

Statische Berechnung

Projekt . Strohboid mit Schneelastverstärkung

Projektnr . 18-025-16

Standort . An den Gärten, 92665 Altenstadt an der Waldnaab

Auftraggeber . STROHBOLD GmbH
Kasernenstraße 2, 8350 Fehring

Umfang . Statische Berechnung Tragwerk Holzbau
Datum . 26.06.2023



18-025-16 | STB Altenstadt

STATISCHE BERECHNUNG

1 ALLGEMEINES

1.1 Inhalt des Dokumentes

- 1.1.1 Umfang und Ziel der Bearbeitung
- 1.1.2 Ergebnis der Berechnung für das Modell Strohboid Schneelastverstärkt

1.2 Grundlagen

- 1.2.1 Planunterlagen
- 1.2.2 Sicherheitskonzept

1.3 Tragwerksbeschreibung

- 1.3.1 Allgemeine Beschreibung
- 1.3.2 Detaillierte Beschreibung
- 1.3.3 Tragverhalten
- 1.3.4 Modellierung Gitterstäbe und Randstäbe

1.4 Material

- 1.4.1 Baubuche

2 BESCHREIBUNG

2.1 Planunterlagen

3 LASTEN

3.1 Ständige Lasten

- 3.1.1 Eigenlast Tragstruktur
- 3.1.2 Ausbaulast

3.2 Veränderliche Lasten

- 3.2.1 Schneelasten
- 3.2.2 Windlasten

3.3 Aussergewöhnlichen Lasten

- 3.3.1 Erdbebenlasten

3.4 Lastfallkombinationen

- 3.4.1 ULS Kombination
- 3.4.2 Übersicht Lastfallkombinationen

4 BAUTEILE

4.1 Schnittkraftermittlung allgemein

4.2 Nachweise

- 4.2.1 Nachweis der Gitterschale | Nettoquerschnitte ULS
- 4.2.2 Nachweis der Randträger und Pfetten | Nettoquerschnitte ULS

4.3 Auflagersituation

- 4.3.1 Lagerreaktionen Bemessungswerte
- 4.3.2 Lagerreaktionen Zugehörige Lasten

4.4 Gebrauchstauglichkeit

- 4.4.1 Verformung
- 4.4.2 Schwingung

4.5 Schnitkräfte | Zusammenstellung

- 4.5.1 Eigengewicht
- 4.5.2 Lastfall 7: Schnee verweht
- 4.5.3 Lastfall 9: Schnee Connect-Variante
- 4.5.4 Lastfall 18: Wind in +X-Richtung abgewandt geschlossen
- 4.5.5 Lastkombination 9 ULS: $(1,35 \cdot EG) + (1,50 \cdot \text{Wind in X} + \text{abgewandt geschlossen})$
- 4.5.6 Lastkombination 120 ULS: $(1,35 \cdot EG) + (0,90 \cdot \text{Wind in Y - cpi -}) + (1,5 \cdot \text{Schnee verweht})$
- 4.5.7 Lastkombination 51 ULS: $(1,35 \cdot EG) + (1,50 \cdot \text{Wind in Y + cpi +}) + (0,75 \cdot \text{Schnee})$
- 4.5.8 Ergebniskombination (nur Randträger dargestellt)

5 DETAILPUNKTE

6 ANLAGEN

1 ALLGEMEINES

1.1 INHALT DES DOKUMENTES

1.1.1 Umfang und Ziel der Bearbeitung

Definition der Lasten, Schnittkraftermittlung am räumlichen Model, sowie Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

1.1.2 Ergebnis der Berechnung für das Modell Strohboid Schneelastverstärkt

Das gegenständliche Bauwerk ist unter Berücksichtigung der Ansätze in EC0, EC1 und EC5 für eine Schneelast bis $1,81 \text{ kN/m}^2$ und einem Böengeschwindigkeitsdruck (Wind) von maximal $0,7 \text{ kN/m}^2$ verwendbar.

1.2 GRUNDLAGEN

1.2.1 Planunterlagen

Pläne in Beilage.

1.2.2 Sicherheitskonzept

Die Berechnung des Holzbaus erfolgt im Wesentlichen nach ÖN EN/B 1995-1-1 [3] und der entsprechenden Produktzulassung Baubuche.

1.3 TRAGWERKSDESCHEIBUNG

1.3.1 Allgemeine Beschreibung

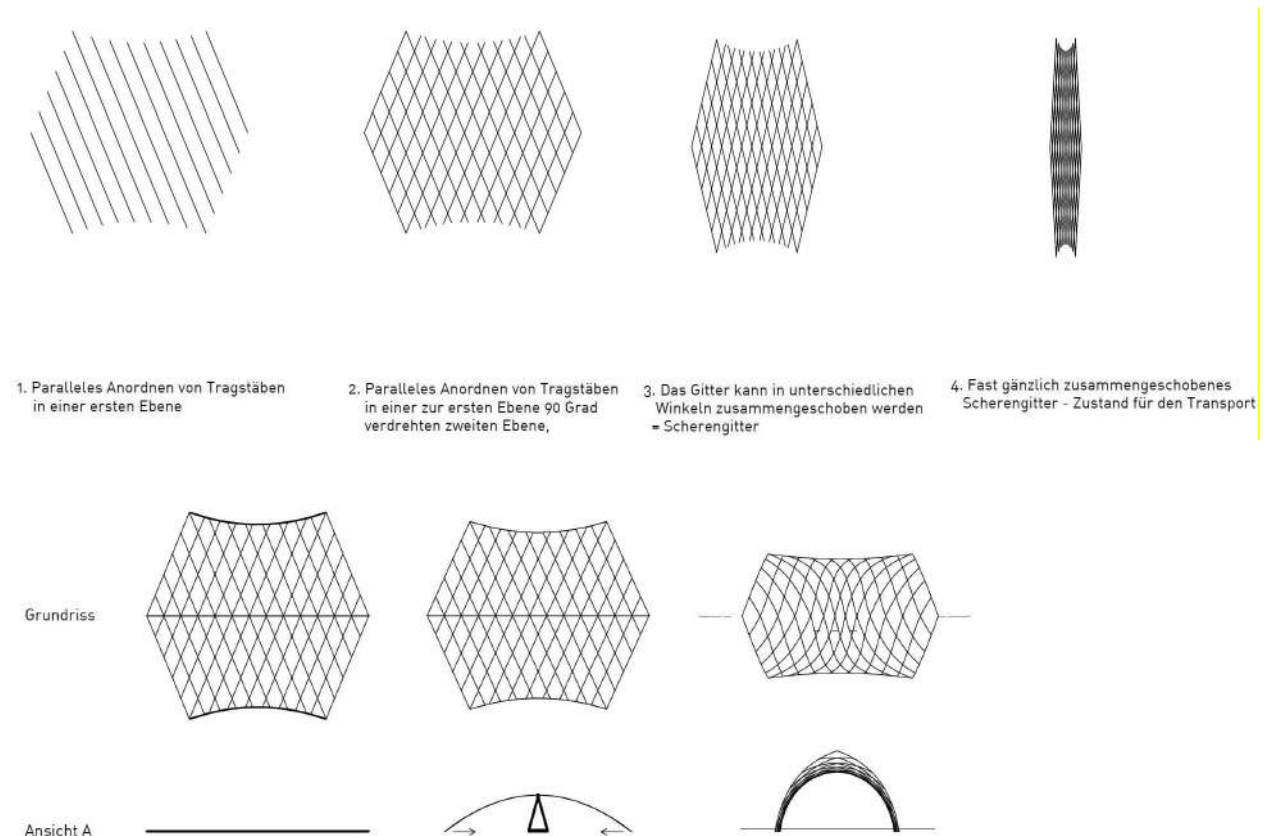
Das Gebäude wird in Holzgitterschalen-Bauweise als leichte Flächentragwerke konstruiert. Die Tragstruktur des STROHBOLD Eventzeltes besteht aus einem Holzscheringitter, bei dem in einem gleichmäßigen Raster von $1,25 \text{ m}$ Holzlatten ($73 \times 33 \text{ mm}$) in einem variablen Rautenwinkel mit einachsig beweglichen Knotenpunkten durch M12 Gewindeschrauben verbunden sind. Die gewölbten spitz zulaufenden Ränder der Konstruktion sind durch Randträgern verstärkt, die oben an der Spitze mit einem Metallscharnier verbunden sind. Die Randträger bestehen aus einem Obergurt ($43 \times 90 \text{ mm}$) und einem Untergurt ($43 \times 90 \text{ mm}$) die mit Profilen aus Aluminium verbunden sind. Um die doppelte Krümmung zu erreichen, muss der Abstand der Knotenpunkte in der 3. Richtung vom Raster abweichen. Unverschiebbliche stabile Dreiecke erhält man, wenn diese 3. Richtung mit je 2 Längsträgern pro Seite und den Grundbalken ausgesteift ist.

Das Scheringitter wird im abgebauten Zustand zu einem $13,5 \text{ m}$ langen Paket zusammengeschoben (minimalem Rautenwinkel 3°) und ist in einem Stück auf einem 12 m langen PKW-Anhänger transportierbar. Die Länge der zusammengeschobenen Konstruktion entspricht in etwa dem längsten Stab im Holzgitter. Im Aufgebauten und entfaltet Zustand beträgt der Rautenwinkel maximal 90° .

Vor dem Beginn des Aufbaus werden die vier Grundbalken in einem fixen Abstand auf den Fundamenten fixiert. Anschließend wird das Holzscheringitter von dem 12 m langen Anhänger aus auseinandergezogen und auf dem Aufbaubock mittig platziert. Die Fußpunkte auf beiden Seiten werden mit einem Flaschenzug verbunden. Zieht man den Flaschenzug mit den Lasthebelzügen zusammen beginnt sich das Holzgitter zu krümmen, entfaltet sich beim Anheben und erhält automatisch seine Geometrie. Die Konstruktion erhält ihre finale Position, wenn die Fußpunkte der Gitterschale auf beiden Seiten an den Grundbalken mit M12 Gewindeschrauben fixiert sind und der Flaschenzug entfernt ist.

Nach der so erfolgten Errichtung des Zelts wird als Schneelastverstärkung und zur dauerhaften Verwendung eine innere Lage in ebendieser beschriebenen Konstruktionsweise schubsteif mit der äußeren Schale verbunden. Daraus resultieren gekrümmte Verbundträger, die in Laborversuchen an der TU Graz hinsichtlich Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit untersucht wurden. Charakteristische Werte der Festigkeit und Durchschnittswerte der Steifigkeit werden nach EC für diese Berechnung herangezogen.

Der Stich der vorgekrümmten Stäbe beträgt ca. 3,2 Meter, in diesem Zustand sind die Latten spannungsfrei. Dies wird dadurch sichergestellt, da das Holz vor dem ersten in Form biegen entsprechend mit Feuchtigkeit behandelt wird. Nachdem das Gitter in die Sollposition gebracht ist befindet sich in den Gitterstäben eine leichte Vorspannung und entspricht einem Stich des längsten Stabes von ca. 4,5 m.



Das Holzgitter besteht aus in Faserrichtung verleimten Furnierschichtholz Pollmeier Baubuche S. Die Holzlatten werden in regelmäßigen immer gleichen Abständen mit Langlöchern versehen. Die daraus resultierenden Knotenpunkte werden mit metrischen Gewindeschrauben und doppelten Unterlegscheiben zwischen den Latten verbunden.

Vor dem ersten Aufspannen der Konstruktion wird die Feuchtigkeit im Holz auf über 20% gebracht, um das E-modul temporär herabzusetzen und eine Biegung des Holzes zu ermöglichen. Dazu kann eine Dampfkammer oder ein mehrtägiges Wasserbad dienen. Nach dem ersten Aufspannen muss das Holz in Form gehalten werden bis die relative Holzfeuchte wieder auf unter 14% gesunken ist. Danach kann es zusammengelegt, transportiert und wiederaufgebaut werden. Der Stich der spannungsfreien Holzlatten beträgt jetzt 3,2 Meter.

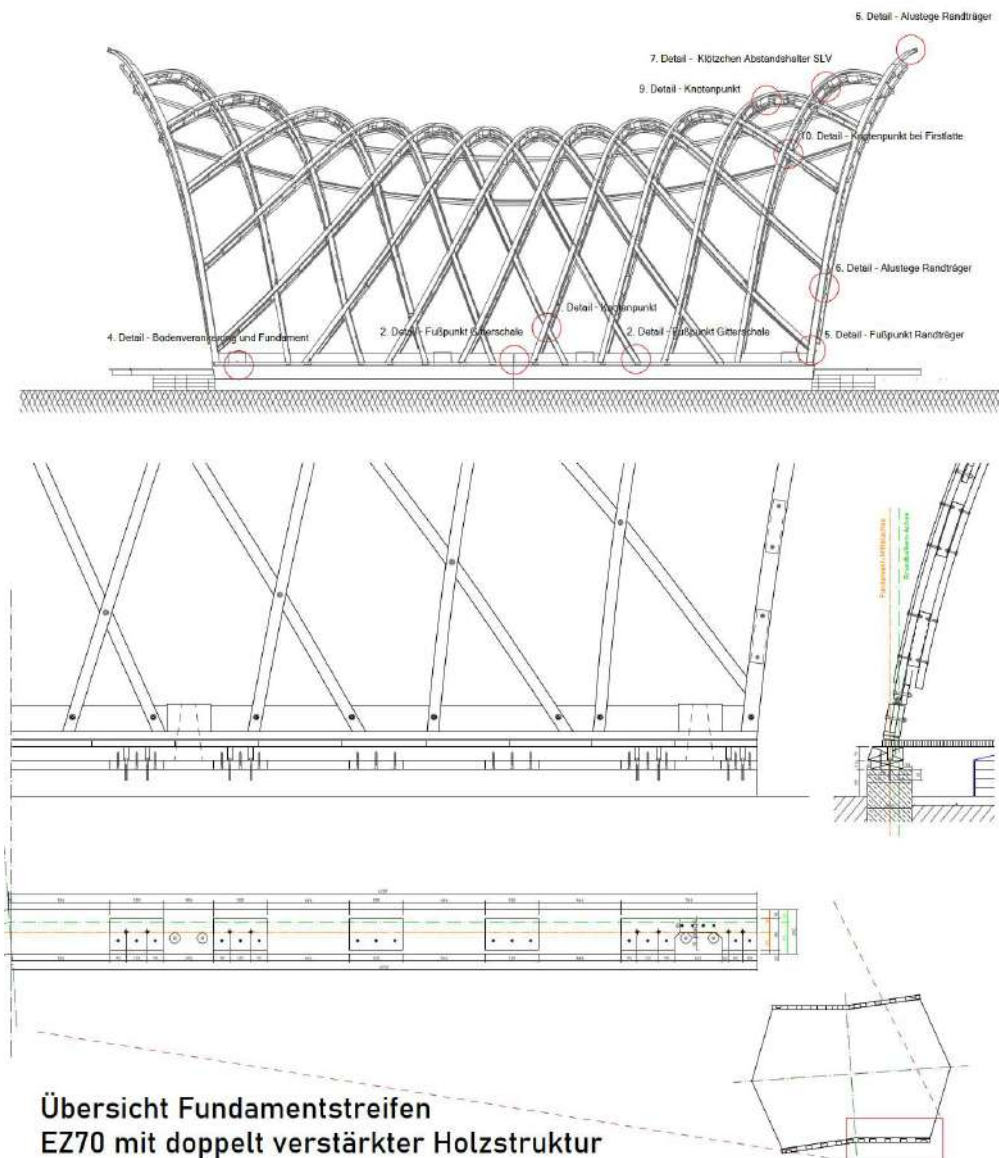
1.3.2 Detaillierte Beschreibung

Das Tragwerk selbst besteht im Wesentlichen aus 4 Tragwerksteilen:

- der verstärkte GITTERSCHALE (Holzgitter) inkl. Firstlatten,
- den 4 RANDTRÄGERN die durch das Firstgelenk verbunden zwei Dreigelenkbögen bilden,
- den FUSSSCHWELLEN die die Gitterschale am Boden in Form halten und die Verbindung zum Untergrund bilden, und
- der MEMBRAN, die diese Struktur überspannt.

