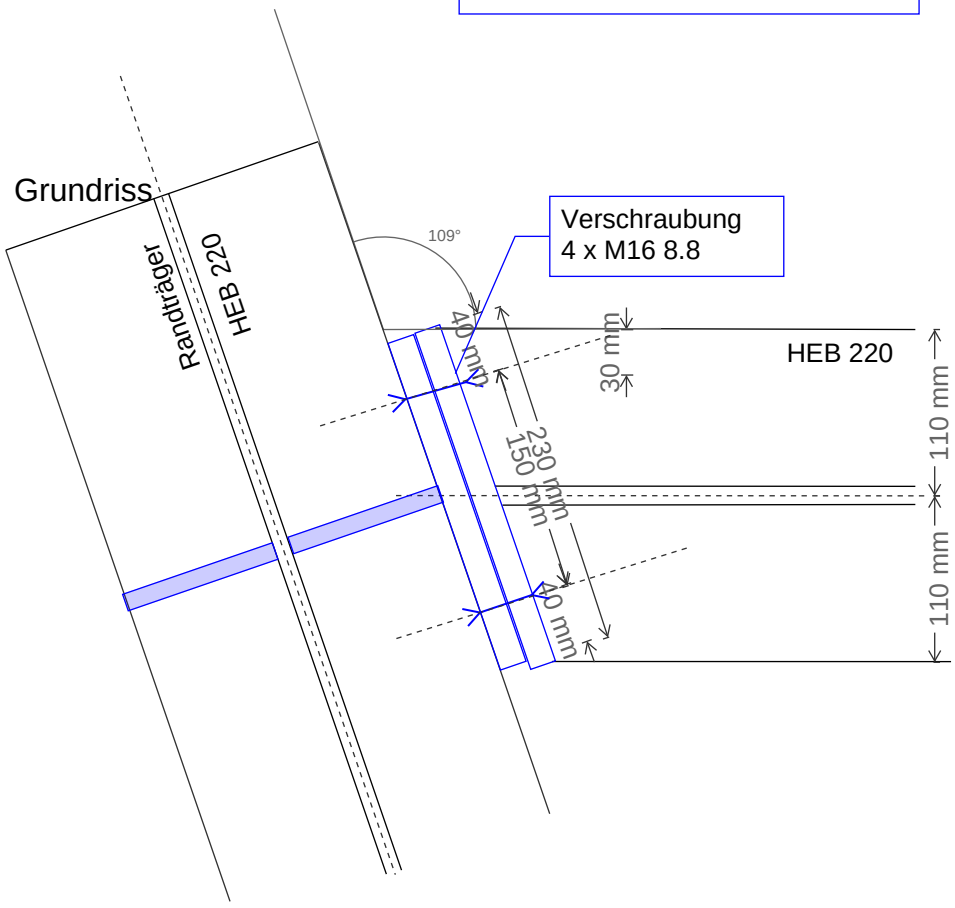
gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

Regeldetail Anschluss Randträger HEB220

Massstab: M1:5





Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm,
sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

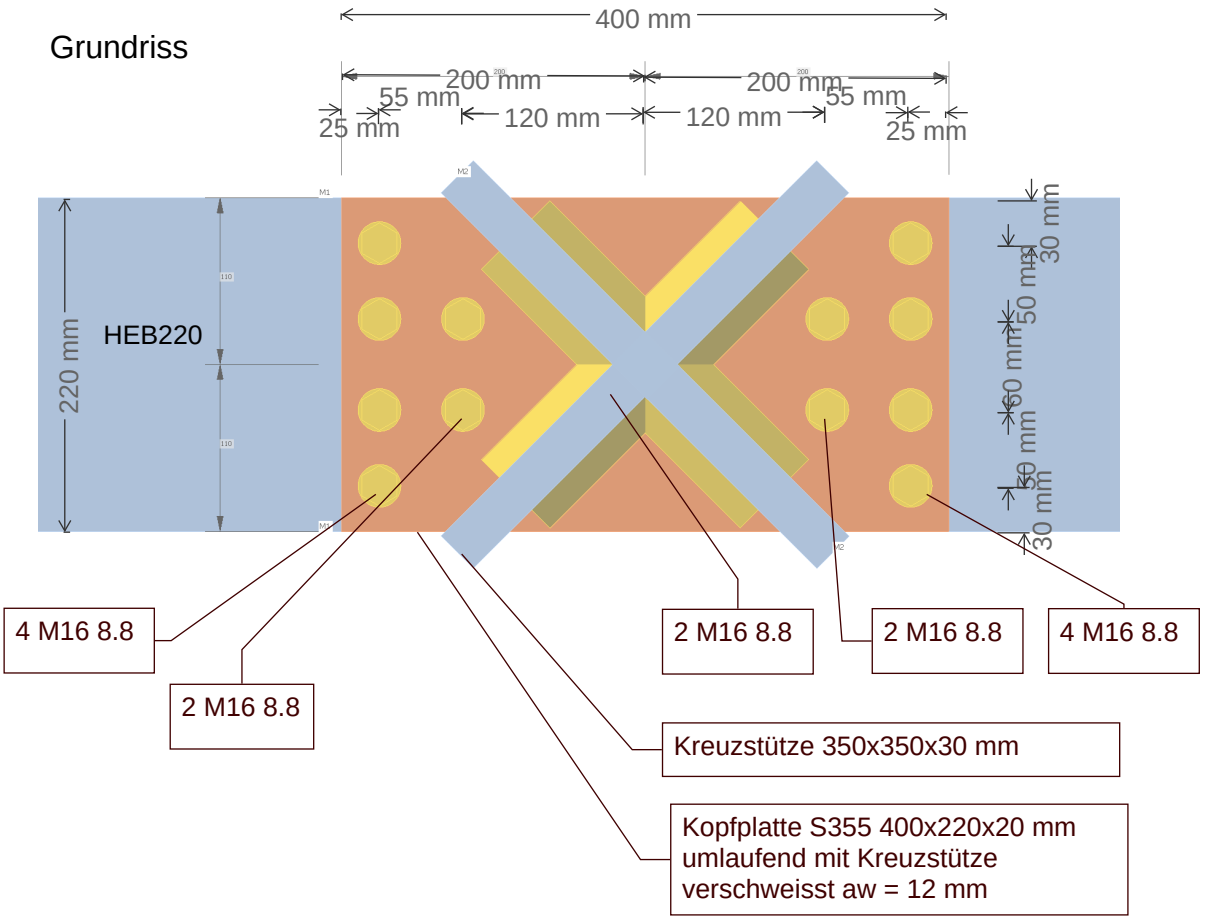
gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

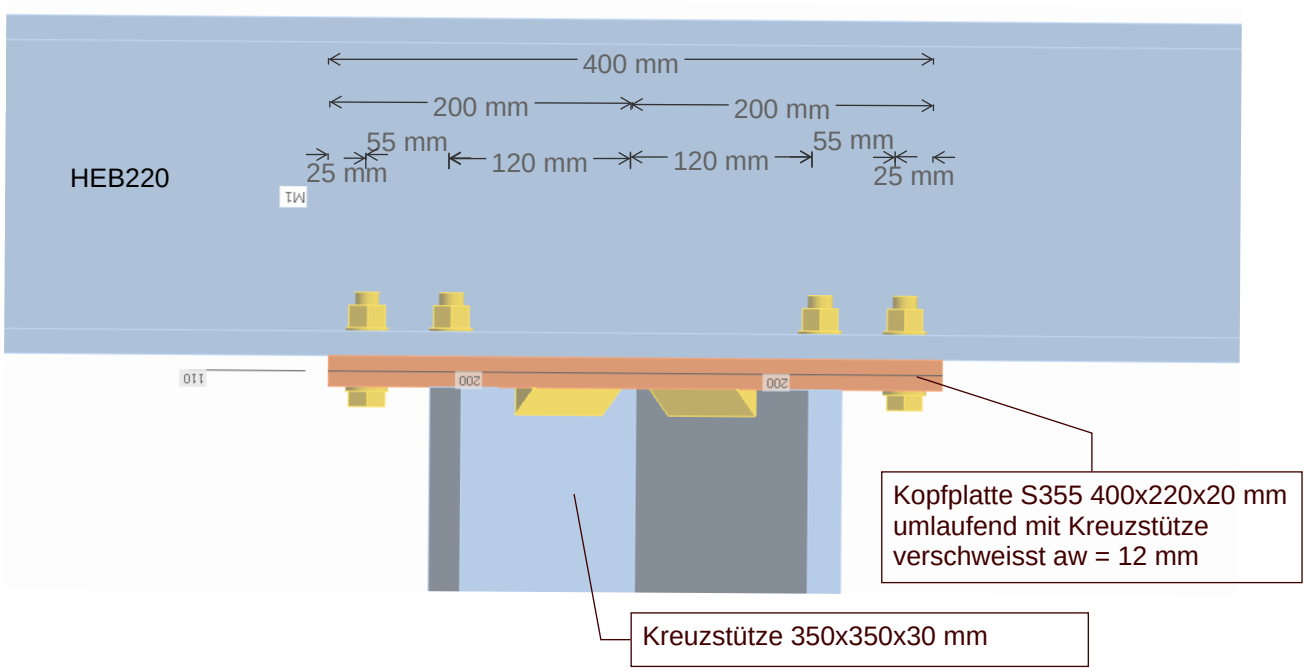
Regeldetail: Anschuss Dachbalken an HEB220

Massstab: M1:5

Grundriss



Ansicht



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm, sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

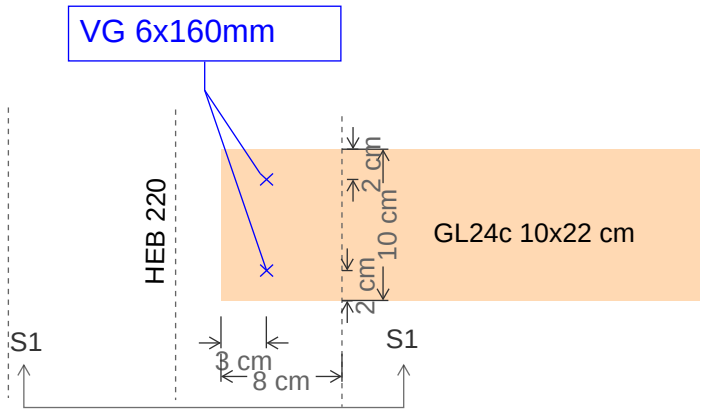
gruner

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

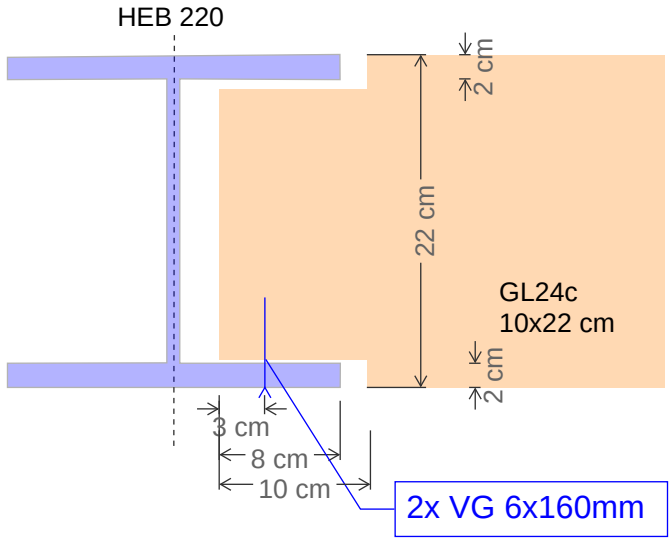
Regeldetail: Anschuss Dachbalken an HEB220

Massstab: M1:5

Grundriss



Schnitt S1-S1



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm,
sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bauherr : BLT Baselland Tranport AG
Grenzweg 1
4104 Oberwil

Projekt : Gesamterneuerung
Leimental, Los 3
HAST Binningen Schloss -
Perrondächer

Datum : 31.07.2026
PL : rom

Seite : 10
Verf. : mulu

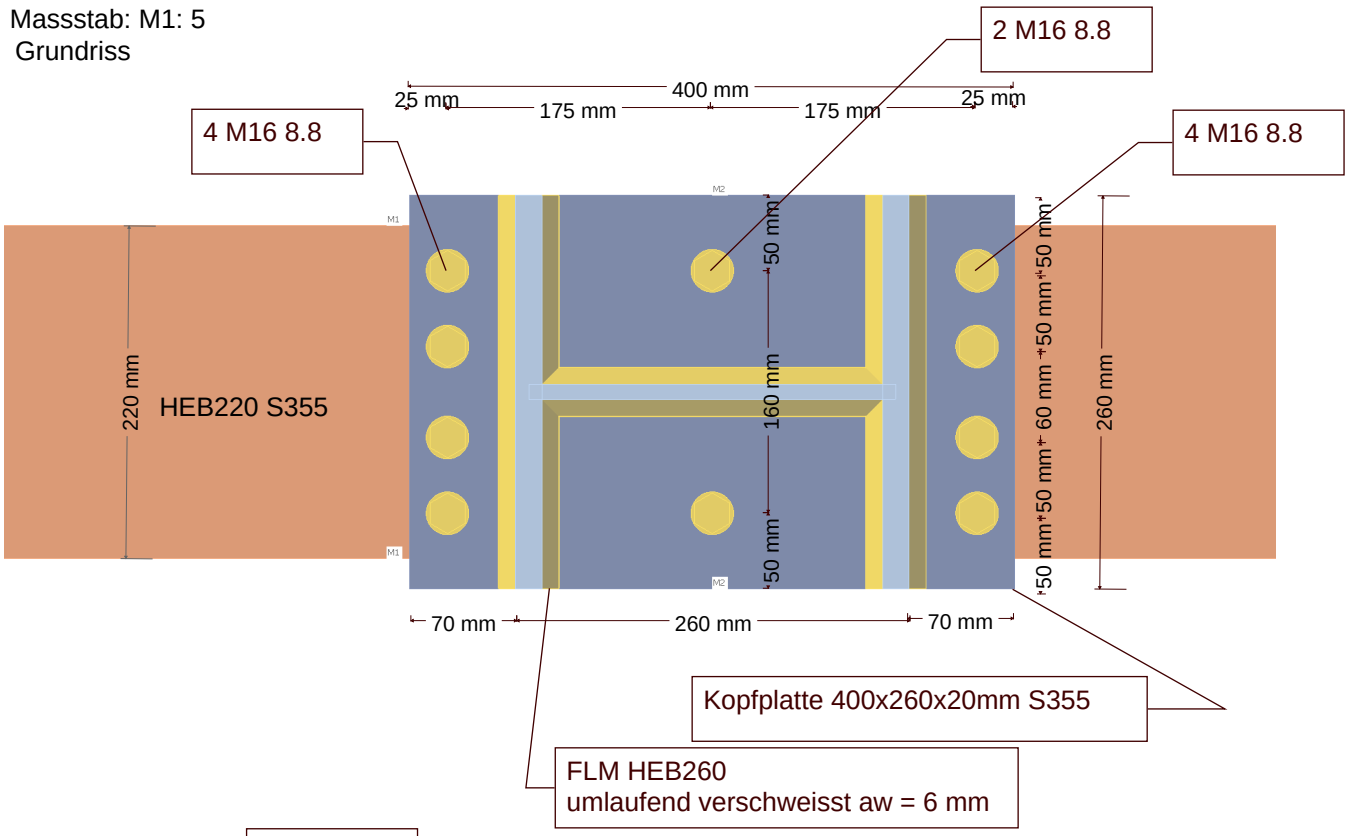
Projekt Nr : E2402020.001

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

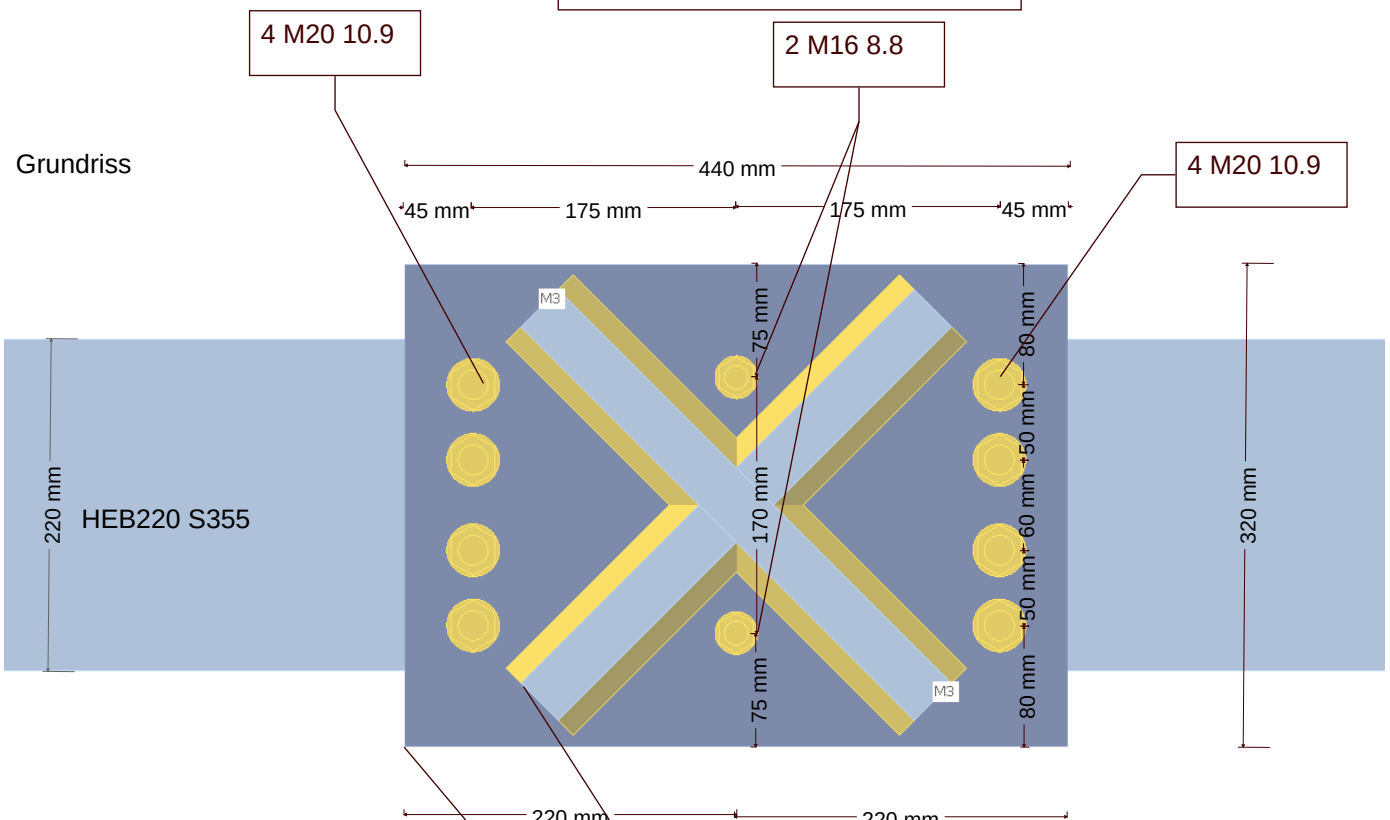
Regeldetail: Anschuss Fahrleitungsmast FLM an Dachkonstruktion

Massstab: M1: 5

Grundriss



Grundriss



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm, sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bauherr : BLT Baselland Tranport AG
Grenzweg 1
4104 Oberwil

Projekt : Gesamterneuerung
Leimental, Los 3
HAST Binningen Schloss -
Perrondächer

Datum : 31.07.2026
PL : rom

Seite : 11
Verf. : mulu

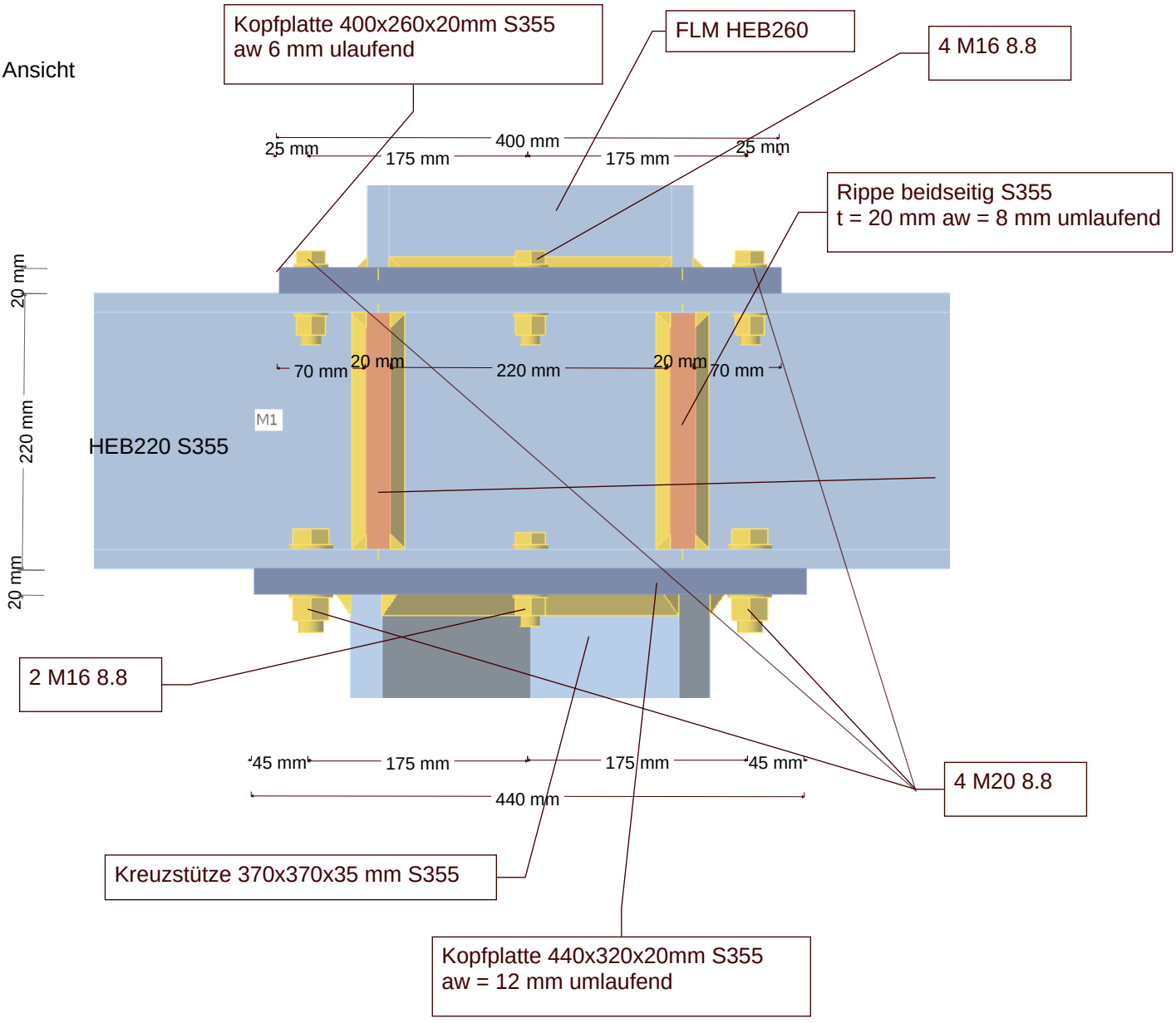
Projekt Nr : E2402020.001

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

Regeldetail: Anschuss Fahrleitungsmast FLM an Dachkonstruktion

Massstab: M1: 5

Ansicht



Stahlgüte S235 sowie Schweissnaht als Kehlnat mit 4 mm,
sofern nichts abweichendes angegeben.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: **BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3**
Projektnummer: **E2402020.001**
Autor: **Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel**

Projektdaten

Projektname	BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer	E2402020.001
Autor	Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel
Beschreibung	Perrondächer HAST Binningen Schloss
Datum	23.04.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 355
Beton	C25/30, C30/37

ANHANG B - Bemessung Fundamentanschlüsse Stützen Dach 2

Kreuzstütze 350x350x30

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: **BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3**
Projektnummer: **E2402020.001**
Autor: **Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel**

Projektposition CON1

Bemessung

Name	CON1
Beschreibung	Fussplatte Kreuzstütze 350x350x30
Berechnung	Spannung, Dehnung/ Lasten im Gleichgewicht

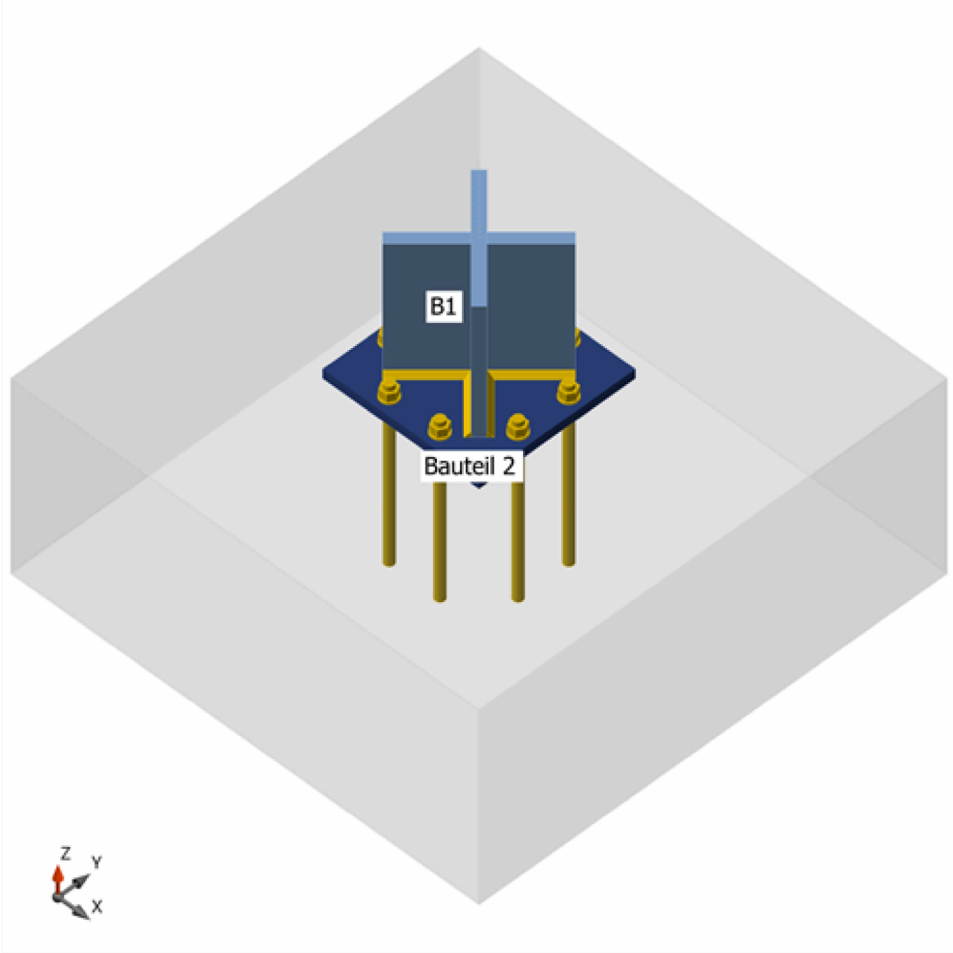
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
B1	2 - X 350x30(General)	0,0	90,0	0,0	0	0	0

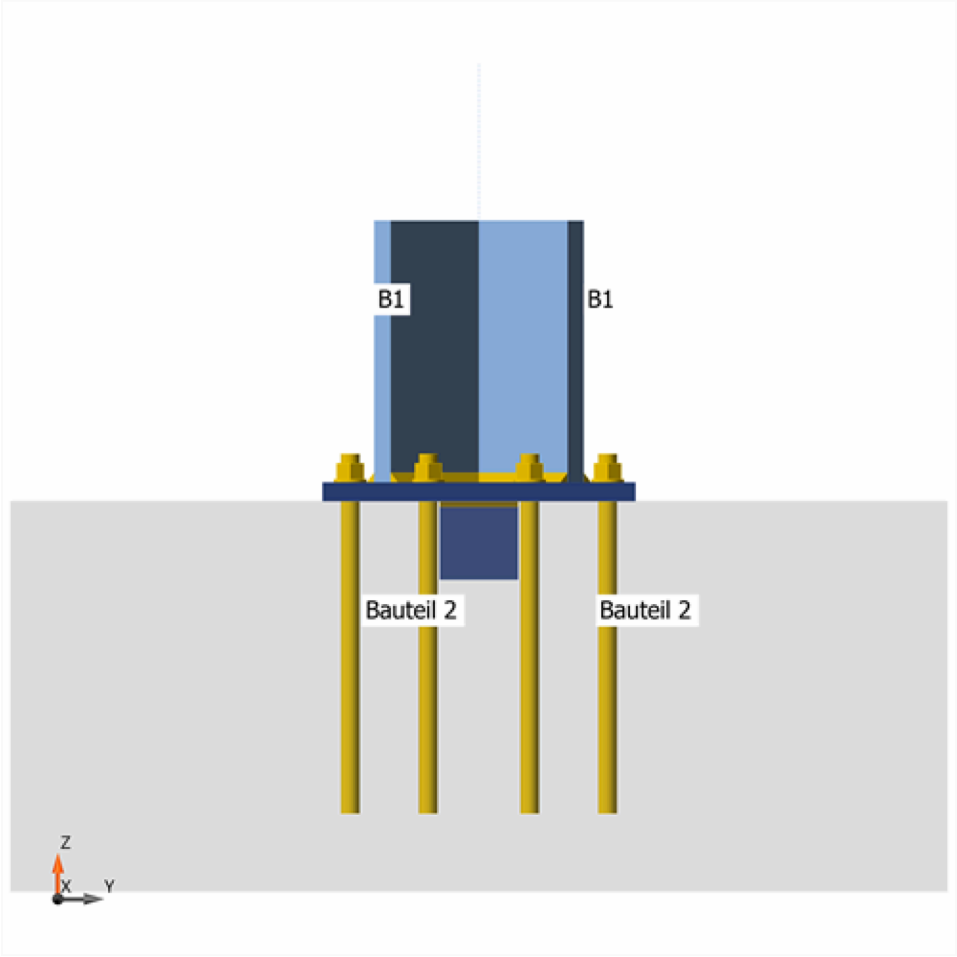
Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
B1 / ende		Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Querschnitte

Name	Material
2 - X 350x30(General)	S 355, S 355
3 - HEA100	S 355

Anker

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M24 10.9	24	900,0	1000,0	452

Lasteinwirkungen (Kräfte im Gleichgewicht)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Ende	-46,0	6,7	17,8	0,0	53,4	7,0
LE2	B1 / Ende	-42,0	23,2	3,0	0,0	9,0	51,7

Fehlende Lasten

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-17,8	6,7	-46,0	-7,0	53,4	0,0
LE2	-3,0	23,2	-42,0	-51,7	9,0	0,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel

Betonblock

Position	Wert	Einheit
BB 1		
Abmessungen	1201 x 1201	mm
Höhe	500	mm
Anker	M24 10.9	
Verankerungslänge	400	mm
Schubkraftübertragung	Schubknagge	
Querschnitt der Schubknagge	HEA100	
Länge der Schubknagge	100	mm

Nachweis

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,0 < 5,0%	OK
Anker	84,4 < 100%	OK
Schweißnähte	93,2 < 100%	OK
Betonblock	18,1 < 100%	OK
Schub	12,0 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	30,0	LE2	129,2	0,0	0,0	OK
B1-bfl 2	30,0	LE2	133,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 3	30,0	LE2	156,5	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-bfl 1	8,0	LE1	88,3	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-tfl 1	8,0	LE1	90,8	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-w 1	5,0	LE1	94,1	0,0	0,0	OK
Fussplatte1	24,0	LE2	183,2	0,0	0,0	OK

Bemessungsdaten

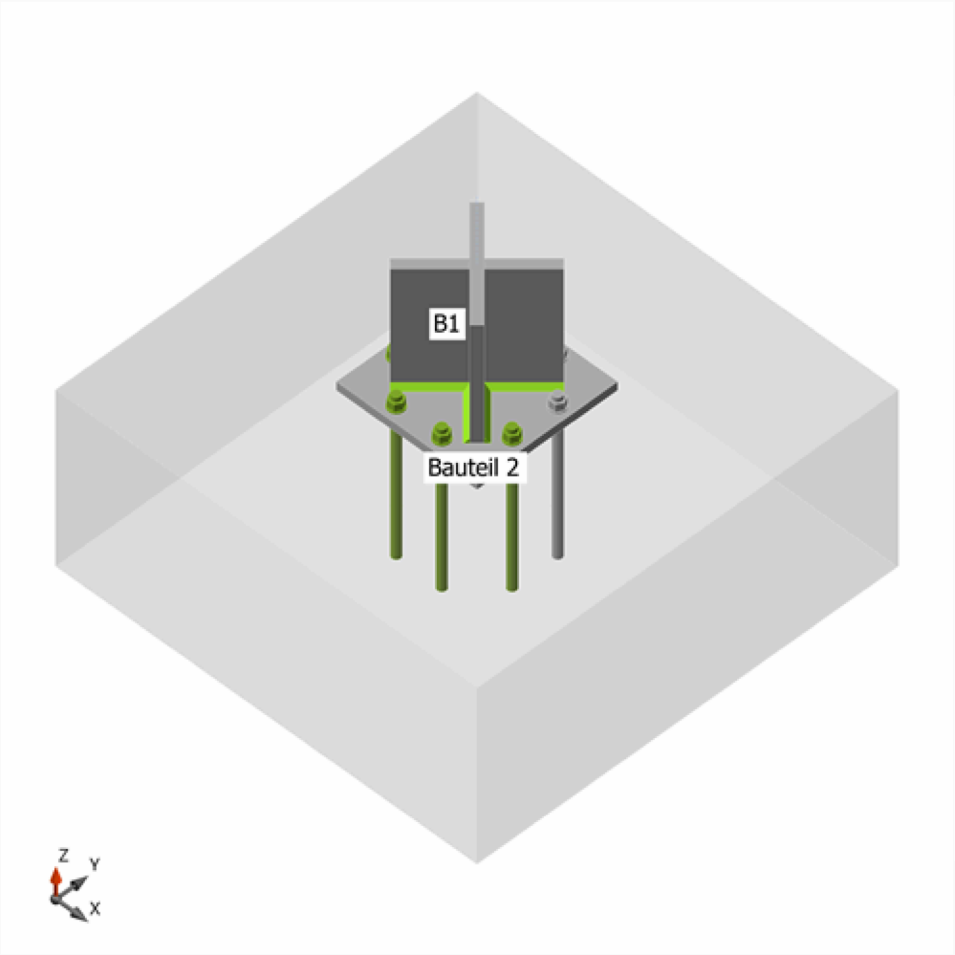
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