Nachfolgend werden die Detailpunkte mit Abmessungen, Materialien und Bauweise dargestellt:

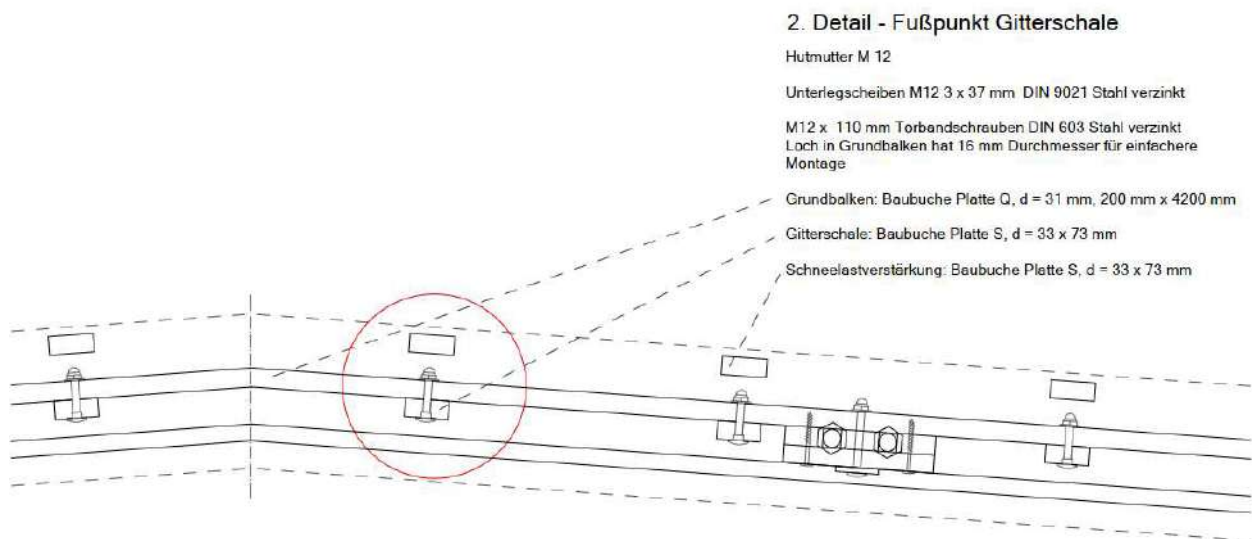
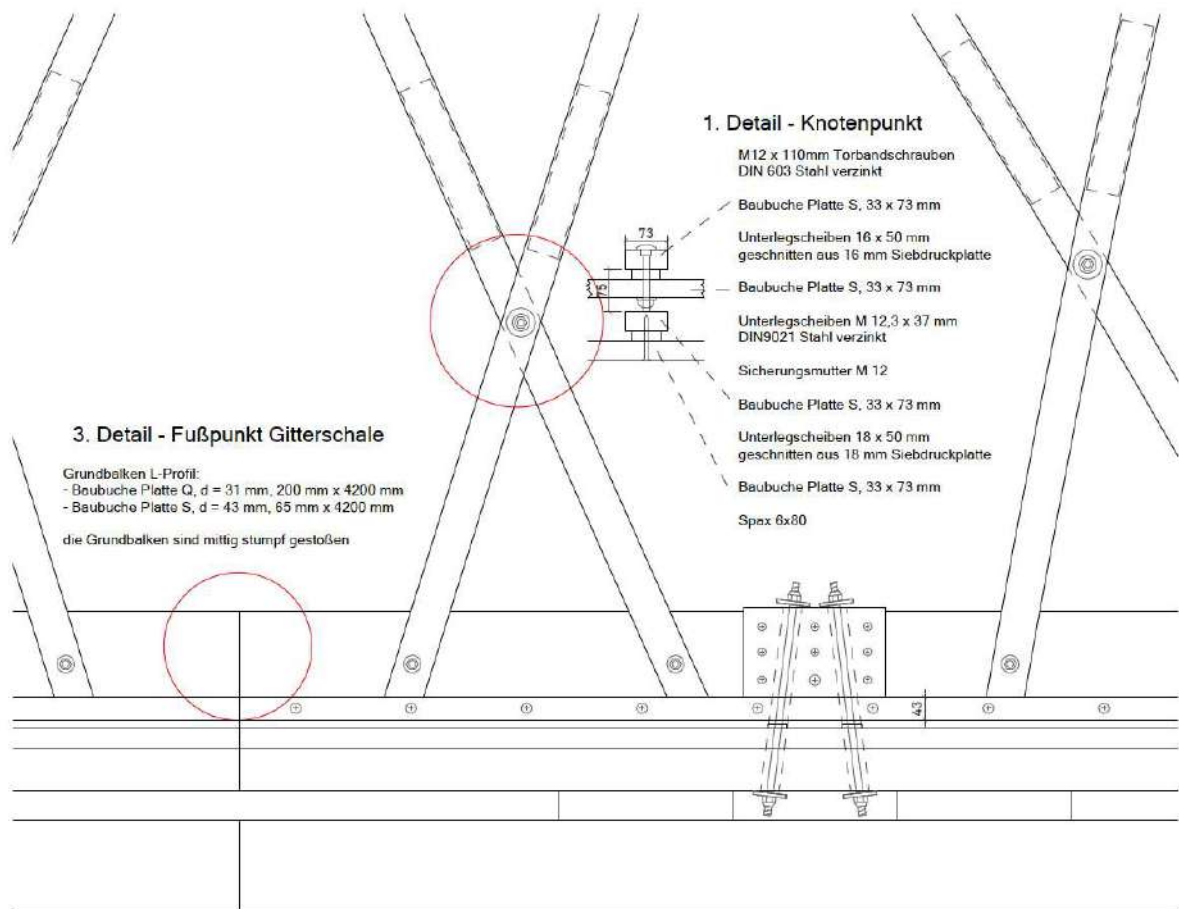
Übersicht EZ70 Detailzeichnungen mit doppelt verstärkter Holzstruktur

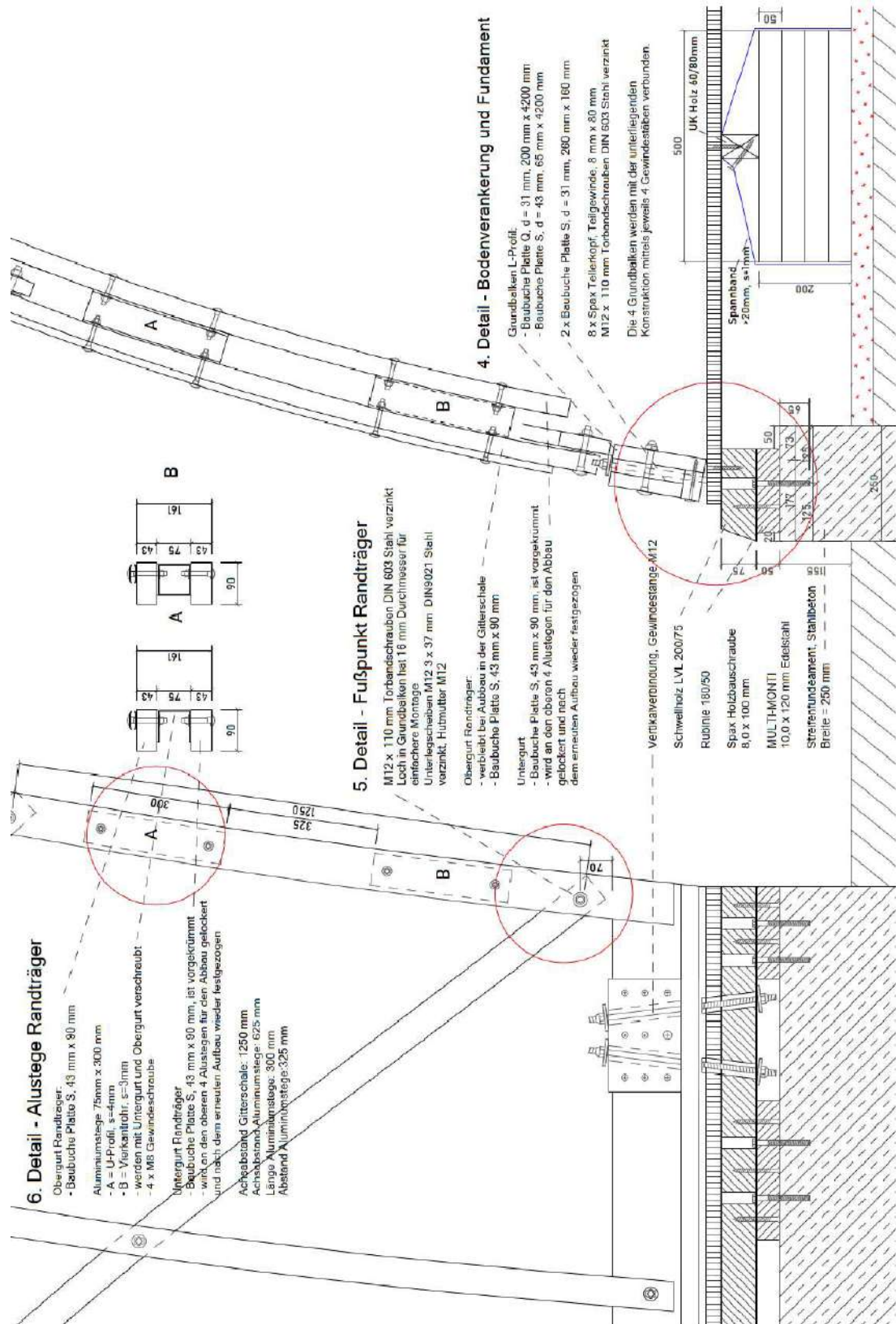


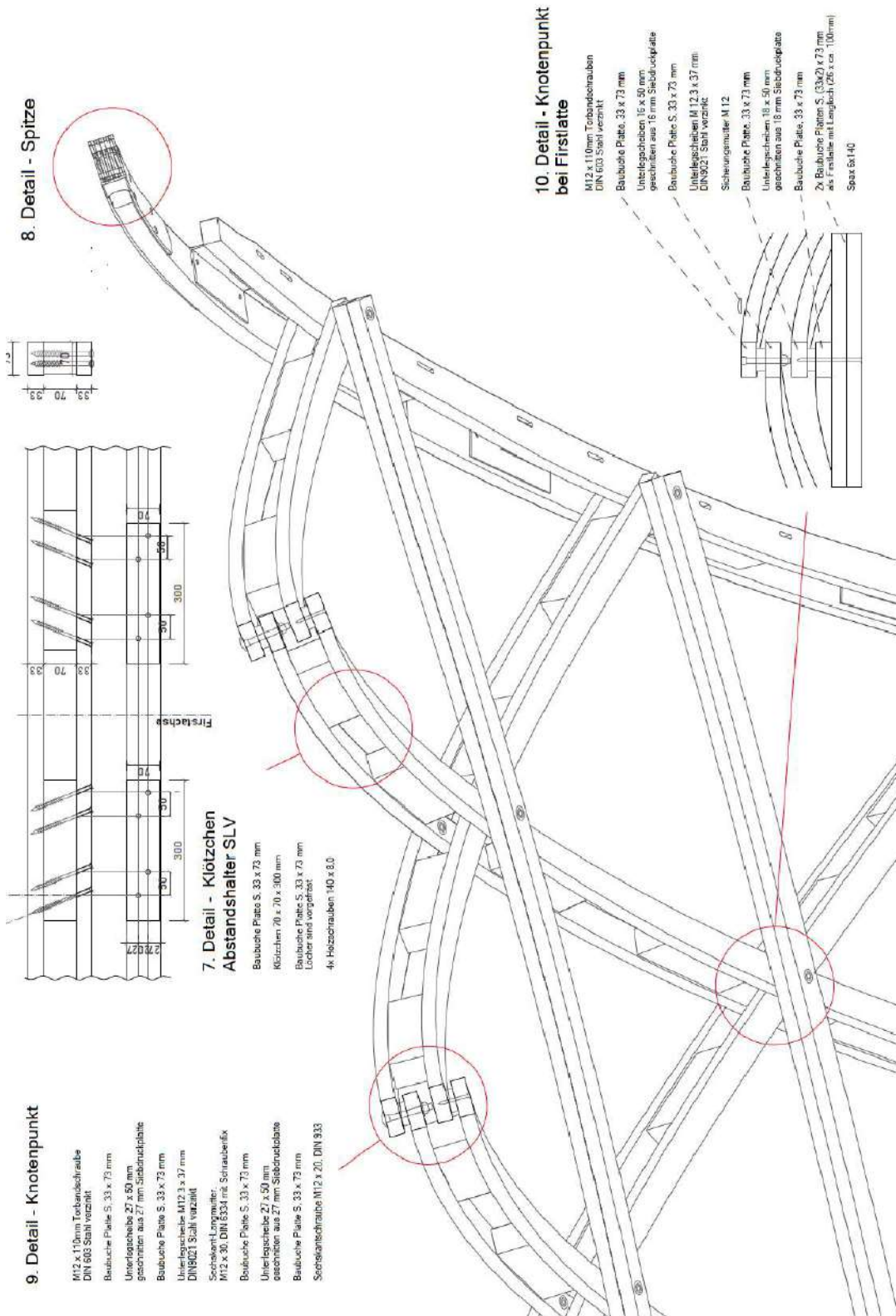
Übersicht Fundamentstreifen EZ70 mit doppelt verstärkter Holzstruktur

18-025-16 | STB Altenstadt

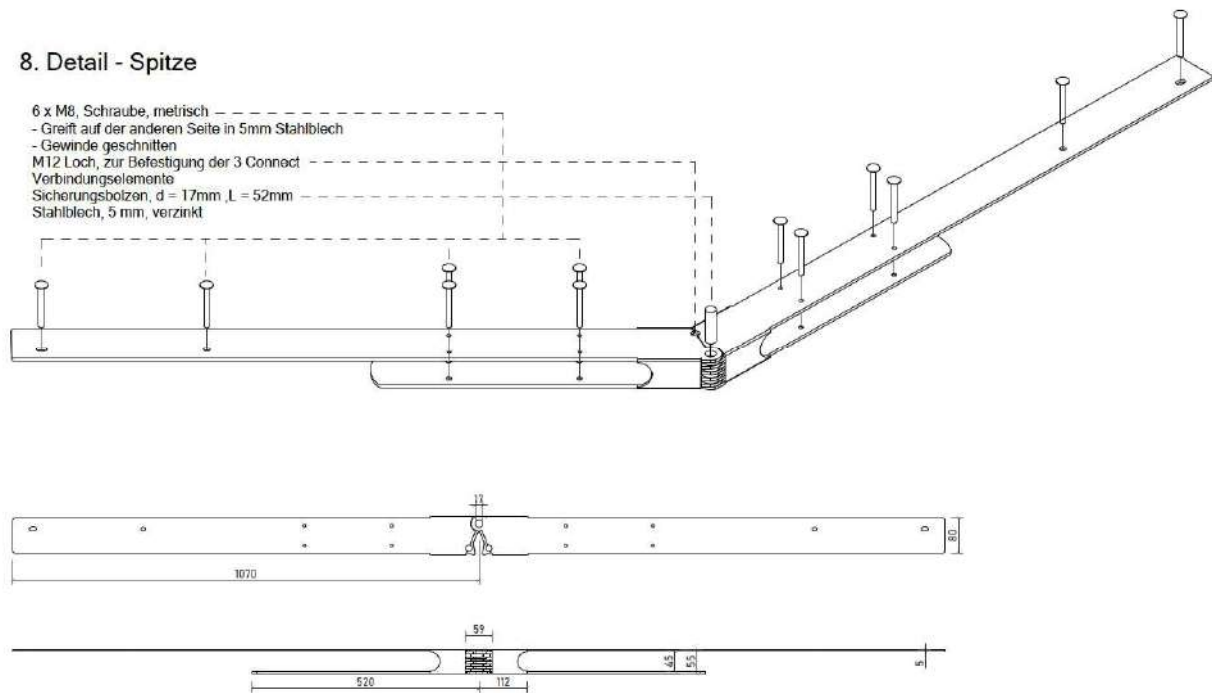
230626 | 6







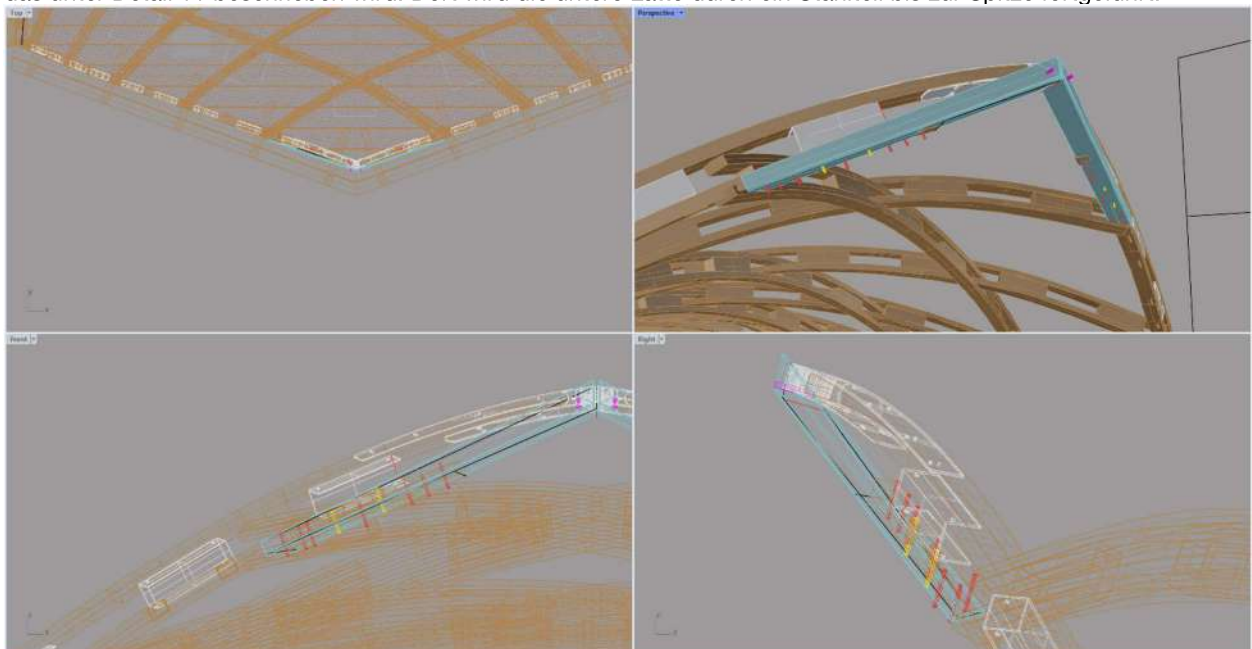
8. Detail - Spitze

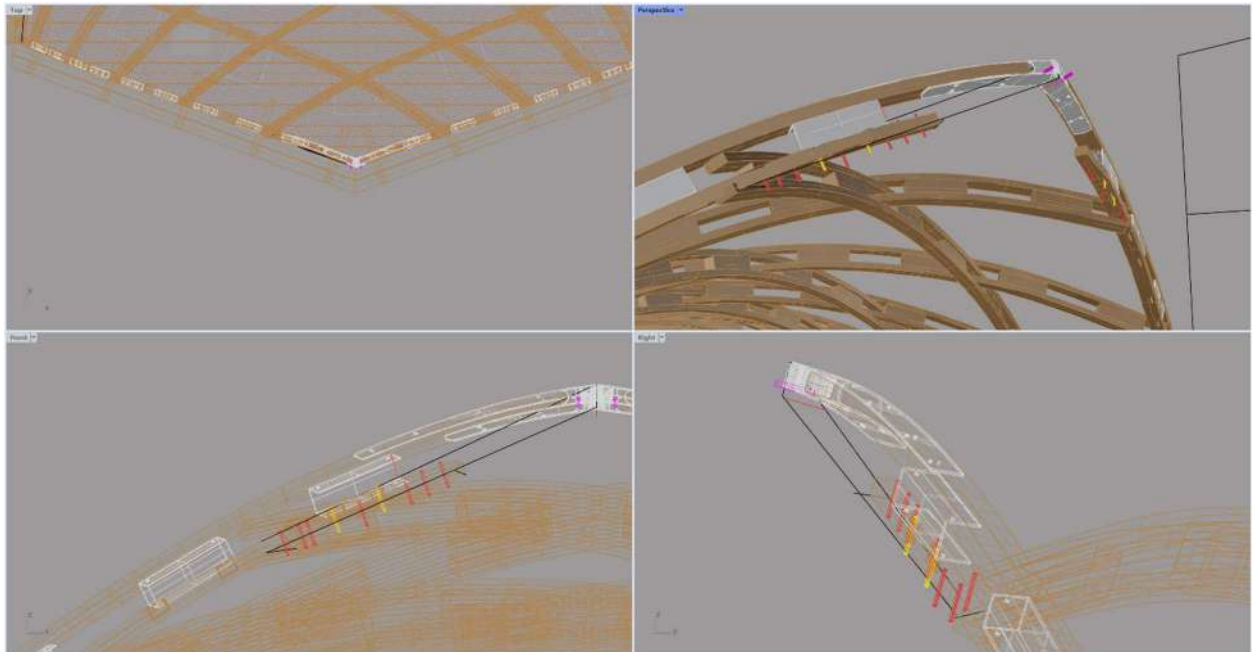


Die Spitzen des Tragwerkes sind an den Enden unterschiedlich.