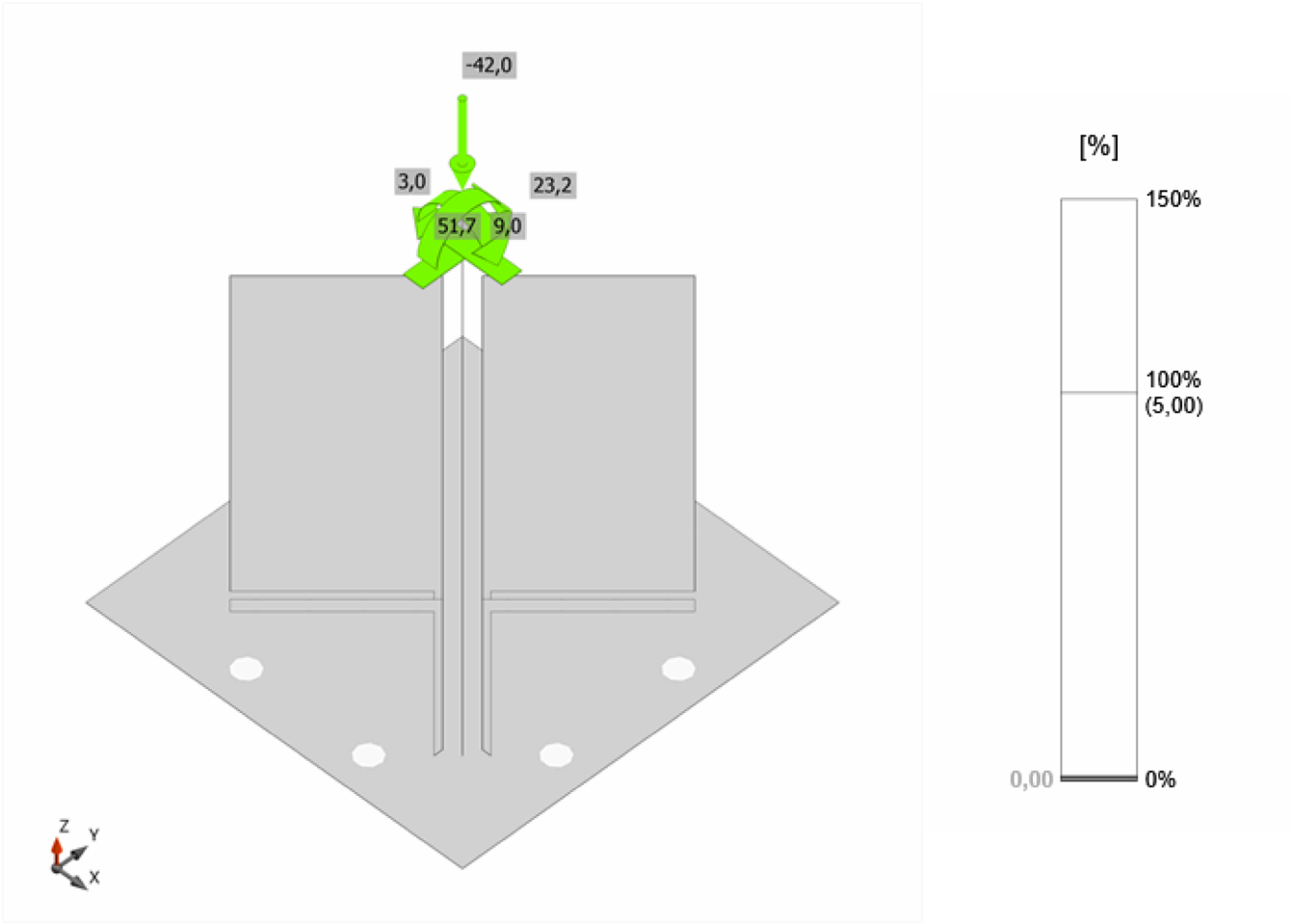
Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Gesamt, LE2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

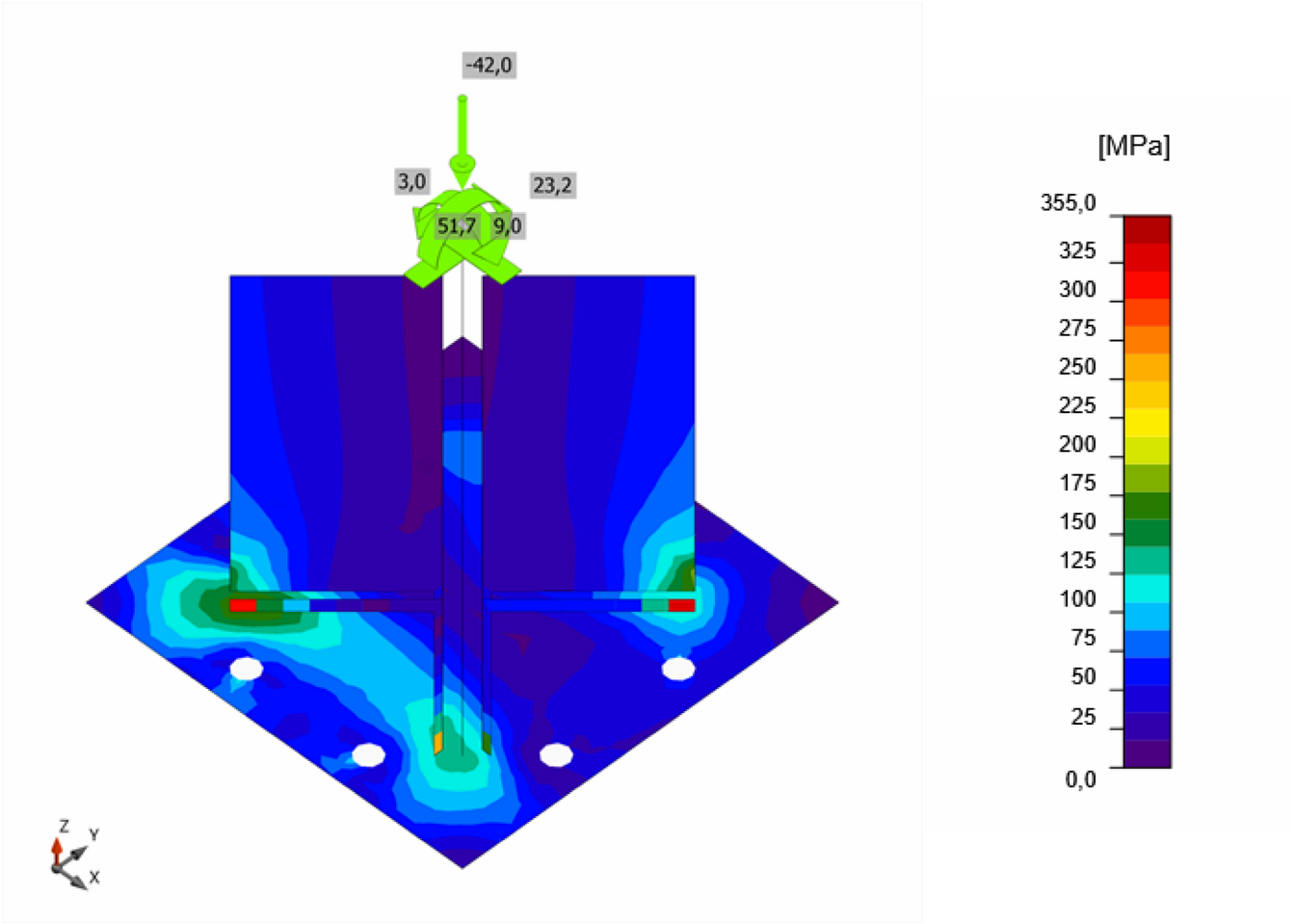
Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Dehnung, LE2

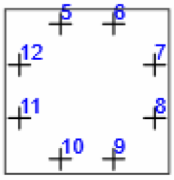
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Vergleichsspannung, LE2

Anker

Form	Position	Lasten	N_{Ed} [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	A5	LE2	53,8	243,0	513,6	84,4	0,1	77,5	OK	OK
	A6	LE1	49,3	244,6	513,6	81,7	0,1	73,9	OK	OK
	A7	LE1	40,1	244,6	513,6	81,7	0,1	73,9	OK	OK
	A8	LE2	0,0	0,0	513,6	0,0	0,1	0,0	OK	OK
	A9	LE2	0,0	0,0	513,6	0,0	0,1	0,0	OK	OK
	A10	LE2	40,2	243,0	513,6	84,4	0,1	77,5	OK	OK
	A11	LE2	49,6	243,0	513,6	84,4	0,1	77,5	OK	OK
	A12	LE2	61,3	243,0	513,6	84,4	0,1	77,5	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$N_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]
M24 10.9 - 1	214,3	117,7

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Erläuterung von Symbolen

N_{Ed}	Zugkraft
$N_{Rd,c}$	Bemessungstragfähigkeit bei Betonkegelversagen unter Zuglast - EN 1992-4 – 7.2.1.4
$V_{Rd,cp}$	Bemessungstragfähigkeit bei Betonausbruchversagen - EN 1992-4 – 7.2.2.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Ausnutzung unter Zug und Schub
$N_{Rd,s}$	Bemessungszugtragfähigkeit einer Befestigungsmittels bei Stahlversagen - EN 1992-4 – 7.2.1.3
$V_{Rd,s}$	Bemessungswert der Biegetragfähigkeit eines Befestigungsmittels bei Stahlversagen - EN 1992-4 – 7.2.2.3.1

Schweißnähte

Position	Kante	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Fussplatte1	B1-bfl 1	◢ 9,0 ◣	349	LE2	258,3	0,0	129,1	103,6	-77,2	59,3	32,4	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	349	LE2	287,6	0,0	-130,6	110,5	98,3	66,0	40,1	OK	OK
Fussplatte1	B1-bfl 2	◢ 9,0 ◣	160	LE2	312,4	0,0	145,1	125,9	98,3	71,7	41,6	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	160	LE1	301,1	0,0	139,2	-121,1	-95,3	69,1	41,5	OK	OK
Fussplatte1	B1-bfl 3	◢ 9,0 ◣	160	LE1	390,7	0,0	-169,8	-154,6	131,8	89,7	43,2	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	160	LE2	405,7	0,0	-174,2	159,9	-138,5	93,2	44,0	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-bfl 1	◢ 5,0 ◣	99	LE2	100,4	0,0	35,0	34,7	41,8	23,1	14,4	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	99	LE2	108,7	0,0	43,3	-43,6	-37,6	25,0	15,0	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-tfl 1	◢ 5,0 ◣	99	LE2	110,0	0,0	32,5	37,0	48,1	25,3	15,7	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	99	LE2	111,2	0,0	33,2	-28,6	-54,2	25,5	16,2	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-w 1	◢ 5,0 ◣	87	LE1	62,2	0,0	1,5	2,7	-35,8	14,3	9,5	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	87	LE1	60,6	0,0	5,5	-4,3	34,6	13,9	9,8	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Betonblock

Position	Lasten	c [mm]	A_{eff} [mm^2]	σ [MPa]	k_j [-]	f_{jd} [MPa]	Ut [%]	Status
BB 1	LE2	41	34222	7,3	3,00	40,2	18,1	OK

Erläuterung von Symbolen

c	Ausbreitungsbreite
A_{eff}	Wirksame Fläche
σ	Durchschnittliche Betonspannung
k_j	Konzentrationsfaktor
f_{jd}	Grenztragfähigkeit des Betonblocks
Ut	Ausnutzung

Schub in der Kontaktebene

Name	Lasten	V_y [kN]	V_z [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	U_t [%]	Status
Fussplatte1	LE2	22,7	3,0	327,9	155,0	190,8	12,0	OK

Erläuterung von Symbolen

V_y	Scherkraft Vy in der Fußplatte
V_z	Scherkraft Vz in der Fußplatte
$V_{Rd,y}$	Schertragfähigkeit
$V_{Rd,z}$	Schertragfähigkeit
$V_{c,Rd}$	Betontragfähigkeit
U_t	Ausnutzung

Beulen

Die Beulanalyse wurde nicht berechnet.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: **BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3**
Projektnummer: **E2402020.001**
Autor: **Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel**

Projektdaten

Projektname	BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer	E2402020.001
Autor	Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel
Beschreibung	Perrondächer HAST Binningen Schloss
Datum	23.04.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 355
Beton	C25/30, C30/37

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: **BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3**
Projektnummer: **E2402020.001**
Autor: **Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel**

Projektposition CON2 Kreuzstütze 380x380x35

Bemessung

Name	CON2
Beschreibung	Fussplatte Kreuzstütze 380x380x35
Berechnung	Spannung, Dehnung/ Lasten im Gleichgewicht

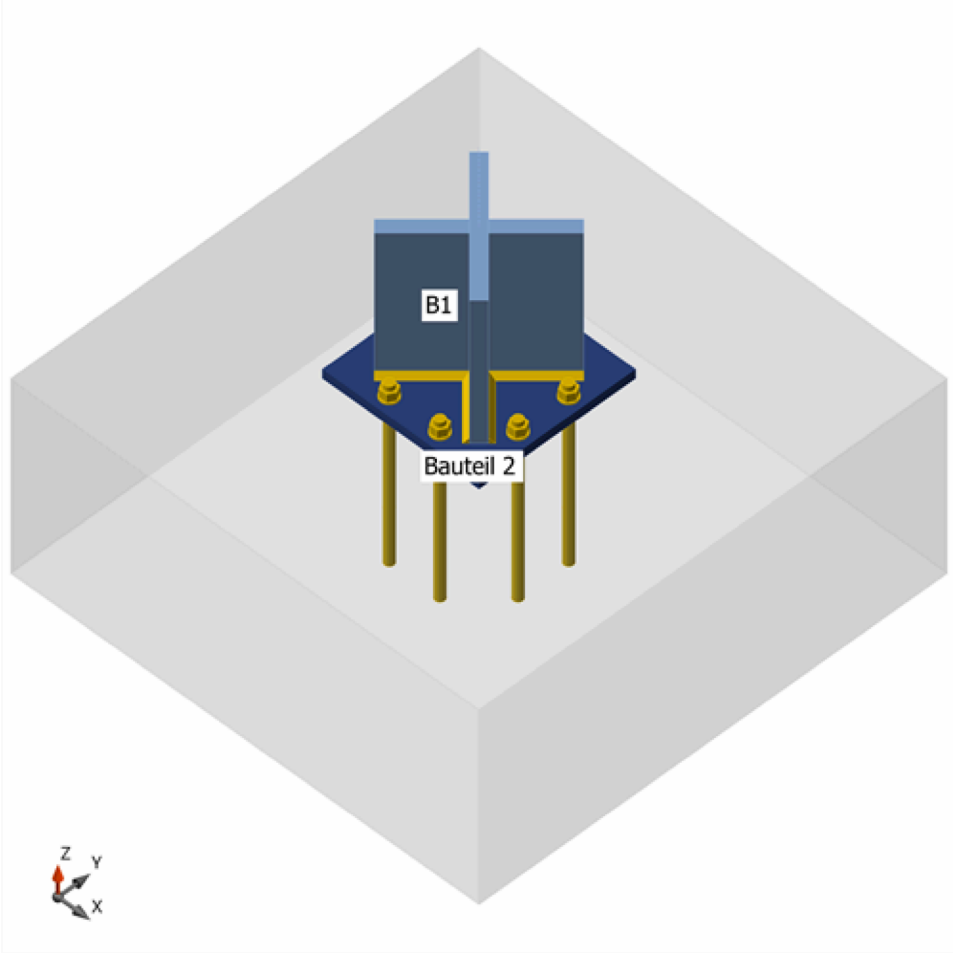
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
B1	4 - X 380x35(General)	0,0	90,0	0,0	0	0	0

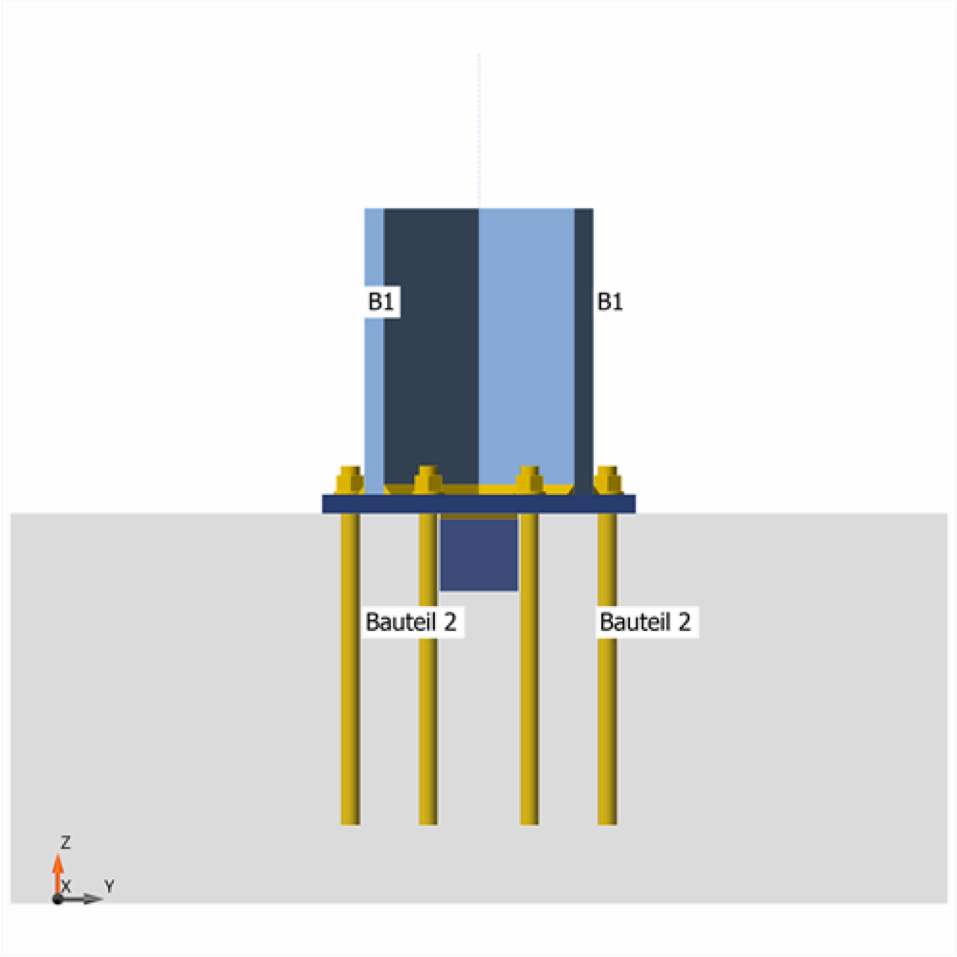
Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
B1 / ende		Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Querschnitte

Name	Material
4 - X 380x35(General)	S 355, S 355
3 - HEA100	S 355

Anker

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M24 10.9	24	900,0	1000,0	452

Lasteinwirkungen (Kräfte im Gleichgewicht)

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Ende	-42,0	23,2	3,0	0,0	9,0	51,7
LE2	B1 / Ende	-56,1	3,5	17,5	0,0	60,8	1,6

Fehlende Lasten

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-3,0	23,2	-42,0	-51,7	9,0	0,0
LE2	-17,5	3,5	-56,1	-1,6	60,8	0,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel

Betonblock

Position	Wert	Einheit
BB 1		
Abmessungen	1201 x 1201	mm
Höhe	500	mm
Anker	M24 10.9	
Verankerungslänge	400	mm
Schubkraftübertragung	Schubknagge	
Querschnitt der Schubknagge	HEA100	
Länge der Schubknagge	100	mm

Nachweis

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Berechnung	100,0%	OK
Platten	0,0 < 5,0%	OK
Anker	87,7 < 100%	OK
Schweißnähte	88,1 < 100%	OK
Betonblock	17,9 < 100%	OK
Schub	12,0 < 100%	OK
Beulen	Nicht berechnet	

Platten

Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B1-bfl 1	35,0	LE2	122,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 2	35,0	LE2	97,5	0,0	0,0	OK
B1-bfl 3	35,0	LE2	126,6	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-bfl 1	8,0	LE1	80,8	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-tfl 1	8,0	LE2	80,3	0,0	0,0	OK
Bauteil 2-w 1	5,0	LE2	86,1	0,0	0,0	OK
Fussplatte1	24,0	LE2	161,0	0,0	0,0	OK

Bemessungsdaten

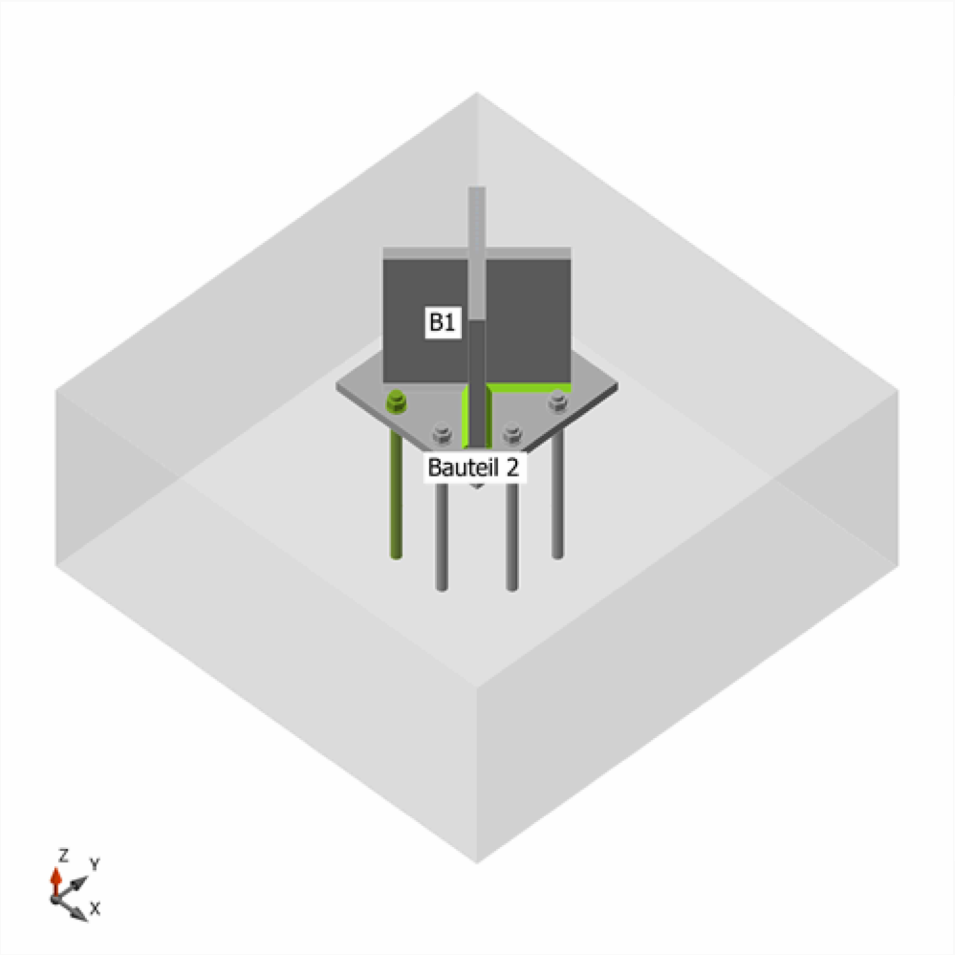
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

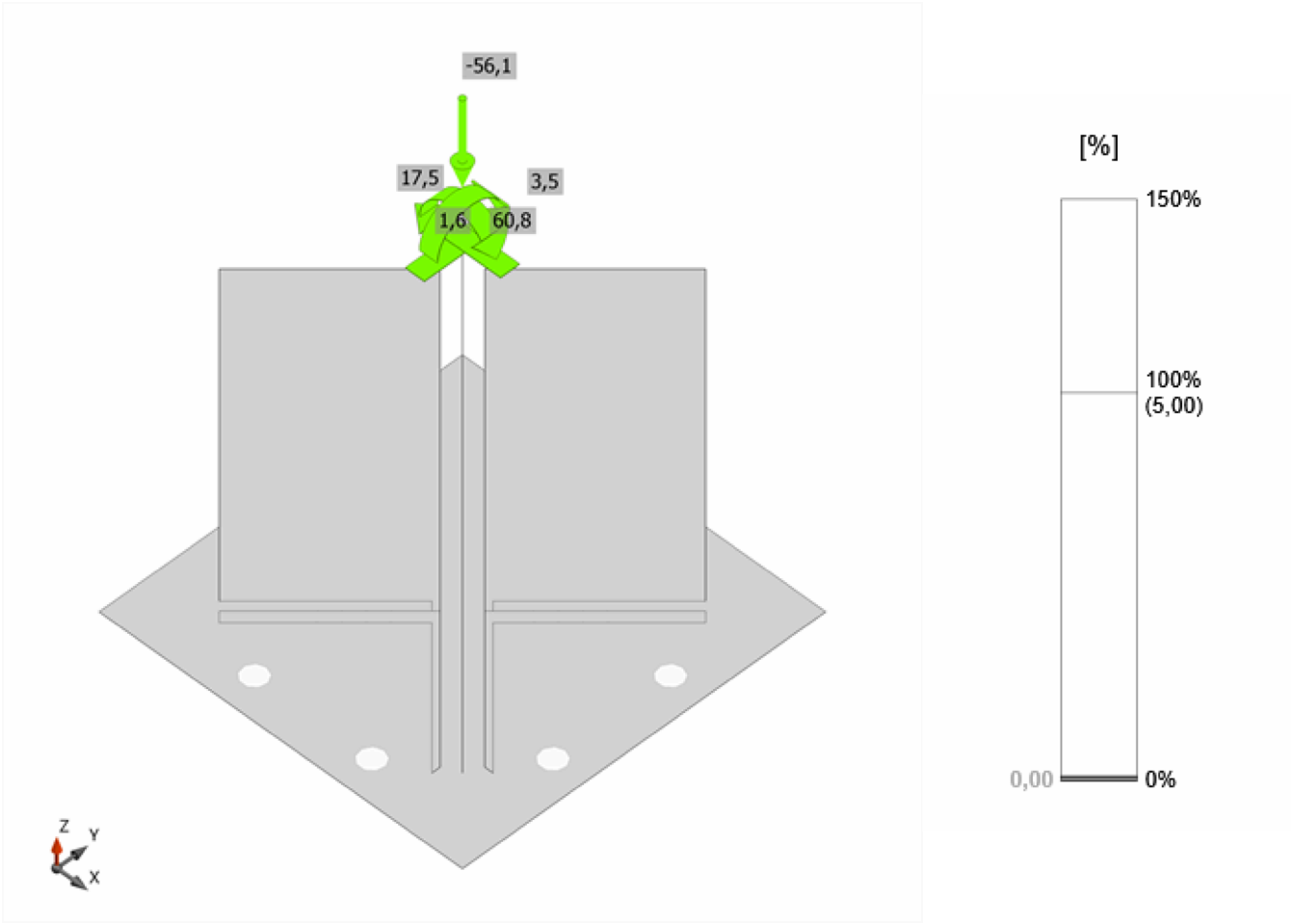
Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Gesamt, LE2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

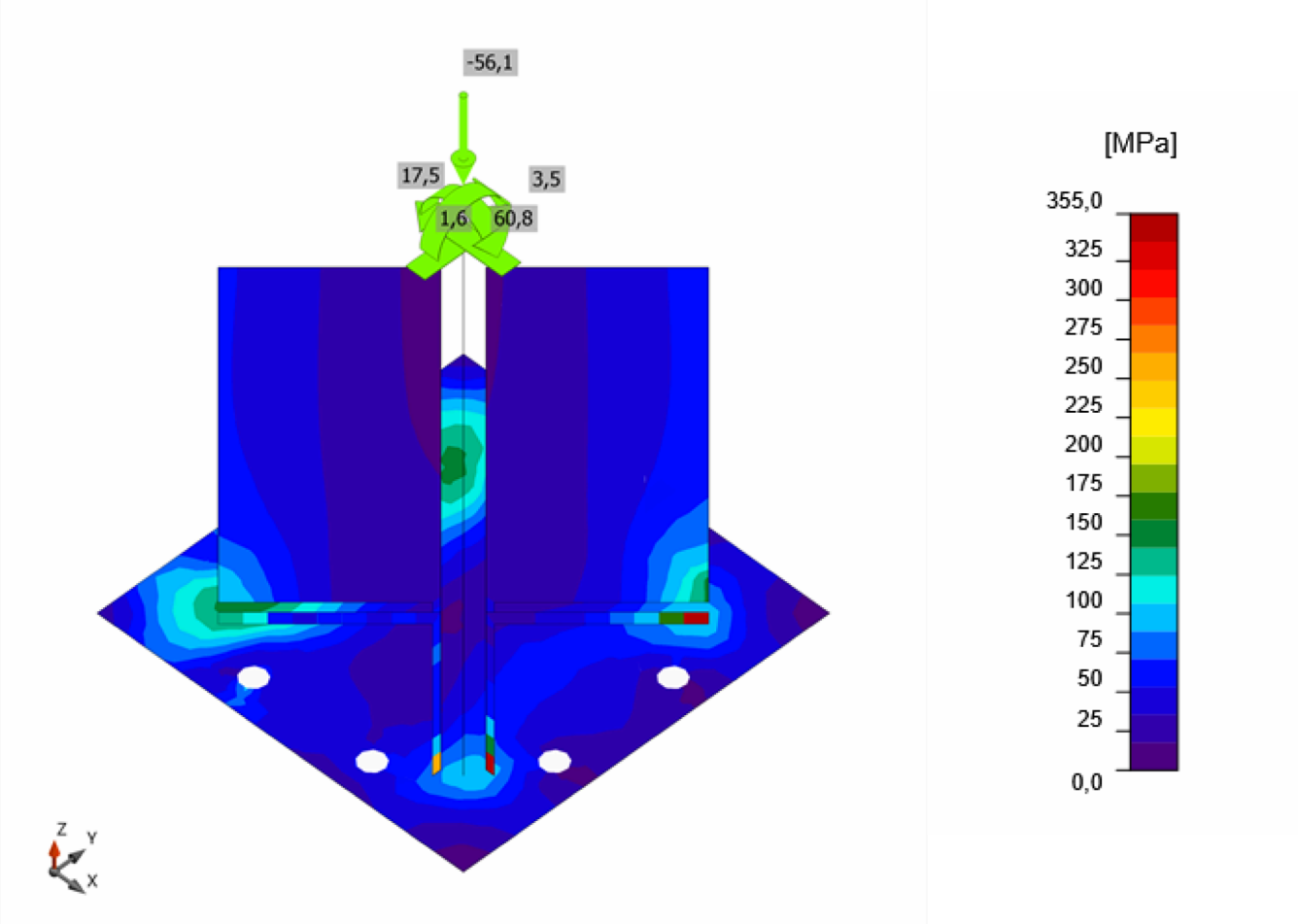
Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Dehnung, LE2

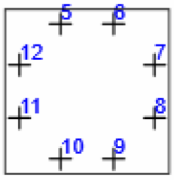
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel



Vergleichsspannung, LE2

Anker

Form	Position	Lasten	N_{Ed} [kN]	$N_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	A5	LE2	60,9	247,6	514,1	87,7	0,0	82,1	OK	OK
	A6	LE2	58,6	247,6	514,1	87,7	0,0	82,1	OK	OK
	A7	LE2	47,6	247,6	514,1	87,7	0,0	82,1	OK	OK
	A8	LE1	0,0	0,0	514,1	0,0	0,1	0,0	OK	OK
	A9	LE1	0,0	0,0	514,1	0,0	0,1	0,0	OK	OK
	A10	LE1	38,1	240,0	514,1	82,0	0,1	74,3	OK	OK
	A11	LE1	48,8	240,0	514,1	82,0	0,1	74,3	OK	OK
	A12	LE2	50,1	247,6	514,1	87,7	0,0	82,1	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$N_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]
M24 10.9 - 1	214,3	117,7

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 Gesamterneuerung Leimental, Los 3
Projektnummer: E2402020.001
Autor: Gruner AG, St. Jakobs-Str. 199, 4020 Basel

IDEA StatiCa
Calculate yesterday's estimates

Erläuterung von Symbolen

N_{Ed}	Zugkraft
$N_{Rd,c}$	Bemessungstragfähigkeit bei Betonkegelversagen unter Zuglast - EN 1992-4 – 7.2.1.4
$V_{Rd,cp}$	Bemessungstragfähigkeit bei Betonausbruchversagen - EN 1992-4 – 7.2.2.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Ausnutzung unter Zug und Schub
$N_{Rd,s}$	Bemessungszugtragfähigkeit einer Befestigungsmittels bei Stahlversagen - EN 1992-4 – 7.2.1.3
$V_{Rd,s}$	Bemessungswert der Biegetragfähigkeit eines Befestigungsmittels bei Stahlversagen - EN 1992-4 – 7.2.2.3.1

Schweißnähte

Position	Kante	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Fussplatte1	B1-bfl 1	◢ 9,0 ◣	379	LE2	254,1	0,0	-92,7	-108,1	83,6	58,3	34,5	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	379	LE2	346,1	0,0	-151,9	136,5	-116,7	79,5	40,8	OK	OK
Fussplatte1	B1-bfl 2	◢ 9,0 ◣	172	LE1	206,6	0,0	103,3	88,0	54,1	47,4	28,3	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	172	LE2	217,1	0,0	110,8	-91,1	-57,6	49,8	30,5	OK	OK
Fussplatte1	B1-bfl 3	◢ 9,0 ◣	172	LE2	383,9	0,0	-160,7	-146,9	137,6	88,1	42,2	OK	OK
		◢ 9,0 ◣	172	LE1	381,1	0,0	-159,1	146,2	-136,4	87,5	41,1	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-bfl 1	◢ 5,0 ◣	99	LE1	111,6	0,0	30,2	31,6	53,4	25,6	16,4	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	99	LE1	118,7	0,0	40,6	-39,2	-51,1	27,3	16,5	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-tfl 1	◢ 5,0 ◣	99	LE1	101,5	0,0	31,8	34,9	43,3	23,3	14,2	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	99	LE1	100,6	0,0	31,0	-27,9	-47,7	23,1	14,6	OK	OK
Fussplatte1	Bauteil 2-w 1	◢ 5,0 ◣	87	LE2	56,2	0,0	3,9	3,4	-32,2	12,9	8,6	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	87	LE2	56,5	0,0	3,6	-4,1	32,3	13,0	8,6	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Betonblock

Position	Lasten	c [mm]	A_{eff} [mm^2]	σ [MPa]	k_j [-]	f_{jd} [MPa]	Ut [%]	Status
BB 1	LE2	41	38219	7,2	3,00	40,2	17,9	OK

Erläuterung von Symbolen

c	Ausbreitungsbreite
A_{eff}	Wirksame Fläche
σ	Durchschnittliche Betonspannung
k_j	Konzentrationsfaktor
f_{jd}	Grenztragfähigkeit des Betonblocks
Ut	Ausnutzung

Schub in der Kontaktebene

Name	Lasten	V_y [kN]	V_z [kN]	$V_{Rd,y}$ [kN]	$V_{Rd,z}$ [kN]	$V_{c,Rd}$ [kN]	U_t [%]	Status
Fussplatte1	LE1	22,8	3,0	327,9	155,0	190,7	12,0	OK

Erläuterung von Symbolen

V_y	Scherkraft Vy in der Fußplatte
V_z	Scherkraft Vz in der Fußplatte
$V_{Rd,y}$	Schertragfähigkeit
$V_{Rd,z}$	Schertragfähigkeit
$V_{c,Rd}$	Betontragfähigkeit
U_t	Ausnutzung

Beulen

Die Beulanalyse wurde nicht berechnet.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Anhang C - Bemessung Mikropfahl-Fundation Dach 2

Bauherr :

Projekt :

Datum :
PL :

Seite :
Verf. :

Projekt Nr :

gruner

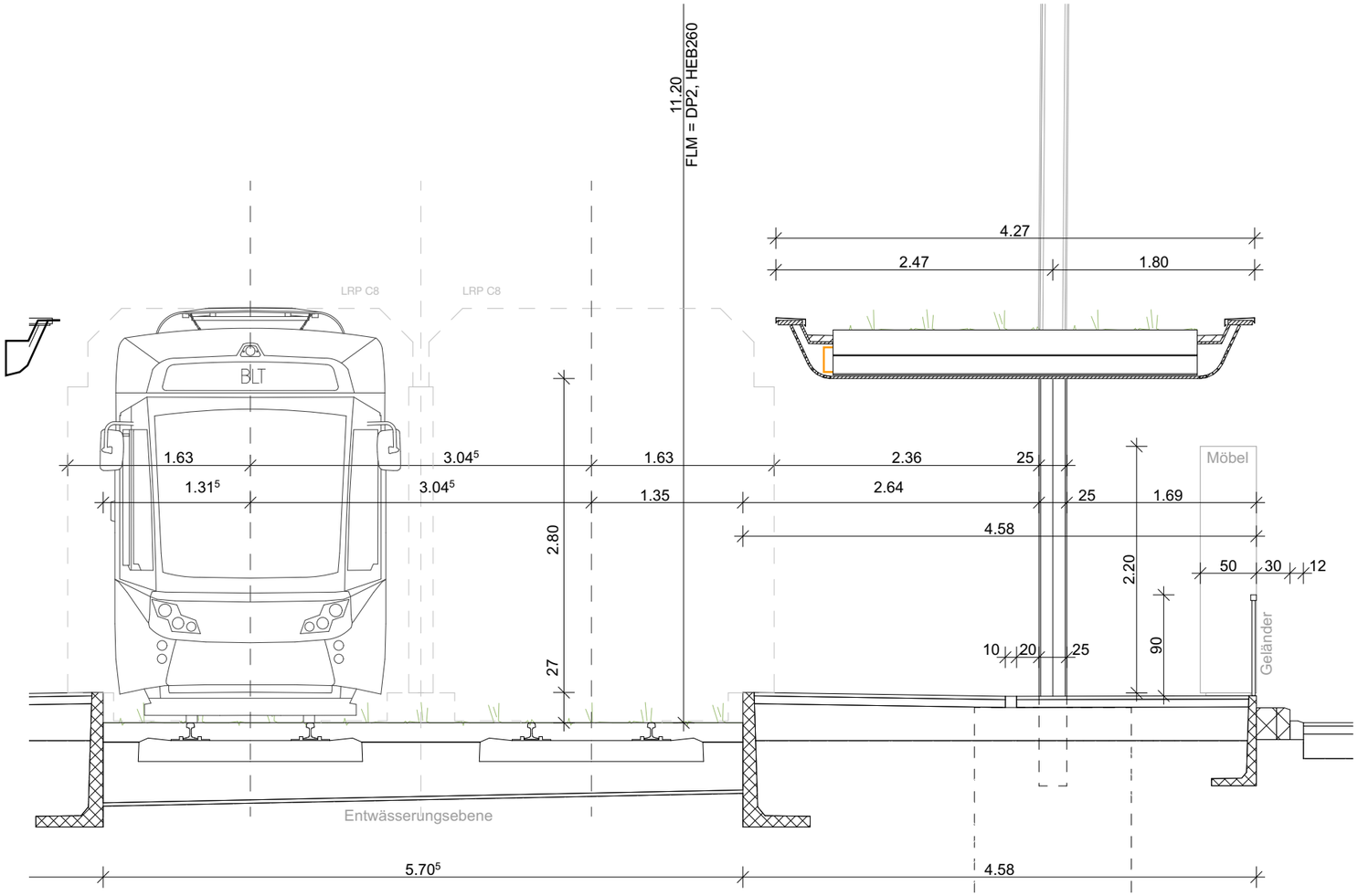
Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch

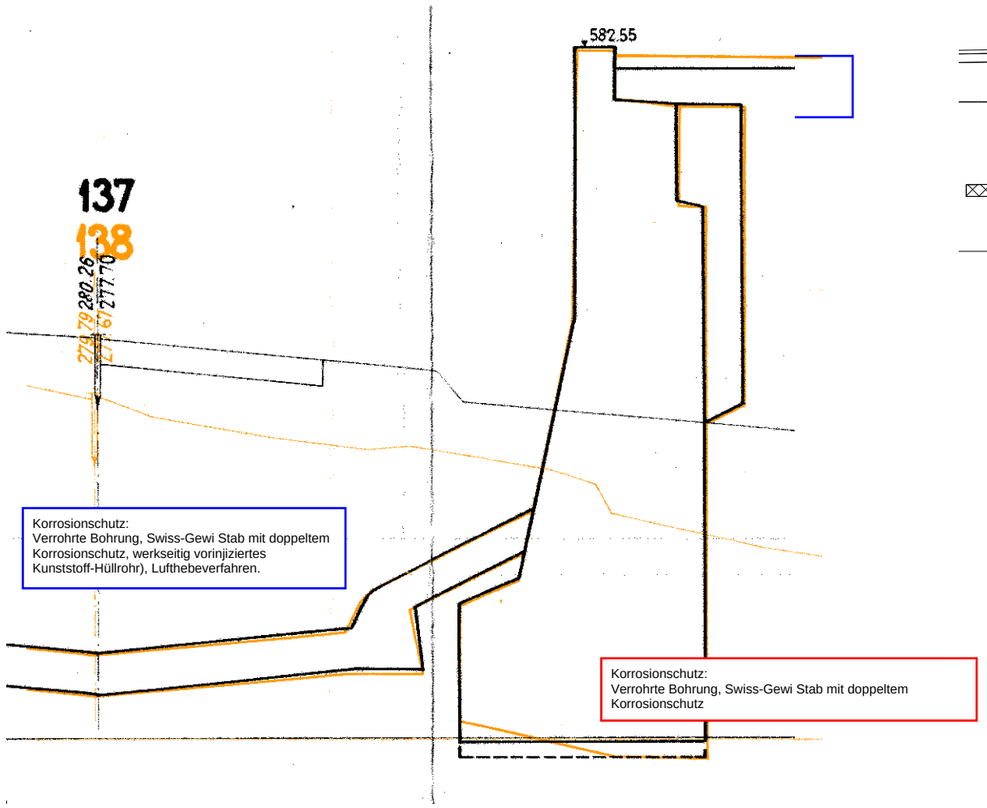


Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Bauherr :		Datum :	Seite :
		PL :	Verf. :
Projekt :		Projekt Nr :	

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199 CH - 4020 Basel
T +41 61 317 61 61 www.gruner.ch



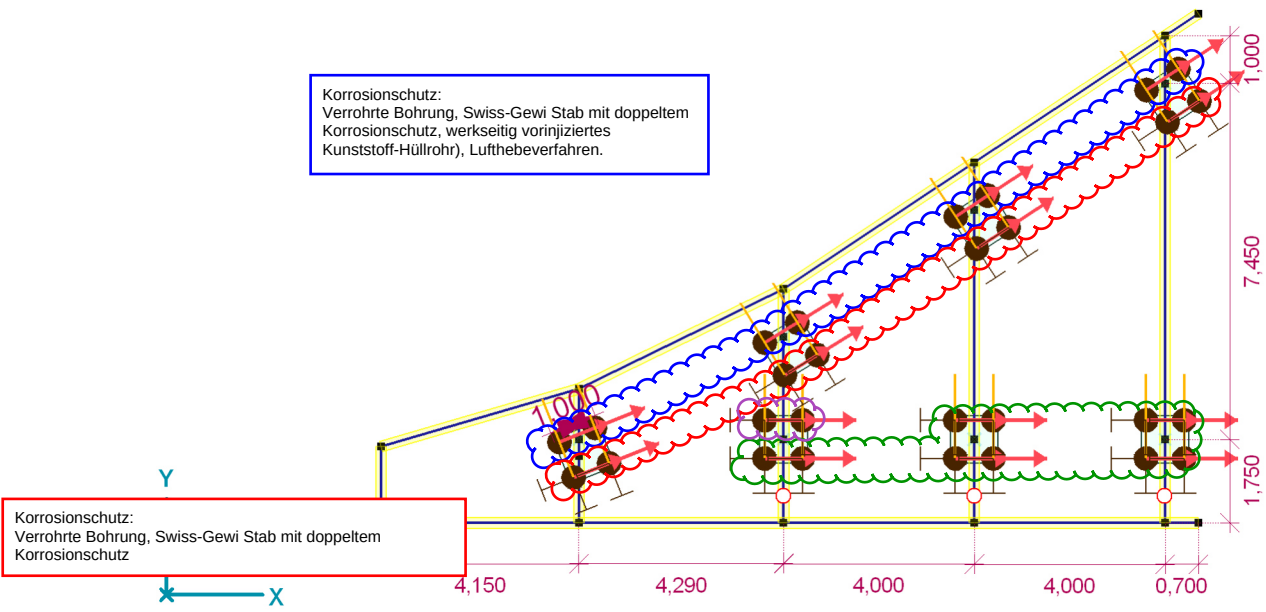


Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG
Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-HEB220-ohne Querträger_20260304.axs** 18.03.2026 Seite 1

Binningen Schloss Perrondach 2

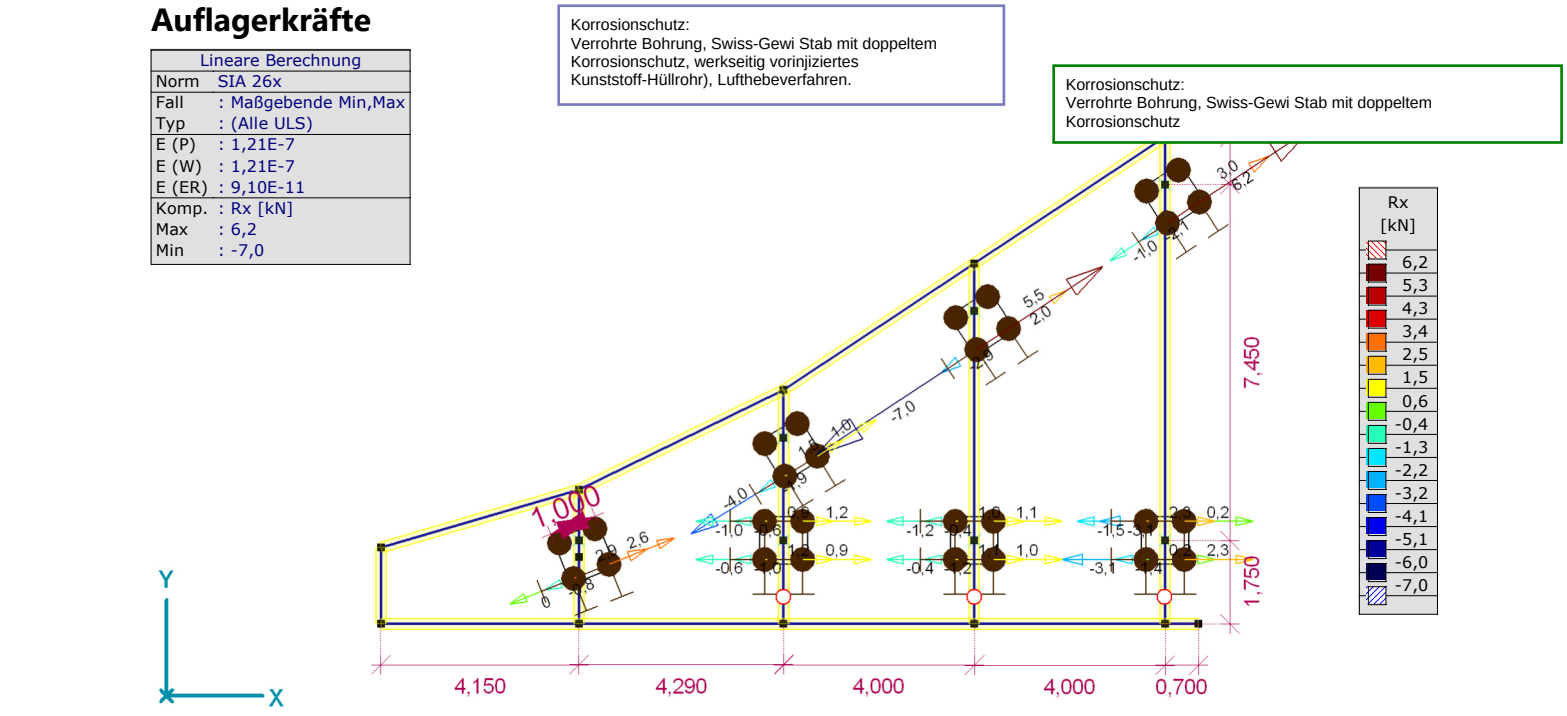
Norm SIA 26x



Oberansicht

Auflagerkräfte

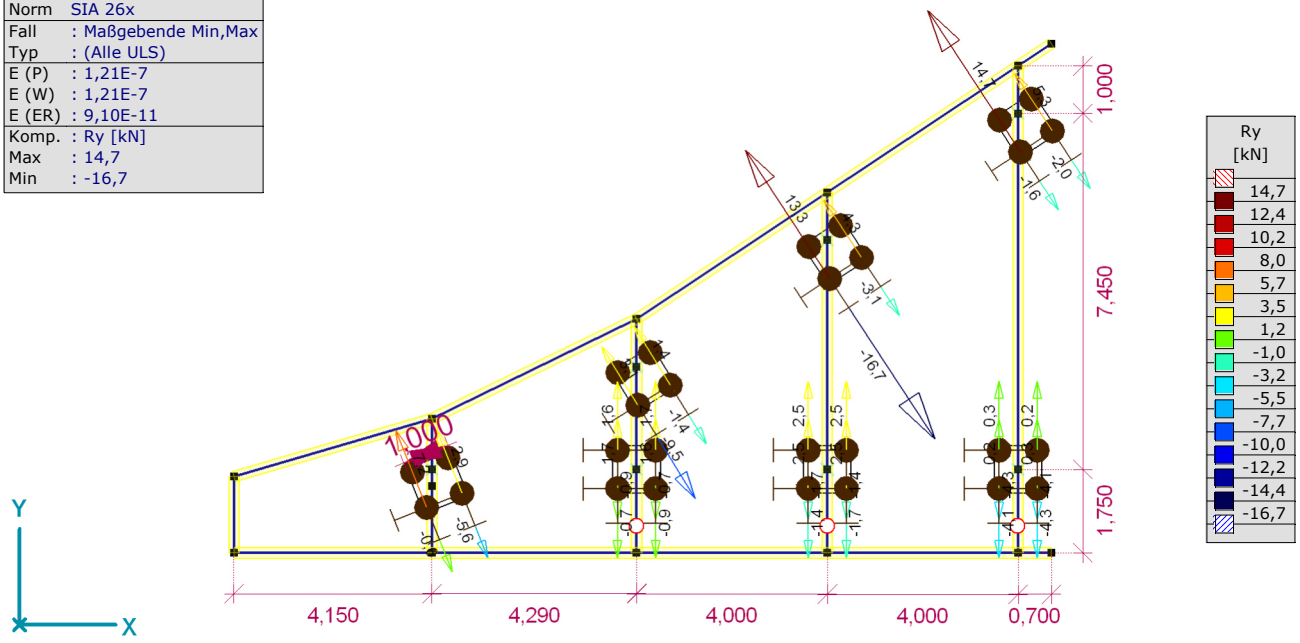
Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,21E-7
E (W)	: 1,21E-7
E (ER)	: 9,10E-11
Komp.	: Rx [kN]
Max	: 6,2
Min	: -7,0



[I], Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Rx (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

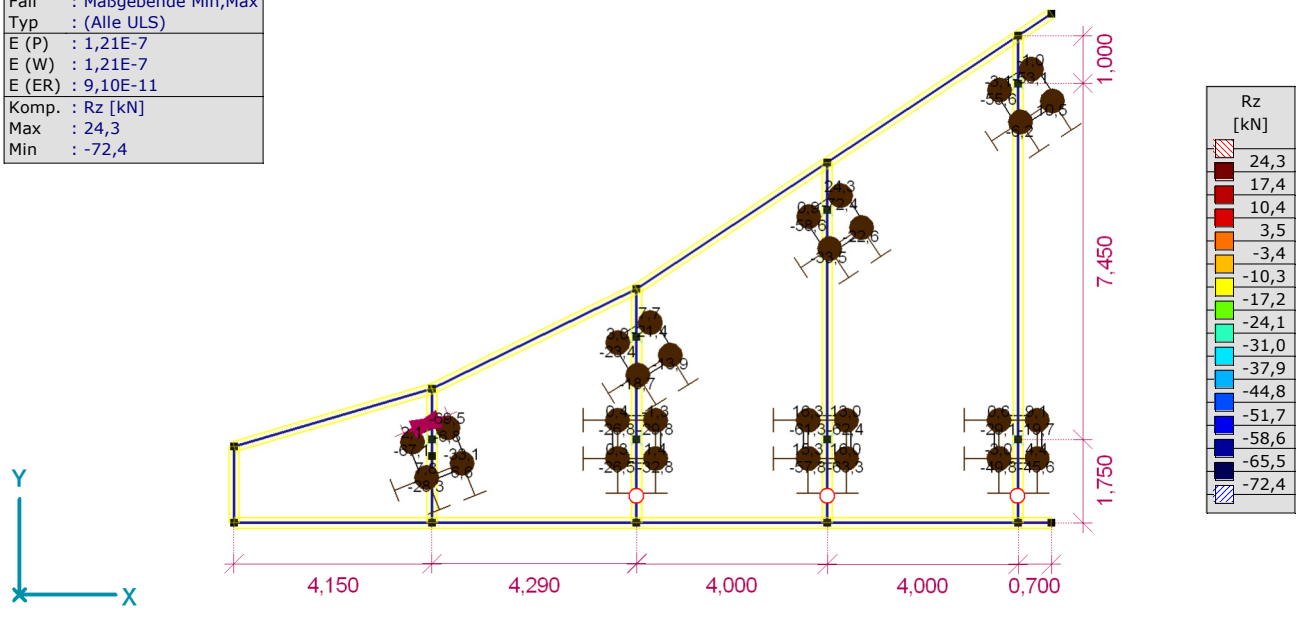
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,21E-7
E (W)	: 1,21E-7
E (ER)	: 9,10E-11
Komp.	: Ry [kN]
Max	: 14,7
Min	: -16,7



[I], Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Ry (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,21E-7
E (W)	: 1,21E-7
E (ER)	: 9,10E-11
Komp.	: Rz [kN]
Max	: 24,3
Min	: -72,4



[I], Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Rz (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

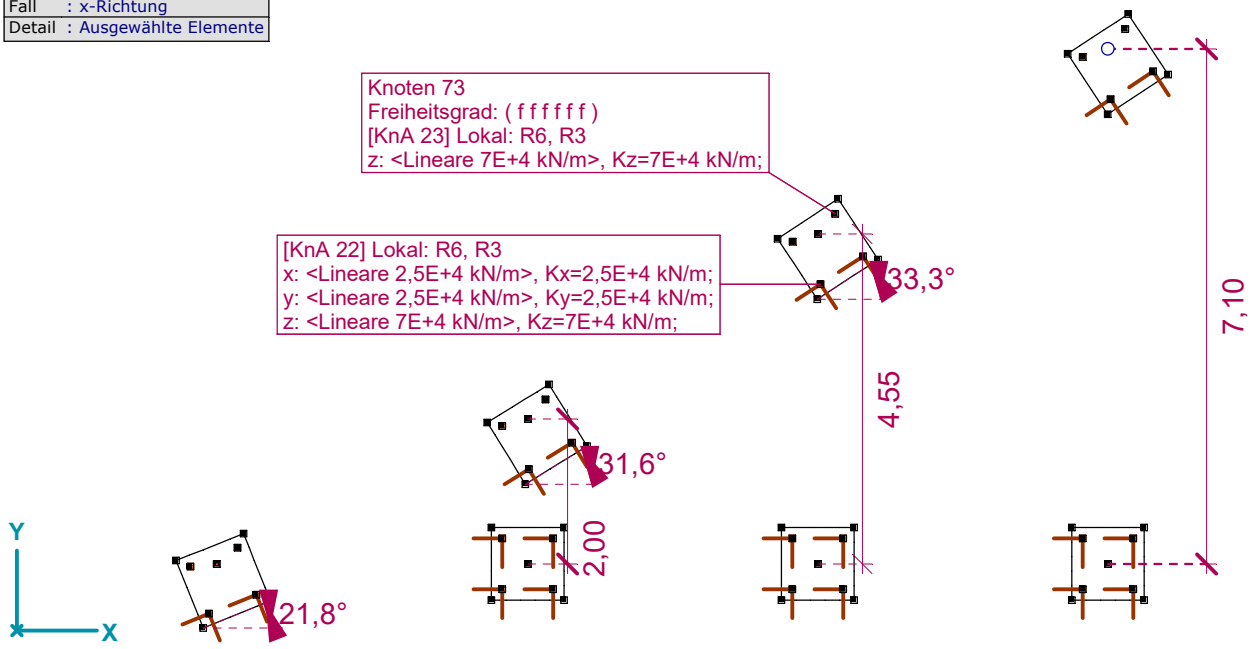
Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-20260622.axs** 23.06.2026

Binningen Schloss Perrondach 2

NEUE LASTEN AUS LASTFALL ERDBEBEN

Norm	SIA 26x
Fall	: x-Richtung
Detail	: Ausgewählte Elemente



> Auswahl (1), x-Richtung, Oberansicht

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

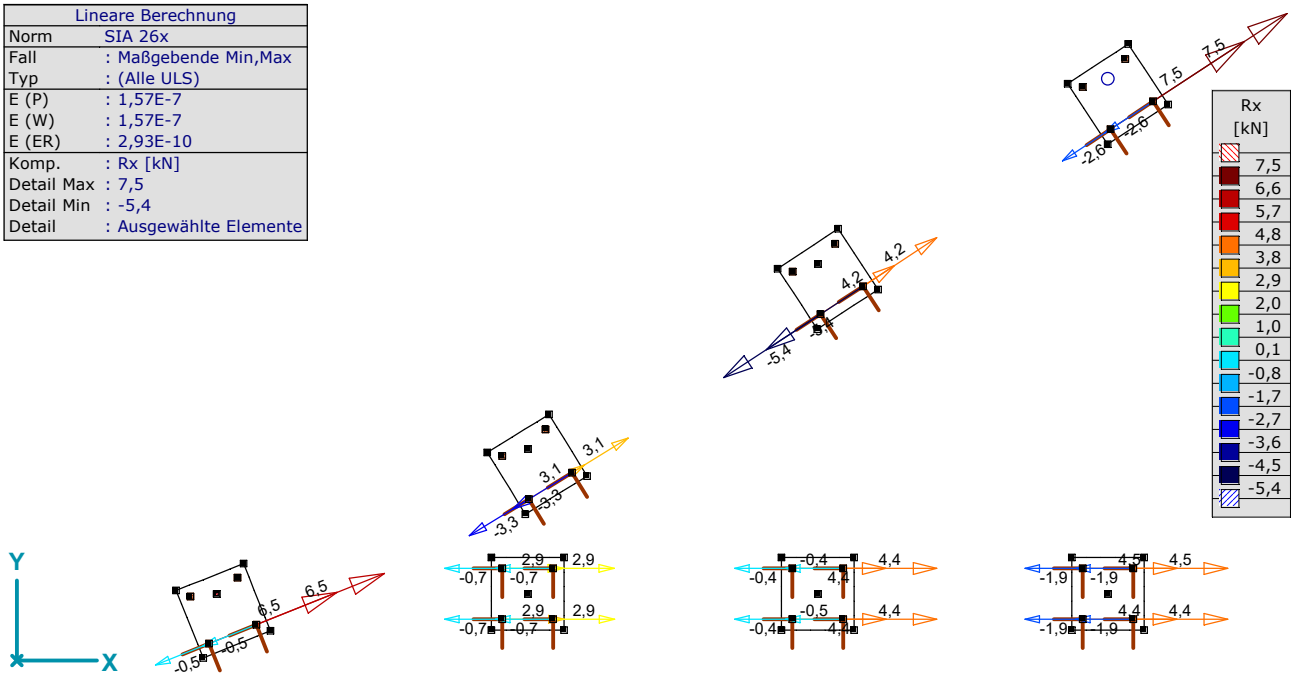
Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-20260622.axs** 23.06.2026

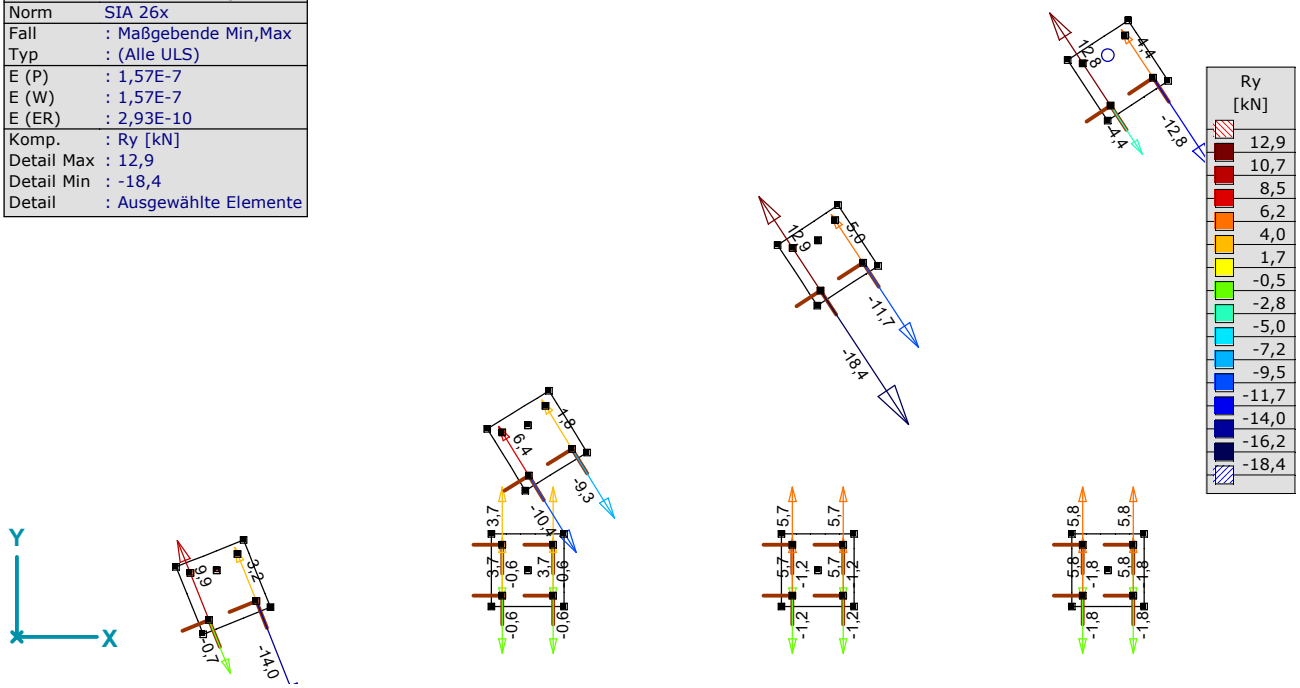
Auflagerkräfte

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,57E-7
E (W)	: 1,57E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: Rx [kN]
Detail Max	: 7,5
Detail Min	: -5,4
Detail	: Ausgewählte Elemente



[I], > Auswahl (1), Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Rx (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,57E-7
E (W)	: 1,57E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: Ry [kN]
Detail Max	: 12,9
Detail Min	: -18,4
Detail	: Ausgewählte Elemente



[I], > Auswahl (1), Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Ry (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

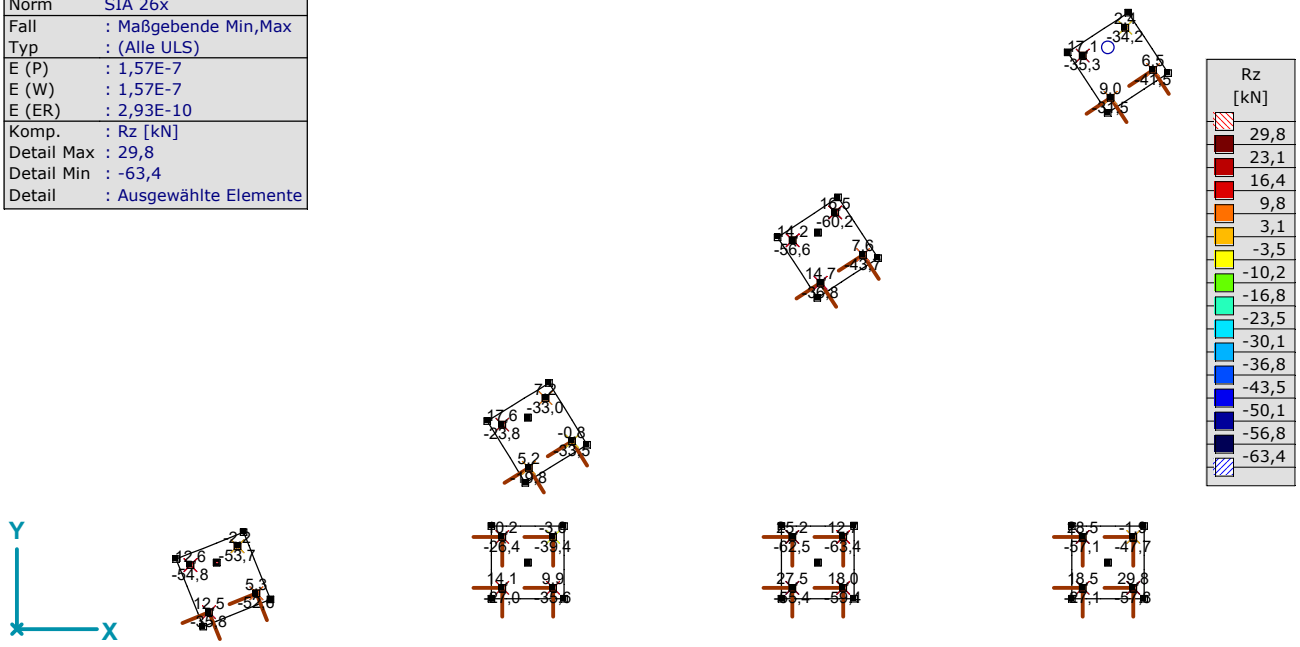
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-20260622.axs** 23.06.2026

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,57E-7
E (W)	: 1,57E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: Rz [kN]
Detail Max	: 29,8
Detail Min	: -63,4
Detail	: Ausgewählte Elemente



[I], > Auswahl (1), Linear,(Maßgebende) Maßgebende, Rz (Knotenauflager), Diagramm, Oberansicht

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

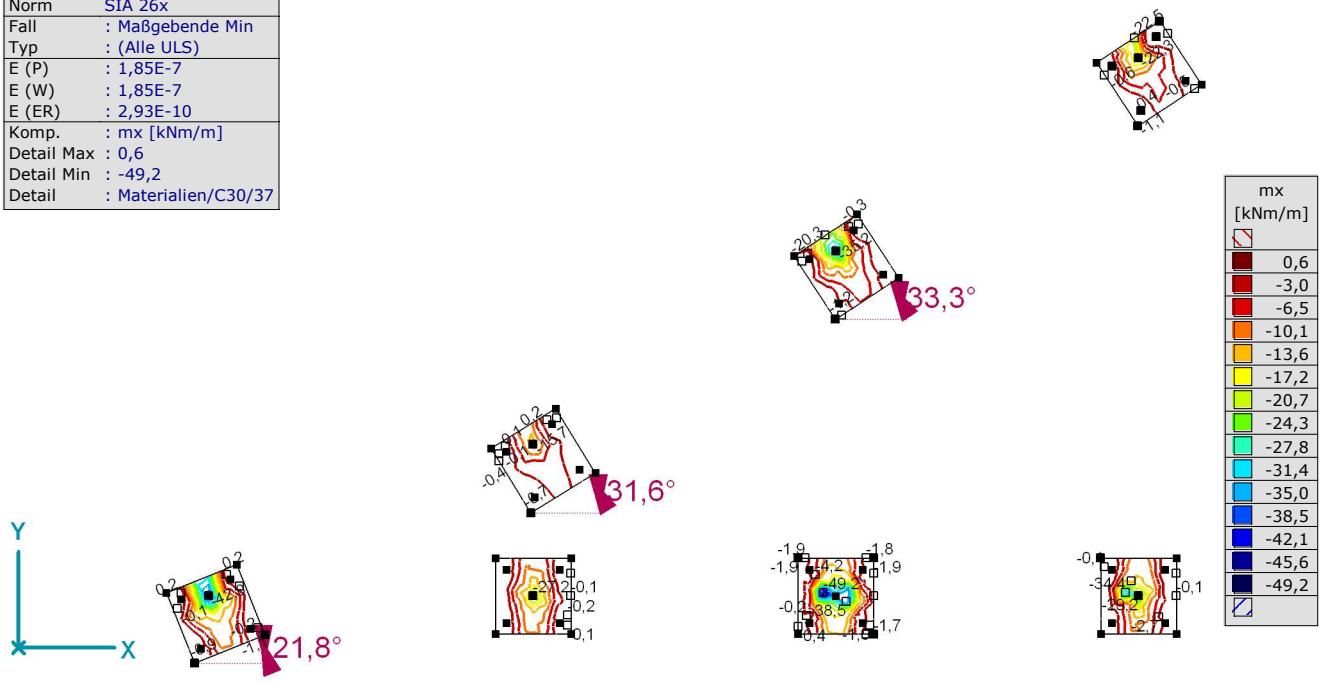
Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Bemessung Fundamentplatten