Am freien Ende, ist das Tragwerk, wie zuvor dargestellt.

An dem Ende, an dem die Zelte zusammengestellt werden, wodurch die Spitze als Auflager für das Stabwerk dient, das unter Detail 11 beschrieben wird. Dort wird die untere Latte durch ein Stahlteil bis zur Spitze fortgeführt.





11. Detail - Knotenpunkt bei Firstplatte

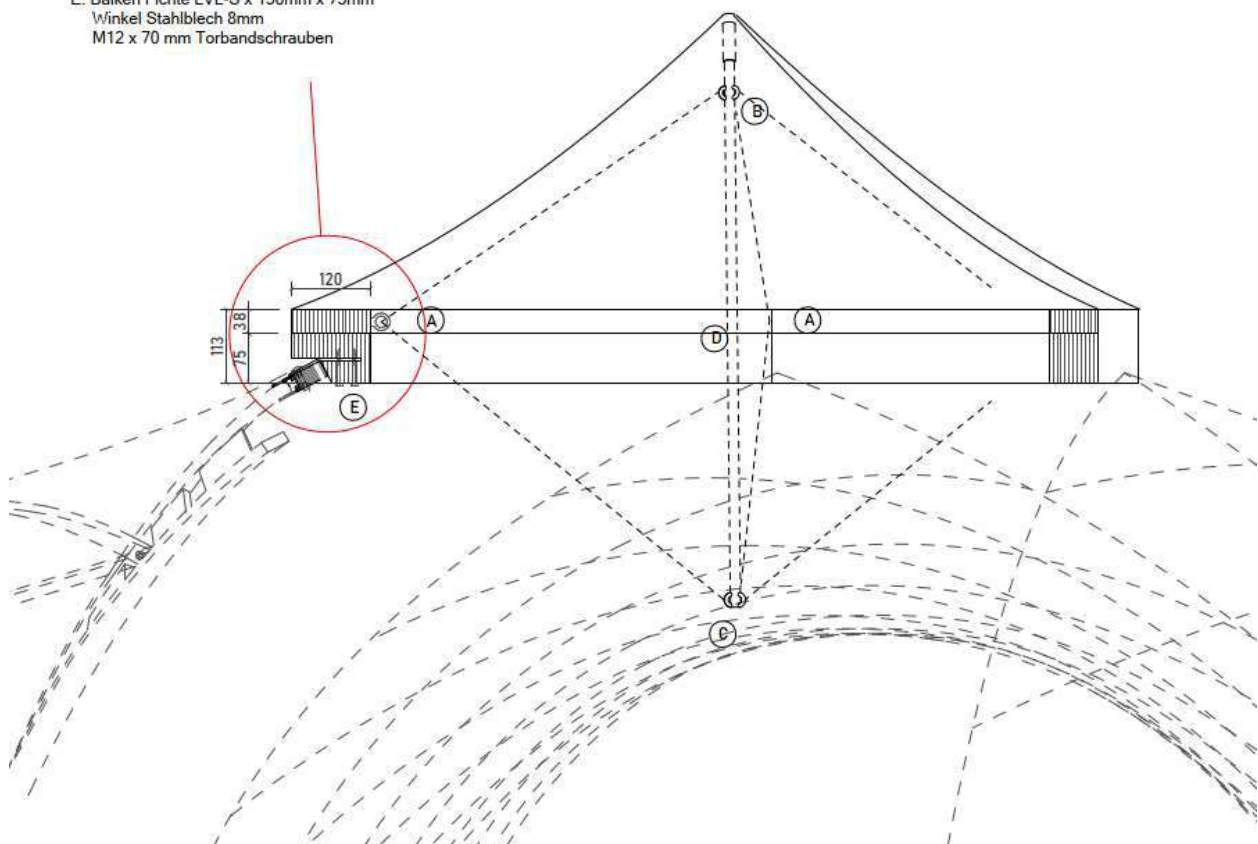
A: M12 x 130 mm Torbandschrauben DIN 603 Stahl verzinkt
Ringmutter M12, Belastbarkeit max. 3 KN
Schraubkarabiner durch Kausche und Drahtseil 6mm mit 3 Stck. Drahtseilklemme an Ringmutter

B: Kausche mit Drahtseil 6mm mit 3 Stck. Drahtseilklemme und Spannschloss M12
mittels Schraubkarabiner durch Öse geschweißt an Stahlrohr

C: Kausche mit Drahtseil 6mm mit 3 Stck. Drahtseilklemme und Spannschloss M12
mittels Schäkel durch Öse an Stahlrohr

D: Rundrohr Stahl, verzinkt als Druckstab;
38mm, Wandstärke 2.6mm
mit Ösen angeschweißt, als Aufnahme für Karabiner und Schäkel

E: Balken Fichte LVL-S x 150mm x 75mm
Winkel Stahlblech 8mm
M12 x 70 mm Torbandschrauben



Stahlteil unter Firstknoten nicht dargestellt.

1.3.3 Tragverhalten

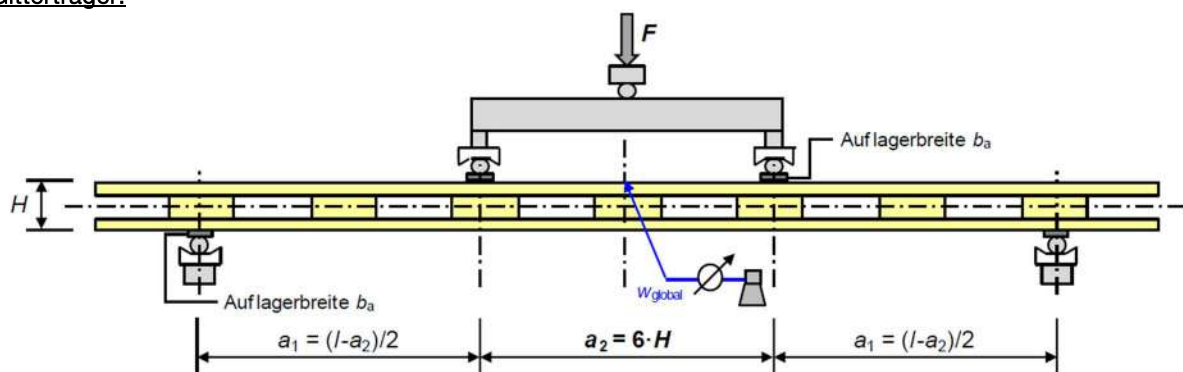
Es treten Normalkräfte, Querkkräfte und Biegemomente in der Gitterschale auf. Die Nachweisführung erfolgt über den Spannungsnachweis nach Theorie II Ordnung.

Die Randträger bilden gemeinsam mit den Fußschwellen den Abschluss der Gitterschale und sind stabilitätsgefährdete Bauteile. Der Nachweis erfolgt unter Einbeziehung der Knickgefährdung dieser Verbundquerschnitte.

1.3.4 Modellierung Gitterstäbe und Randstäbe

Die Tragfähigkeit und die effektive Biegesteifigkeit der zwei Verbundträgertypen wurde in Laborprüfungen untersucht. In den beigefügten Dokumenten sind die Ergebnisse detailliert dargestellt.

Gitterträger:

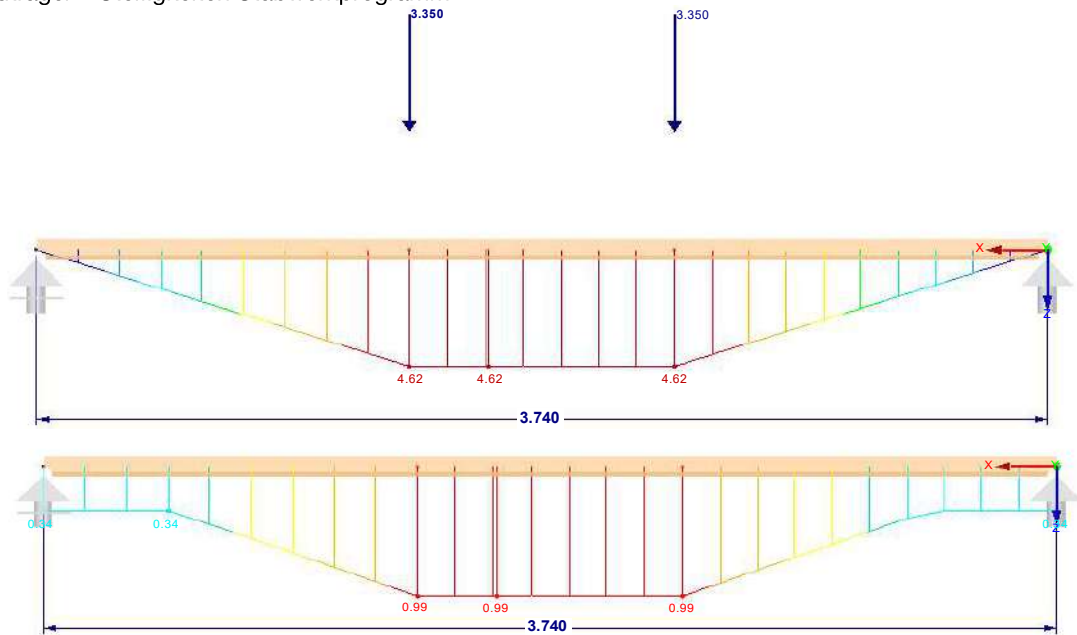


Ergebnis der Bauteilprüfung:

Bezeichnung	F_{\max}	M_{\max}	$(EI)_{\text{eff}}$
	[kN]	[kNm]	[kNm ²]
Anzahl	10	10	8
Mittelwert	7,43	5,12	48,4
Standardabweichung	0,33	0,23	10,65
CoV [%]	4,50	4,50	22,0
charakteristischer Wert nach ON EN 14358 [5]		4,61	

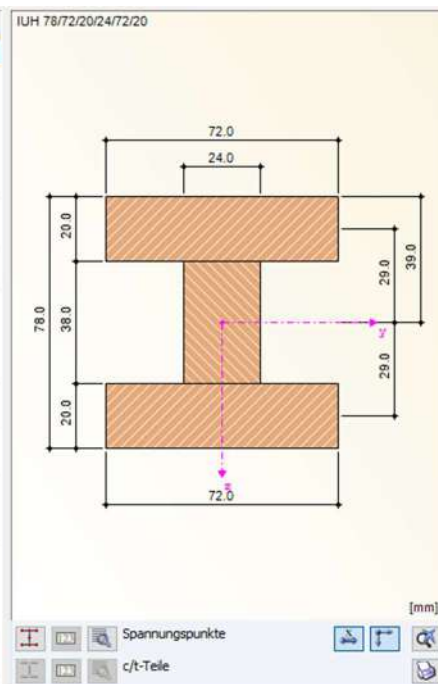
Für die Kalibrierung wird nach EN 14358:2016 für Steifigkeitswerte der Mittelwert (Kapitel 4.3), für die Kalibrierung des Widerstandes der charakteristische Wert angesetzt, ermittelt über Standardabweichung und Varianzkoeffizient (5%-Fraktil).

Verbundträger – Steifigkeiten Stabwerkprogramm



Das Stabwerk wird mit einem fiktiven Querschnitt erstellt, der die Steifigkeiten des getesteten Verbundträgers hat. Hierzu werden die Abmessungen, sowie der E-Modul so angepasst, dass EI des Verbundquerschnittes erreicht wird. Querschnitt 1 IUH 78/72/20/24/72/20

Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Höhe	h	78.0	mm
Breite	b_1	72.0	mm
Höhe	h_1	20.0	mm
Breite	b_2	24.0	mm
Höhe	h_2	38.0	mm
Breite	b_3	72.0	mm
Höhe	h_3	20.0	mm
Nachgiebigkeit	γ_1	1.000	
Nachgiebigkeit	γ_2	1.000	
Lage des Schwerpunktes	z_s	39.0	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	z_0	39.0	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a_1	-29.0	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a_2	0.0	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a_3	29.0	mm
Querschnittsfläche	A_{tot}	37.92	cm ²
Flächenmoment 2. Grades um y-Achse	$I_{y,eff}$	262.78	cm ⁴
Flächenmoment 2. Grades um z-Achse	$I_{z,eff}$	128.79	cm ⁴
Trägheitsradius	$i_{y,eff}$	26.3	mm
Trägheitsradius	$i_{z,eff}$	18.4	mm
Querschnittsgewicht	G	3.0	kg/m
Mantelfläche	A_{Mantel}	0.396	m ² /m
Torsionsträgheitsmoment	I_t	63.30	cm ⁴
Widerstandsmoment	$W_{y,max,eff}$	67.38	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{y,min,eff}$	-67.38	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{z,max,eff}$	35.78	cm ³
Widerstandsmoment	$W_{z,min,eff}$	-35.78	cm ³
Statisches Moment	$S_{y,max,eff}$	46.09	cm ³
Statisches Moment	$S_{z,max,eff}$	28.66	cm ³



Daraus folgt: E-Modul des äquivalenten Materials: $E = 1830 \text{ kN/cm}^2$ um die effektive Biegesteifigkeit I_t . Prüfung zu erreichen. Hiermit ergibt sich das zugehörige $EI = 1830 \cdot 262,78 = 48,09 \text{ m}^3 < 48,4$ auf der sicheren Seite.

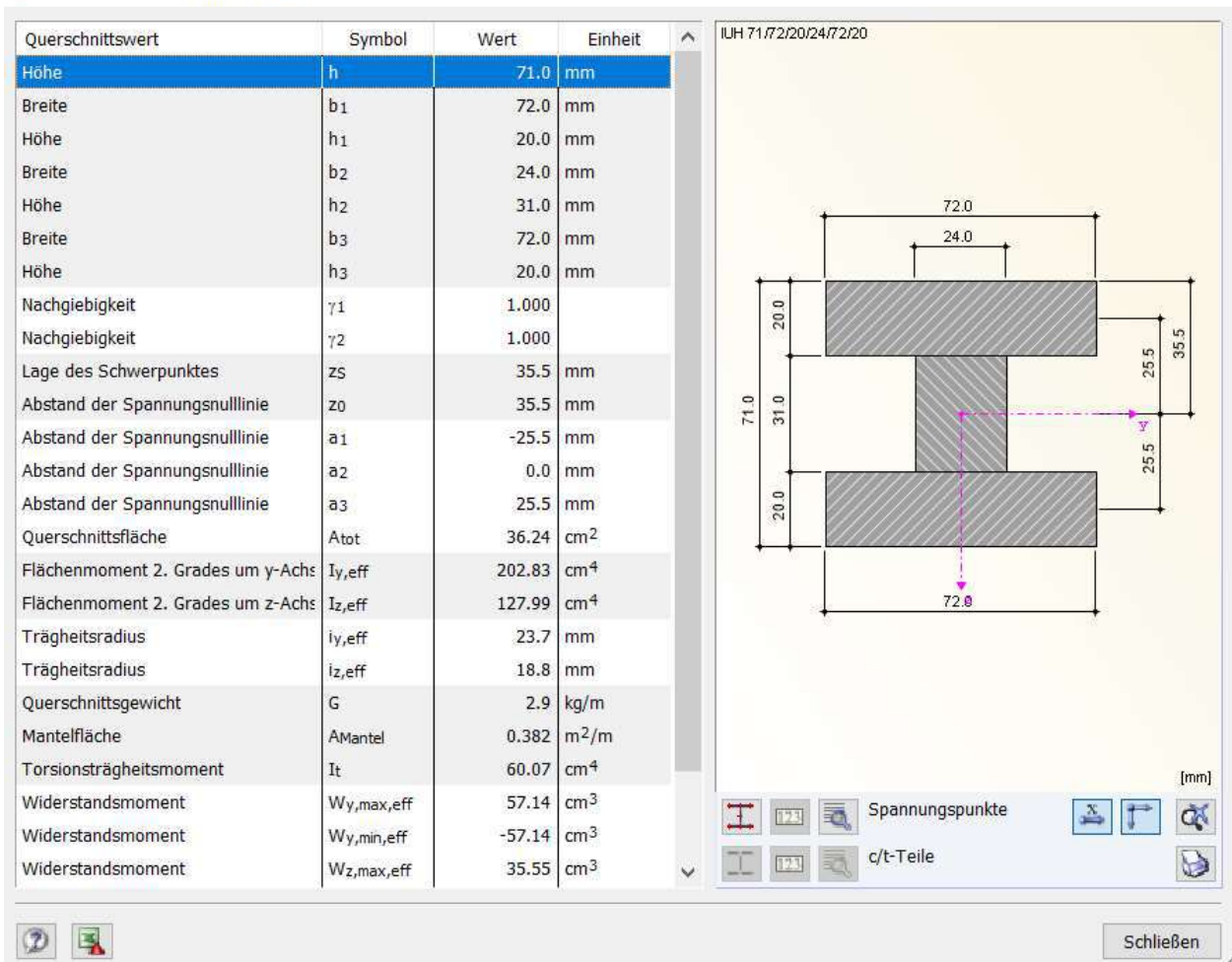
Tragfähigkeit Gitterträger

Der Querschnitt 1 ist wie vorab beschrieben auf die Steifigkeit EI abgestimmt.

Das Widerstandsmoment dieses Querschnittes passt jedoch nicht zur Tragfähigkeit des Verbundquerschnittes.

Deshalb wird für die Tragfähigkeitsnachweise ein anderer Querschnitt hinterlegt, als für die Schnittkraftermittlung.