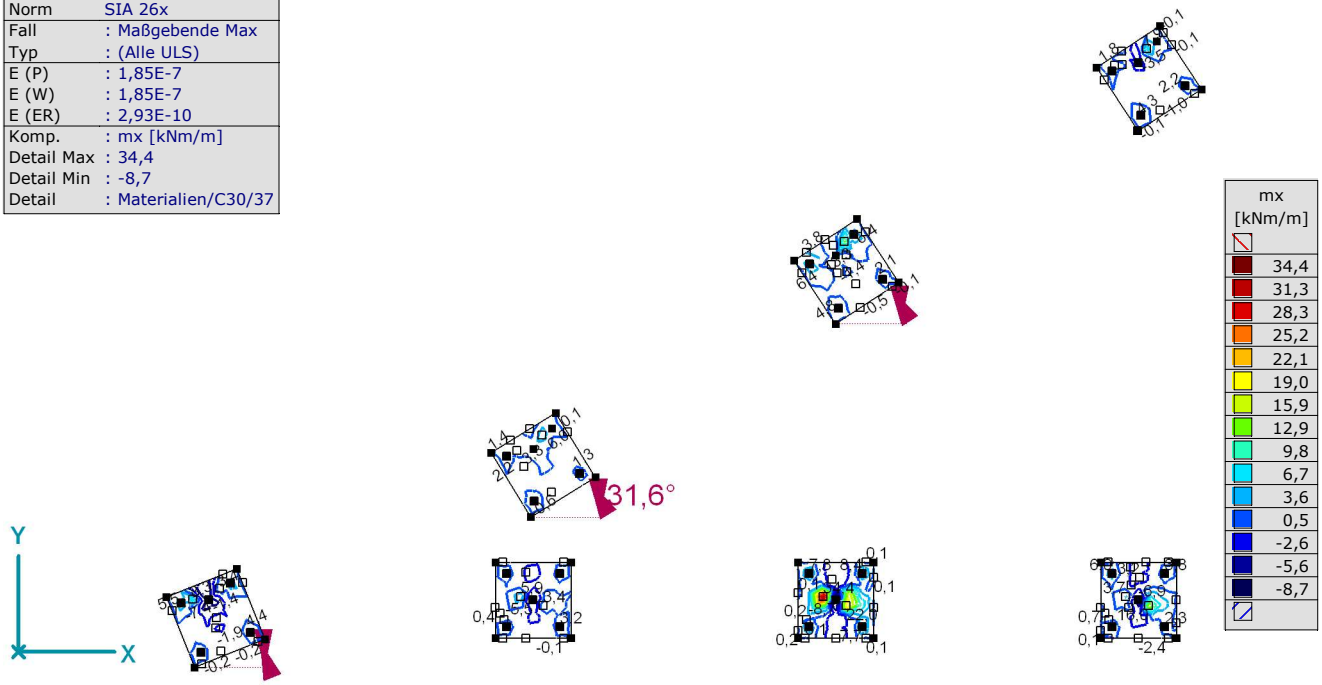
Schnittgrössen

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: mx [kNm/m]
Detail Max	: 0,6
Detail Min	: -49,2
Detail	: Materialien/C30/37



[I], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende Min, mx, Isolinien, Oberansicht M 1:100

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: mx [kNm/m]
Detail Max	: 34,4
Detail Min	: -8,7
Detail	: Materialien/C30/37



[I], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende Max, mx, Isolinien, Oberansicht M 1:100

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

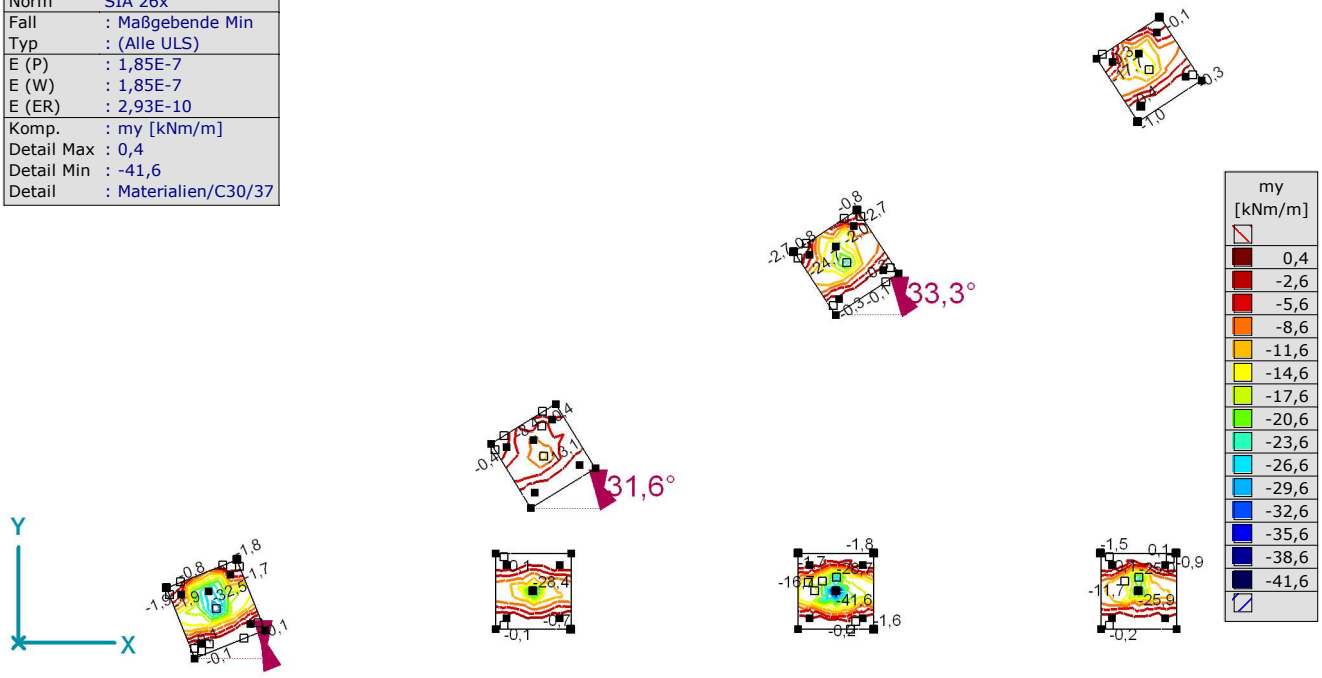
Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-20260330.axs** 24.04.2026

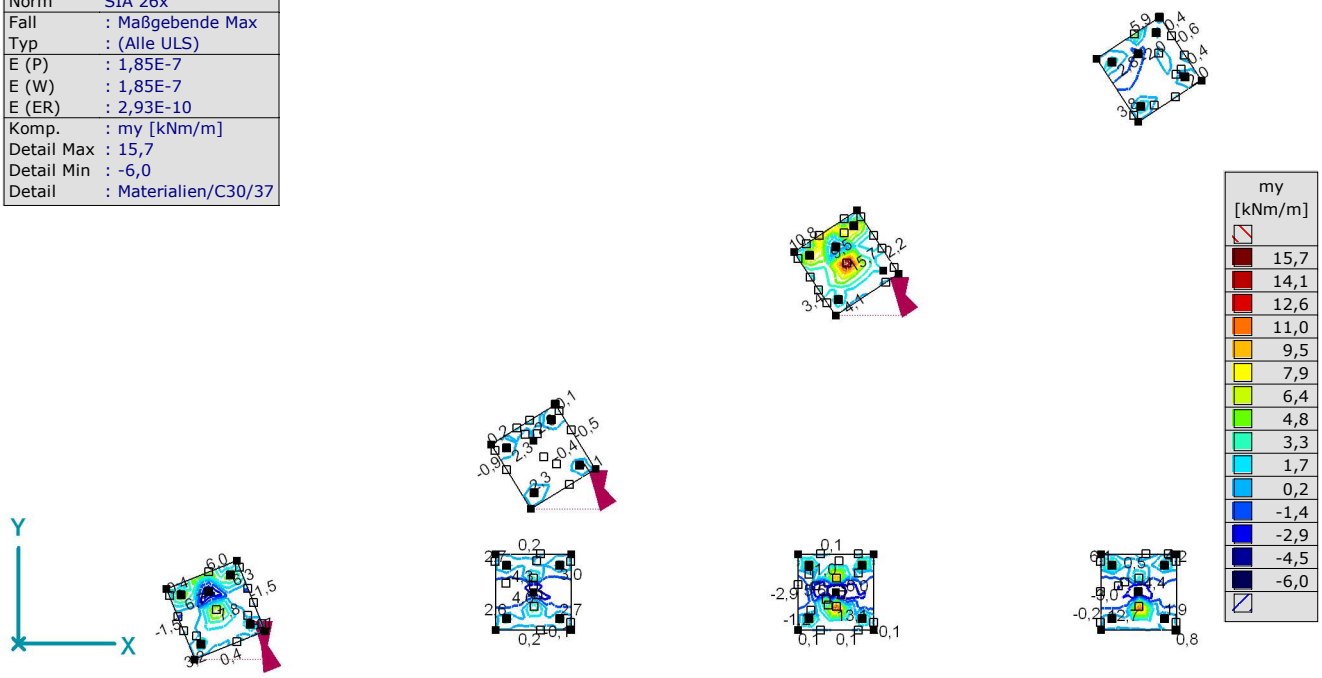
Anhang C - Bemessung Fundamentplatten

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: my [kNm/m]
Detail Max	: 0,4
Detail Min	: -41,6
Detail	: Materialien/C30/37



[I], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende Min, my, Isolinien, Oberansicht M 1:100

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: my [kNm/m]
Detail Max	: 15,7
Detail Min	: -6,0
Detail	: Materialien/C30/37

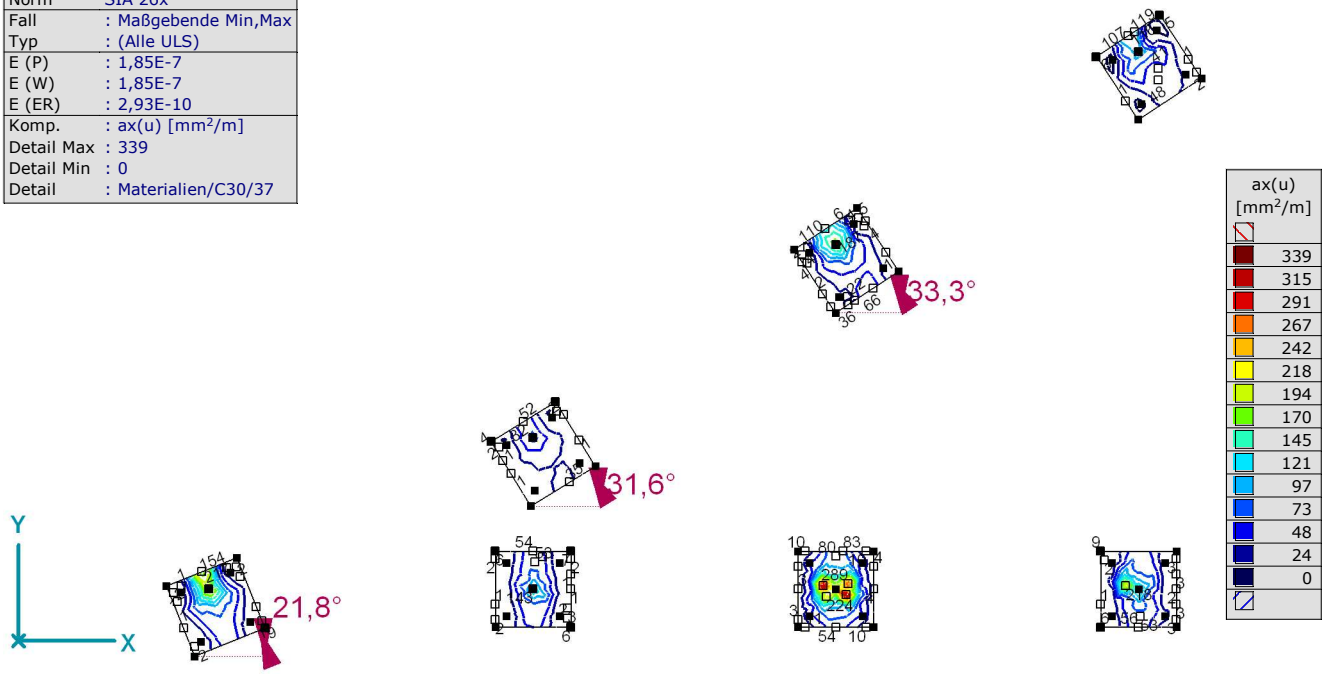


[I], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende Max, my, Isolinien, Oberansicht M 1:100

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

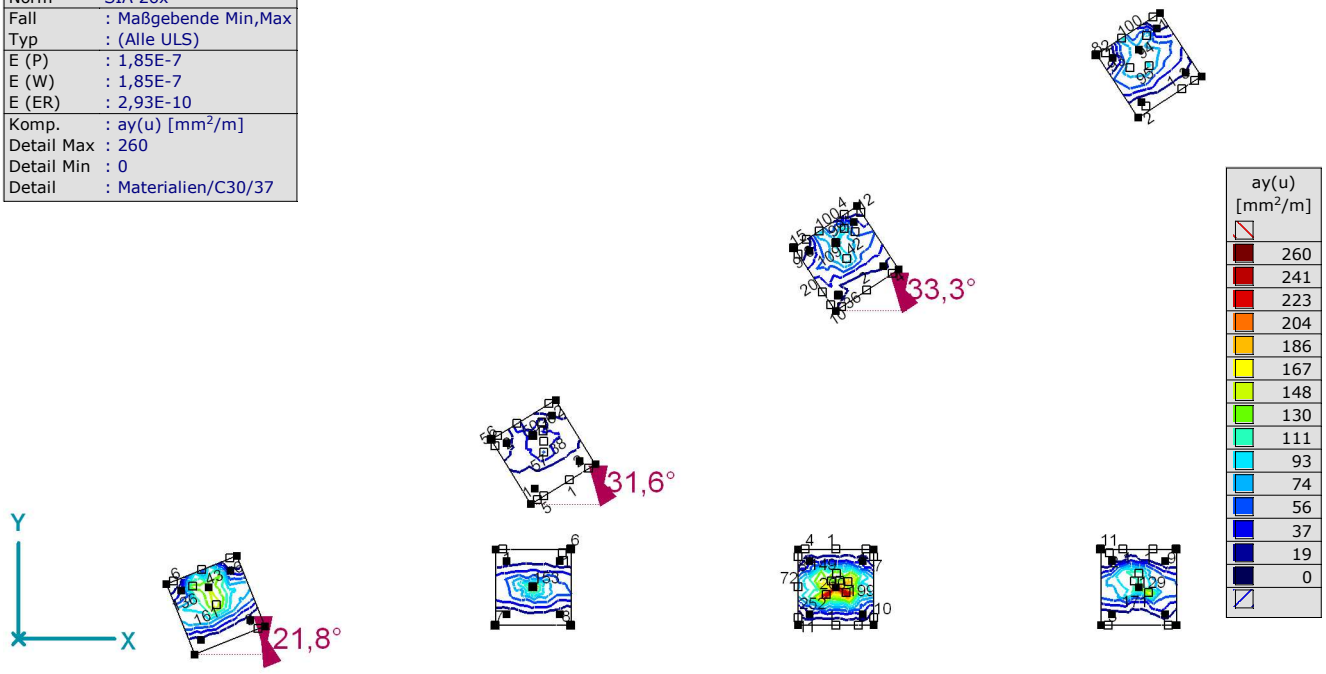
Bewehrung

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: ax(u) [mm²/m]
Detail Max	: 339
Detail Min	: 0
Detail	: Materialien/C30/37



[RI], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende, ax(u), Isolinien, Oberansicht M 1:100

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: ay(u) [mm²/m]
Detail Max	: 260
Detail Min	: 0
Detail	: Materialien/C30/37



[RI], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende, ay(u), Isolinien, Oberansicht M 1:100

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

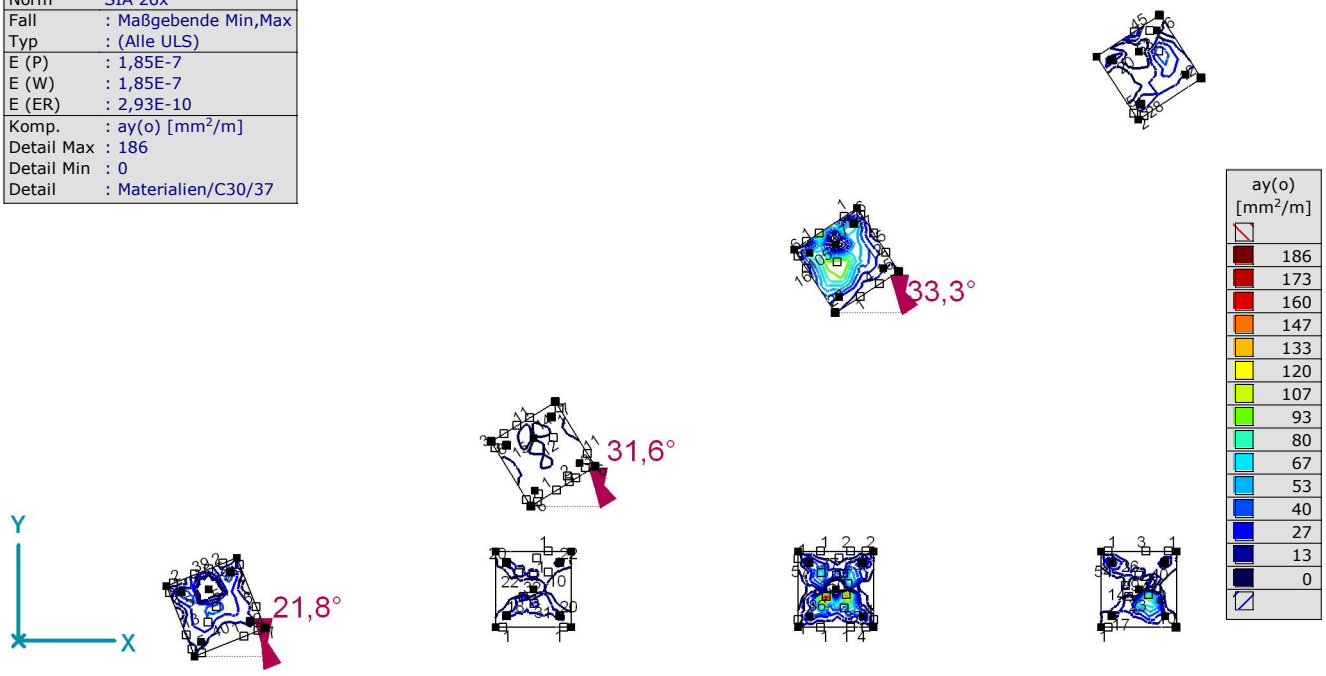
Projekt: BLT Linie 10/17 GELE - Binningen Schloss Perrondach 2

Bearbeiter: Gruner Ingenieure AG, St. Jakobs-Strasse 199, 4020 Basel

Modell: **S-TRAM-Binningen-Dach2-20260330.axs** 24.04.2026 Seite 4

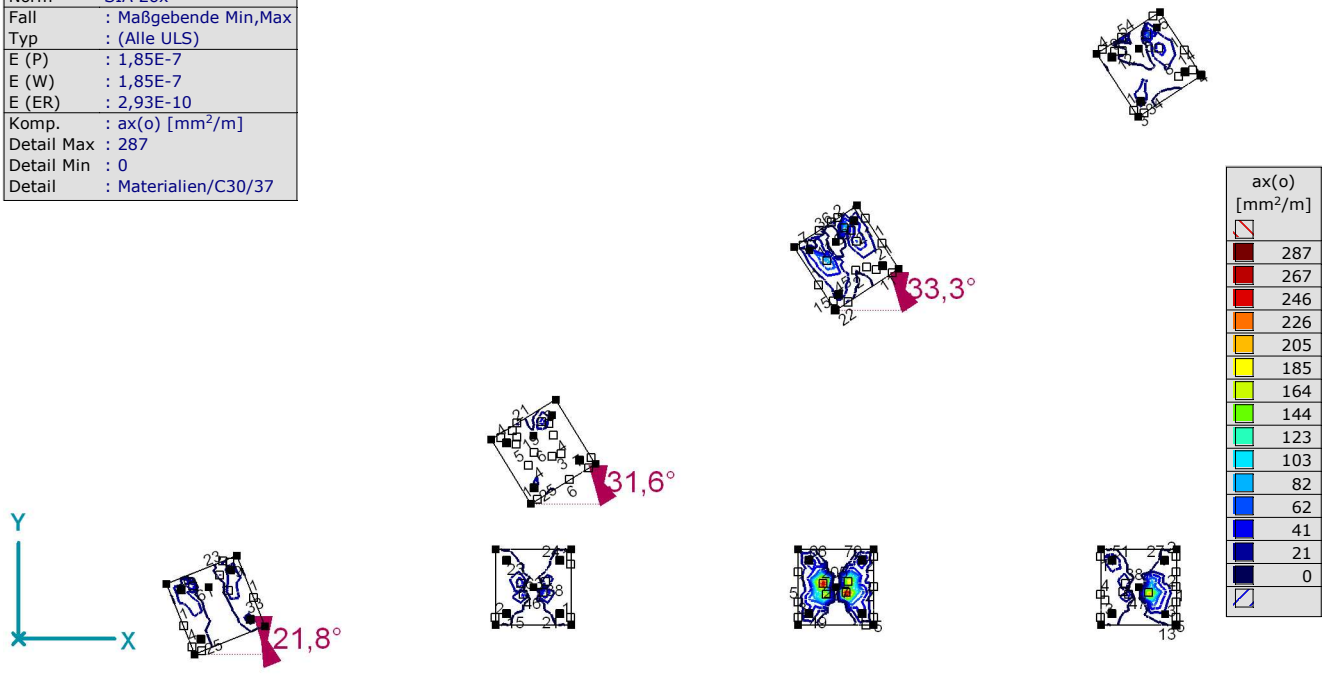
Anhang C - Bemessung Fundamentplatten

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: ay(o) [mm²/m]
Detail Max	: 186
Detail Min	: 0
Detail	: Materialien/C30/37



[RI], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende, ay(o), Isolinien, Oberansicht M 1:100

Lineare Berechnung	
Norm	SIA 26x
Fall	: Maßgebende Min,Max
Typ	: (Alle ULS)
E (P)	: 1,85E-7
E (W)	: 1,85E-7
E (ER)	: 2,93E-10
Komp.	: ax(o) [mm²/m]
Detail Max	: 287
Detail Min	: 0
Detail	: Materialien/C30/37



[RI], > C30/37, Linear,(Maßgebende) Maßgebende, ax(o), Isolinien, Oberansicht M 1:100

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

3.2.3 Alluvionen – Lokalschotter

Zusammensetzung

Kies, schwach siltig bis stark siltig, sauber bis tonig, z.T. sandig, hellbraun bis hellgelbbraun bis grau, z.T. verzahnt mit Siltlinsen

Mächtigkeit und Verbreitung

Ab ca. km 1+400 bis ca. km 3+800 sowie ab ca. km 4+500 mit einer Mächtigkeit von bis zu ca. 7 m verbreitet. Die Schichtunterkante variiert zwischen ca. 270 m ü.M. bei ca. km 1+400 und ca. 317 m ü.M. bei ca. km 8+500.

Lagerungsdichte resp. Konsistenz

(Locker) bis mitteldicht bis zur Tiefe dicht resp. steif bis halbfest

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte

γ	=	20	–	22	kN/m^3		
ϕ'	=	30	–	36	°		
c'	=	0	–	2	kN/m^2		
M_E	=	10	–	40	MN/m^2		
k_f	=	$1 \cdot 10^{-5}$	–	$1 \cdot 10^{-2}$	m/s		

Empfohlene, charakteristische Kennwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen

bis ca. km 2+000:

γ_k	=	21			kN/m^3	γ_γ	= 1.0
ϕ'_k	=	34			°	γ_ϕ	= 1.2
c'_k	=	0			kN/m^2	γ_c	= 1.5
$M_{E1,k}$	≈	30			MN/m^2		
$M'_{E2,k}/M_{E1,k}$	=	2	–	3.5			

ab ca. km 2+5xx:

γ_k	=	21			kN/m^3	γ_γ	= 1.0
ϕ'_k	=	33			°	γ_ϕ	= 1.2
c'_k	=	0			kN/m^2	γ_c	= 1.5
$M_{E1,k}$	≈	15			MN/m^2		
$M'_{E2,k}/M_{E1,k}$	=	2.5	–	4			

Allgemeine geotechnische Beurteilung

Die Lokalschotter sind im Allgemeinen wenig konsolidiert und nur locker bis mitteldicht bis zur Tiefe dicht gelagert. Sie sind wenig tragfähig sowie (stark) setzungsempfindlich. Sie eignen sich höchstens zur Fundation gut verteilter Flächenlasten.

Die Schotter führen Grundwasser (teilweise gespannte Verhältnisse), Böschungen unterhalb des Grundwasserspiegels sind nicht standfest.

Die Schotter sind durchrammbar. Sie sind mässig geeignet zur Aufnahme von Kräften aus Verankerungen, Vernagelungen sowie aus Pfählungen. Sofern es die Deformationen gestatten, kann für Vorbemessungen von Bohrpfählen (D > 0.3 m) eine charakteristische Mantelreibung (Bruchniveau) von ca. $\tau_m \leq 50$ - 80 kN/m^2 (mitteldicht gelagert) bzw. ca. $\tau_m \leq 80$ - 120 kN/m^2 (dicht gelagert) angenommen werden. Für Pfählungen (D ≥ 0.3 m) kann bei dichter Lagerung mit einer charakteristischen Spitzenpressung (Bruchniveau) von ca. 1.2 bis 2 MN/m^2 gerechnet werden. Für andere Pfahl-/Ankerarten sind die Werte im Detail anzupassen.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Die Schotter sind i. A. gut abbaubar, bindige Bereiche neigen zum Verkleben der Abbauwerkzeuge.

Die Schotter sind mittel frostempfindlich (G3 nach SN 70 140b) und wasserempfindlich. Die bindigen Schotter sind nur mässig (bis schlecht) verdichtbar und nur für Schüttungen mit begrenzten Anforderungen geeignet (Schönwettermaterial). Die Lokalschotter weisen teilweise geogene (natürliche) Belastungen auf (erhöhte Konzentrationen von Arsen und Chrom, vgl. Abschnitt 7).

3.2.4 Niederterrassenschotter

Zusammensetzung

Kies, schwach sandig bis stark sandig, sauber bis siltig, z.T. mit Steinen, graubraun bis dunkelgrau
bis
Sand, kiesig bis stark kiesig, sauber bis schwach siltig, dunkelgrau.

Sandlinsen, Rollkieshorizonte, Steine, Blöcke und nagelfluhartige Verkittungen (wenige dm bis ca. 1.5 – 2 m mächtig) sind aus Erfahrung möglich. Erfahrungsgemäss liegen die Blöcke zumeist der Felsoberfläche auf. Das Kieskorn ist vorwiegend alpiner Herkunft, d.h. quarzreich, und von der Kornform her im Allgemeinen gerundet, rund bis plattig.

Mächtigkeit und Verbreitung

Nur bis ca. km 1+200 mit einer Mächtigkeit von ca. 1.5 bis 4 m verbreitet. Die Schichtunterkante liegt auf einer Kote von ca. 260 m ü.M. bei km 0+400 und ca. 266 m ü.M. bei ca. km 1'100.

Lagerungsdichte

Oberflächennah oft locker bis mitteldicht, darunter dicht bis sehr dicht

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte

γ	=	21	– 22	kN/m^3	
ϕ'	=	35	– 40	°	
c'	=	0	– 10	kN/m^2	
M_E	=	60	– 100	MN/m^2	
k_f	=	$1 \cdot 10^{-4}$	– $5 \cdot 10^{-3}$	m/s	

Empfohlene, charakteristische Kennwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen

γ_k	=	21.5		kN/m^3	γ_γ	=	1.0
ϕ'_k	=	37		°	γ_ϕ	=	1.2
c'_k	=	0		kN/m^2	γ_c	=	1.5
$M_{E1,k}$	≈	75		MN/m^2			
$M'_{E2,k}/M_{E1,k}$	≈	2	– 3				

Allgemeine geotechnische Beurteilung

Die Niederterrassenschotter sind oberflächlich (ca. 0.5 bis 1.5 m) i.d.R. (locker bis) mitteldicht bis dicht, in tieferen Lagen dicht bis sehr dicht gelagert und damit gut tragfähig sowie mässig bis wenig setzungsempfindlich. Sie sind gut geeignet für die meisten Fundationsarten, auch für konzentrierte höhere Lasten.

Böschungen sind aufgrund der hohen Verdichtung gut standfest, jedoch sind Rollkies- und Sandzonen erosionsanfällig: In Böschungen oder auch

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

bei Verbauten rieseln diese dann aus, an der Sohle lockern sie leicht auf. Erschütterungsempfindlich (→ Auflockerung, Verlust der guten Lagerungsdichte und der scheinbaren Kohäsion).

Die Niederterrassenschotter sind ohne Lockerungs- oder Vorbohrungen kaum durchrammbar. In Bohrungen unter dem Grundwasserspiegel neigen sie zu hydraulischem Grundbruch bzw. zu Auflockerungen. Bohrdurchmesser über 1.2 m sind nach unserer Erfahrung aufgrund der stark zunehmenden Mantelreibung der Verrohrung schwer herzustellen. Die Druckfestigkeit einzelner Steine und Blöcke kann aus Erfahrung zudem > 150 MPa betragen.

Die Schotter sind gut geeignet zur Aufnahme von Kräften aus Verankerungen, Vernagelungen sowie aus Pfählungen. Sofern es die Deformationen gestatten, kann für Vorbemessungen von Bohrpfählen eine charakteristische Mantelreibung (Bruchniveau) von ca. $\tau_m \leq 90$ - 140 kN/m^2 (mitteldicht gelagert) bzw. ca. $\tau_m \leq 130$ - 190 kN/m^2 (dicht bis sehr dicht gelagert) angenommen werden. Die Werte sind der gewählten Pfahl-/Ankerart im Detail anzupassen. Für Pfählungen (D ≥ 0.3 m) kann bei dichter bis sehr dichter Lagerung mit einer charakteristischen Spitzenpressung (Bruchniveau) von ca. 1.8 bis 3 MN/m^2 gerechnet werden.

Sandarme Kiese und Rollkiese sind gut zu injizieren. Sandreiche Kiese und Sandbänke sind jedoch nur mit speziellen Bindemitteln und / oder Injektionsverfahren zu behandeln. Blöcke, Blocklagen und nagelfluhartige Verkittungen können beim Jetten sog. Strahlschatten bilden.

Die Schotter sind i. A. gut abbaubar, Blöcke und nagelfluhartige Verkittungen können jedoch Hindernisse darstellen. Insbesondere bei engen Platzverhältnissen und begrenzten Angriffsmöglichkeiten kann das Lösen von nagelfluhartigen Verkittungen den Einsatz von Abbauhämmern erfordern. Häufig sind an der Schottersohle - direkt oberhalb der Felsoberfläche - Stein- und Blocklagen feststellbar.

Die Schotter sind weitgehend frostsicher (G1 bis G2 nach SN 70 140b), ggf. verlehmte Bereiche auch mittel frostempfindlich (G3 nach SN 70 140b), wasserunempfindlich. Saubere Schotter sind durchmischt gut verdichtbar sowie zu einem hochwertigen Schüttgut aufbereitbar.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

3.2.5 Meletta-Schichten

Zusammensetzung

Siltstein, stark tonig bis Tonstein, stark siltig, teils schwach sandig und / oder kiesig, oberflächennah quasi vollständig entfestigt, erdfeucht, oberflächennah braun, zur Tiefe grau bis blaugrau, annährend horizontal laminiert, möglich sind auch Knauer oder Sandsteinabschnitte, auch im Wechsel mit entfestigten / annähernd kohäsionslosen Sand- und Siltbereichen.

Mächtigkeit und Verbreitung

Über das gesamte Areal mit einer Mächtigkeit von > 100 m verbreitet, Schichtoberkante bei ca. 260 m ü.M. bei ca. km 0'400 und ca. 316 m ü.M. bei ca. km 8'500.

Konsistenz

In der Verwitterungszone (obere 1 bis 2 m) weich bis steif, darunter halbfest.

Geschätzte, mittlere bodenmechanische Kennwerte

γ	=	20	– 22	kN/m^3	
ϕ'	=	21	– 29	°	
c′	=	0	– 70	kN/m^2	
M_E	=	20	– 100	MN/m^2	
k_f	≤	$1 \cdot 10^{-8}$	– $1 \cdot 10^{-7}$	m/s (siltig-tonige Bereiche)	
k_f	≤	$1 \cdot 10^{-7}$	– $1 \cdot 10^{-5}$	m/s (sandige Bereiche)	

Empfohlene, charakteristische Kennwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen

Bereich weich bis steif, Verwitterungshorizont:

γ_k	=	21	kN/m^3	γ_γ	=	1.0
ϕ'_k	=	23	°	γ_ϕ	=	1.2
c'_k	=	5	kN/m^2	γ_c	=	1.5
$M_{E1,k}$	≈	25	MN/m^2			
$M'_{E2,k}/M_{E1,k}$	=	3 – 4				

Unverwitterte Bereiche:

γ_k	=	21.5	kN/m^3	γ_γ	=	1.0
ϕ'_k	=	25	°	γ_ϕ	=	1.2
c'_k	=	30	kN/m^2	γ_c	=	1.5
$M_{E1,k}$	≈	80	MN/m^2			
$M'_{E2,k}/M_{E1,k}$	=	2 – 3				

Allgemeine geotechnische Beurteilung

Weiche bis mittelsteife Bereiche setzungsempfindlich, zur Tiefe nimmt die Setzungsempfindlichkeit ab. In Bereichen weicher bis mittelsteifer Konsistenz zur Aufnahme von verteilten Gründungslasten innerhalb der Grössenordnung der Vorbelastung geeignet, zur Tiefe auch geeignet zur Aufnahme konzentrierter Lasten.

Die Meletta-Schichten sind extrem wasserempfindlich; bei Wasserzutritt weichen sie rasch auf und nehmen einen breiigen Zustand an. Aufgrund der Wasserempfindlichkeit ist die Felsoberfläche häufig stark zerfurcht. Bei Sand- bzw. Sandsteinlagen oder harten Knauerlagen (insbesondere in Wechsellagerung der Felsschichten selbst) können diese Verhältnisse zu Erschwernissen bei der Bohrpfahlherstellung führen.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

In Böschungen oberflächennah wie die alluvialen Schwemmbildungen zu beurteilen, mit grösserer Tiefe stabiler.

Zur Aufnahme von Kräften aus Verankerungen, Vernagelungen sowie aus Pfählungen kann für Vorbemessungen von Bohrpfählen (D > 0.3 m), sofern es die Deformationen gestatten, mit einer Mantelreibung von ca. τ_m = 80 bis 160 kN/m^2 und einer Spitzenpressung von ca. 2 bis 3.5 MN/m^2 im unverwitterten Bereich gerechnet werden.

Verwitterte Bereiche sind i. d. R. gut bohr- und durchrammbar, unverwitterte Bereiche müssen i. d. R. vorgebohrt werden.

Etwaige kohäsionslose Sandbereiche des Fels können Wasser führen und bei ggf. vorhandenen Verbindungen, auch grossräumig, das Druckpotential des Grundwassers übertragen.

Verwitterte Bereiche sind gut baggerbar sofern nicht vernässt (klebt dann am Gerät). In unverwitterten, tieferen Felsbereichen ist ein Baggern evtl. erschwert und es müssen ggf. Zusatzmassnahmen (z. B. Spitzen, Fräsen, Rippern) ergriffen werden.

Die Oberfläche der Meletta-Schichten kann bei horizontaler Beanspruchung sowie insbesondere beim Auftreten von Schichtwasser potentielle Gleitflächen ausbilden.

Zur Wiederverwendung im geotechnischen Sinn nicht geeignet. Die Meletta-Schichten weisen erfahrungsgemäss häufig geogene (natürliche) Belastungen auf (erhöhte Konzentrationen von Chrom und Nickel).

4 Grundwasserverhältnisse

Der Fels dient als Grundwasserstauer. Das Grundwasser zirkuliert in den grobkörnigen Alluvionen mit geringer Mächtigkeit über dem Fels mit Fliessrichtung gegen Norden bis Nordnordosten dem Rhein zu.

Gemäss [11] liegt der Grundwasserspiegel bei Mittelwasserständen im Bereich der HAST Zoo auf einer Kote von ca. 263 m ü.M. und steigt bis zur HAST Dorenbach bis auf eine Kote von ca. 270 m ü.M. an, gemäss [17] liegt er bei der HAST Dorenbach auf einer Kote von ca. 272 m ü.M., also 2 m höher als in [11] angegeben. Der Hochwasserspiegel liegt gemäss [11] bis zu ca. 3 m höher als der Mittelwasserspiegel, zur Kantonsgrenze hin kann der Hochwasserspiegel somit bis zur Geländeoberkante reichen.

Südlich der HAST Dorenbach wird der Mittelwasserstand in [17] auf einer Kote von ca. 272 m ü.M. angegeben, bis zur HAST Therwil Zentrum (ca. km 6+500) steigt er dann stetig bis auf eine Kote von ca. 301 m ü.M. an. In kleineren Zwischenbereichen sowie zwischen ca. km 6+500 und ca. km 8+500 ist kein eigentliches Grundwasservorkommen verzeichnet. Aufgrund der feinkörnigen Überdeckung ist mit gespannten Grundwasserverhältnissen zu rechnen, der den Lokalschottern aufliegende Schwemmlehm wirkt in diesen Bereichen wie ein

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Deckel. Der Grundwasserspiegel ist in diesen Bereichen dann nicht freispiegelnd, jedoch entspricht das Druckniveau den angegebenen Koten für den Mittelwasserstand. Ein Hochwasserspiegel ist in diesem Bereich der Streckenführung in [17] nicht angegeben.

Zur besseren Abschätzung des Schwankungsbereich des Grundwassers (in der Regel aufgrund der gespannten Grundwasserverhältnisse nur als piezometrisches Druckniveau zu verstehen) wurden auf der Strecke vier Grundwassermessstellen eingerichtet. Die Messstellen 22.R.17 (Oberwil Stallen), 22.R.18 (Oberwil Hüslimatt) und 26.R.6 (Therwil) wurden am 21.05.2024 mit Grundwassermesssonden ausgerüstet, die Messstelle 18.R.4 (Bottmingen) am 13.03.2025 (vgl. Beilagen 8). Die Messungen dauern aktuell noch an. Die bisherigen Messwerte präsentieren sich wie folgt:

		22.R.17 (Oberwil Stallen)	**22.R.18** (Oberwil Hüslimatt)	**26.R.6** (Therwil)	**18.R.4** (Bottmingen)
Min	[m ü.M.]	293.26 (20.07.2024)	296.31 (13.07.2025)	309.6 (19.08.2025)	288.22 (20.08.2025)
Max	[m ü.M.]	294.08 (26.11.2024)	296.92 (04.06.2025)	310.52 (22.09.2025)	289.25 (23.09.2025)
Mittel	[m ü.M.]	293.58	296.54	309.88	288.63

Tabelle 1: Aufstellung der gemessenen Grundwasserpegel

Die Messwerte zeigen eine starke Korrelation zwischen den gemessenen Pegeln und den aufgetretenen Niederschlägen. Im Nahbereich des Birsigs ist zusätzlich davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel (je nach Durchlässigkeit des Materials) dort auch vermutlich mit dem Pegel des Birsigs korrespondiert.

In den sandigen Lagen der Meletta-Schichten kann lokal ebenfalls Wasser zirkulieren.

Der gesamte Projektperimeter liegt ausserhalb des Gewässerschutzbereichs Au[5] [10][16].

[5] Der Gewässerschutzbereich Au umfasst die nutzbaren unterirdischen Gewässer sowie die zu ihrem Schutze notwendigen Randgebiete.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5 Bautechnische Folgerungen

5.1 Projekt

Beim untersuchten Streckenabschnitt handelt es sich um ein Doppelspur-Streckengleis mit Einblock- und Zweiblock – Betonschwellen, sowie Holzschwellen. Die Oberleitungsmasten befinden sich neben den Gleisen.

Die Fahrbahn überwindet von der HAST Zoo Basel bis nach Ettingen eine Höhendifferenz von rund 54 m (zwischen 268 bis 322 m ü.M.).

5.2 Folgerungen Fahrbahnerneuerung

Im Rahmen der Fahrbahnerneuerung sind die Entfernung der bestehenden sowie ein vollständiger Neuaufbau der Gleisanlagen vorgesehen. Bei der Dimensionierung des Unterbaus sind die Empfehlungen aus [36] zu beachten. Demnach ist für die Gleiserneuerungen auf dem Planum ein M_E-Wert von $M_E \geq 15$ MN/m^2 einzuhalten. Dieser Wert kann in den massgebenden Tiefen vermutlich oft nicht eingehalten werden. Zur Verbesserung der Tragfähigkeit sehen wir entweder eine Untergrundstabilisierung (Verfestigung) mit Kalk oder einen Materialersatz mit einem ausreichend verdichtbarem Material (z.B. Kalkschroppen) als zielführend an. Die Wahl der Massnahme richtet sich neben wirtschaftlichen Aspekten nach der Art des zu verbessernden Materials sowie der Stärke des Oberbaus. Zu beachten ist, dass Ersatzmaterialien eine zusätzliche Belastung bedeuten, die insbesondere in den setzungsanfälligen Untergrundschichten Setzungen mit sich bringen. Eine ausreichende Entwässerung (drainierende Trennschicht) ist zu gewährleisten.

Eine Stabilisierung hat gemäss den einschlägigen Normen zu erfolgen. Zur Definition der für die Stabilisierung geeigneten Kalkart sowie -menge sind Laboruntersuchungen des zu verfestigenden Materials notwendig (Wassergehalt in-situ, Feuchtraumgewicht, Konsistenzgrenzen, Kornverteilung), die Zielparameter (Scherfestigkeit, Steifigkeit, Quell- oder Schrumpfeigenschaften) sind hierfür im Vorfeld zu definieren. Kalkstabilisierungen können nur bei trockener Witterung ausgeführt werden, es ist zudem mit starken Staubentwicklungen zu rechnen.

Ein Materialersatz wäre voraussichtlich min. 20 bis 30 cm erforderlich, um den geforderten M_E-Wert auf Kote Planum erreichen zu können. Sollten grössere Mächtigkeiten erforderlich sein, wäre darauf zu achten, dass das Material in Schichten von ca. 30 bis 50 cm aufzufüllen und anschliessend genügend zu verdichten ist. Vorteilhaft wäre ausserdem die Anordnung von Geogittern. Auf ausreichende Verdichtungsfähigkeit des einzubringenden Materials ist zu achten. Die Qualität der Tragfähigkeit und Verdichtung dieser Schicht ist mittels M_E-Messungen zu verifizieren.

Zu gewärtigen wäre vorab ein kleines Versuchsfeld, um den Erfolg der Massnahme zu verifizieren bzw. ggf. Anpassungen bestimmen zu können.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

5.3 Fundation (Kunstbauten, Masten)

Wie schon unter Kapitel 3 aufgeführt ist eine Fundation in den kaum tragfähigen und setzungsgefährdeten Alluvionen kaum bzw. wenn überhaupt nur im Rahmen der Vorbelastung möglich. Allfällige grössere Lasten erfordern entweder eine tiefgründe Untergrundverbesserung (Materialersatz, Rüttelstopfverdichtung etc.) oder wären im Fels der Meletta-Schichten zu fundieren (Pfahlfundation). In den Niederterrassenschottern ist eine Fundation jedweder Art (Flach- oder Pfahlfundation) sehr gut möglich. Wir empfehlen die Fundation der Mastfundamente mindestens in den mitteldicht bis dicht gelagerten Schottern, die Einbindetiefe in diese Schicht sollte min. ca. 0.4 – 0.5 m betragen.

Bei Fundamentdimensionen von b > 1 m kann in den weichen Schwemmlehmen für Setzungsbetrachtungen u. E. als Gebrauchslast für die Bodenpressung (Vorbemessungen) ein Wert von ca. 60 bis 100 kN/m^2 angenommen werden, in den locker bis mitteldicht gelagerten Lokalschottern von ca. 120 bis 200 kN/m^2, in den mindestens mitteldicht gelagerten Niederterrassenschottern kann von $p_0 \leq$ 200 bis 300 kN/m^2 (275 kN/m^2) ausgegangen werden.

Für die Begrenzung von allfälligen Verformungen ist die Ausbildung der Fundationssohle von grösster Bedeutung. Die Sohlen sollten keine aufgeweichten Flächen, Rollkieszonen oder Sandlinsen aufweisen, ggf. ist Materialersatz vorzusehen. Etwaige neue Aufschüttungen können ebenfalls gewisse Verformungen verursachen und sind entsprechend zu berücksichtigen.

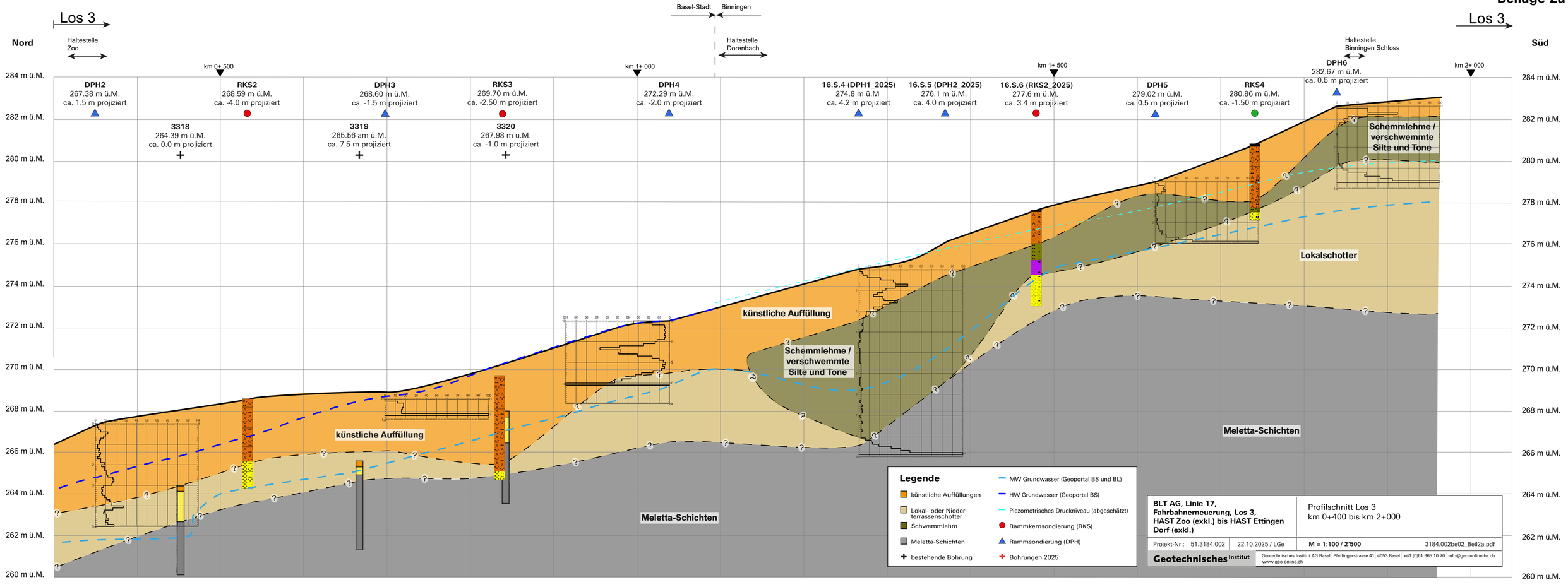
Generell empfehlen wir eine Abnahme der Fundationssohlen durch einen Geologen / Geotechniker.

Eine Pfahlfundation wäre bei den vorliegenden möglichst bis in den unverwitterten, mindestens steifen Fels zu führen, in den Abschnitt 1 bis 3 könnten die Pfähle auch schwimmend in den Schottern erstellt werden, aufgrund der geringen Schichtmächtigkeit der Schotter wäre jedoch auch hier voraussichtlich der Fels als Fundationshorizont zu wählen. Es sind die in Kapitel 3 angegebenen Kennwerte anzusetzen. Die Kennwerte gelten nur für das dort angegebene Pfahlsystem. Für Vorbemessungen ohne entsprechende Erfahrung sind in der Regel die kleineren der angegebenen Werte zu verwenden. Pfahldimensionierungen von Mikropfählen anhand der in Kapitel 3 angegebenen Werte sollten nur in begründeten Ausnahmefällen stattfinden, in der Regel sind statische Pfahlprobebelastungen durchzuführen. Bei der Planung allfälliger Pfähle sind die Felslage sowie die Lage des Grundwassers zu beachten.

Bei Einbindung in den Fels kann die Mantelreibung der Alluvionen sowie des stark entfestigten Fels nicht bzw. nicht vollständig angesetzt werden, da sich die zu ihrer vollständigen Aktivierung notwendigen Verformungen nicht einstellen können. Bei der Planung allfälliger Pfähle sind die Felslage sowie die Lage des Grundwassers zu beachten.

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Beilage 2a



Legende

- künstliche Auffüllungen
- Lokal- oder Niederterrassenschotter
- Schwemmlehm
- Meletta-Schichten
- bestehende Bohrung
- MW Grundwasser (Geoportal BS und BL)
- HW Grundwasser (Geoportal BS)
- Piezometrisches Druckniveau (abgeschätzt)
- Rammkernsondierung (RKS)
- Rammsondierung (DPH)
- Bohrungen 2025

BLT AG, Linie 17, Fahrbahnerneuerung, Los 3, HAST Zoo (exkl.) bis HAST Ettingen Dorf (exkl.)

Profilschnitt Los 3
km 0+400 bis km 2+000

Projekt-Nr.: 51.3184.002	22.10.2025 / LGe	M = 1:100 / 2'500	3184.002be02_Beil2a.pdf

Geotechnisches Institut
Geotechnisches Institut AG Basel | Pfeffingerstrasse 41 | 4053 Basel | +41 (0)61 365 10 70 | info@geo-online-bs.ch
www.geo-online.ch

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

PFIRTER NYFELER PARTNER AG

Büro für Geologie, Geotechnik und Spezialtiefbau

4102 Binningen, Spiesshöfli, Parzelle 6635

Doppelspurausbau

Geologisch- geotechnischer Bericht über die Baugrundverhältnisse

mit 9 Beilagen

Auftraggeber: Kanton Basel-Landschaft, Tiefbauamt
Geschäftsbereich Verkehrsinfrastruktur
Rheinstrasse 29, 4410 Liestal

Pfirter, Nyfeler + Partner AG
Gartenstrasse 15
4132 Muttenz
www.pnpmu.ch

Tel. 061 / 467 68 30
Fax. 061 / 467 68 36
E-Mail info@pnpmu.ch

Projekt: 479456.0000
u.Ref.: anw/rpf
Datum: 19.05.2017

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Der unverwitterte Fels stellt einen gut tragfähigen Baugrund dar. Die Molasse zerfällt an der Atmosphäre unter Wassereinfluss sehr rasch zu breiigem Ton–Silt, bzw. zu lockerem Sand. Sandlagen können gespannte Felswasserverhältnisse und (v.a. in den obersten Metern) bodenmechanische Kennwerte eines verwitterten Felsens aufweisen.

6. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

6.1. Altlasten / Verschmutzungen des Untergrunds

Der untersuchte Projektbereich ist nicht im Kataster der belasteten Standorte eingetragen.

Die in den Sondierungen aufgeschlossene künstliche Auffüllung weist wenig bis reichlich Fremdmaterialien wie Ziegel-, Keramik-und Belagsbruch auf.

Das bauschutthaltige Material muss, sofern der Bauschutt nicht separierbar ist, VVEA-konform entsorgt oder verwertet werden. Bei Aushub im Bereich von Belagsflächen sind vorgängig Belag und ggf. Koffer auf den PAK-Gehalt zu untersuchen.

6.2. Erdbeben

Für das Projektgebiet existiert eine Erdbebenmikrozonierung. Die entsprechenden Werte für die Erdbebendimensionierung sind Beilage 9 zu entnehmen (Quelle: GIS Kanton Basel-Landschaft).

6.3. Fundation

Aufgrund der Randbedingungen empfehlen wir die geplante Tragplatte für die Geleise auf Mikropfählen im tragfähigen Felsuntergrund zu fundieren. Wir empfehlen das Lockergestein für die Bemessung der Pfähle aufgrund der Setzungsanfälligkeit und Heterogenität der Schotter nicht zu berücksichtigen und die Lasten nur im Fels abzutragen. Zudem muss auch eine potentielle Schwächung im Bereich des verwitterten, aufgeweichten Felsuntergrundes berücksichtigt werden (Risiko des Durchstanzens). Wir empfehlen daher die Pfähle min. 3 m in den Felsuntergrund einzubinden.

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zum Birsig empfehlen wir ein Pfahlsystem mit verrohrten Bohrungen und einem **SwissGewi-Stab mit doppeltem Korrosionsschutz** (werkseitig vorinjiziertes Kunststoff-Hüllrohr) vorzusehen. Die Gefahr von abfliessendem Injektionsgut mit zugehöriger Korrosionsgefährdung kann dadurch minimiert werden.

Für die Bemessungen der Pfähle können folgende charakteristischen äusseren Tragwiderstände (Bruch des anstehenden Baugrundes) berücksichtigt werden:

Künstliche Auffüllung und Birsig-Schotter
Wir empfehlen wegen der Setzungsanfälligkeit und aufgrund der Nähe zur bestehenden Stützmauer sowie der heterogenen Ausbildung die künstliche Auffüllung wie auch die Birsigschotter rechnerisch keine Tragwiderstände zu berücksichtigen.

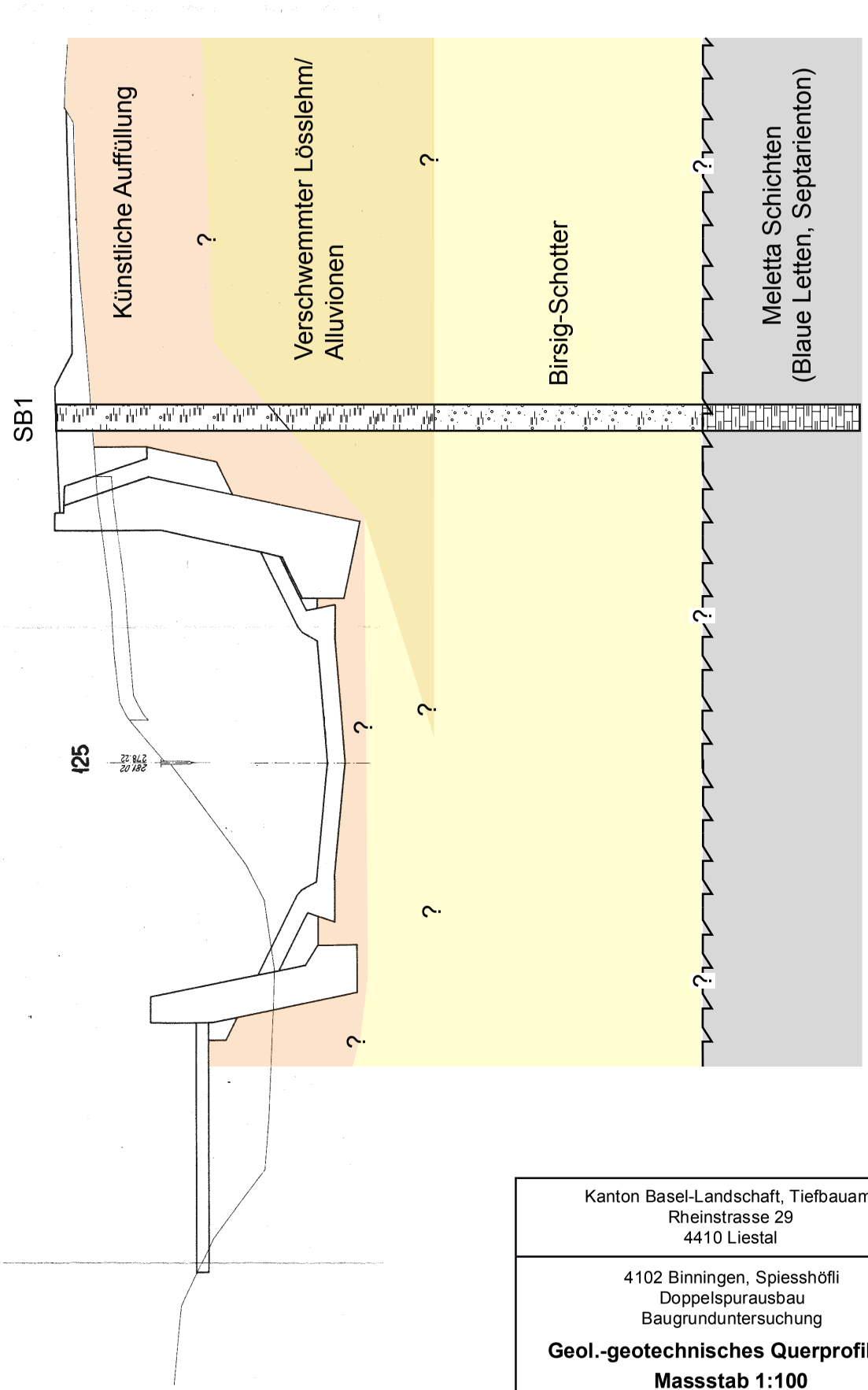
Meletta-Schichten (min. 3.0 m Einbindung im Fels)

Mantelreibung	$\sigma_{m,k\ (Druck)}$	=	100 - 150	kN/m^2
Mantelreibung	$\sigma_{m,k\ (Zug)}$	=	80 - 120	kN/m^2
Spitzenwiderstand	$\sigma_{s,k}$	=	4‘000 - 7‘000	kN/m^2

6.4. Massnahmen betreffend Wasser

Gemäss den durchgeführten Sondierbohrungen ist ab einer Tiefe von ca. 3.2 m unter Terrain mit Grundwasser zu rechnen. Aufgrund der Ausführung der Mikropfähle im Lufthebeverfahren ist aber mit keinen negativen Auswirkungen auf den Bauvorgang zu rechnen.

Geologisch-geotechnisches Querprofil A-A‘, Massstab 1:100



Kanton Basel-Landschaft, Tiefbauamt Rheinstrasse 29 4410 Liestal		
4102 Binningen, Spiesshöfli Doppelspurausbau Baugrunduntersuchung **Geol.-geotechnisches Querprofil A-A‘** **Massstab 1:100**		
PFIRTER NYFELER + PARTNER AG Geologie, Geotechnik, Spezialtiefbau Gartenstrasse 15 4132 Muttenz Tel. 061-467 68 30 Fax 061-467 68 36 E-Mail info@pnpmu.ch	479456.0000 15.05.2017	gez. mae kontr. juf

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Tragkonstruktion

Projekt	L10/17_Gesamtsanierung Leymental
Projektnummer	2036
Version	1
Datum	25.09.2025
Ersteller	H. Städelin
Kontrolliert	

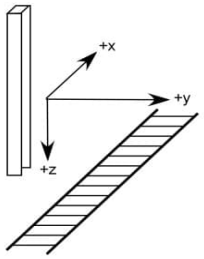
projektplan
präzis geplant

Mast	17.072.1	mit Fahrdrahtzug	10.0 kN	Staudruck	1.1 kN/m2

Belastungskombination	B	Ständige	Wind		Temperatur
Teilsicherheitsfaktor		1.3	1.3		5°

Kräfte und Momente

	Bemessungsnivaux		Charakteristisch	
Mast Nr.	Mast 17.072.1		Mast 17.072.1	
Mast type	HEB240			
Stahlsorte	S235RJ			
Horizontale Kraft quer z. Gleis Fy	13.4 kN		10.3 kN	
Moment quer zum Gleis Mx	101.3 kNm		77.9 kNm	
Spitzenzug	9.2 kN			
Horizont. Kraft parall. z. Gl. Fx	8.0 kN		6.2 kN	
Moment parallel z. Gleis My	48.5 kNm		37.3 kNm	
Spitzenzug	4.4 kN		3.4 kN	
Vertikale Kraft Fz	15.0 kN		11.6 kN	
Anker	kein Anker			
Mastauslastung bei Windlast in massgebender Richtung			Fundament	
Max Spannung	211 N/mm^2		DP2	
Auslastung	94%		53%	Schraubenauslastung
Masgebende Windrichtung	Wind Parallel		58%	Fundamentauslastung



Horizontale Verschiebung Quer zum Gleis

Verschiebungen Quer zum Gleis	Mast 17.072.1			
Verschiebung durch Windbelastung Fahrdraht	14.7 mm	0.0 mm	Zulässige Verschiebung	40 mm
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.52%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	0.89%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Horizontale Verschiebung Parallel zum Gleis

Verschiebungen Parallel zum Gleis	Mast 17.072.1			
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.00%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	1.09%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Ankerkräfte

	Mast 17.072.1	
Anker Druckstütze	kein Anker	kein Anker
Horizontale Kraft	0.0 kN	0.0 kN
Vertikal Kraft Fz	0.0 kN	0.0 kN
Kraft in Anker/Druckstütze	0.0 kN	0.0 kN
Länge Anker/Druckstütze	8.491 m	8.732 m

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Tragkonstruktion

projektplan
präzis geplant

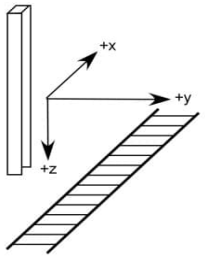
Projekt	L10/17_Gesamtsanierung Leymental
Projektnummer	2036
Version	1
Datum	10.03.2026
Ersteller	H. Städelin
Kontrolliert	

Mast	17.075_BiM1	mit Fahrdrahtzug	10.0 kN	Staudruck	1.1 kN/m2

Belastungskombination	B	Ständige	Wind		Temperatur
Teilsicherheitsfaktor		1.3	1.3		5°

Kräfte und Momente

	Bemessungsnivaux		Charakteristisch	
Mast Nr.	ast 17.075_BiM		ast 17.075_BiM	
Mast type	HEB260			
Stahlsorte	S235RJ			
Horizontale Kraft quer z. Gleis Fy	14.4 kN		11.1 kN	
Moment quer zum Gleis Mx	106.3 kNm		81.7 kNm	
Spitzenzug	9.7 kN			
Horizont. Kraft parall. z. Gl. Fx	8.7 kN		6.7 kN	
Moment parallel z. Gleis My	52.9 kNm		40.7 kNm	
Spitzenzug	4.8 kN		3.7 kN	
Vertikale Kraft Fz	16.3 kN		12.5 kN	
Anker	kein Anker			
Mastauslastung bei Windlast in massgebender Richtung			**Fundament**	
Max Spannung	190 N/mm^2		DP2	
Auslastung	85%		58%	Schraubenauslastung
Masgebende Windrichtung	Wind Parallel		61%	Fundamentauslastung



Horizontale Verschiebung Quer zum Gleis

Verschiebungen Quer zum Gleis	Mast 17.075_B			
Verschiebung durch Windbelastung Fahrdraht	10.8 mm	0.0 mm	Zulässige Verschiebung	40 mm
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.43%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	0.71%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Horizontale Verschiebung Parallel zum Gleis

Verschiebungen Parallel zum Gleis	Mast 17.075_B			
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.00%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	0.92%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Ankerkräfte

	ast 17.075_BiM	
Anker Druckstütze	kein Anker	kein Anker
Horizontale Kraft	0.0 kN	0.0 kN
Vertikal Kraft Fz	0.0 kN	0.0 kN
Kraft in Anker/Druckstütze	0.0 kN	0.0 kN
Länge Anker/Druckstütze	8.491 m	8.732 m

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Tragkonstruktion

Projekt	L10/17_Gesamtsanierung Leymental
Projektnummer	2036
Version	1.1
Datum	10.03.2026
Ersteller	H. Städelin
Kontrolliert	

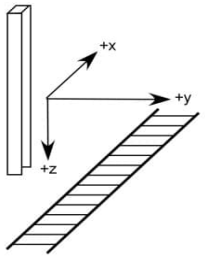
projektplan
präzis geplant

Mast	17.076_BiM2	mit Fahrdrahtzug	10.0 kN	Staudruck	1.1 kN/m2

Belastungskombination	B	Ständige	Wind		Temperatur
Teilsicherheitsfaktor		1.3	1.3		5°

Kräfte und Momente

	Bemessungsnivaux		Charakteristisch	
Mast Nr.	ast 17.076_BiM		ast 17.076_BiM	
Mast type	HEB260			
Stahlsorte	S235RJ			
Horizontale Kraft quer z. Gleis Fy	16.9 kN		13.0 kN	
Moment quer zum Gleis Mx	120.8 kNm		92.9 kNm	
Spitzenzug	11.0 kN			
Horizont. Kraft parall. z. Gl. Fx	8.5 kN		6.5 kN	
Moment parallel z. Gleis My	51.0 kNm		39.2 kNm	
Spitzenzug	4.6 kN		3.6 kN	
Vertikale Kraft Fz	15.9 kN		12.2 kN	
Anker	kein Anker			
Mastauslastung bei Windlast in massgebender Richtung			**Fundament**	
Max Spannung	199 N/mm^2		DP2	
Auslastung	89%		65%	Schraubenauslastung
Masgebende Windrichtung	Wind Parallel		69%	Fundamentauslastung



Horizontale Verschiebung Quer zum Gleis

Verschiebungen Quer zum Gleis	Mast 17.076_B			
Verschiebung durch Windbelastung Fahrdraht	10.4 mm	0.0 mm	Zulässige Verschiebung	40 mm
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.53%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	0.80%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Horizontale Verschiebung Parallel zum Gleis

Verschiebungen Parallel zum Gleis	Mast 17.076_B			
Verschiebung Mastspitze aus ständige Lasten	0.00%	0.00%	Zulässige Verschiebung	1.00%
Verschiebung Mastspitze aus ständige + veränderl. Lasten	0.88%	0.00%	Zulässige Verschiebung	2.00%

Ankerkräfte

	ast 17.076_BiM	
Anker Druckstütze	kein Anker	kein Anker
Horizontale Kraft	0.0 kN	0.0 kN
Vertikal Kraft Fz	0.0 kN	0.0 kN
Kraft in Anker/Druckstütze	0.0 kN	0.0 kN
Länge Anker/Druckstütze	8.491 m	8.732 m

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektdaten

Projektname	
Projektnummer	
Autor	
Beschreibung	
Datum	18.02.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 235, S 355
Beton	C25/30

Anhang E - Bemessung Kopfanschluss Regelstütze Dach 1

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektposition Perrondach Kopfanschluss

Bemessung

Name	Perrondach Kopfanschluss
Beschreibung	
Berechnung	Tragfähigkeit des Anschlusses