Info über Querschnitt IUH 71/72/20/24/72/20



Es wird der Querschnitt so angepasst, dass durch das angepasste Widerstandsmoment maximal ein M_k 4,61 kNm erzielt wird. Mit $f_{m,k} = 8,0 \text{ kN/cm}^2$ ergibt sich folgendes:

$$M_k = 57,14 \cdot 8 / 100 = 4,57 \text{ kNm} < 4,61$$

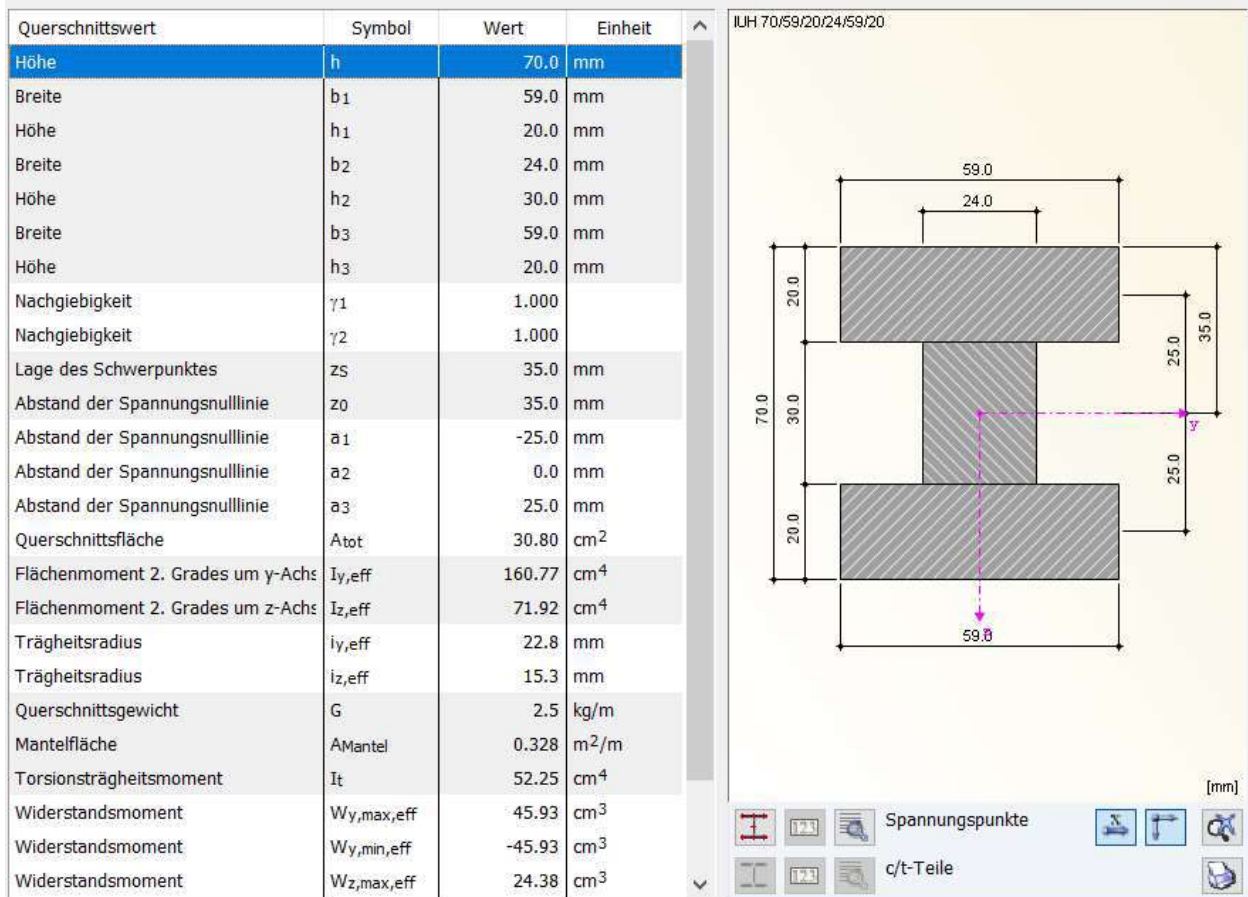
Die Fläche des Verbundquerschnittes beträgt $2 \cdot 3,3 \cdot 7,3 = 48,18 \text{ cm}^2$

Der Ersatzquerschnitt liegt mit $36,24 \text{ cm}^2$ auf der sicheren Seite.

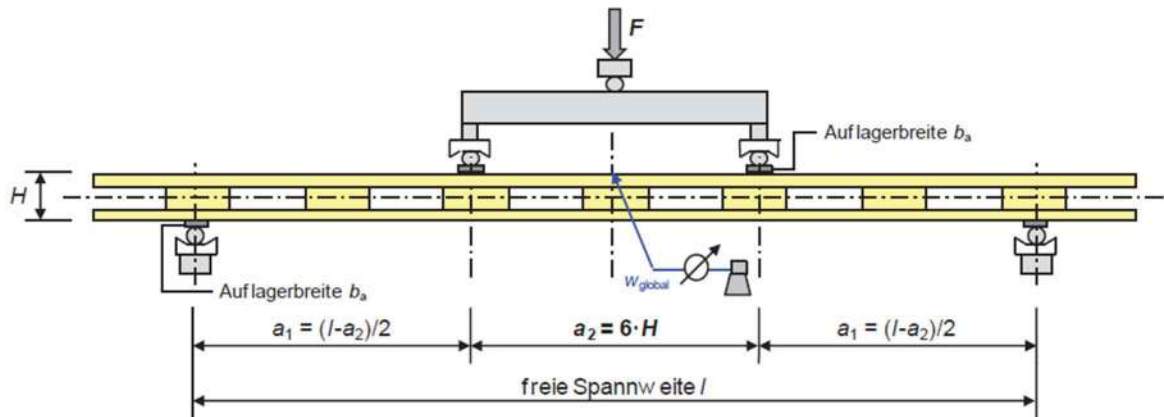
Nettoquerschnitt Gitterschale:

Um die Querschnittsschwächung durch die Bohrungen für die M12er Bolzen zu berücksichtigen, wird ein separater Nachweis mit nochmals reduziertem Querschnitt geführt, bei dem das Widerstandsmoment auf $(7,3-1,4)/7,3 = 0,808 = 80,8\%$ reduziert wird. (Bohrung $d=14\text{mm}$)
 $W_y = 461/8 \cdot 0,808 = 46,56\text{cm}^3$

Info über Querschnitt IUH 70/59/20/24/59/20



Randträger:

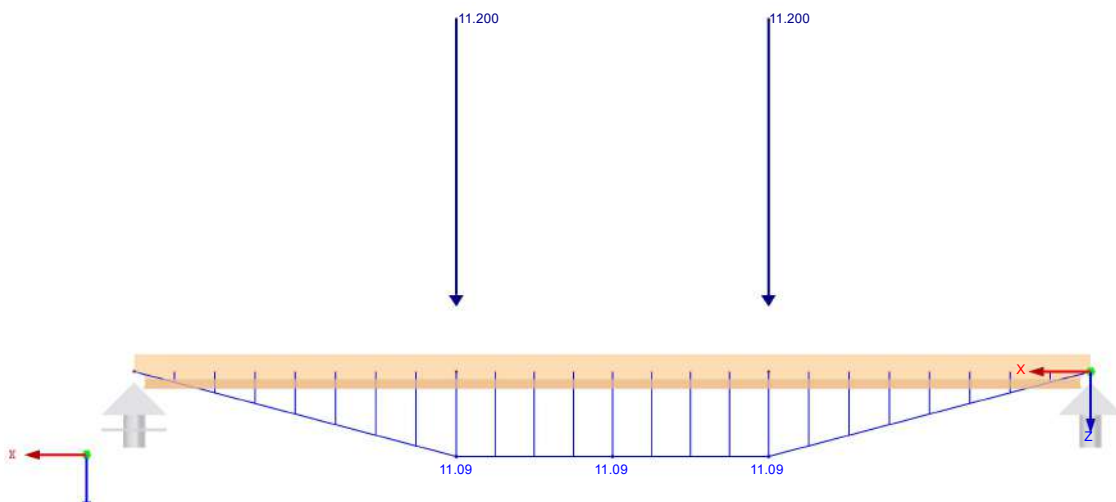


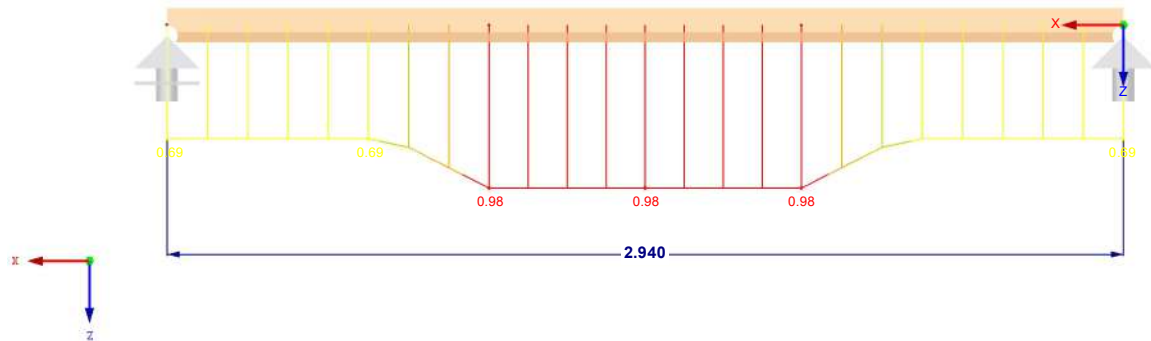
Ergebnis der Bauteilprüfung:

Bezeichnung	F_{\max}	M_{\max}	$(EI)_{\text{eff}}$	m	u
	[kN]	[kNm]	[kNm ²]	[g]	[%]
Anzahl	5	5	4	5	5
Mittelwert	25,54	12,64	54,2	30070	5,89
Standardabweichung	1,37	0,68	5,55	185	0,09
CoV [%]	5,34	5,34	10,2	0,62	1,47
charakteristischer Wert nach ON EN 14358 [4]		11,07			

Für die Kalibrierung wird nach EN 14358:2016 für Steifigkeitswerte der Mittelwert (Kapitel 4.3), für die Kalibrierung des Widerstandes der charakteristische Wert angesetzt, ermittelt über Standardabweichung und Varianzkoeffizient (5%-Fraktile).

Verbundträger – Steifigkeiten Stabwerkprogramm



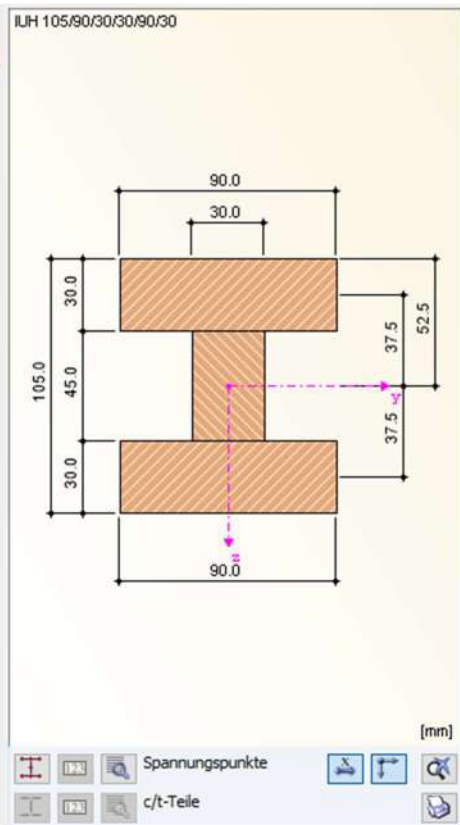


Max Nachweis: 0.98

Die Kalibrierung wird ohne Materialsicherheitsbeiwerte durchgeführt, sodass auf der sicheren Seite liegend, der richtige Querschnitt ermittelt wird.

Querschnittswerte des äquivalenten Querschnitts:

Querschnittswert	Symbol	Wert	Einheit
Höhe	h	105.0	mm
Breite	b ₁	90.0	mm
Höhe	h ₁	30.0	mm
Breite	b ₂	30.0	mm
Höhe	h ₂	45.0	mm
Breite	b ₃	90.0	mm
Höhe	h ₃	30.0	mm
Nachgiebigkeit	γ ₁	1.000	
Nachgiebigkeit	γ ₂	1.000	
Lage des Schwerpunktes	z _S	52.5	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	z ₀	52.5	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a ₁	-37.5	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a ₂	0.0	mm
Abstand der Spannungsnulllinie	a ₃	37.5	mm
Querschnittsfläche	A _{tot}	67.50	cm ²
Flächenmoment 2. Grades um y-Achse	I _{y,eff}	822.66	cm ⁴
Flächenmoment 2. Grades um z-Achse	I _{z,eff}	374.63	cm ⁴
Trägheitsradius	i _{y,eff}	34.9	mm
Trägheitsradius	i _{z,eff}	23.6	mm
Querschnittsgewicht	G	5.4	kg/m
Mantelfläche	A _{Mantel}	0.510	m ² /m
Torsionsträgheitsmoment	I _t	215.65	cm ⁴
Widerstandsmoment	W _{y,max,eff}	156.70	cm ³
Widerstandsmoment	W _{y,min,eff}	-156.70	cm ³
Widerstandsmoment	W _{z,max,eff}	83.25	cm ³
Widerstandsmoment	W _{z,min,eff}	-83.25	cm ³
Statisches Moment	S _{y,max,eff}	108.84	cm ³
Statisches Moment	S _{z,max,eff}	65.81	cm ³



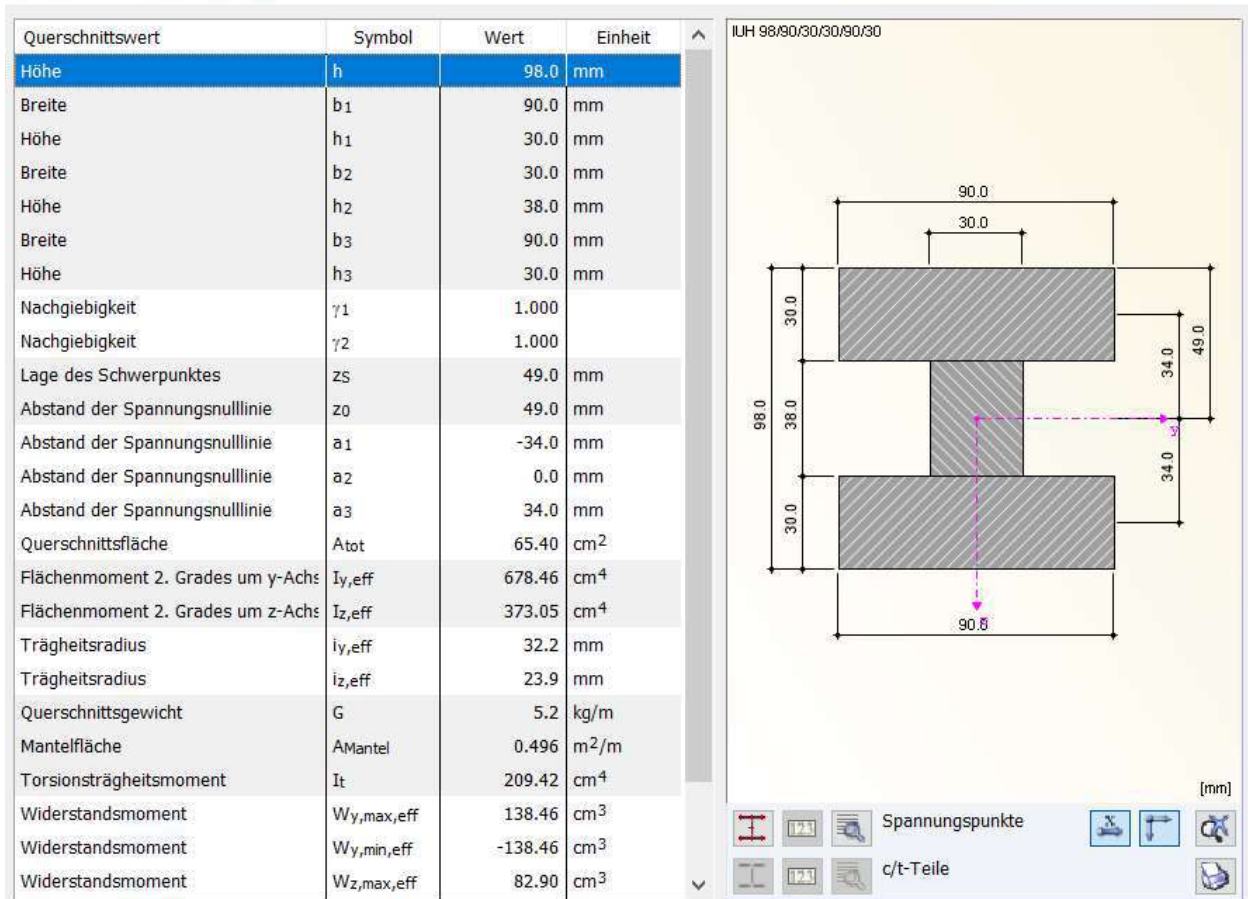
Daraus folgt:

E-Modul des äquivalenten Materials: $E = 660 \text{ kN/cm}^2$ um die effektive Biegesteifigkeit I_t Prüfung zu erreichen.
 $EI = 660 \cdot 822 = 54,25$

Tragfähigkeit Randträger

Der Querschnitt 3 ist wie vorab beschrieben auf die Steifigkeit EI abgestimmt.
Das Widerstandsmoment dieses Querschnittes passt jedoch nicht zur Tragfähigkeit des Verbundquerschnittes.
Deshalb wird für die Tragfähigkeitsnachweise ein anderer Querschnitt hinterlegt, als für die Schnittkraftermittlung.