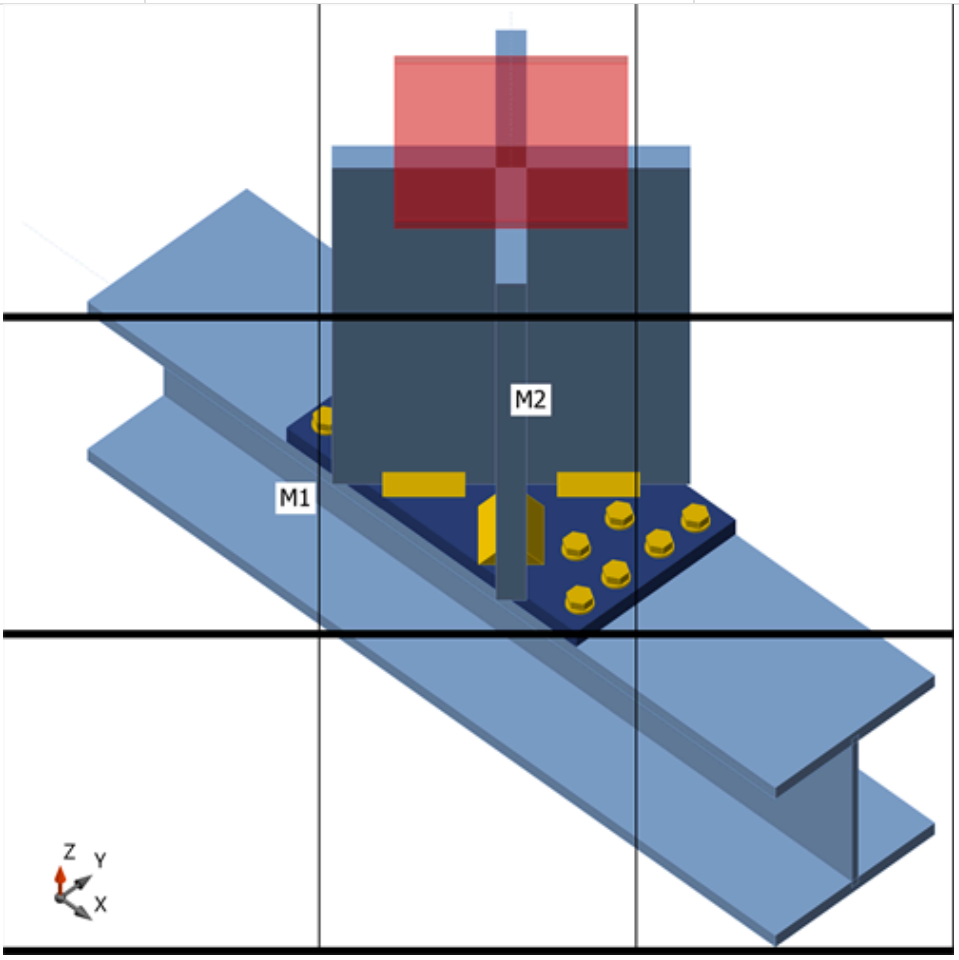
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	2 - 330*330*30(General)	0,0	90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235
2 - 330*330*30(General)	S 235, S 235, S 235, S 235

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

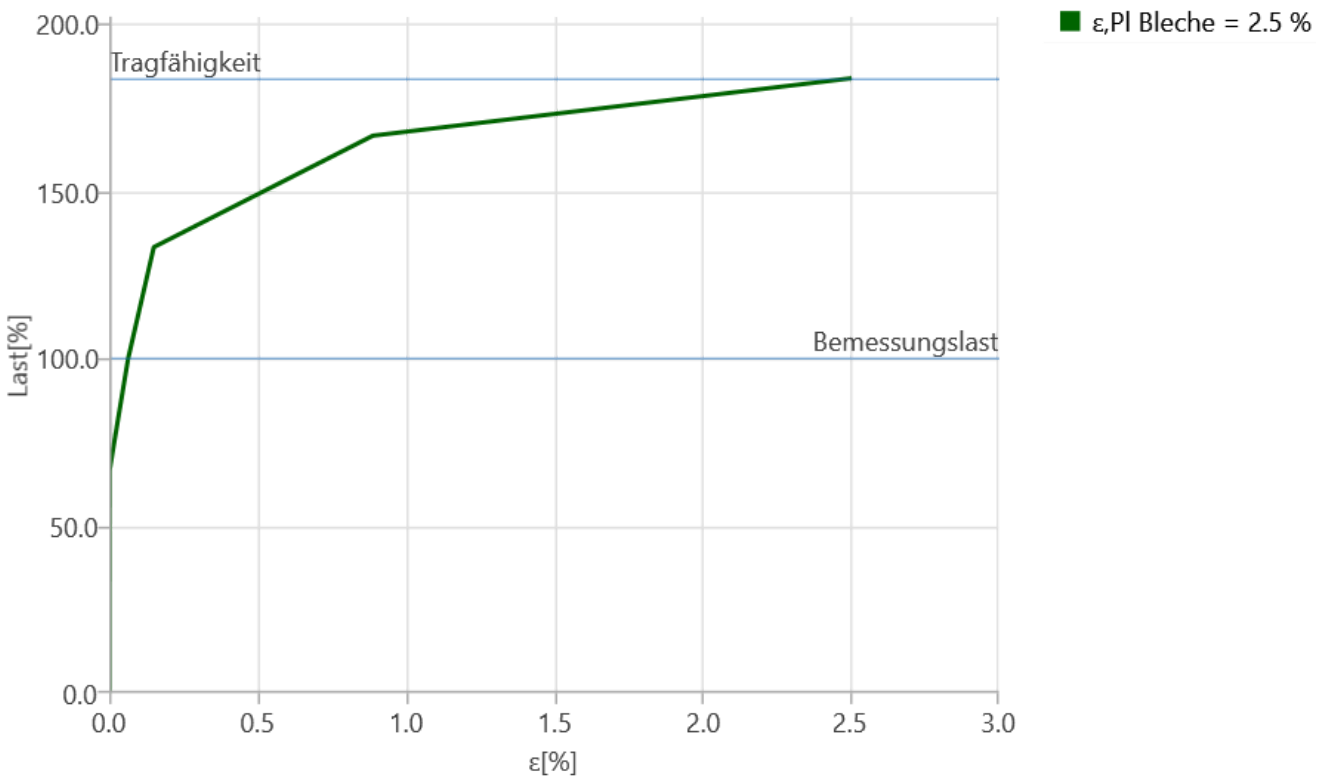
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LK150	M1 / Anfang	2,0	1,0	47,0	0,0	43,2	0,0
	M1 / Ende	2,0	1,0	67,0	0,0	-82,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
LK150	183,9



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK150

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	0,1 < 5,0%	OK
Schrauben	63,7 < 100%	OK
Schweißnähte	89,2 < 100%	OK

Platten

Name	Material	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	S 235	16,0	LK150	119,8	0,0	0,0	OK
M1-tfl 1	S 235	16,0	LK150	235,1	0,1	54,1	OK
M1-w 1	S 235	9,5	LK150	213,0	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	S 235	30,0	LK150	175,1	0,0	0,0	OK
M2-bfl 2	S 235	30,0	LK150	156,7	0,0	0,0	OK
M2-bfl 3	S 235	30,0	LK150	156,9	0,0	0,0	OK
M2-bfl 4	S 235	30,0	LK150	174,8	0,0	0,0	OK
Steifenblech1	S 355	20,0	LK150	321,7	0,0	49,2	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

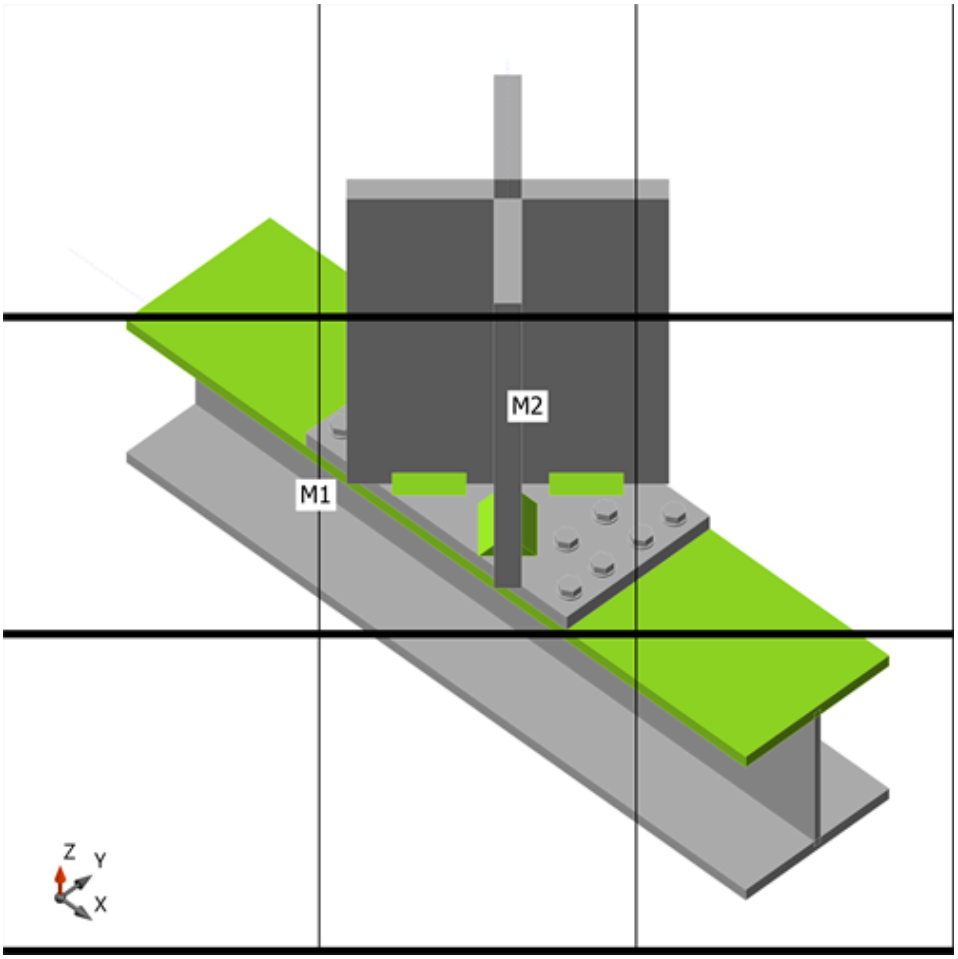
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

Autor:



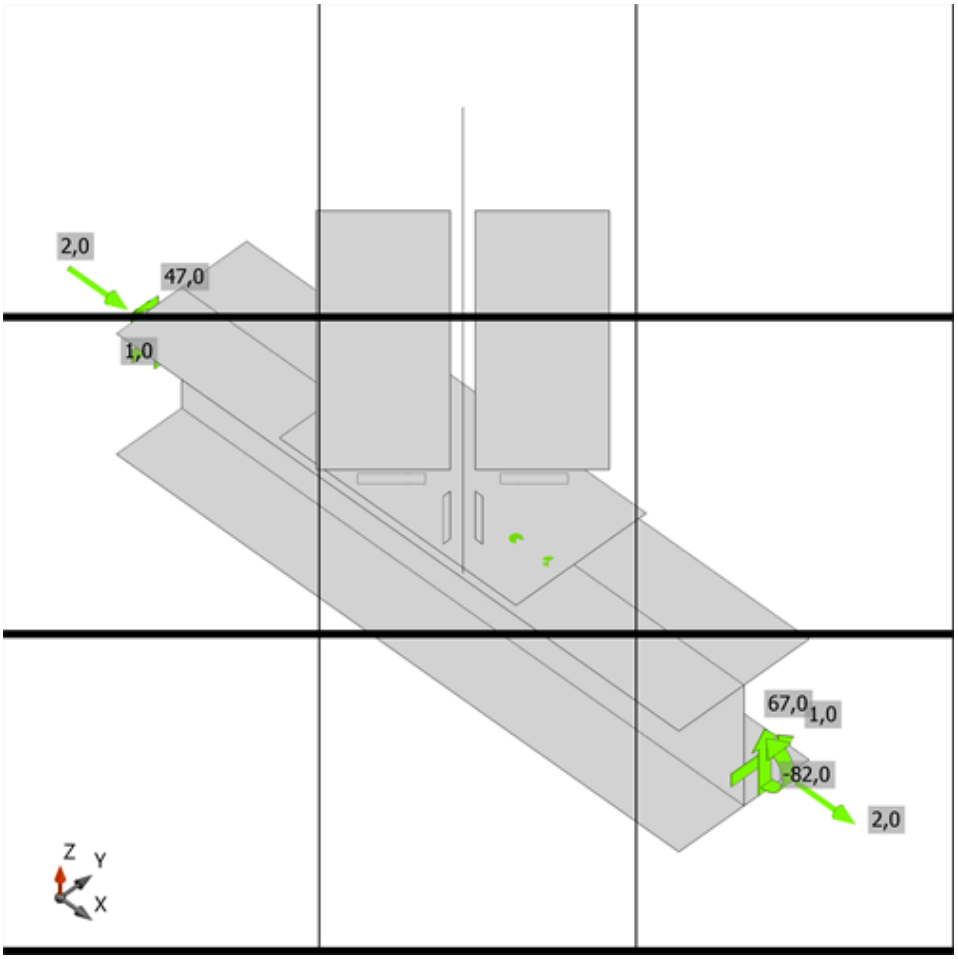
Gesamt, LK150

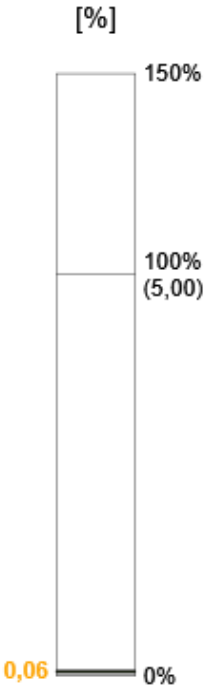
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

Autor:

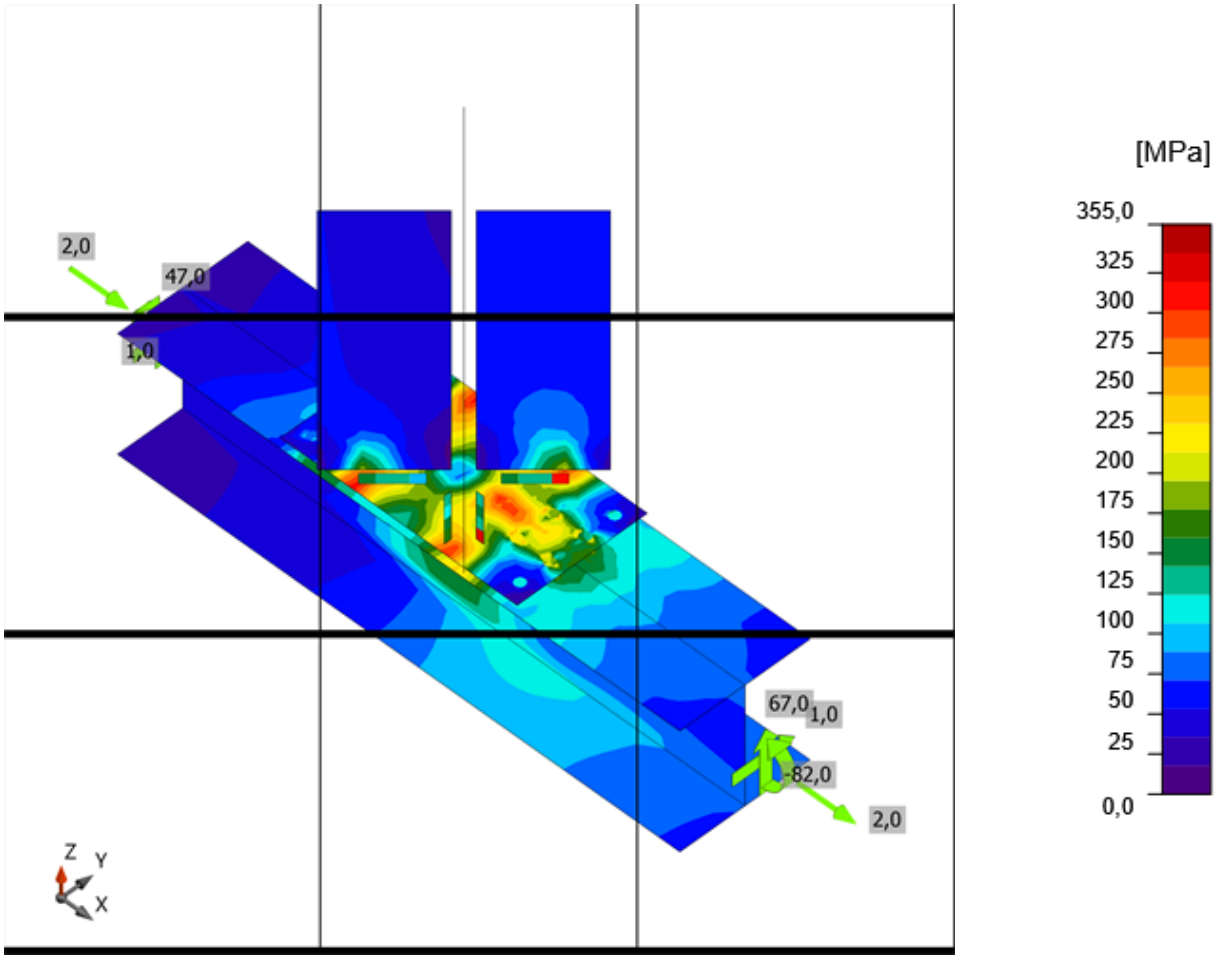




Dehnung, LK150

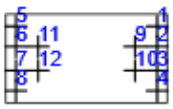
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:



Vergleichsspannung, LK150

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LK150	0,5	6,6	178,4	0,6	11,0	11,4	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LK150	1,4	4,6	184,3	1,6	7,6	8,7	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LK150	1,5	4,3	184,3	1,7	7,2	8,4	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LK150	0,6	6,3	178,9	0,7	10,4	10,9	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LK150	14,8	4,0	111,3	16,4	6,7	18,4	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LK150	8,1	4,3	184,3	8,9	7,2	13,6	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LK150	8,1	4,4	184,3	9,0	7,3	13,7	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LK150	15,0	4,1	108,1	16,6	6,7	18,6	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LK150	0,0	4,6	184,3	0,0	7,7	7,7	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LK150	0,0	4,2	184,3	0,0	6,9	6,9	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LK150	57,2	4,8	184,3	63,2	8,0	53,1	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LK150	57,6	5,0	184,3	63,7	8,2	53,7	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	220,4	60,3

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

$F_{t,Ed}$	Zugkraft
$F_{v,Ed}$	Resultierende der Schraubenscherkräfte Vy und Vz in Scherebenen
$F_{b,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Platte nach EN 1993-1-8 Tab. 3.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Interaktion von Zug und Schub EN_1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{t,Rd}$	Zugtragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$B_{p,Rd}$	Durchstanztragfähigkeit nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{v,Rd}$	Schertragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4

Schweißnähte

Position	Kante	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Steifenblech1	M2-bfl 1	◢ 12,0 ◣	80	LK150	170,9	0,0	3,5	-93,6	-31,0	47,5	37,1	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	80	LK150	321,0	0,0	-216,7	119,6	-66,2	89,2	49,8	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 2	◢ 12,0 ◣	80	LK150	287,8	0,0	203,3	99,7	62,4	79,9	56,7	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	80	LK150	164,8	0,0	-16,2	-87,4	36,3	45,8	35,5	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 3	◢ 12,0 ◣	80	LK150	150,8	0,0	-22,1	79,9	-32,2	41,9	34,0	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	80	LK150	285,1	0,0	198,4	-96,4	-68,5	79,2	54,5	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 4	◢ 12,0 ◣	80	LK150	317,1	0,0	-212,2	-116,3	70,6	88,1	50,4	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	80	LK150	158,9	0,0	9,2	86,6	29,7	46,8	36,7	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360,0	0,80	360,0	259,2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektdaten

Projektname	
Projektnummer	
Autor	
Beschreibung	
Datum	18.02.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 235, S 355
Beton	C25/30

Anhang E - Bemessung Kopfanschluss Stütze Dach 1 mit Fahrleitungsmast

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektposition Perrondach Kopfanschluss

Bemessung

Name	Perrondach Kopfanschluss
Beschreibung	
Berechnung	Tragfähigkeit des Anschlusses

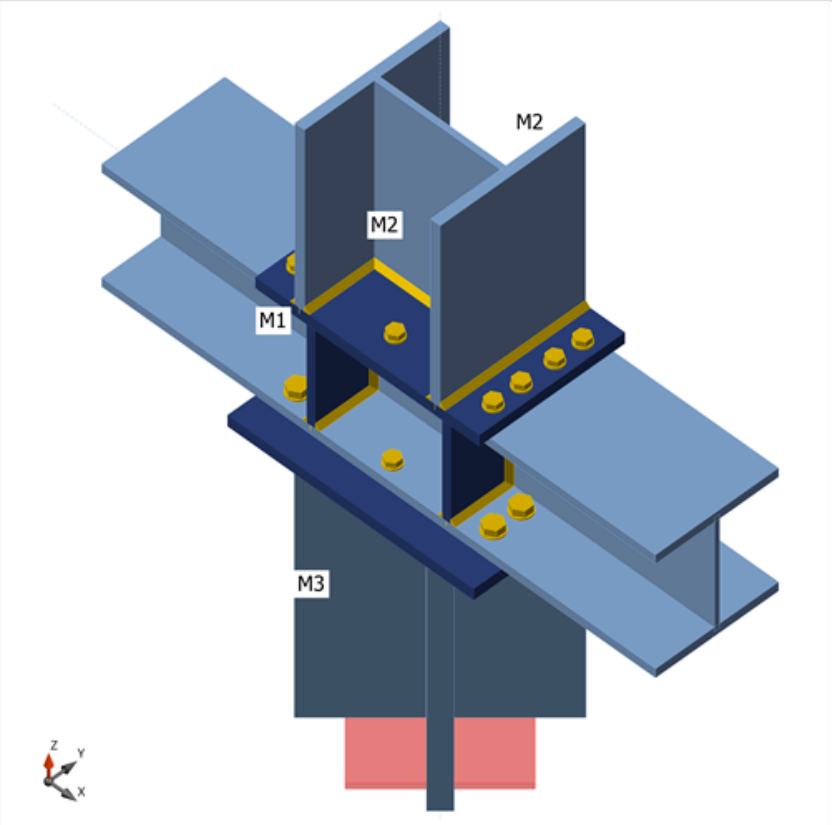
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	3 - HEB260	0,0	90,0	0,0	130	0	0
M3	5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	0,0	-90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende		Knoten	0
M3 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 355
3 - HEB260	S 235
5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	S 355, S 355, S 355, S 355

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201
M20 8.8	20	640,0	800,0	314

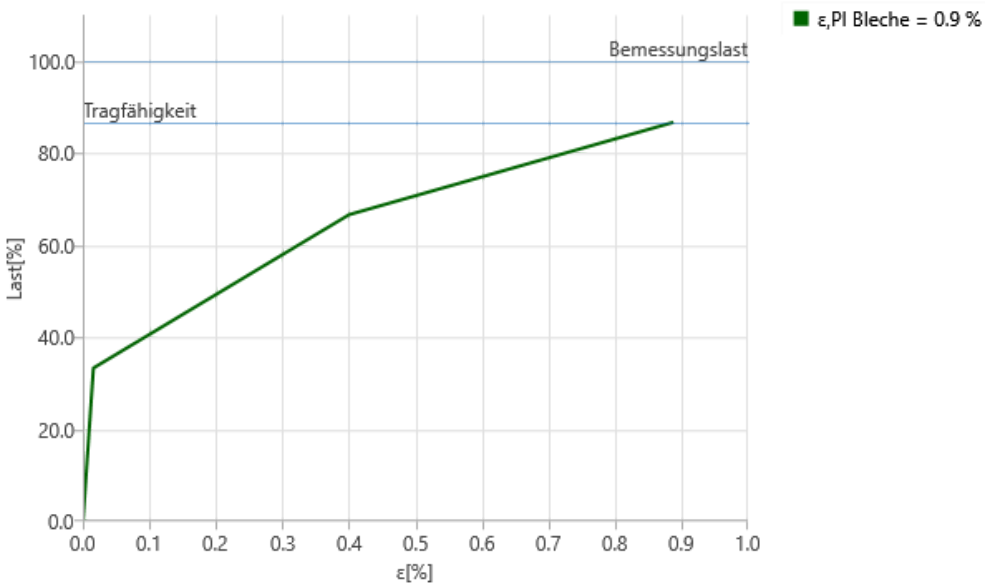
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17.075.1M1 y	M1 / Anfang	-4,0	0,0	-65,0	0,0	-81,1	0,0
	M1 / Ende	4,0	0,0	-50,0	0,0	21,0	0,0
	M2 / Ende	-19,0	0,0	17,0	0,0	-91,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
17.075.1M1 y	86,7



Tragfähigkeit des Anschlusses, 17.075.1M1 y

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	2,2 < 5,0%	OK
Schrauben	98,8 < 100%	OK
Schweißnähte	101,4 > 100%	**Nicht OK!**

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Platten

Name	Material	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	S 355	16,0	17.075.1M1 y	358,7	1,7	183,2	OK
M1-tfl 1	S 355	16,0	17.075.1M1 y	355,4	0,2	53,2	OK
M1-w 1	S 355	9,5	17.075.1M1 y	355,0	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	S 235	17,5	17.075.1M1 y	235,3	0,1	0,0	OK
M2-tfl 1	S 235	17,5	17.075.1M1 y	218,8	0,0	0,0	OK
M2-w 1	S 235	10,0	17.075.1M1 y	224,2	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,0	0,0	OK
M3-bfl 2	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK
M3-bfl 3	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,0	0,0	OK
M3-bfl 4	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK
Steifenblech1	S 235	20,0	17.075.1M1 y	236,8	0,8	95,6	OK
Steifenblech2	S 355	20,0	17.075.1M1 y	359,6	2,2	158,2	OK
Rippe1a	S 235	15,0	17.075.1M1 y	235,4	0,2	0,0	OK
Rippe1b	S 235	15,0	17.075.1M1 y	235,4	0,2	0,0	OK
Rippe1c	S 235	15,0	17.075.1M1 y	236,7	0,8	0,0	OK
Rippe1d	S 235	15,0	17.075.1M1 y	236,7	0,8	0,0	OK

Bemessungsdaten

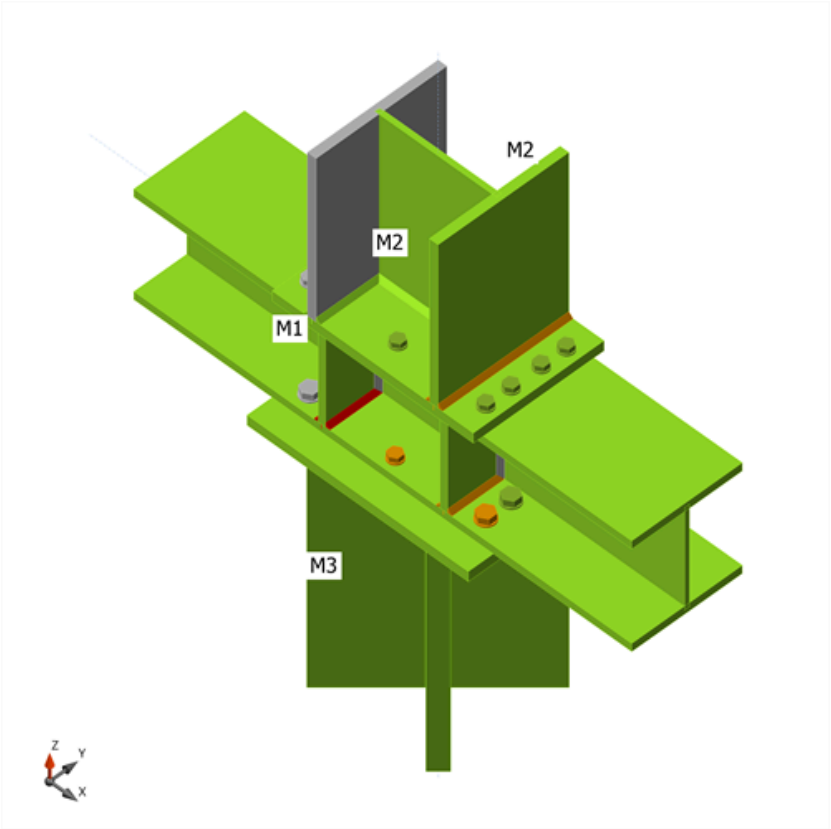
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0
S 235	235,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

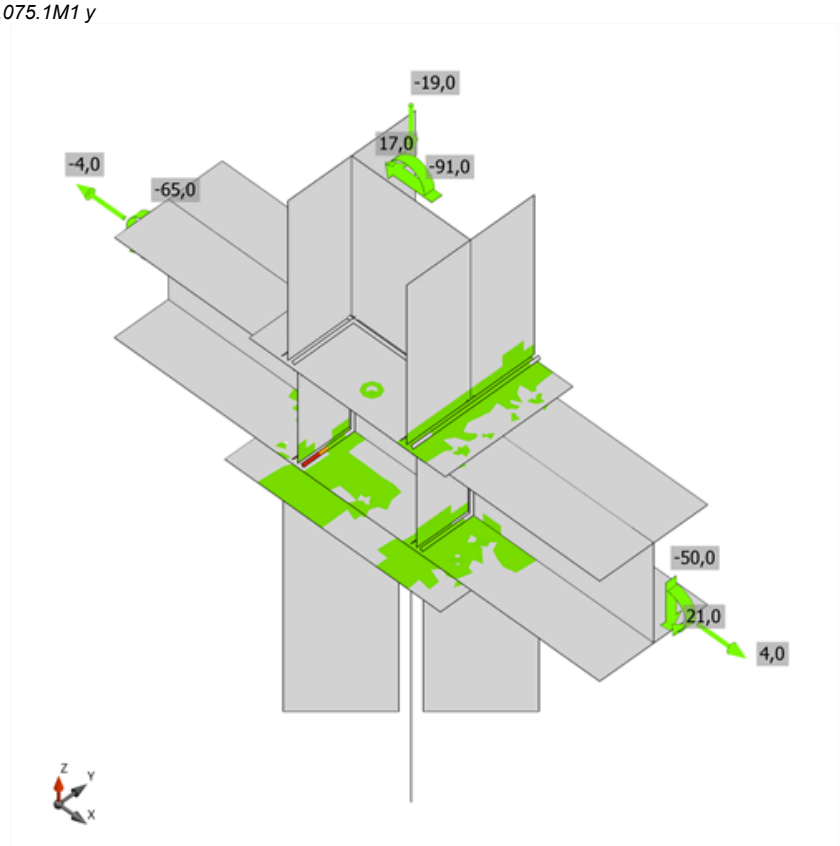
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

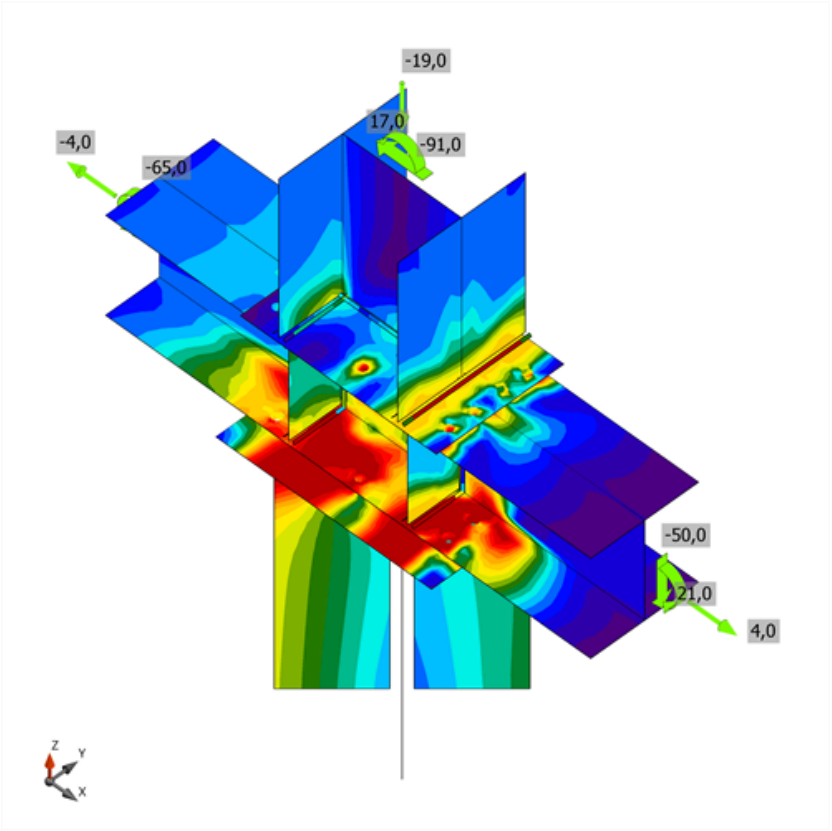


Gesamt, 17.075.1M1 y



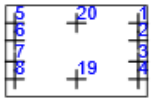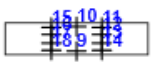
Dehnung, 17.075.1M1 y

Projekt:
Projektnummer:
Autor:



Vergleichsspannung, 17.075.1M1 y

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	76,8	7,1	93,4	84,9	11,8	72,5	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	77,8	8,3	93,4	86,0	13,8	75,2	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	77,9	8,3	93,4	86,1	13,8	75,3	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	76,9	7,2	93,4	85,1	11,9	72,7	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	0,2	3,1	93,4	0,3	5,1	5,3	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	0,0	2,4	93,4	0,0	3,9	3,9	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	0,0	2,3	93,4	0,0	3,9	3,9	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	0,2	3,1	93,4	0,2	5,1	5,2	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 2	17.075.1M1 y	86,3	10,4	219,7	95,4	17,3	85,4	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 2	17.075.1M1 y	86,3	10,4	219,7	95,4	17,2	85,4	OK	OK
	B11	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	139,4	9,3	142,5	98,8	9,9	80,4	OK	OK
	B12	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	130,8	8,4	159,2	92,7	9,0	75,2	OK	OK
	B13	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	130,6	8,4	159,2	92,6	8,9	75,1	OK	OK
	B14	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	139,0	9,4	136,4	98,5	10,0	80,3	OK	OK
	B15	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	3,2	21,0	159,2	2,2	22,3	23,9	OK	OK
	B16	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	0,0	10,7	199,0	0,0	11,4	11,4	OK	OK
	B17	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	0,0	10,8	199,0	0,0	11,4	11,4	OK	OK
	B18	M20 8.8 - 3	17.075.1M1 y	4,1	21,0	159,2	2,9	22,3	24,4	OK	OK
	B19	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	72,4	2,4	139,4	80,1	4,0	61,2	OK	OK
	B20	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	72,5	2,4	139,5	80,2	3,9	61,2	OK	OK

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

IDEA StatiCa®
Calculate yesterday's estimates

Bemessungsdaten

Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	275,5	60,3
M16 8.8 - 2	90,4	300,0	60,3
M20 8.8 - 3	141,1	375,5	94,1

Erläuterung von Symbolen

$F_{t,Ed}$	Zugkraft
$F_{v,Ed}$	Resultierende der Schraubenscherkräfte Vy und Vz in Scherebenen
$F_{b,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Platte nach EN 1993-1-8 Tab. 3.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Interaktion von Zug und Schub EN_1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{t,Rd}$	Zugtragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$B_{p,Rd}$	Durchstanztragfähigkeit nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{v,Rd}$	Schertragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

IDEA StatiCa
Calculate yesterday's estimates

Schweißnähte

Position	Kante	Material	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Steifenblech1	M2-bfl 1	S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	343,3	0,0	-159,5	174,4	20,2	95,4	60,8	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	354,2	0,9	213,3	-162,6	-14,4	98,4	78,5	OK	OK
Steifenblech1	M2-tfl 1	S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	340,1	0,0	-210,9	-153,8	8,2	94,5	57,3	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	186,1	0,0	-47,0	103,9	-2,4	51,7	28,6	OK	OK
Steifenblech1	M2-w 1	S 235	◢ 6,0 ◣	241	17.075.1M1 y	276,2	0,0	-59,3	-52,1	-146,8	76,7	42,3	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	241	17.075.1M1 y	283,8	0,0	-47,0	54,2	152,2	78,8	42,7	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 1	S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	427,3	0,3	-256,2	-116,9	-159,1	98,1	70,4	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	430,6	2,2	-212,7	201,3	-78,8	98,9	89,9	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 2	S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	436,8	5,7	218,2	196,0	96,6	100,3	94,7	OK	Nicht OK!
		S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	427,1	0,2	-190,2	-155,2	-157,0	98,1	85,8	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 3	S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	430,6	2,1	-212,7	-201,2	79,0	98,9	89,8	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	427,3	0,3	-252,4	117,6	160,6	98,1	70,6	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 4	S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	427,1	0,2	-191,0	156,6	155,3	98,1	85,8	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	436,7	5,7	218,0	-195,5	-97,6	100,3	94,8	OK	Nicht OK!
M1-bfl 1	Rippe1a	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	354,1	0,9	182,8	167,2	-51,9	98,3	83,0	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	258,5	0,0	48,1	-144,8	23,5	71,8	44,9	OK	OK
M1-w 1	Rippe1a	S 235	◢ 6,0 ◣	188	17.075.1M1 y	91,9	0,0	-51,7	42,5	-10,9	25,5	17,4	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	187	17.075.1M1 y	130,6	0,0	99,5	-35,4	-33,7	38,4	24,9	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1a	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	180,2	0,0	92,7	81,1	37,4	50,1	31,5	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	164,7	0,0	73,0	-84,6	10,7	45,8	29,9	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1b	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	253,2	0,0	44,6	142,8	-17,4	70,3	43,9	OK	OK

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Position	Kante	Material	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	353,9	0,7	184,6	-166,6	51,3	98,3	82,4	OK	OK
M1-w 1	Rippe1b	S 235	◢ 6,0 ◣	187	17.075.1M1 y	134,3	0,0	100,9	35,9	36,4	38,9	25,0	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	188	17.075.1M1 y	95,1	0,0	-51,9	-44,2	12,7	26,4	17,6	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1b	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	164,2	0,0	72,9	84,3	-10,6	45,6	29,9	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	176,7	0,0	91,1	-79,8	-35,7	49,1	30,8	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1c	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	362,6	6,8	-171,7	-170,8	69,7	100,7	100,0	OK	**Nicht OK!**
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	365,1	8,5	-173,5	174,3	-63,3	101,4	100,0	OK	**Nicht OK!**
M1-w 1	Rippe1c	S 235	◢ 6,0 ◣	187	17.075.1M1 y	190,3	0,0	-58,4	-19,8	-102,7	52,9	40,0	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	188	17.075.1M1 y	174,0	0,0	-16,8	55,3	83,3	48,3	35,6	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1c	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	210,9	0,0	-97,0	-108,1	3,2	58,6	42,4	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	246,2	0,0	-128,5	117,2	31,0	68,4	50,3	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1d	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	365,2	8,6	-173,6	-174,3	63,5	101,4	100,0	OK	**Nicht OK!**
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	362,8	6,9	-171,7	170,8	-69,9	100,8	100,0	OK	**Nicht OK!**
M1-w 1	Rippe1d	S 235	◢ 6,0 ◣	188	17.075.1M1 y	176,4	0,0	-16,4	-52,6	-86,7	49,0	35,4	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	187	17.075.1M1 y	192,5	0,0	-56,7	20,5	104,2	53,5	39,9	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1d	S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	244,4	0,0	-127,2	-116,3	-31,4	67,9	50,2	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	105	17.075.1M1 y	209,8	0,0	-96,7	107,4	-3,7	58,3	42,5	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360,0	0,80	360,0	259,2
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektdaten

Projektname	
Projektnummer	
Autor	
Beschreibung	
Datum	18.02.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 235, S 355
Beton	C25/30

Anhang E - Bemessung Kopfanschluss Regelstütze Dach 2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektposition Perrondach Kopfanschluss

Bemessung

Name	Perrondach Kopfanschluss
Beschreibung	
Berechnung	Tragfähigkeit des Anschlusses

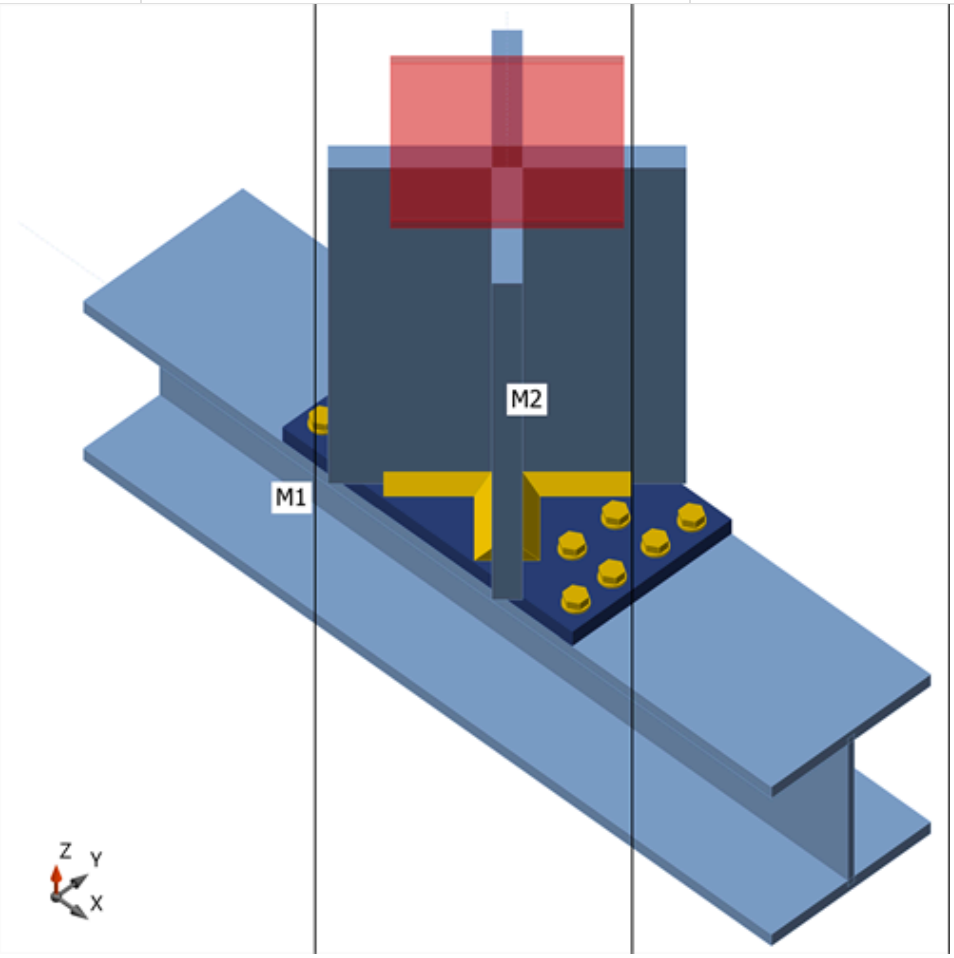
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	2 - 330*330*30(General)	0,0	90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235
2 - 330*330*30(General)	S 235, S 235, S 235, S 235

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

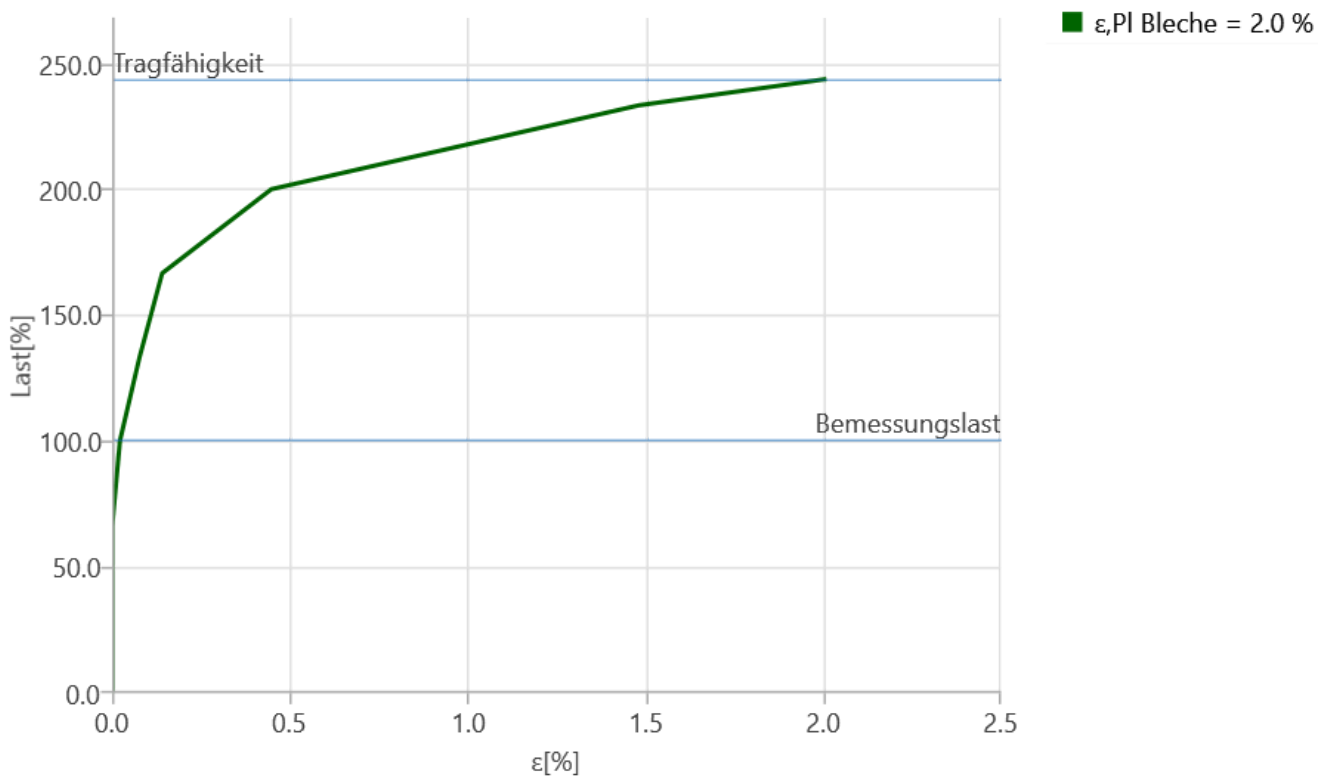
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LK29	M1 / Anfang	-1,0	1,0	59,0	0,0	66,0	0,0
	M1 / Ende	-1,0	0,1	62,0	0,0	-91,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
LK29	243,8



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK29

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	0,0 < 5,0%	OK
Schrauben	32,7 < 100%	OK
Schweißnähte	70,9 < 100%	OK

Platten

Name	Material	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	S 235	16,0	LK29	128,2	0,0	0,0	OK
M1-tfl 1	S 235	16,0	LK29	235,0	0,0	39,5	OK
M1-w 1	S 235	9,5	LK29	159,3	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	S 235	30,0	LK29	126,0	0,0	0,0	OK
M2-bfl 2	S 235	30,0	LK29	80,4	0,0	0,0	OK
M2-bfl 3	S 235	30,0	LK29	80,2	0,0	0,0	OK
M2-bfl 4	S 235	30,0	LK29	125,8	0,0	0,0	OK
Steifenblech1	S 355	20,0	LK29	214,5	0,0	35,6	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0
S 355	355,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

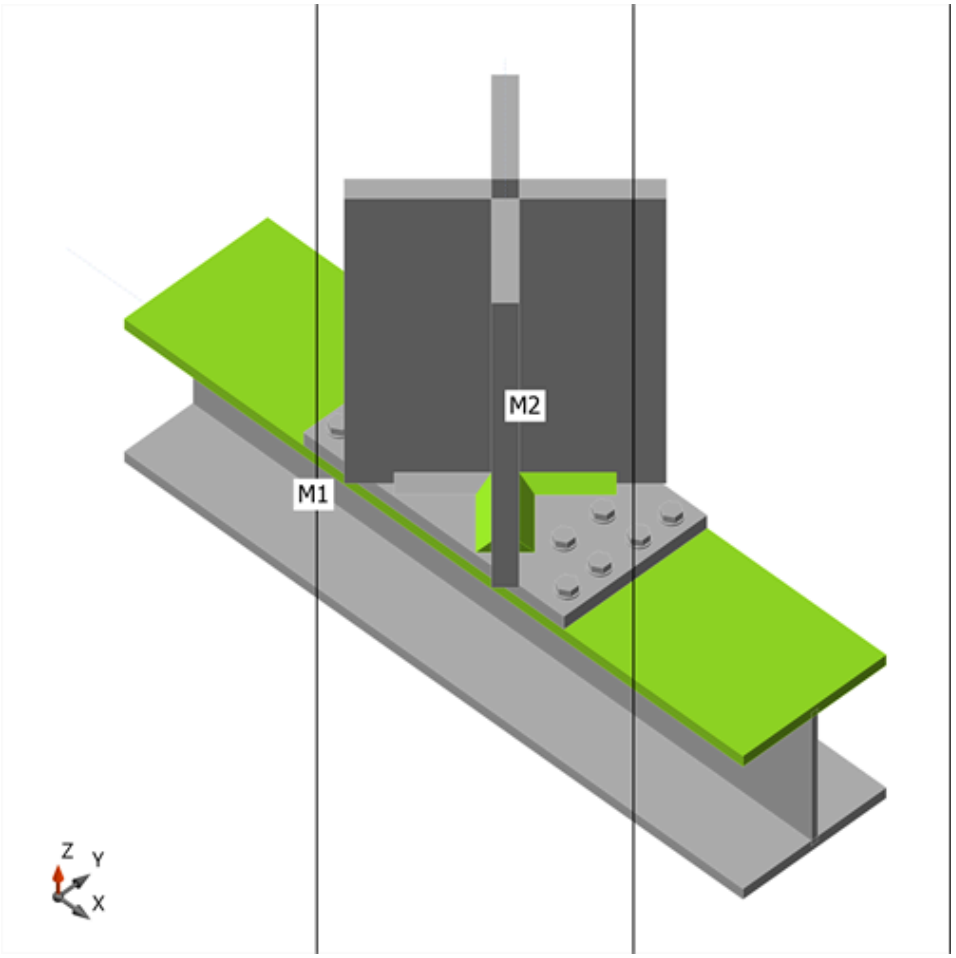
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

Autor:



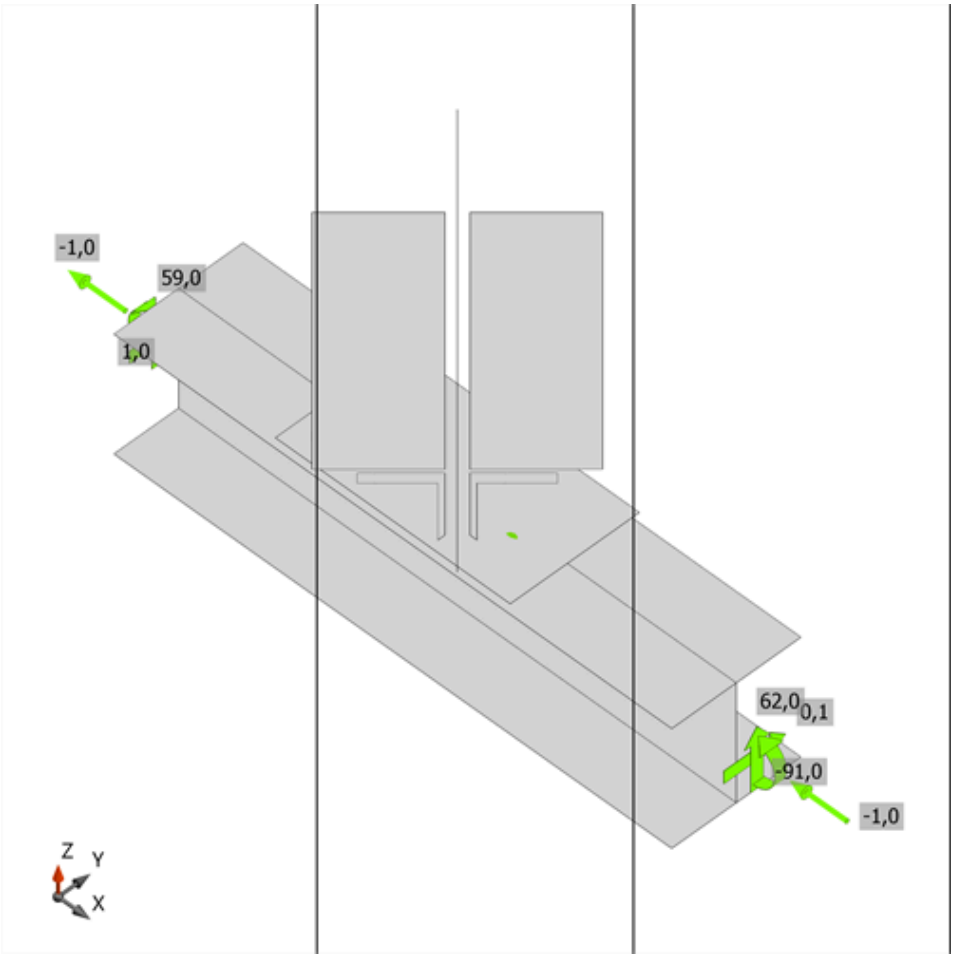
Gesamt, LK29

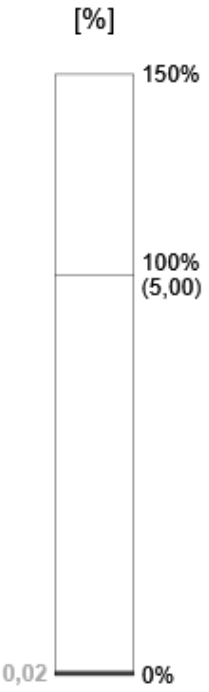
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

Autor:

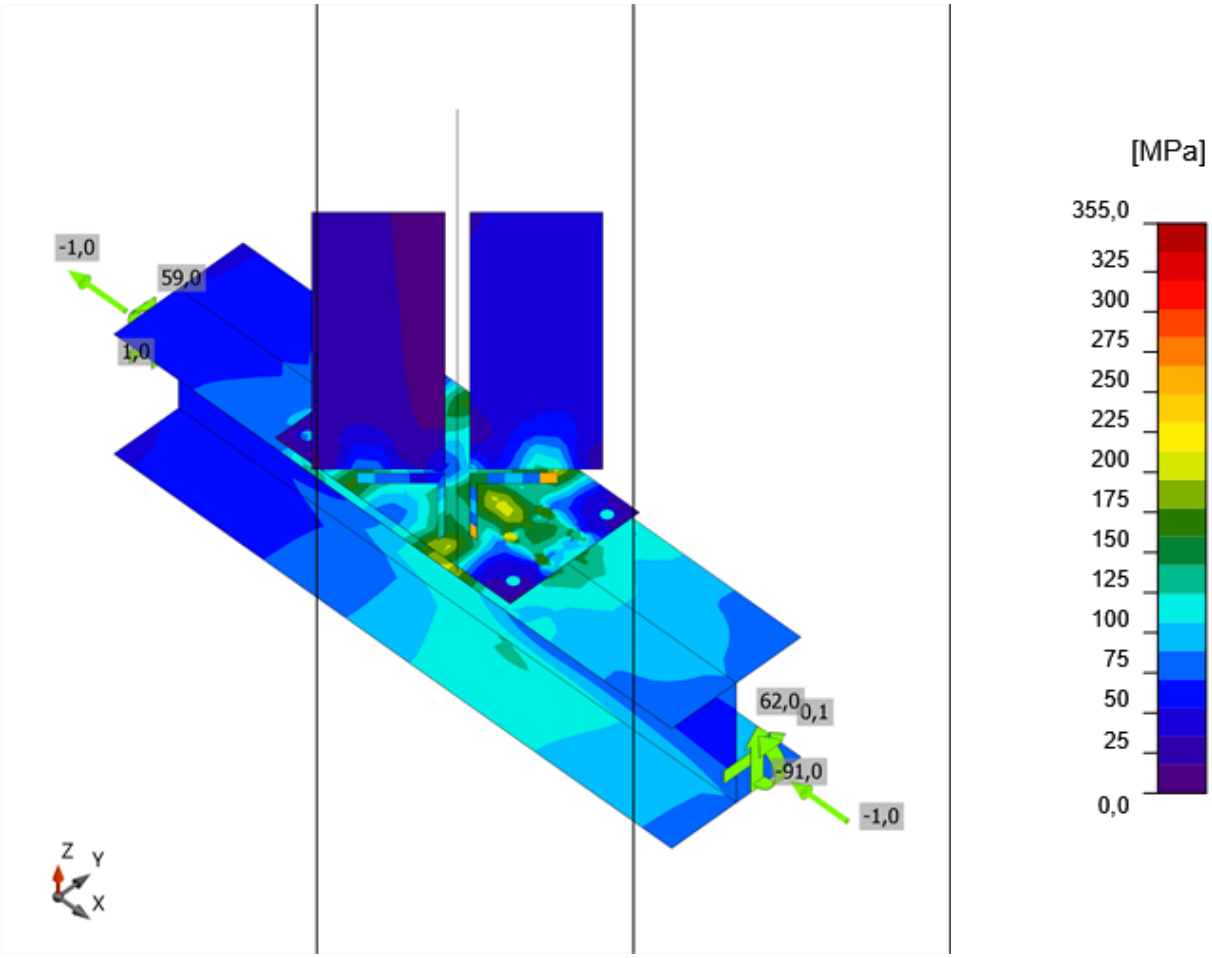




Dehnung, LK29

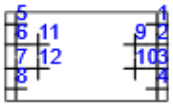
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:



Vergleichsspannung, LK29

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LK29	0,3	6,6	184,3	0,3	10,9	11,1	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LK29	0,7	5,4	184,3	0,8	9,0	9,6	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LK29	0,8	5,3	161,4	0,8	8,9	9,5	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LK29	0,3	6,4	184,3	0,4	10,6	10,9	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LK29	7,6	4,2	139,2	8,4	7,0	13,0	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LK29	4,5	4,6	161,4	5,0	7,7	11,2	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LK29	4,5	4,7	161,4	5,0	7,7	11,3	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LK29	7,7	4,2	133,0	8,5	7,0	13,1	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LK29	0,0	4,4	184,3	0,0	7,2	7,2	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LK29	0,0	4,2	184,3	0,0	6,9	6,9	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LK29	29,4	4,1	141,7	32,5	6,9	30,1	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LK29	29,6	4,2	141,7	32,7	6,9	30,2	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	220,4	60,3

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

$F_{t,Ed}$	Zugkraft
$F_{v,Ed}$	Resultierende der Schraubenscherkräfte Vy und Vz in Scherebenen
$F_{b,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Platte nach EN 1993-1-8 Tab. 3.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Interaktion von Zug und Schub EN_1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{t,Rd}$	Zugtragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$B_{p,Rd}$	Durchstanztragfähigkeit nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{v,Rd}$	Schertragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4

Schweißnähte

Position	Kante	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Steifenblech1	M2-bfl 1	◢ 12,0 ◣	105	LK29	129,1	0,0	-18,0	-43,2	-59,8	35,9	27,3	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	105	LK29	254,6	0,0	-159,7	104,0	-47,8	70,7	44,0	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 2	◢ 12,0 ◣	105	LK29	174,8	0,0	115,3	69,6	30,2	48,5	34,5	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	105	LK29	96,2	0,0	2,0	-47,7	28,4	26,7	22,0	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 3	◢ 12,0 ◣	105	LK29	91,9	0,0	0,6	45,6	-27,2	25,5	20,3	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	105	LK29	175,7	0,0	115,5	-70,5	-29,4	48,8	34,7	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 4	◢ 12,0 ◣	105	LK29	255,4	0,0	-160,1	-105,2	46,2	70,9	43,7	OK	OK
		◢ 12,0 ◣	105	LK29	121,1	0,0	-4,9	59,7	36,2	33,6	25,3	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360,0	0,80	360,0	259,2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektdaten

Projektname	
Projektnummer	
Autor	
Beschreibung	
Datum	18.02.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 235, S 355
Beton	C25/30

Anhang E - Bemessung Kopfanschluss Stütze Dach 2 mit Fahrleitungsmast

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektposition Perrondach Kopfanschluss

Bemessung

Name	Perrondach Kopfanschluss
Beschreibung	
Berechnung	Tragfähigkeit des Anschlusses

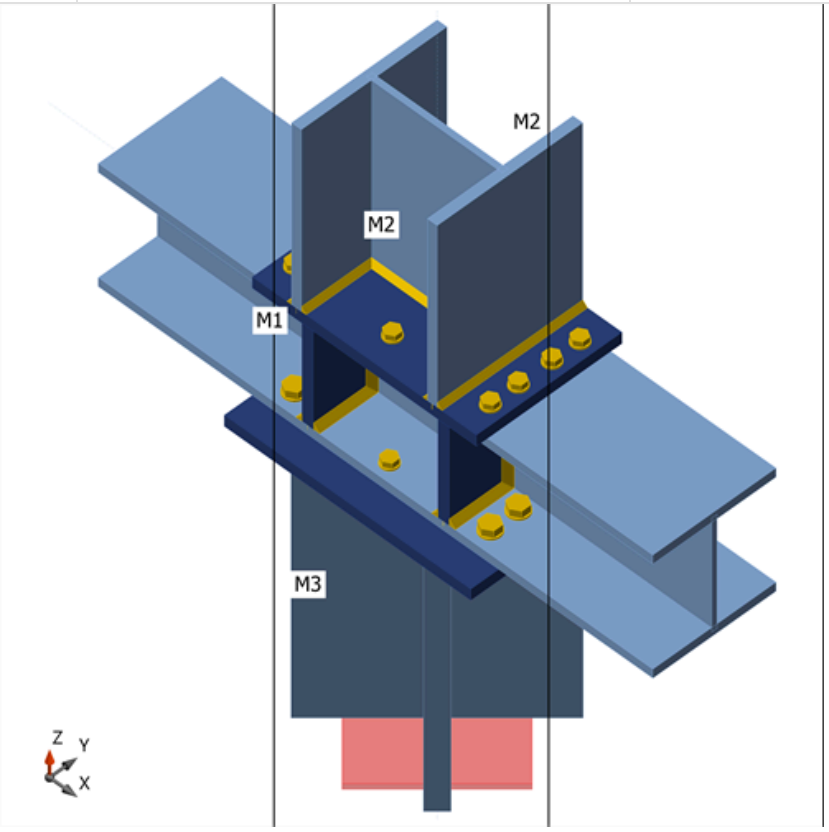
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	3 - HEB260	0,0	90,0	0,0	130	0	0
M3	5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	0,0	-90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende		Knoten	0
M3 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 355
3 - HEB260	S 235
5 - Kreuzsstütze 370x370x35 mm(General)	S 355, S 355, S 355, S 355

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201
M20 10.9	20	900,0	1000,0	314

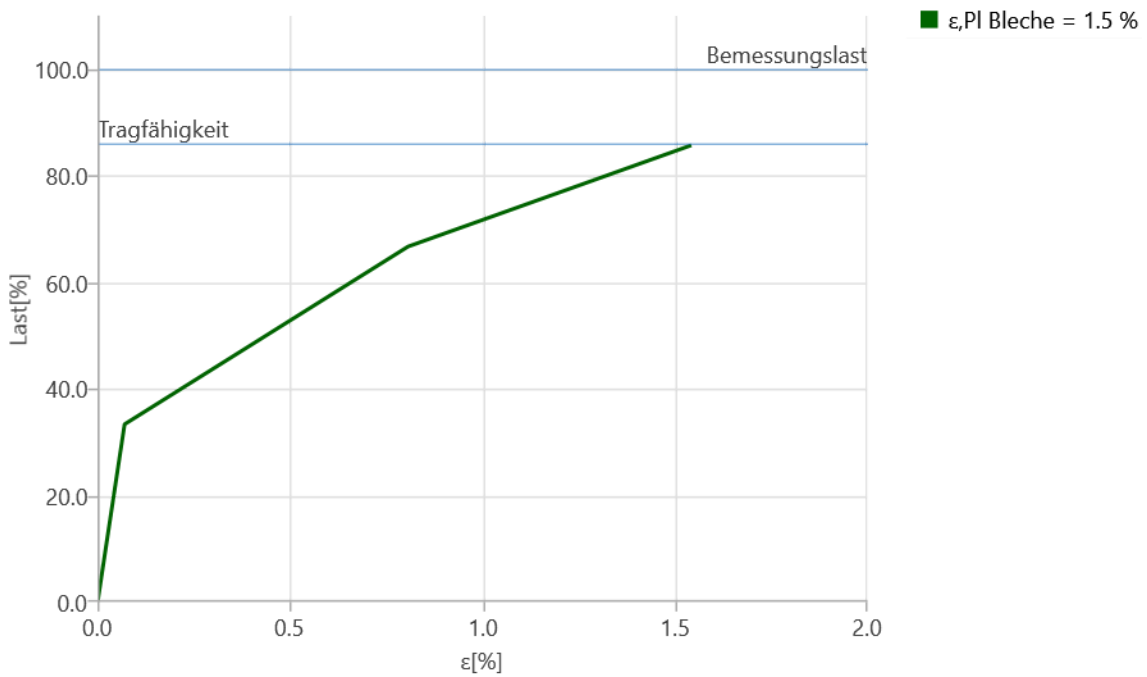
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
17.075.1M1 y	M1 / Anfang	19,0	3,0	-62,0	-12,4	-83,0	0,0
	M1 / Ende	5,0	7,0	-50,0	-12,4	22,5	0,0
	M2 / Ende	-18,0	0,0	16,0	0,0	-86,1	0,0
LK1843	M1 / Anfang	22,3	0,0	-55,0	0,0	-75,0	0,0
	M1 / Ende	3,9	1,0	-29,0	0,0	34,0	0,0
	M2 / Ende	-11,5	6,2	0,0	0,0	0,0	28,0

Nachweis

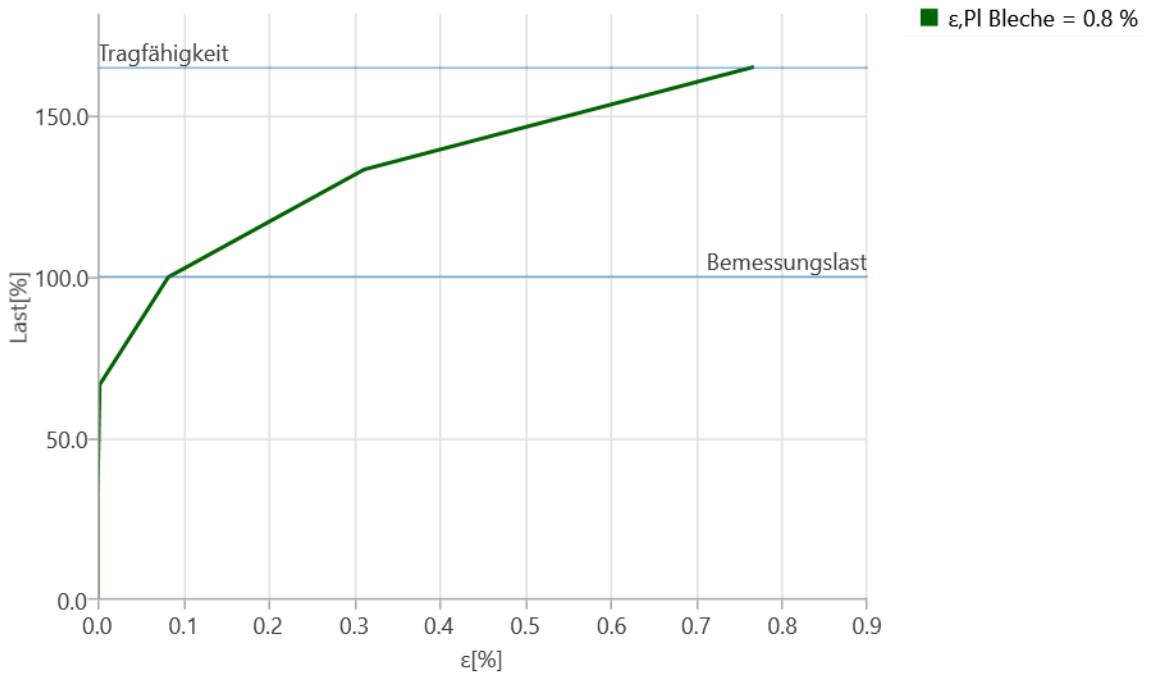
Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
17.075.1M1 y	85,7
LK1843	165,1



Tragfähigkeit des Anschlusses, 17.075.1M1 y

Projekt:
Projektnummer:
Autor:



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK1843

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	2,4 < 5,0%	OK
Schrauben	95,1 < 100%	OK
Schweißnähte	102,0 > 100%	**Nicht OK!**

Platten

Name	Material	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	S 355	16,0	17.075.1M1 y	360,0	2,4	194,0	OK
M1-tfl 1	S 355	16,0	17.075.1M1 y	356,0	0,5	48,5	OK
M1-w 1	S 355	9,5	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK
M2-bfl 1	S 235	17,5	17.075.1M1 y	235,2	0,1	0,0	OK
M2-tfl 1	S 235	17,5	17.075.1M1 y	178,1	0,0	0,0	OK
M2-w 1	S 235	10,0	17.075.1M1 y	217,5	0,0	0,0	OK
M3-bfl 1	S 355	35,0	17.075.1M1 y	334,6	0,0	0,0	OK
M3-bfl 2	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK
M3-bfl 3	S 355	35,0	17.075.1M1 y	329,3	0,0	0,0	OK
M3-bfl 4	S 355	35,0	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK
Steifenblech1	S 235	20,0	17.075.1M1 y	236,2	0,6	97,4	OK
Steifenblech2	S 355	20,0	17.075.1M1 y	357,7	1,3	109,8	OK
Rippe1a	S 355	20,0	17.075.1M1 y	355,2	0,1	0,0	OK
Rippe1b	S 355	20,0	17.075.1M1 y	355,1	0,0	0,0	OK
Rippe1c	S 355	20,0	17.075.1M1 y	312,5	0,1	0,0	OK
Rippe1d	S 355	20,0	17.075.1M1 y	355,1	0,1	0,0	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0
S 235	235,0	5,0