Info über Querschnitt IUH 98/90/30/30/90/30



Es wird der Querschnitt so angepasst, dass durch das angepasste Widerstandsmoment maximal ein M_k 4,61 kNm erzielt wird. Mit $f_{m,k} = 8 \text{ kN/cm}^2$ ergibt sich folgendes:

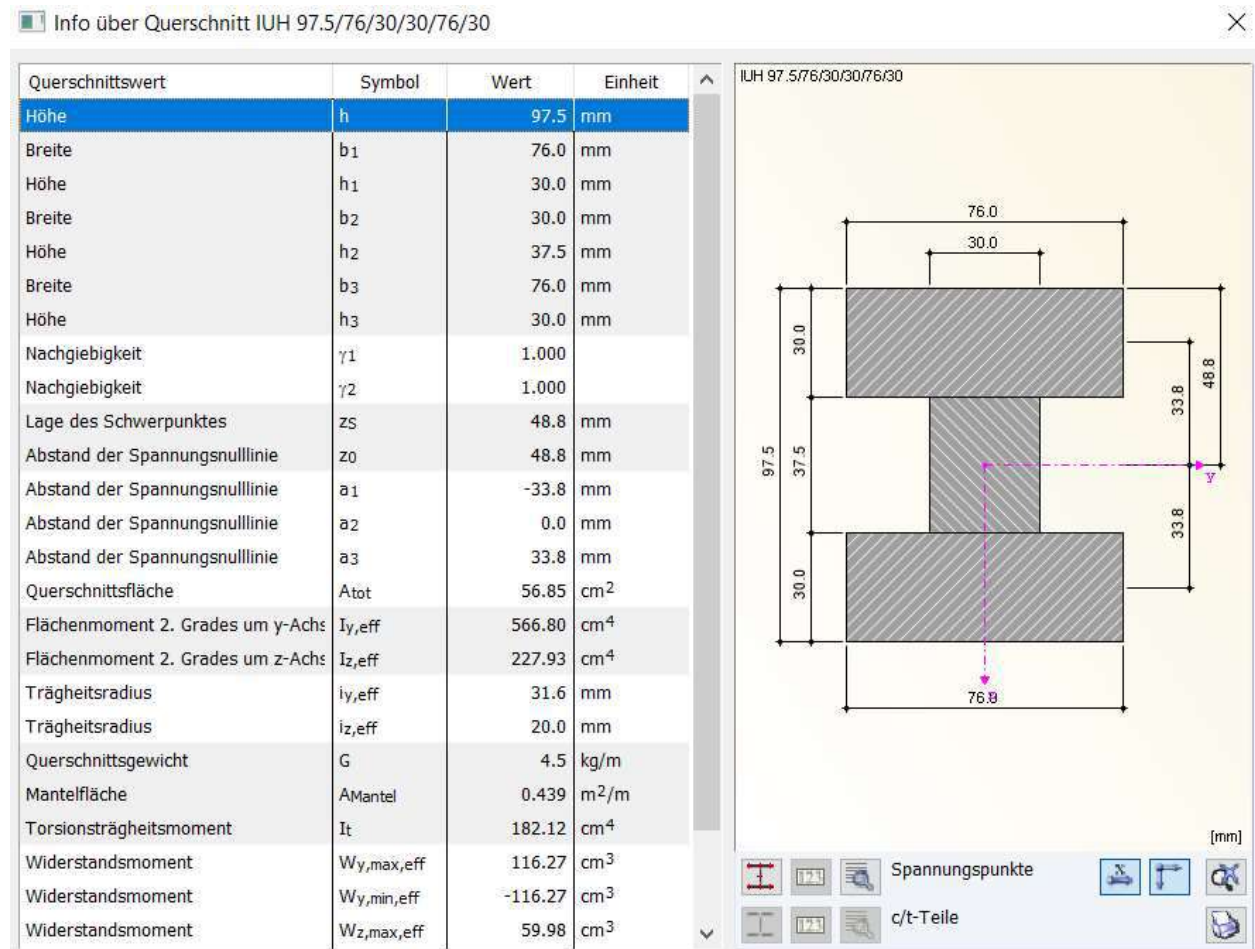
$$M_k = 138,46 \cdot 8 / 100 = 11,07 \text{ kNm} < 11,07$$

Die Fläche der Verbundquerschnittes liegt bei: $2 \cdot 4,3 \cdot 9,0 = 77,4 \text{ cm}^2$

Der Ersatzquerschnitt liegt mit $A=65,4 \text{ cm}^2$ auf der sicheren Seite.

Nettoquerschnitt Randträger:

Um die Querschnittsschwächung durch die Bohrungen für die M12er Bolzen zu berücksichtigen, wird ein separater Nachweis mit nochmals reduziertem Querschnitt geführt, bei dem das Widerstandsmoment auf $(9,0-1,4)/9,0 = 0,844 = 84,4\%$ reduziert wird. (Bohrung $d=14\text{mm}$)
 $W_y = 1107/8 \cdot 0,844 = 116,8\text{cm}^3$



1.4 MATERIAL

1.4.1 Baubuche

Die Materialkennwerte von Material 1, Pollmeier Baubuche stammen aus der Zulassung der Pollmeier Furnierwerkstoffe GmbH Z-9.1-838. Darin wird auch der Materialsicherheitsbeiwert für Pollmeier Platte BauBuche S auf $\gamma_M = 1,3$ festgelegt.

Art der Beanspruchung		Furnierschichtholz	Furnierschichtholz	
		"Platte BauBuche S"	"Platte BauBuche Q"	
Nennstärke in mm		20 ≤ B ≤ 80	20	30 ≤ B ≤ 80
Festigkeitskennwerte				
Plattenbeanspruchung				
Biegung	f _{m,0,flat,k}	80	70	75
Druck	f _{c,90,flat,k}	10	13	13
Scheibenbeanspruchung				
Biegung ^{a)}	f _{m,0,edge,k}	75	54	60
Zug zur Faser	f _{t,0,k}	60	45	51
Zug ⊥ zur Faser	f _{t,90,edge,k}	1,5	16	8
Druck zur Faser	f _{c,0,k}	57,5	45,6	53,3
Druck ⊥ zur Faser	f _{c,90,edge,k}	14	37	19
Schub	f _{v,0,edge,k}	8	7,8	7,8
Steifigkeitskennwerte				
Elastizitätsmodul	E _{0,mean}	16800	11800	13200
Elastizitätsmodul	E _{0,05}	14900	10900	12200
Elastizitätsmodul	E _{90,mean}	470	3900	2200
Schubmodul hochkant	G _{v,0,edge,mean}	760	820	820
Schubmodul flachkant	G _{v,0,flat,mean}	850	430	430
Rohdichte	ρ _k		730	

a) Werte gelten für h ≤ 300 mm. Für 300 < h ≤ 1000 mm ist der charakteristische Festigkeitswert mit dem Beiwert k_h = (300/h)^{0,12} zu multiplizieren. h ist die für die Biegebeanspruchung maßgebende Abmessung des Gesamtquerschnitts in mm.

Rohdichte

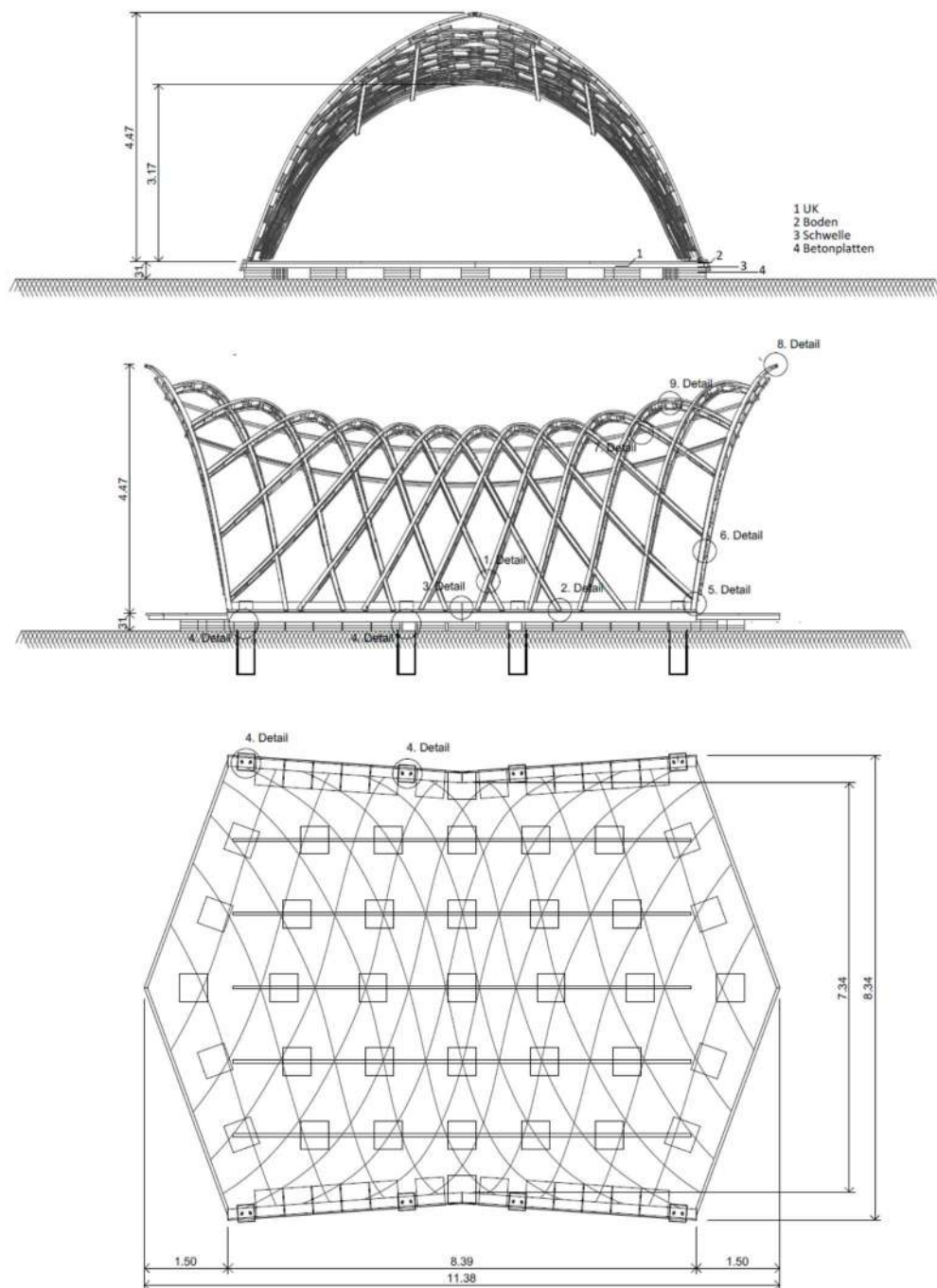
mittlere Rohdichte
charakteristische
Rohdichte

ρ_{mean}	800 kg/m ³	800 kg/m ³
ρ_k	730 kg/m ³	730 kg/m ³

2 BESCHREIBUNG

2.1 PLANUNTERLAGEN

Die allgemeinen Abmessungen sind wie folgt:

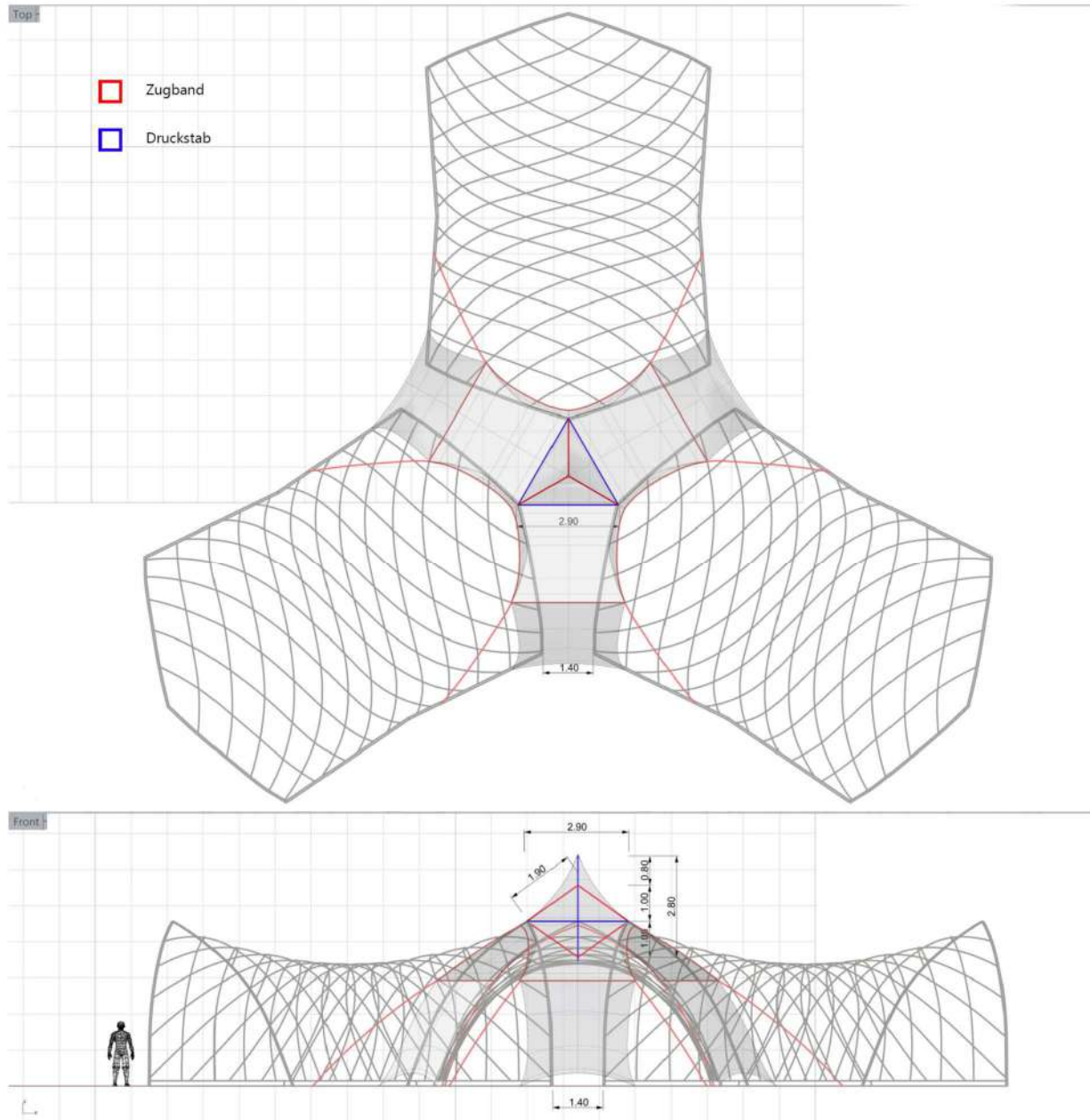


18-025-16 | STB Altenstadt

230626 | 22

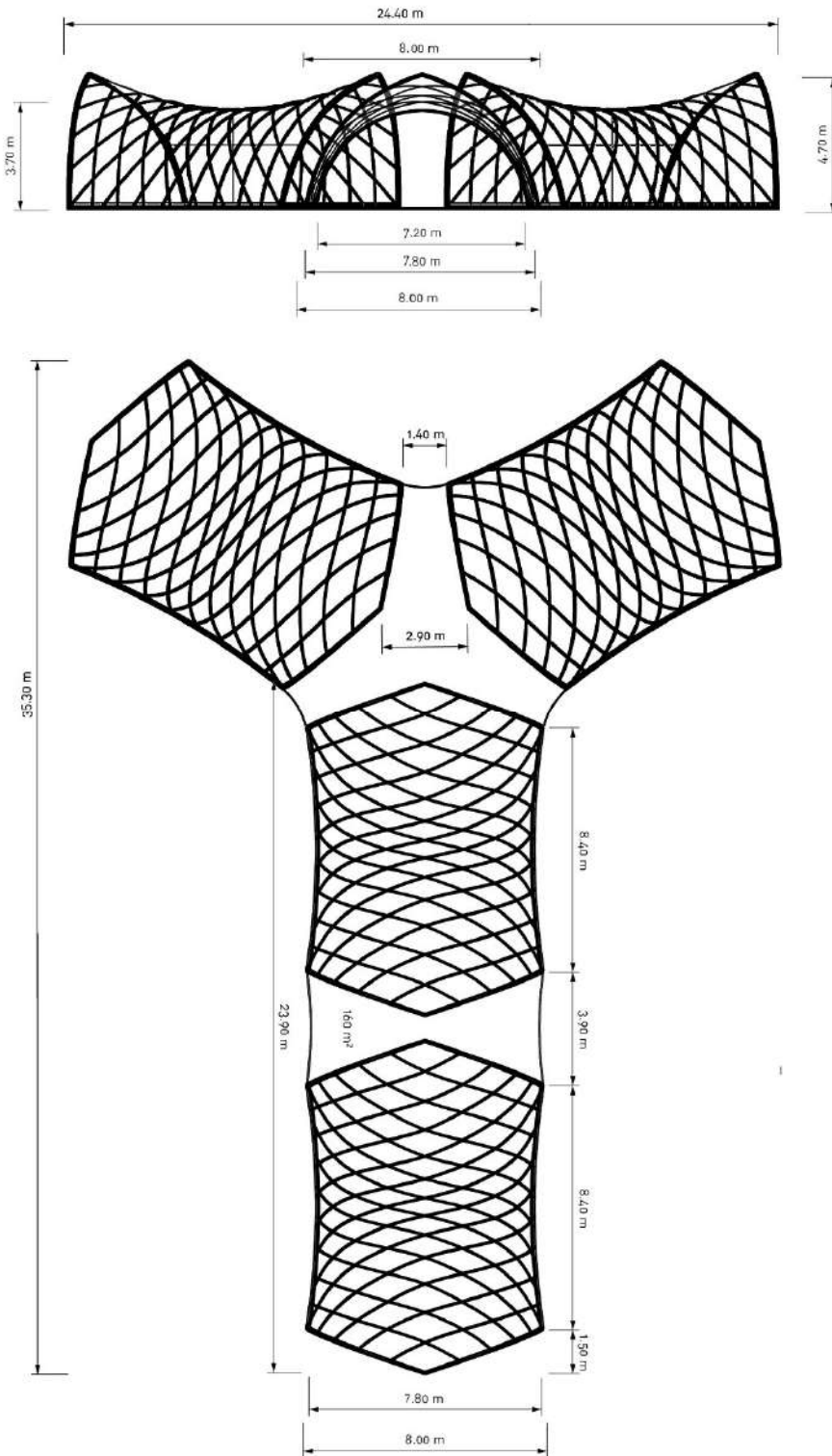
Die Zeltvariante Connect 3 und Connect 4 besteht aus zusammen aufgestellten Zelten, die über Planen mit einander verbunden werden.

Connect 3:



Auf der sicheren Seite liegend wird für die Schneelastermittlung eine Einzugsfläche von 2,90 / 2 Meter aus den Connect-Aufbauvarianten hinzugefügt.
Zusätzlich greift am Spitz eine Punktlast mit der Lasteneinzugsfläche von $(0,25 \cdot 2,9^2 \cdot 3^{0,5}) / 3 = 1,21 \text{ m}^2$ an.