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

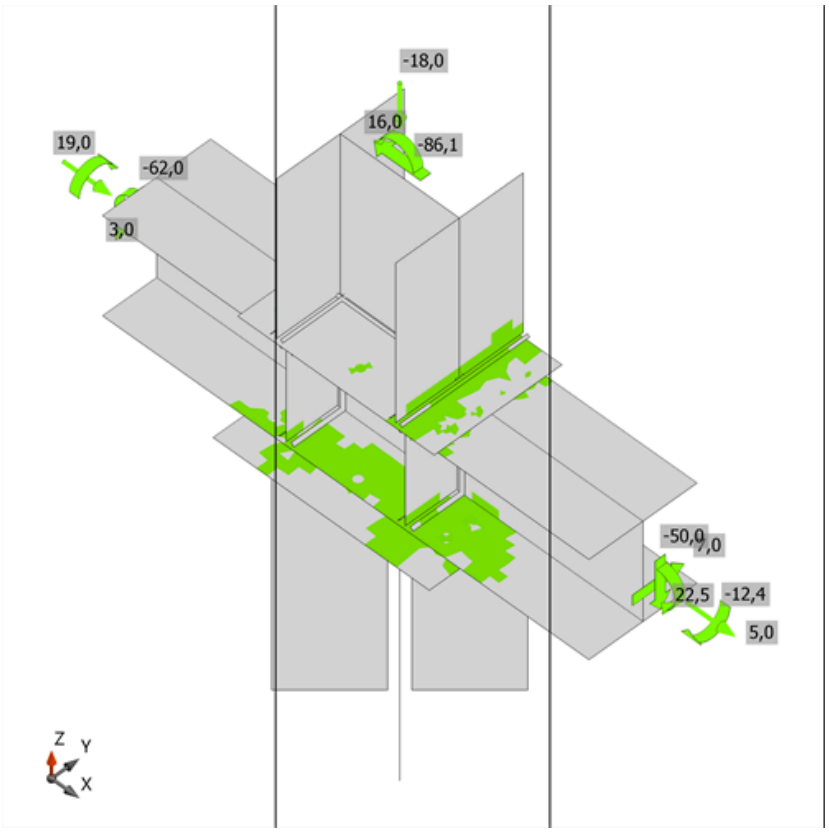
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

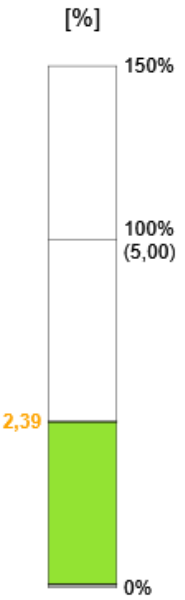


Gesamt, 17.075.1M1 y

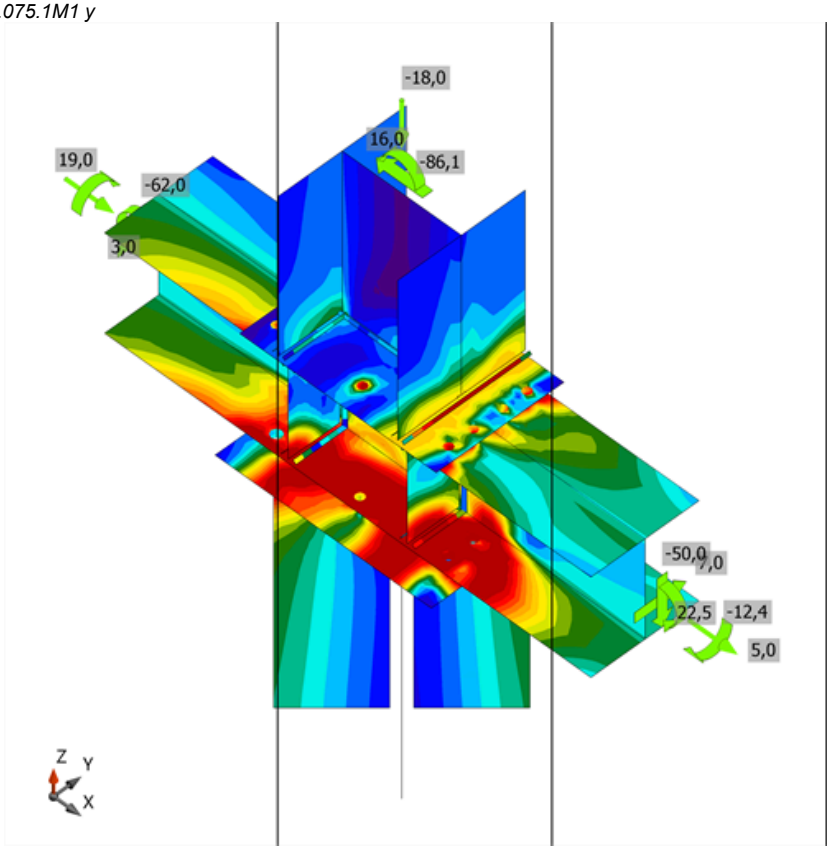
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

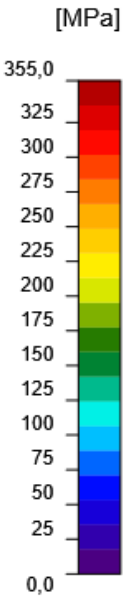
Projekt:
Projektnummer:
Autor:





Dehnung, 17.075.1M1 y



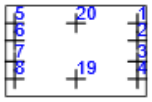


Vergleichsspannung, 17.075.1M1 y

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	75,5	2,8	93,4	83,5	4,7	64,3	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	76,2	6,7	93,4	84,3	11,1	71,3	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	76,1	9,5	93,4	84,1	15,8	75,9	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	74,7	10,8	94,6	82,6	17,8	76,9	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	4,5	3,9	201,7	5,0	6,4	10,0	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LK1843	17,1	4,7	93,8	18,9	7,8	21,3	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LK1843	35,5	4,8	93,4	39,2	8,0	36,0	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LK1843	50,6	4,5	93,4	55,9	7,5	47,4	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 2	17.075.1M1 y	80,6	10,6	103,0	89,2	17,5	81,2	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 2	17.075.1M1 y	72,6	18,0	250,9	80,3	29,8	87,1	OK	OK
	B11	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	159,2	20,0	121,8	90,2	20,4	84,9	OK	OK
	B12	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	146,3	15,2	159,2	83,0	15,5	74,8	OK	OK
	B13	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	159,6	12,9	159,2	90,5	13,2	77,8	OK	OK
	B14	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	167,8	13,2	120,8	95,1	13,5	81,4	OK	OK
	B15	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	5,8	19,5	159,2	3,3	19,9	22,3	OK	OK
	B16	M20 10.9 - 3	LK1843	2,7	8,7	185,9	1,5	8,9	9,9	OK	OK
	B17	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	0,0	14,4	313,6	0,0	14,7	14,7	OK	OK
	B18	M20 10.9 - 3	17.075.1M1 y	0,1	23,3	313,6	0,0	23,8	23,8	OK	OK
	B19	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	56,4	4,6	213,3	62,4	7,5	52,1	OK	OK
	B20	M16 8.8 - 1	17.075.1M1 y	67,7	8,5	139,4	74,8	14,1	67,6	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	275,5	60,3
M16 8.8 - 2	90,4	300,0	60,3
M20 10.9 - 3	176,4	375,5	98,0

Erläuterung von Symbolen

$F_{t,Ed}$	Zugkraft
$F_{v,Ed}$	Resultierende der Schraubenscherkräfte Vy und Vz in Scherebenen
$F_{b,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Platte nach EN 1993-1-8 Tab. 3.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Interaktion von Zug und Schub EN_1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{t,Rd}$	Zugtragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$B_{p,Rd}$	Durchstanztragfähigkeit nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{v,Rd}$	Schertragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

IDEA StatiCa
Calculate yesterday's estimates

Schweißnähte

Position	Kante	Material	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Steifenblech1	M2-bfl 1	S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	301,7	0,0	-131,4	156,7	6,9	83,8	53,6	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	353,8	0,7	217,0	-160,1	-19,4	98,3	69,9	OK	OK
Steifenblech1	M2-tfl 1	S 235	◢ 6,0 ◣	259	17.075.1M1 y	272,2	0,0	-166,6	-124,3	-2,2	75,6	47,8	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	259	LK1843	271,7	0,0	-131,6	134,9	-25,2	75,5	44,9	OK	OK
Steifenblech1	M2-w 1	S 235	◢ 6,0 ◣	241	17.075.1M1 y	251,5	0,0	-55,5	-49,5	-132,7	69,9	41,1	OK	OK
		S 235	◢ 6,0 ◣	241	17.075.1M1 y	249,9	0,0	-45,3	51,3	132,3	69,4	41,1	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 1	S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	309,5	0,0	-53,5	-27,1	-173,9	71,1	48,9	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	426,9	0,0	-262,3	132,7	-142,2	98,0	71,5	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 2	S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	429,5	1,6	220,0	184,7	106,1	98,6	90,8	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	420,7	0,0	146,7	-48,5	222,4	96,6	64,3	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 3	S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	430,9	2,3	-214,0	-205,5	66,1	98,9	86,4	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	397,4	0,0	-42,2	183,1	136,1	91,2	67,2	OK	OK
Steifenblech2	M3-bfl 4	S 355	◢ 12,0 ◣	166	17.075.1M1 y	426,9	0,0	151,9	47,4	-225,4	98,0	77,2	OK	OK
		S 355	◢ 12,0 ◣	167	17.075.1M1 y	433,6	3,9	212,0	-193,7	-100,9	99,5	89,4	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1a	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	363,5	0,0	210,5	134,6	-105,7	83,5	56,5	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	149,8	0,0	-76,1	6,7	-74,2	34,4	25,6	OK	OK
M1-w 1	Rippe1a	S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	78,7	0,0	-54,6	6,7	-32,0	18,1	11,9	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	109,3	0,0	78,8	-25,1	-35,8	25,1	16,0	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1a	S 355	◢ 8,0 ◣	105	LK1843	271,1	0,0	-134,0	-123,0	-58,3	62,2	36,4	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	LK1843	213,0	0,0	-89,8	100,9	47,5	48,9	30,0	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1b	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	206,9	0,0	-14,9	111,6	41,9	47,5	32,0	OK	OK

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Position	Kante	Material	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	426,9	0,1	259,6	-159,0	114,1	98,0	68,1	OK	OK
M1-w 1	Rippe1b	S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	94,8	0,0	82,5	17,4	20,7	23,4	14,2	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	105,1	0,0	-30,7	10,3	-57,1	24,1	16,9	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1b	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	87,4	0,0	6,1	25,6	-43,4	20,1	15,6	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	159,5	0,0	94,8	-69,3	-26,3	36,6	23,4	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1c	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	444,4	10,1	-219,6	-218,0	47,1	102,0	100,0	OK	**Nicht OK!**
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	444,4	10,1	-216,9	218,4	-49,4	102,0	100,0	OK	**Nicht OK!**
M1-w 1	Rippe1c	S 355	◢ 8,0 ◣	188	17.075.1M1 y	243,2	0,0	-33,5	-32,7	-135,1	55,8	42,1	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	188	17.075.1M1 y	222,4	0,0	-20,7	21,6	126,0	51,1	40,4	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1c	S 355	◢ 8,0 ◣	105	LK1843	353,2	0,0	-171,8	-166,2	-64,3	81,1	49,4	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	LK1843	310,3	0,0	-142,6	148,4	57,2	71,2	44,1	OK	OK
M1-bfl 1	Rippe1d	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	426,9	0,0	-253,5	-176,0	91,4	98,0	59,3	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	213,3	0,0	-25,4	119,5	25,8	49,0	31,6	OK	OK
M1-w 1	Rippe1d	S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	87,8	0,0	-4,1	-30,3	40,6	20,2	14,4	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	187	17.075.1M1 y	110,5	0,0	-64,4	38,2	-35,1	25,4	18,0	OK	OK
M1-tfl 1	Rippe1d	S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	161,4	0,0	-50,6	-51,3	-72,1	37,0	29,1	OK	OK
		S 355	◢ 8,0 ◣	105	17.075.1M1 y	162,2	0,0	-71,9	71,3	44,3	37,2	28,6	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360,0	0,80	360,0	259,2
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

IDEA StatiCa
Calculate yesterday's estimates

Projektdaten

Projektname	
Projektnummer	
Autor	
Beschreibung	
Datum	18.02.2026
Norm	EN

Material

Stahl	S 235, S 355
Beton	C25/30

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Projektposition Perrondach Kopfanschluss

Bemessung

Name	Perrondach Kopfanschluss
Beschreibung	
Berechnung	Tragfähigkeit des Anschlusses

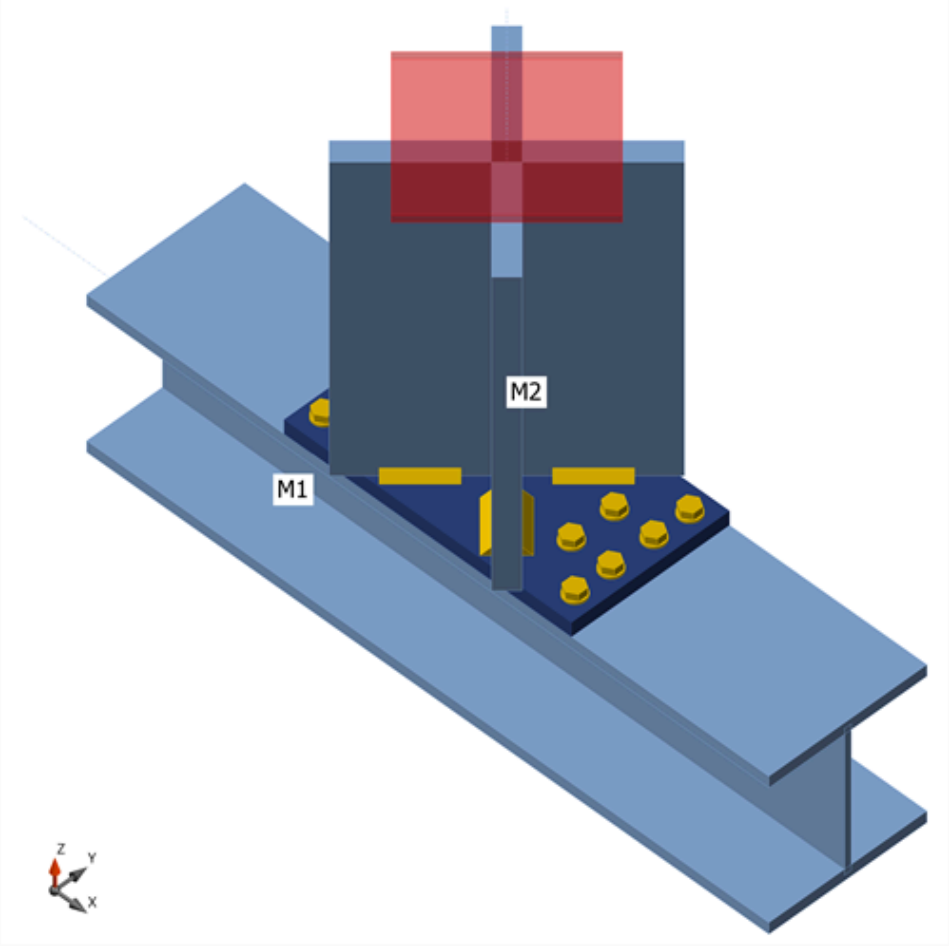
Bauteile

Geometrie

Name	Querschnitt	β – Rotation [°]	Y - Rotation [°]	α - Rotation [°]	Abstand ex [mm]	Abstand ey [mm]	Abstand ez [mm]
M1	1 - HEB220	0,0	0,0	0,0	0	0	0
M2	2 - 330*330*30(General)	0,0	90,0	45,0	130	0	0

Auflager und Kräfte

Name	Auflager	Kräfte in	X [mm]
M1 / anfang		Knoten	0
M1 / ende		Knoten	0
M2 / ende	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Knoten	0



Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Querschnitte

Name	Material
1 - HEB220	S 235
2 - 330*330*30(General)	S 235, S 235, S 235, S 235

Schrauben

Name	Durchmesser [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Bruttofläche [mm^2]
M16 8.8	16	640,0	800,0	201

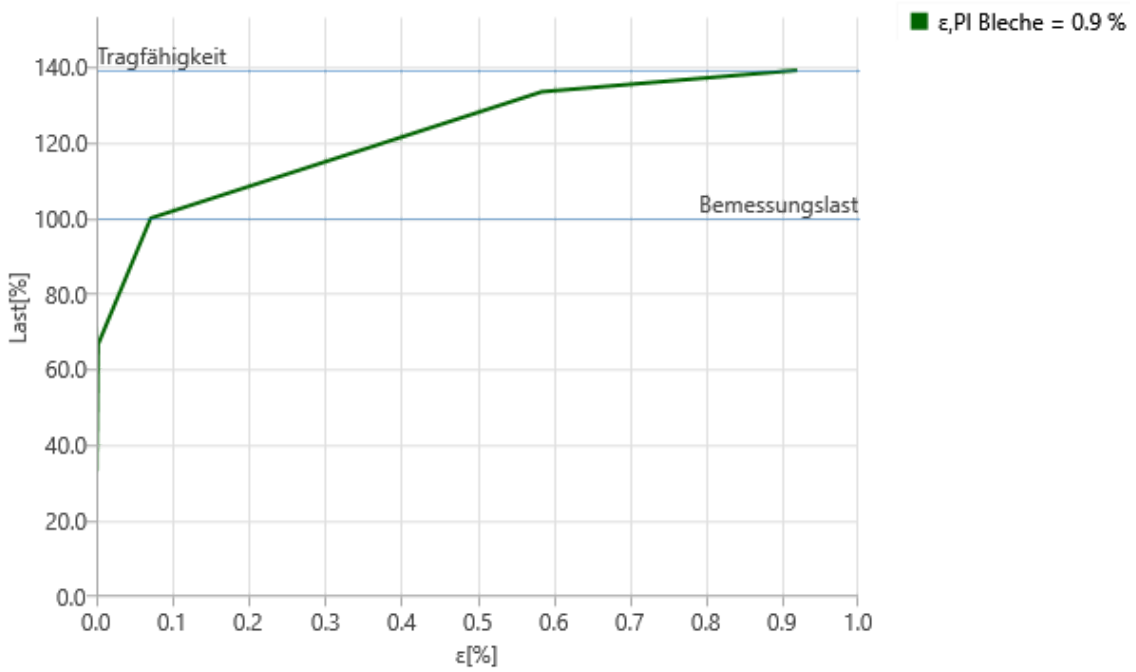
Lasteinwirkungen

Name	Bauteil	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LK150	M1 / Anfang	2,0	1,0	47,0	0,0	43,2	0,0
	M1 / Ende	2,0	1,0	67,0	0,0	-82,0	0,0

Nachweis

Tragfähigkeit des Anschlusses

Lasten	Tragfähigkeit [%]
LK150	139,1



Tragfähigkeit des Anschlusses, LK150

Übersicht

Name	Wert	Nachweisstatus
Platten	0,1 < 5,0%	OK
Schrauben	66,7 < 100%	OK
Schweißnähte	98,2 < 100%	OK

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Platten

Name	t_p [mm]	Lasten	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
M1-bfl 1	16,0	LK150	120,2	0,0	0,0	OK
M1-tfl 1	16,0	LK150	235,1	0,1	56,7	OK
M1-w 1	9,5	LK150	219,5	0,0	0,0	OK
M2-bfl 1	30,0	LK150	156,0	0,0	0,0	OK
M2-bfl 2	30,0	LK150	142,3	0,0	0,0	OK
M2-bfl 3	30,0	LK150	142,3	0,0	0,0	OK
M2-bfl 4	30,0	LK150	155,5	0,0	0,0	OK
Steifenblech1	20,0	LK150	235,1	0,1	51,4	OK

Bemessungsdaten

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235,0	5,0

Erläuterung von Symbolen

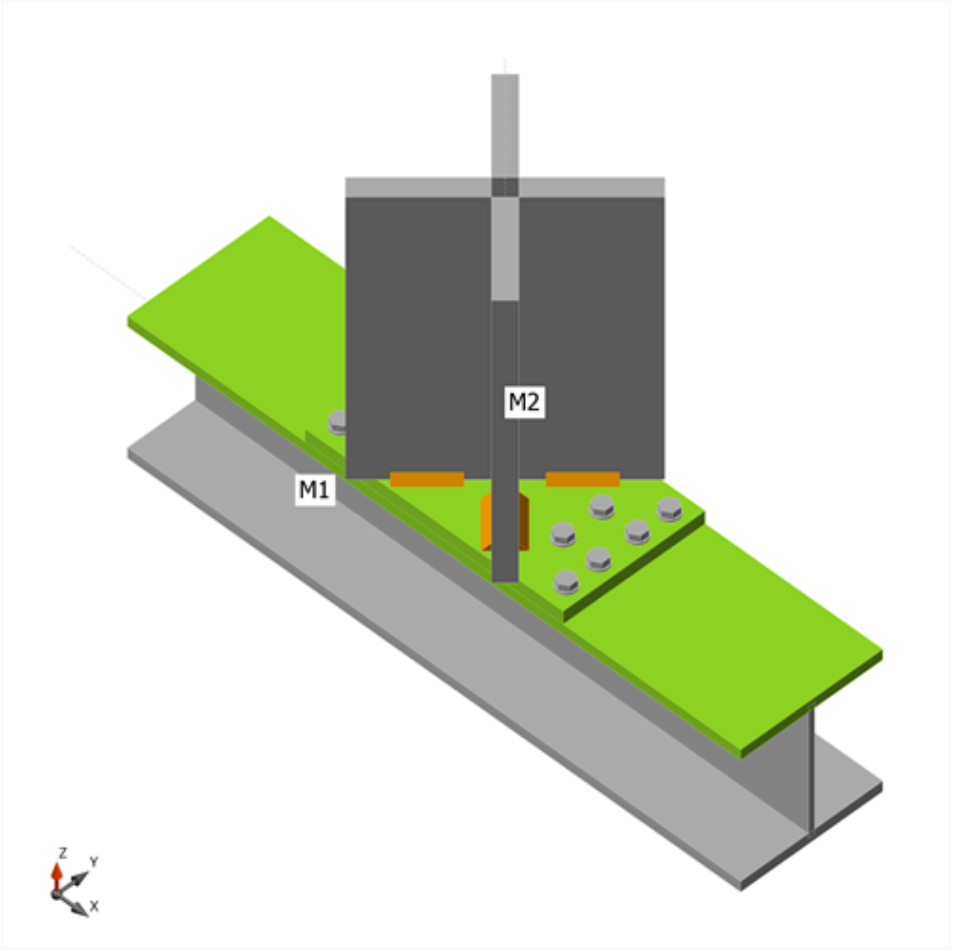
t_p	Plattendicke
σ_{Ed}	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Plastische Dehnung
$\sigma_{c,Ed}$	Kontaktspannung
f_y	Streckgrenze
ε_{lim}	Grenzwert plastische Dehnung

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

Autor:



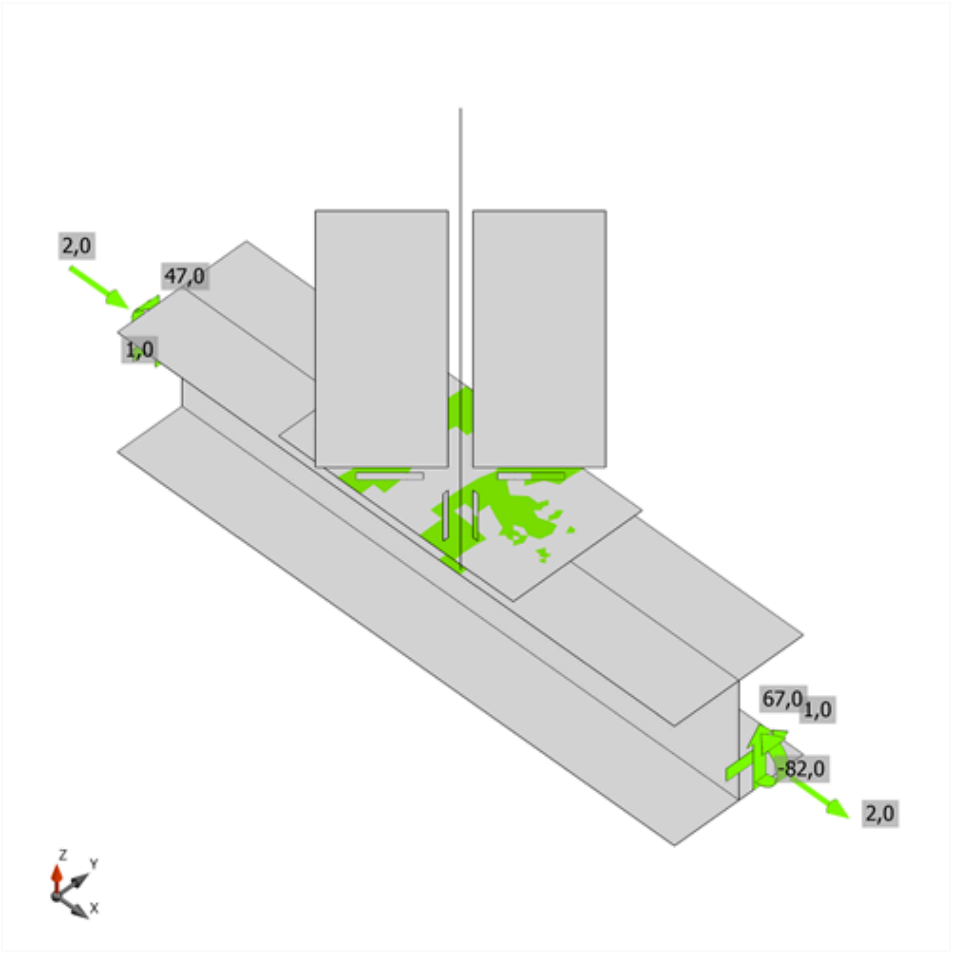
Gesamt, LK150

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:

Projektnummer:

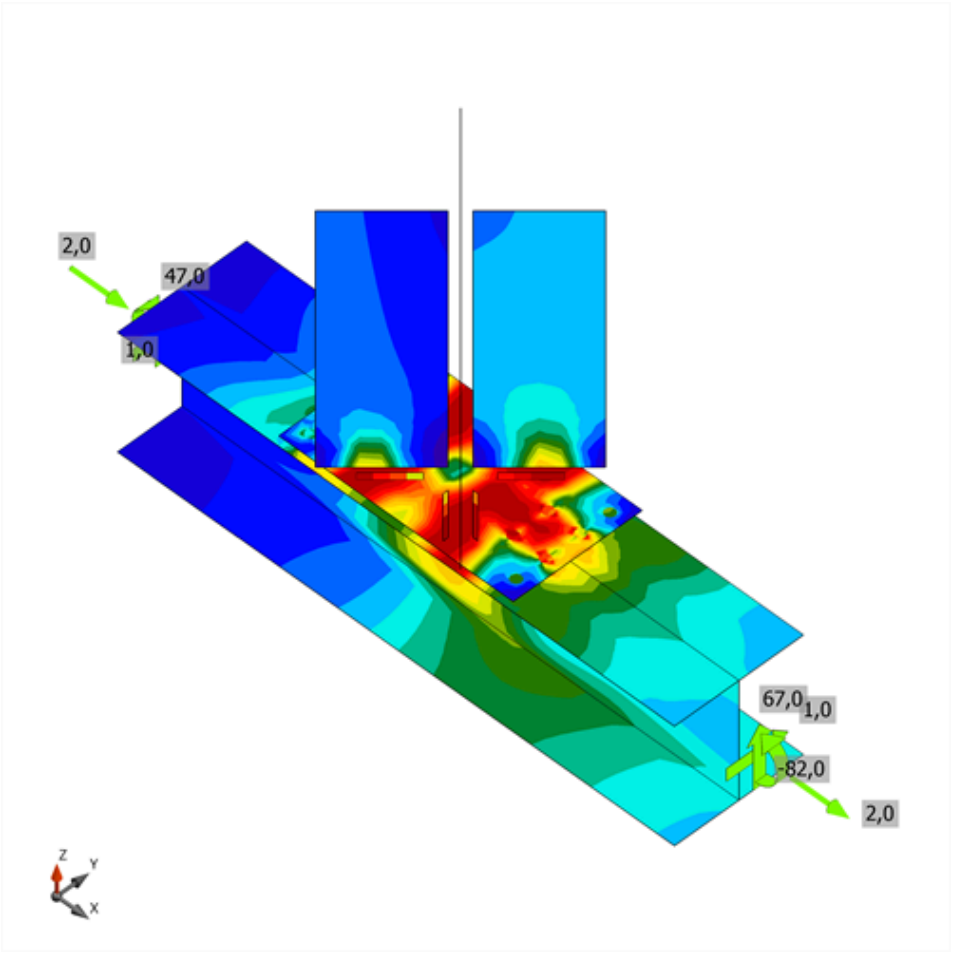
Autor:



Dehnung, LK150

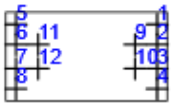
Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:



Vergleichsspannung, LK150

Schrauben

Form	Position	Klasse	Lasten	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Konstruktionsregeln	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LK150	0,6	6,6	131,0	0,7	10,9	11,4	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LK150	1,7	4,5	184,3	1,9	7,5	8,8	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LK150	1,8	4,3	184,3	1,9	7,1	8,5	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LK150	0,7	6,3	131,4	0,8	10,4	10,9	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LK150	15,3	4,0	110,7	16,9	6,7	18,8	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LK150	7,7	4,4	184,3	8,5	7,2	13,3	OK	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LK150	7,7	4,5	184,3	8,5	7,4	13,5	OK	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LK150	15,4	4,1	107,6	17,1	6,8	19,0	OK	OK
	B9	M16 8.8 - 1	LK150	0,0	4,7	184,3	0,0	7,7	7,7	OK	OK
	B10	M16 8.8 - 1	LK150	0,0	4,2	184,3	0,0	7,0	7,0	OK	OK
	B11	M16 8.8 - 1	LK150	59,9	4,8	184,3	66,3	7,9	55,3	OK	OK
	B12	M16 8.8 - 1	LK150	60,3	4,9	184,3	66,7	8,2	55,9	OK	OK

Bemessungsdaten

Klasse	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90,4	220,4	60,3

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

$F_{t,Ed}$	Zugkraft
$F_{v,Ed}$	Resultierende der Schraubenscherkräfte Vy und Vz in Scherebenen
$F_{b,Rd}$	Lochleibungstragfähigkeit der Platte nach EN 1993-1-8 Tab. 3.4
Ut_t	Ausnutzung unter Zug
Ut_s	Ausnutzung unter Schub
Ut_{ts}	Interaktion von Zug und Schub EN_1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{t,Rd}$	Zugtragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$B_{p,Rd}$	Durchstanztragfähigkeit nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4
$F_{v,Rd}$	Schertragfähigkeit der Schraube nach EN 1993-1-8 Tabelle 3.4

Schweißnähte

Position	Kante	T_w [mm]	L [mm]	Lasten	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Konstruktionsregeln	Status
Steifenblech1	M2-bfl 1	◢ 8,0 ◣	80	LK150	291,3	0,0	16,9	-165,3	-29,8	80,9	56,0	OK	OK
		◢ 8,0 ◣	80	LK150	353,4	0,4	-204,9	154,2	-62,0	98,2	76,3	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 2	◢ 8,0 ◣	80	LK150	353,3	0,3	213,1	147,9	67,6	98,1	76,5	OK	OK
		◢ 8,0 ◣	80	LK150	270,2	0,0	-44,1	-149,8	35,5	75,1	53,7	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 3	◢ 8,0 ◣	80	LK150	245,5	0,0	-50,6	135,3	-30,5	68,2	51,0	OK	OK
		◢ 8,0 ◣	80	LK150	353,3	0,3	210,5	-146,8	-72,6	98,1	74,4	OK	OK
Steifenblech1	M2-bfl 4	◢ 8,0 ◣	80	LK150	353,4	0,4	-203,0	-153,7	65,5	98,2	77,8	OK	OK
		◢ 8,0 ◣	80	LK150	265,2	0,0	22,8	150,0	27,5	73,7	54,6	OK	OK

Bemessungsdaten

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360,0	0,80	360,0	259,2

Docusign Envelope ID: 632BF823-4148-826F-81F6-2104BA996A8C

Projekt:
Projektnummer:
Autor:

Erläuterung von Symbolen

T_w	Nahtdicke a
L	Länge
$\sigma_{w,Ed}$	Vergleichsspannung
ε_{Pl}	Dehnung
$\sigma_{\perp}$	Senkrechte Spannung
$\tau_{\perp}$	Scherspannung senkrecht zur Schweißnahtachse
$\tau_{\parallel}$	Scherspannung parallel zur Schweißnahtachse
Ut	Ausnutzung
Ut_c	Schätzung der Schweißnahtkapazität
◢	Kehlnaht
f_u	Grenzfestigkeit der Schweißnaht
β_w	Korrelationsfaktor nach EN 1993-1-8 Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Tragfähigkeit der Schweißnaht
0.9 σ	Senkrechter Spannungswiderstand - 0.9*fu / γM2

Normeinstellungen

Position	Wert	Einheit	Bezug
Sicherheitsfaktor γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Sicherheitsfaktor γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 2.1
Sicherheitsfaktor γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Sicherheitsfaktor γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4 – Tabelle 4.1
Verbindungskoeffizient βj	0,67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Wirksame Fläche - Einfluss der Netzgröße	0,10	-	
Reibungsbeiwert - Beton	0,25	-	EN 1993-1-8
Reibungskoeffizient bei gleitfesten Verbindungen	0,30	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.7
Plastische Dehnung - Grenzwert	0,05	-	EN 1993-1-5
Konstruktionsregeln	Ja		
Abstand zwischen Schrauben [d0]	2,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Abstand zwischen Schrauben und Kante [d0]	1,20	-	EN 1993-1-8 – Tabelle 3.3
Nachweis der Tragfähigkeit bei Betonausbruch	Beide		
Gerissener Beton	Ja		EN 1992-4
Überprüfen der lokalen Verformung	Ja		
Lokale Verformung - Grenzwert	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrische Nichtlinearität (GMNA)	Ja		Analyse mit großen Verformungen für Verbindungen mit Hohlprofilen
Ausgesteiftes System	Nein		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5