Connect 4



18-025-16 | STB Altstadt

230626 | 24

3 LASTEN

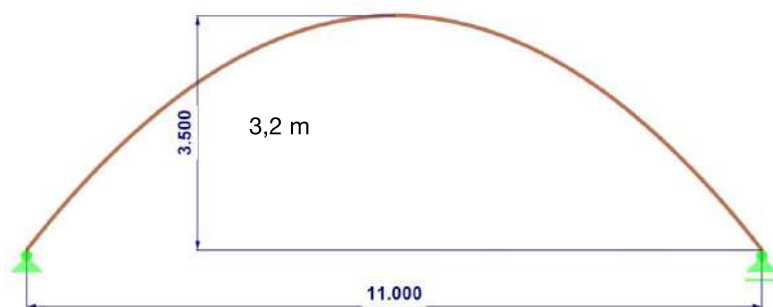
3.1 STÄNDIGE LASTEN

3.1.1 Eigenlast Tragstruktur

Das Eigengewicht der Struktur wird vom FE-Programm automatisch ermittelt.

$$\gamma_{\text{Baubuche}} = 8,00 \text{ kN/m}^3$$

Aufgrund der Vorbehandlung der einzelnen Stäbe der Gitterschale ist mit einer parabelförmigen, spannungsfreien Geometrie der Gitterstäbe zu rechnen. Der Stich wird mit 3,2 Meter festgelegt bei einer maximalen Stablänge von 13,5 Metern, 11 Meter projizierte Länge im Grundriss.



Dieser Zustand ist spannungsfrei.

3.1.2 Ausbaulast

Im Lastfall Ausbaulast wird das Eigengewicht der Zeltplane sowie die Verbindungsmittel berücksichtigt.

$$g_{\text{Ausbau}} = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

3.2 VERÄNDERLICHE LASTEN

3.2.1 Schneelasten

Die Nachweise werden mit einer Schneelast von $s_k = 1,60 \text{ kN/m}^2$ geführt.

Die Schneelast in Altenstadt beträgt nur $s_k = 1,26 \text{ kN/m}^2$ und ist mit diesem Ansatz auf der sicheren Seite liegend berücksichtigt.

Es werden zwei Schneelastszenarien nach ÖNORM EN 1991-1-3 Kapitel 5.3.5 betrachtet:

Szenario a: Nicht verwehter Schnee => $\mu_2 = 0,8$

$$s_k = 1,81 \cdot 0,8 = 1,45 \text{ kN/m}^2$$

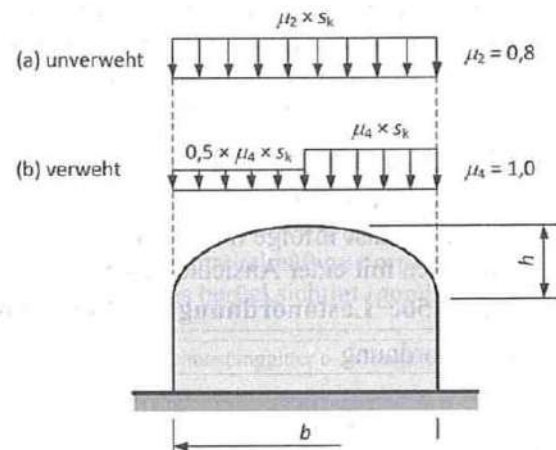
Szenario b: Verwehter Schnee =>

$$\mu_4 = 1,0$$

$$s_k = 1,81 \cdot 1,0 = 1,81 \text{ kN/m}^2$$

4.2.4 Tonnendächer

Für die Schneelastverteilung bei Tonnendächern gelten abweichend zur Norm die Regeln des Nationalen Anhangs (DIN EN 1991-1-3/NA). Danach sind Tonnendächer für eine gleichmäßig verteilte Schneelast (unverweht) (Lastanordnung (a) in Abb. 3.55) und für eine unsymmetrische Schneelast (verwehter Schnee) (Lastanordnung (b) in Abb. 3.55) zu untersuchen. Für die Formbeiwerte μ_2 (unverweht) und μ_4 (verweht) sind die Zahlenwerte in Abb. 3.55 zu verwenden. Im Gegensatz zur Norm ist nach dem NA die Schneelast bei Tonnendächern auf der gesamten Dachbreite b anzusetzen.

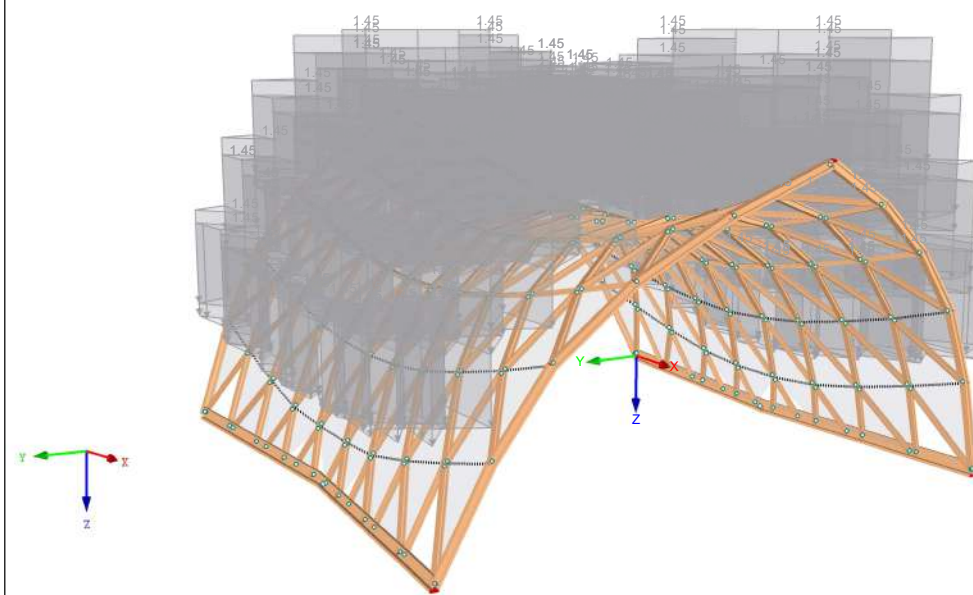


Auszug Schneider Bautabellen 25. Auflage

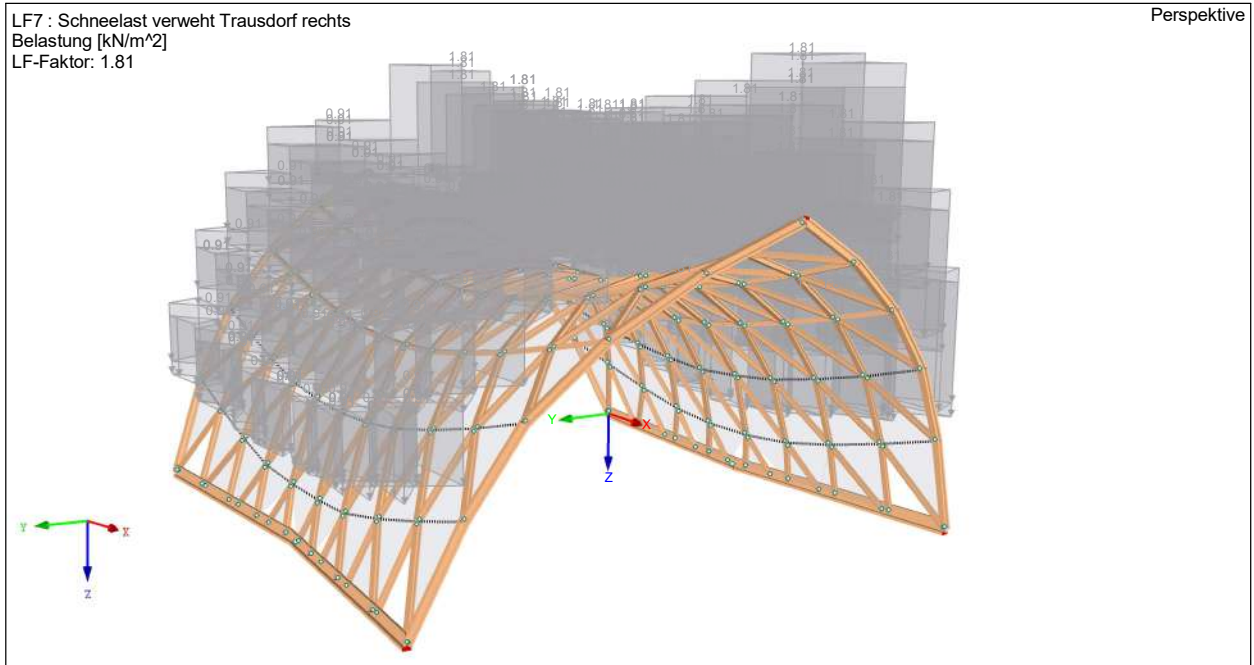
Szenario a:

LF6 : Schneelast Trausdorf
Belastung [kN/m²]
LF-Faktor: 1.81

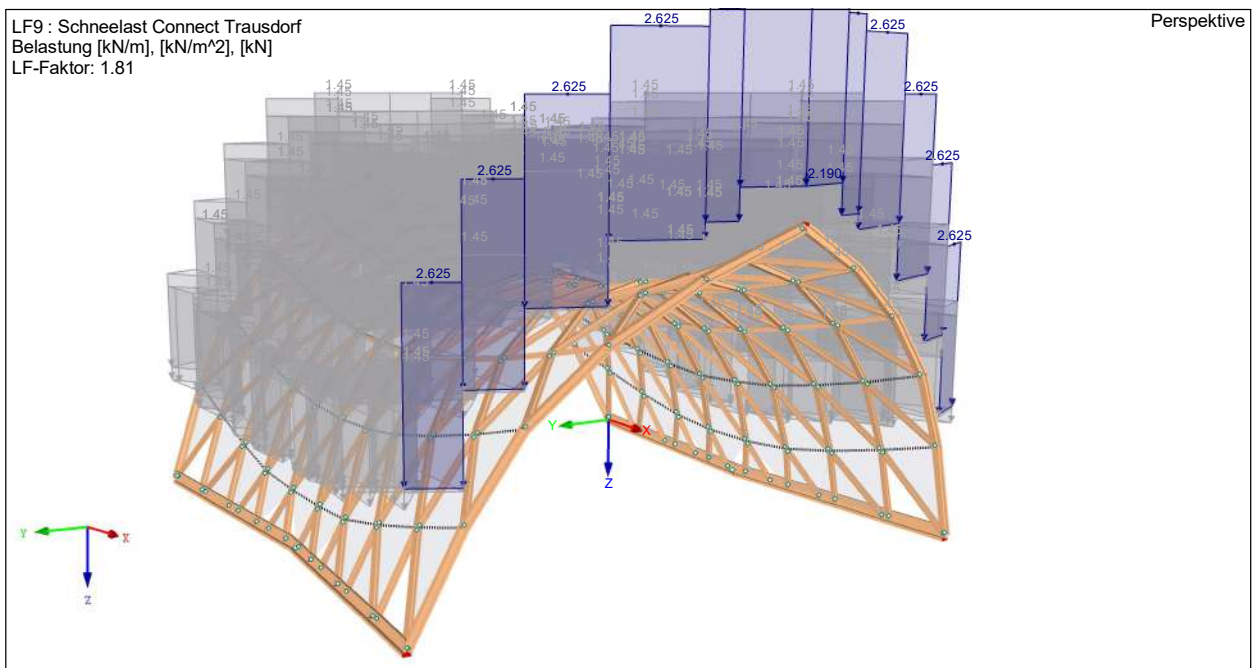
Perspektive



Szenario b:



Szenario c – Connectvariante



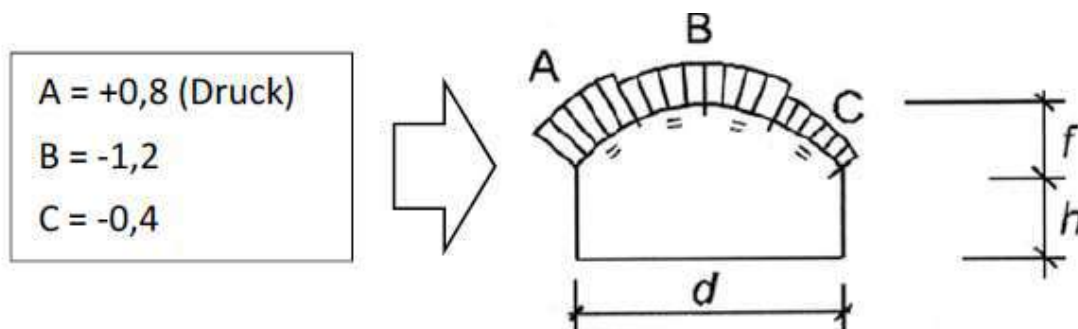
3.2.2 Windlasten

Der Staudruck von $q_{p,z} = 0,7 \text{ kN/m}^2$ wird herangezogen

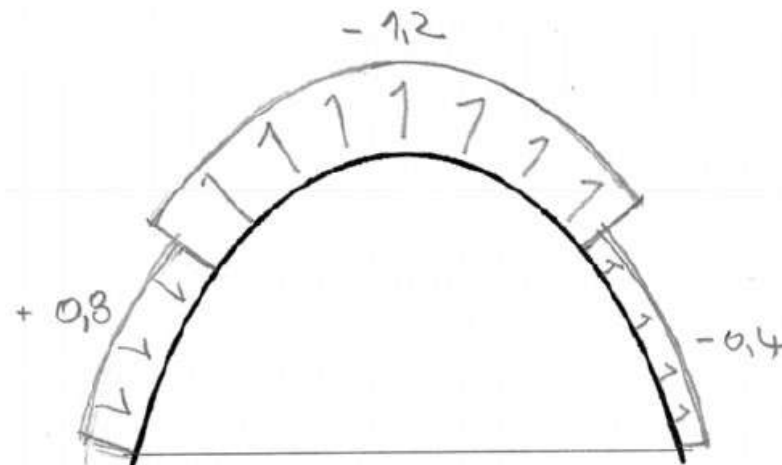
Der ermittelte Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b,0}$ in am Standort beträgt $0,56 \text{ kN/m}^2$, der Staudruck $q_{p,z}$ beträgt $0,699 \text{ kN/m}^2$. Somit ist die Windlast mit diesem Ansatz auf der sicheren Seite liegend berücksichtigt.

Die aerodynamischen Beiwerte in Querrichtung des Zelts werden nach EN 1991-1-4 angesetzt:

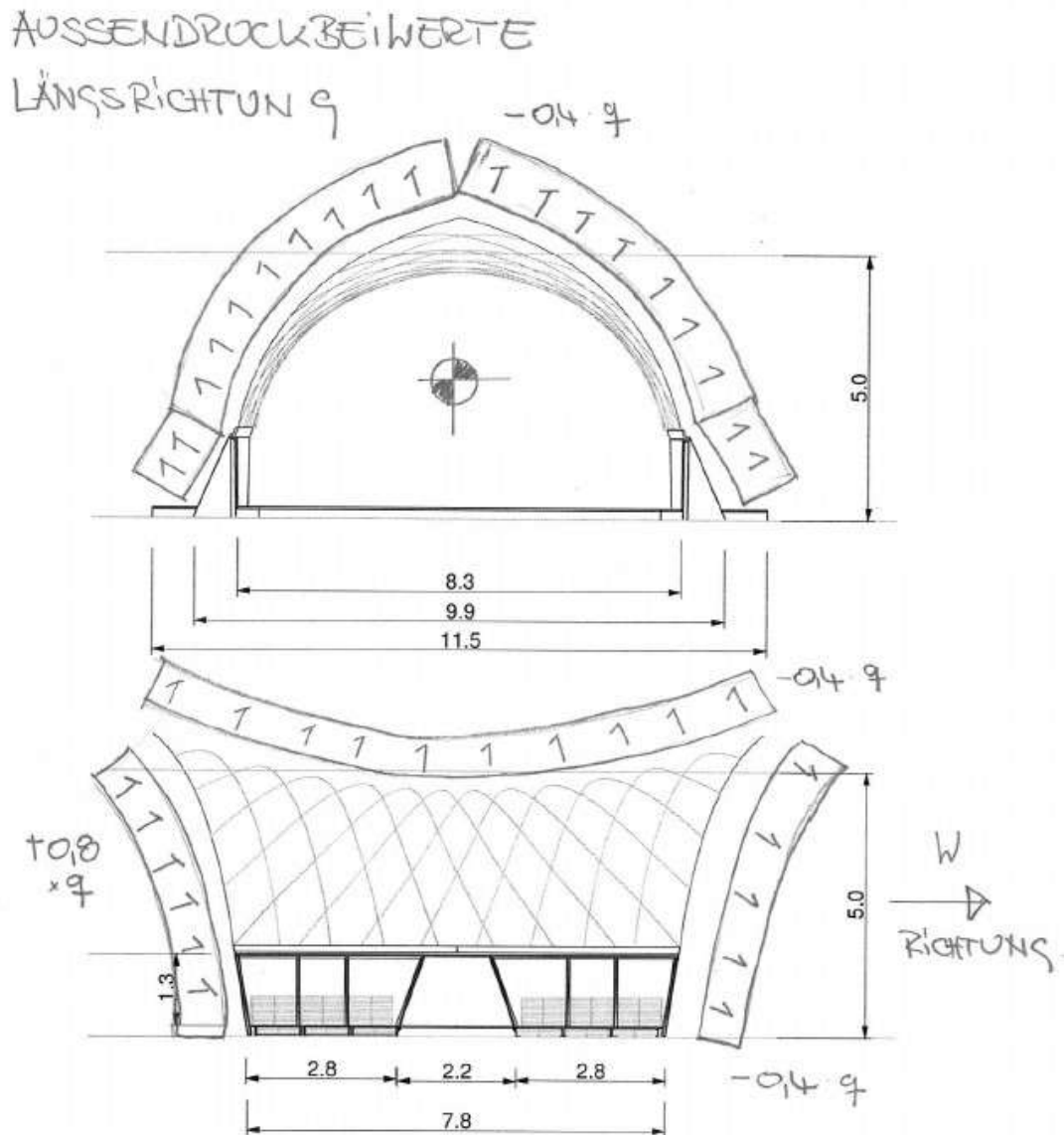
3.2.2.1 Außendruckbeiwerte: Wind in Y-Richtung Kapitel 7.2.8 Gekrümmte Dächer und Kuppeln



Auf dieses Tragwerk umgelegt bedeutet dies folgende Außendruckbeiwerte c_{pe} :

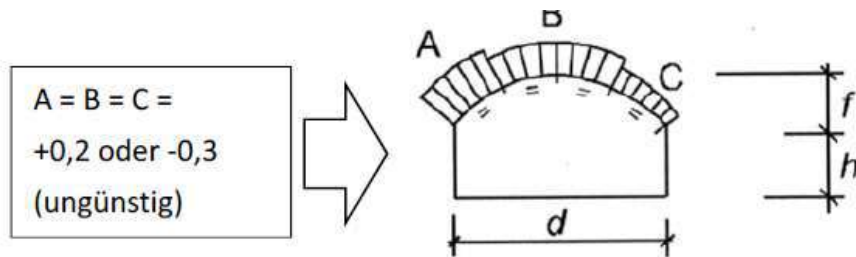


3.2.2.2 Außendruckbeiwerte Wind in X-Richtung

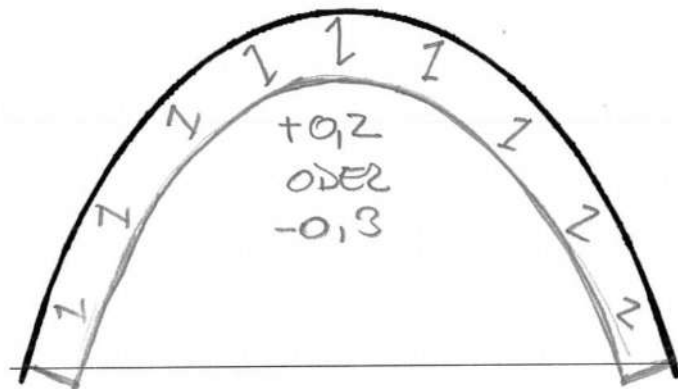


Anmerkung: Die hier dargestellten Außendruckbeiwerte (Bereich $-0,4$) sind im windabgewandten Teil des Zeltes vereinfacht ebenfalls mit $(-0,4)$ angenommen. Ein Winddruck mit einem Faktor $0,17 \cdot q$ wurde untersucht und als nicht maßgebend nachgewiesen.

3.2.2.3 Innendruckbeiwerte nach Kapitel 7.2.9 Innendruck



Auf dieses Tragwerk umgelegt bedeutet dies folgende Innendruckbeiwerte c_{pi} :



3.2.2.4 Druckbeiwerte für seitliche Öffnung

Vgl. Schneider Bautabellen für Ingenieure: 22. Auflage:

7.2.11 Seitlich offene Baukörper

Hinweise zu seitlich offenen Baukörpern sind in DIN EN 1991-1-4 nicht enthalten. Aus diesem Grund wird empfohlen, die nachfolgend angegebenen Regelungen nach DIN 1055-4 (Ausg. 2005) zu verwenden. Wände, bei denen mehr als 30 % der Fläche offen sind, gelten als offen. Fenster, Türen und Tore sind als geschlossen anzusehen, wenn sie nicht betriebsbedingt bei Sturm geöffnet werden müssen (z. B. Ausfahrtstore von Gebäuden für Rettungsdienste). Druckbeiwerte für die innenliegenden Flächen seitlich offener Baukörper sind in Tafel 3.39a angegeben. Für die außenliegenden Flächen gelten die Druckbeiwerte geschlossener Baukörper (Abschnitte 7.2.2 bis 7.2.6), sofern in Tafel 3.39a nichts anderes angegeben ist.

Tafel 3.39a Druckbeiwerte seitlich offener Baukörper (n. DIN 1055-4:2005-03)

Eine Seite offen 	Zwei aneinandergrenzende Seiten offen
Drei Seiten offen 	Zwei gegenüberliegende Seiten offen

Bezugshöhe z_1 = Bezugshöhe z_e für den Außendruck der Wandfläche, in der sich die Öffnung befindet.

3.2.2.5 Übersicht Windlastfälle

LF 11: Wind in +X Richtung geschlossen in Kombination mit $c_{pi} +0,2$
 LF 12: Wind in -X Richtung geschlossen in Kombination mit $c_{pi} +0,2$
 LF 13: Wind in +X Richtung geschlossen in Kombination mit $c_{pi} -0,3$
 LF 14: Wind in -X Richtung geschlossen in Kombination mit $c_{pi} -0,3$

LF 15: Wind in +X Richtung offen

LF 16: Wind in +X Richtung windzugewandt geschlossen
 LF 17: Wind in -X Richtung windzugewandt geschlossen
 LF 18: Wind in +X Richtung windabgewandt geschlossen
 LF 19: Wind in -X Richtung windabgewandt geschlossen

Es werden vier Windlastfälle in Gebäudequerrichtung definiert:

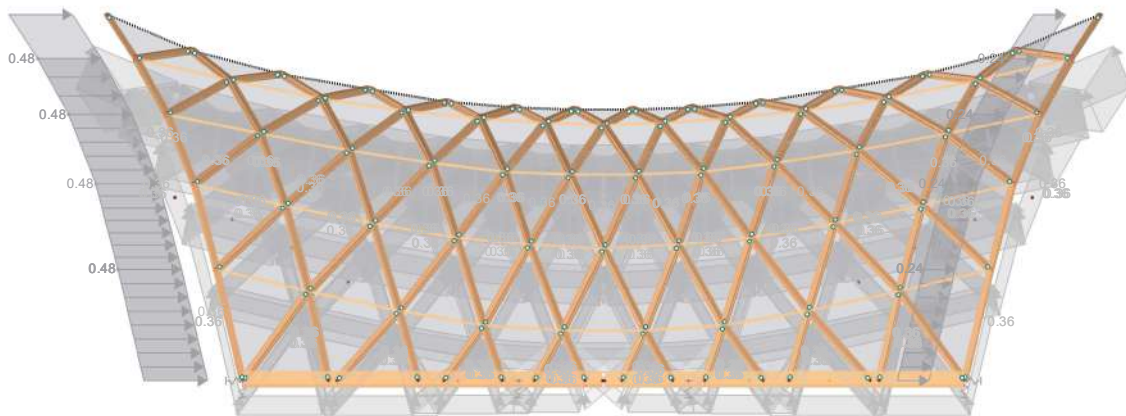
LF 21: Wind in +Y Richtung in Kombination mit $c_{pi} +0,2$
 LF 22: Wind in -Y Richtung in Kombination mit $c_{pi} +0,2$
 LF 23: Wind in +Y Richtung in Kombination mit $c_{pi} -0,5$ (-0,3 Norm, -0,5 lt Schneider)
 LF 24: Wind in -Y Richtung in Kombination mit $c_{pi} -0,5$ (-0,3 Norm, -0,5 lt Schneider)

3.2.2.6 Lastaufbringung in Gebäudelängsrichtung

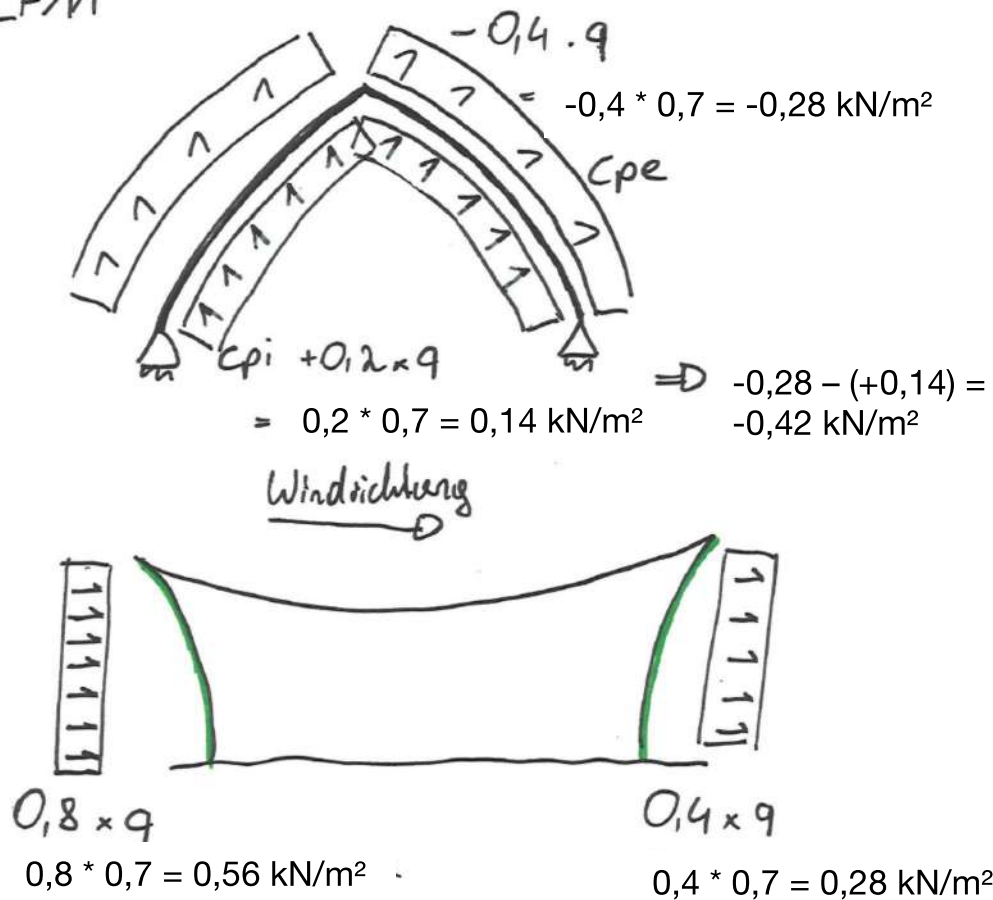
LF 11: Wind in +X geschlossen cpi +0,2

LF11 : Wind in +X geschlossen cpi +
Belastung [kN/m²]

Entgegen der Y-Richtung



LFM

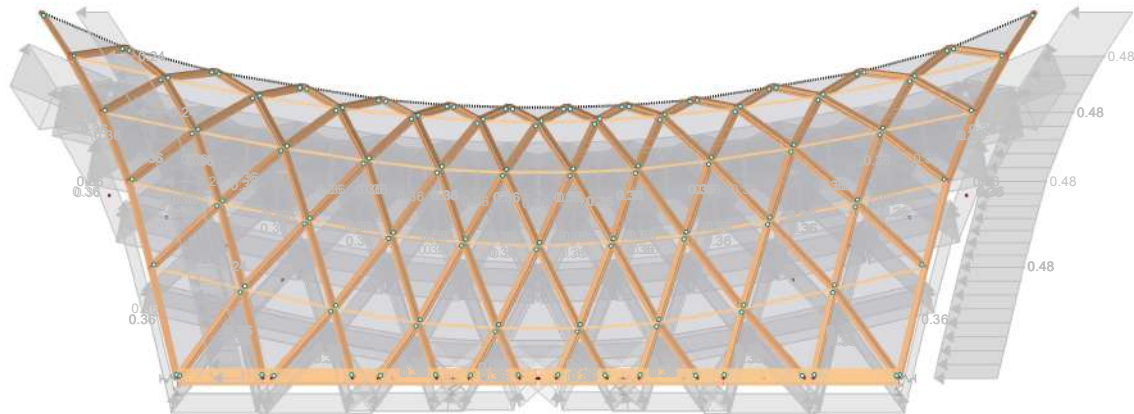


LF 12: Wind in -X geschlossen cpi +0,2

LF11 gespiegelt

LF12 : Wind in -X geschlossen cpi +
Belastung [kN/m²]

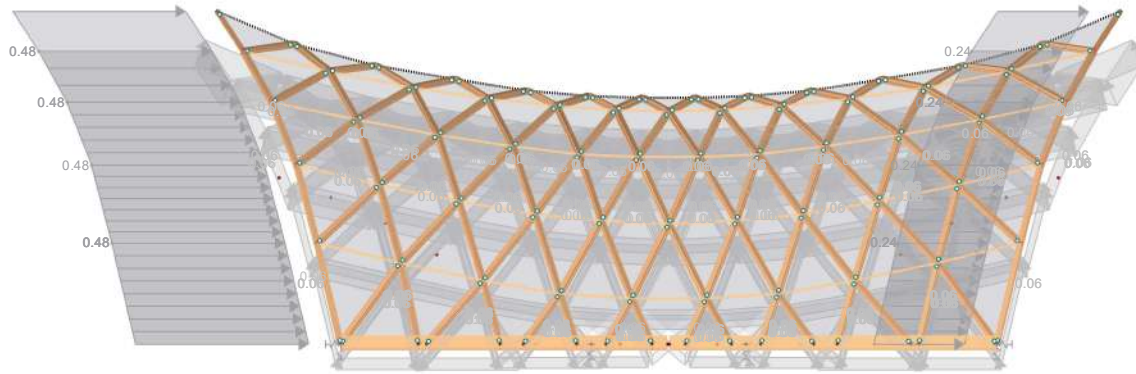
Entgegen der Y-Richtung



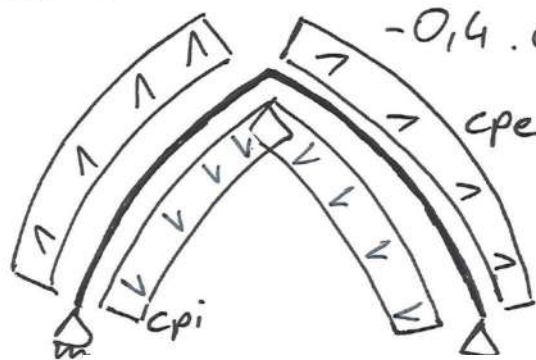
LF 13: Wind in +X geschlossen cpi -0,3

LF13 : Wind in +X geschlossen cpi -
Belastung [kN/m²]

Entgegen der Y-Richtung



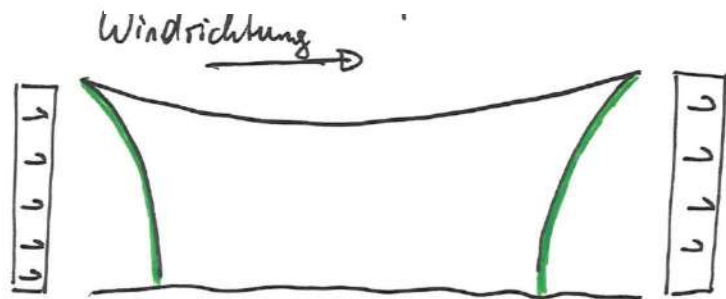
LF13



$$-0,4 \cdot q = -0,4 \cdot 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$-0,3 \cdot 0,7 = -0,21 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow -0,28 - (-0,21) = -0,07 \text{ kN/m}^2$$



$$0,8 \cdot q$$

$$0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$0,4 \cdot 0,7 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

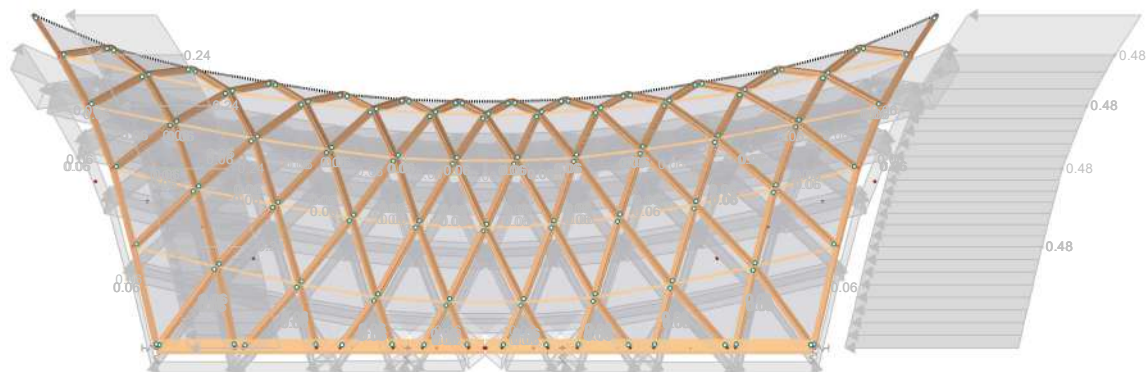
n²

LF 14: Wind in -X geschlossen cpi -0,3

LF 13 gespiegelt

LF14 : Wind in -X geschlossen cpi -
Belastung [kN/m²]

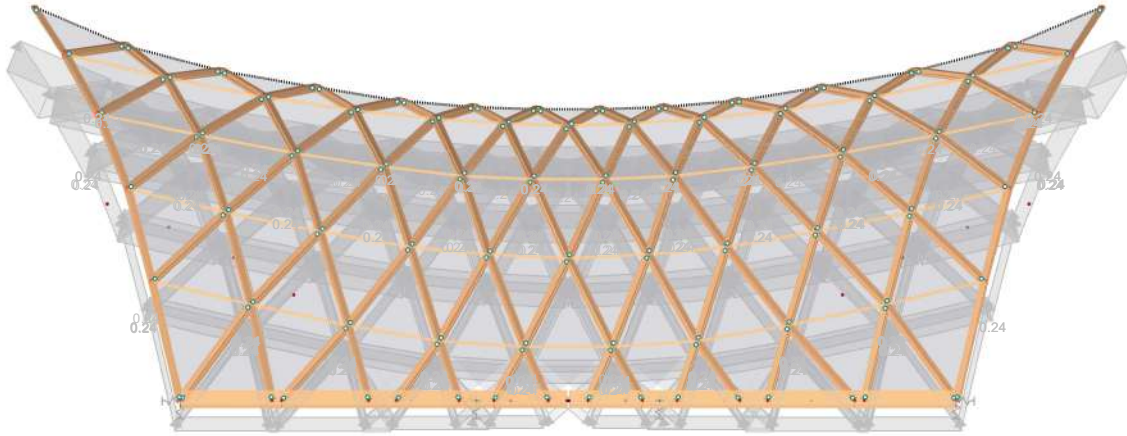
Entgegen der Y-Richtung



LF 15: Wind in +X Richtung offen

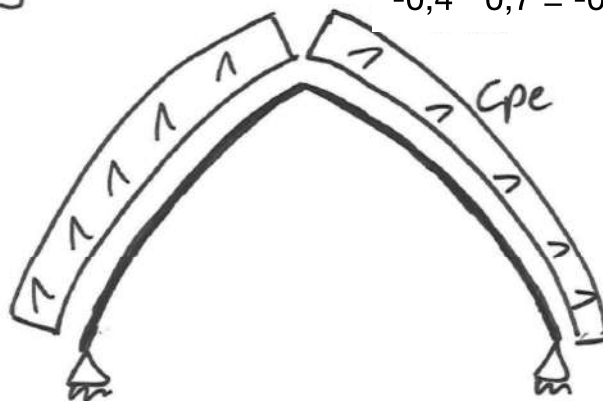
LF15 : Wind in +X offen
Belastung [kN/m²]

Entgegen der Y-Richtung

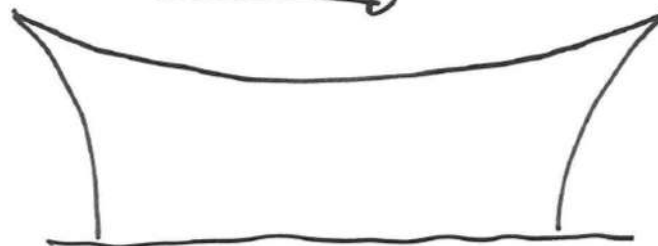


LF 15

$$-0,4 * 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$



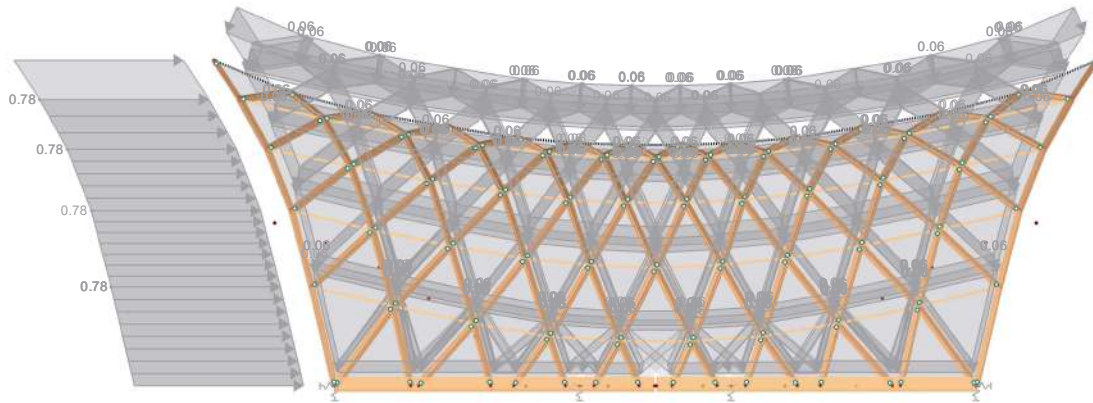
Windrichtung
→



LF 16: Wind in +X Richtung windzugewandt geschlossen

LF16 : Wind in +X zugewandt geschlossen
Belastung [kN/m²]

Entgegen der Y-Richtung



Handwritten calculation for a gable roof section:

$$c_{pe} = -0,4 \cdot 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pi} = +0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow -0,28 + 0,35 = 0,07 \text{ kN/m}^2$$

Handwritten calculation for a side wall section:

$$c_{pi} = +0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe} = +0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

Handwritten calculation for the side wall:

$$\Rightarrow 0,35 + 0,56 = 0,91 \text{ kN/m}^2$$

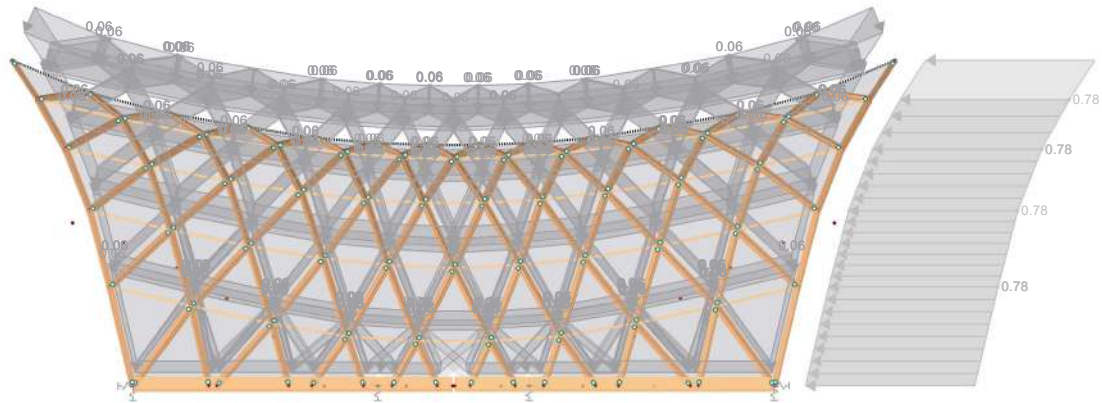
$c_{pi} = +0,5$ vgl. Schneider Bautabellen

LF 17: Wind in -X Richtung windzugewandt geschlossen

LF 16 gespiegelt

LF17 : Wind in -X zugewandt geschlossen
Belastung [kN/m²]

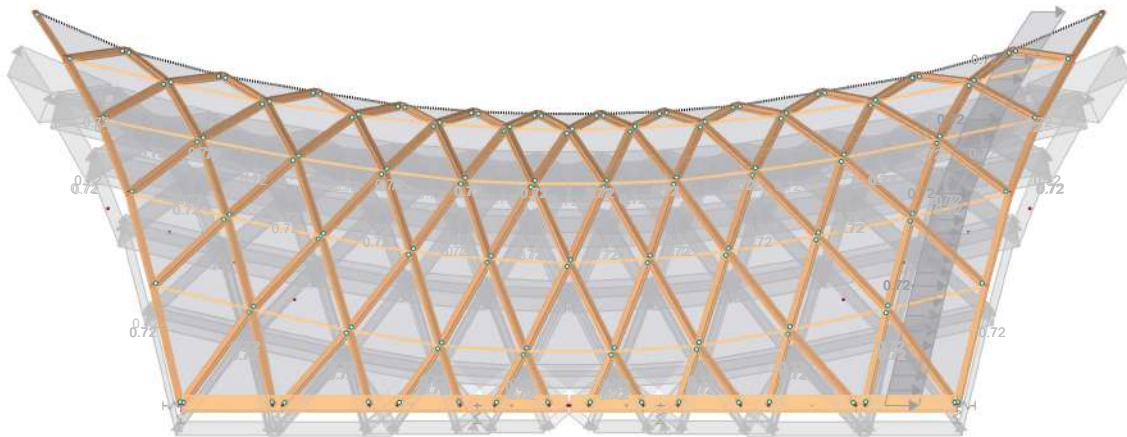
Entgegen der Y-Richtung



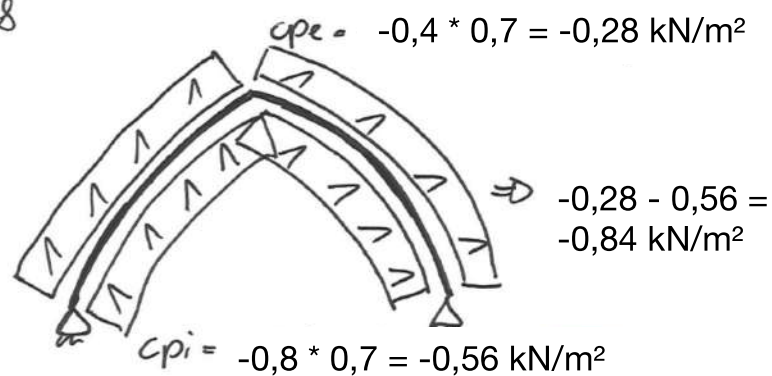
LF 18: Wind in +X Richtung windabgewandt geschlossen

LF18 : Wind in +X abgewandt geschlossen
Belastung [kN/m²]

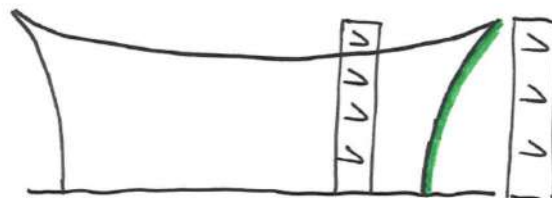
Entgegen der Y-Richtung



LF18



Windrichtung
→



$$c_{pi} = -0,8 * 0,7 = -0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{pe} = -0,4 * 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2$$

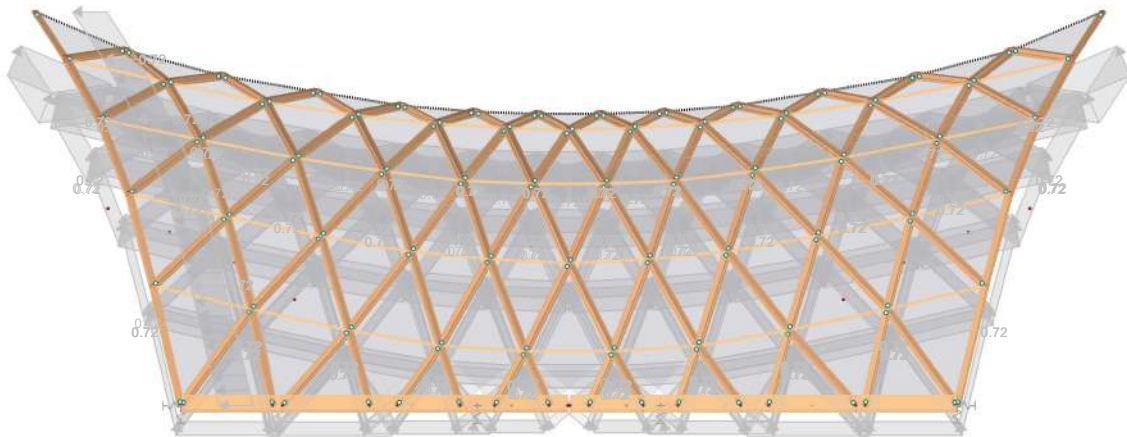
$$-0,56 - 0,28 = -0,84 \text{ kN/m}^2$$

LF 19: Wind in -X Richtung windabgewandt geschlossen

LF 18 gespiegelt

LF19 : Wind in -X abgewandt geschlossen
Belastung [kN/m²]

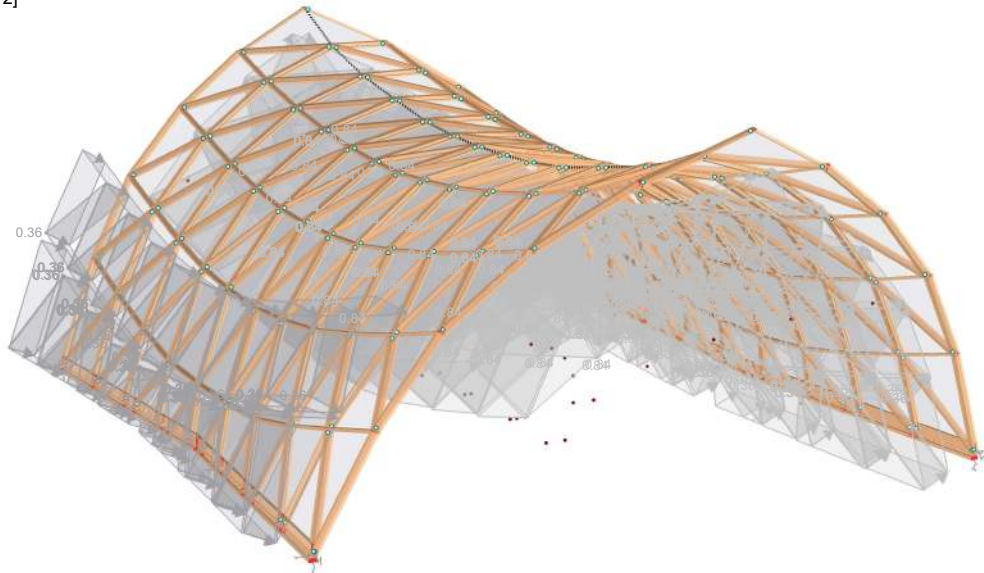
Entgegen der Y-Richtung



LF 21: Wind in +Y Richtung in Kombination mit cpi +0,2

LF21 : Wind in +Y EN 1991-4 cpi +
Belastung [kN/m²]

Perspektive

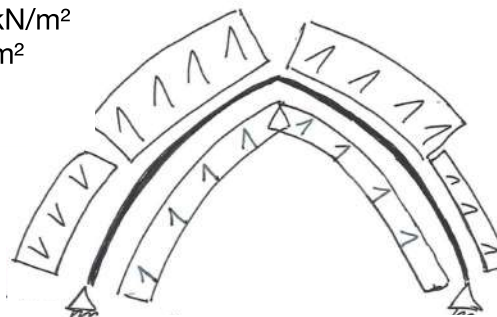


LF 21

Wind richtung →

$$\begin{aligned} cpe &= -1,2 * 0,7 = -0,84 \text{ kN/m}^2 \\ -0,84 - 0,12 &= -0,96 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} cpe &= +0,8 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \\ +0,56 - 0,12 &= +0,44 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} cpi &= 0,2 * 0,7 = 0,14 \text{ kN/m}^2 \\ (\text{entgegenwirkend} \Rightarrow * (-0,1)) \end{aligned}$$

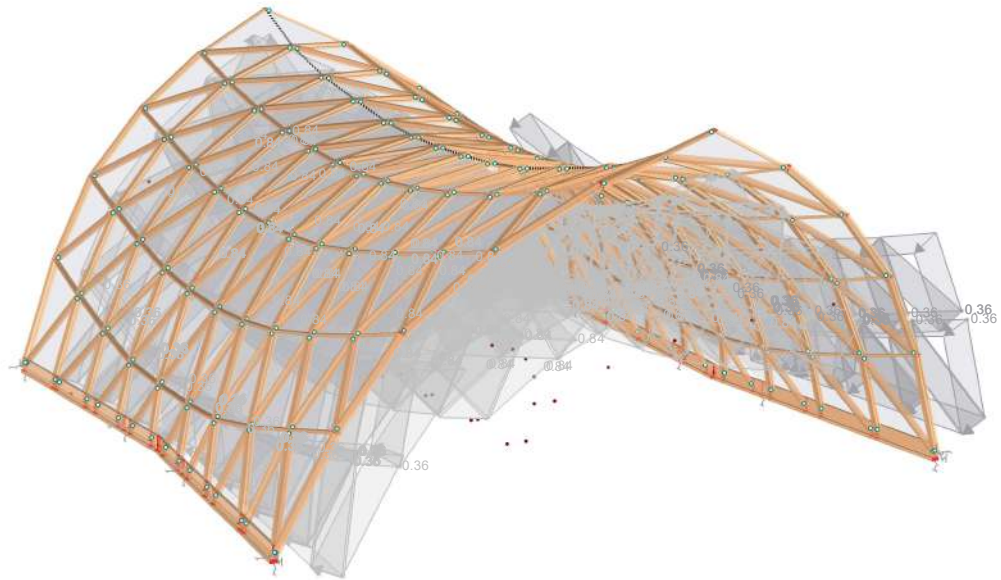
$$\begin{aligned} cpe &= -0,4 * 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2 \\ -0,28 - 0,12 &= -0,40 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

LF 22: Wind in -Y Richtung in Kombination mit cpi +0,2

LF 21 gespiegelt

LF22 : Wind in -Y EN 1991-4 cpi +
Belastung [kN/m²]

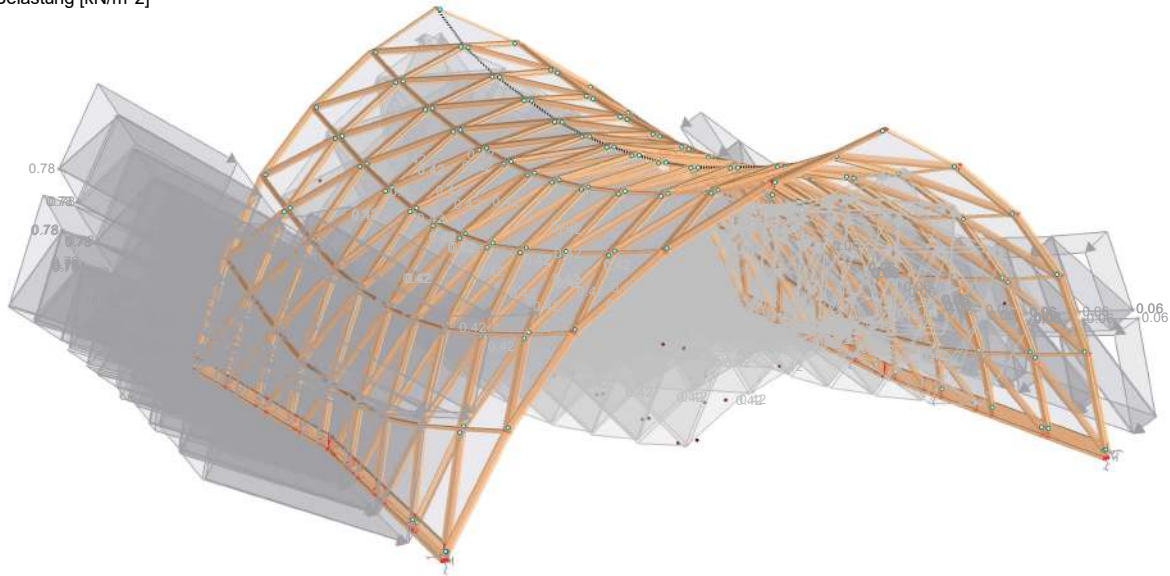
Perspektive



LF 23: Wind in +Y Richtung in Kombination mit cpi -0,5 (-0,3 Norm, -0,5 lt Schneider)

LF23 : Wind in +Y EN 1991-4 cpi -
Belastung [kN/m²]

Perspektive

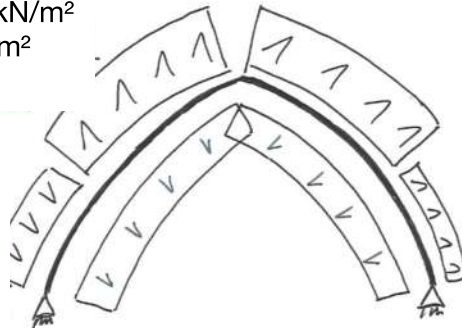


LF 23

Windrichtung →

$$\begin{aligned} cpe &= -1,2 * 0,7 = -0,84 \text{ kN/m}^2 \\ -0,84 + 0,30 &= -0,54 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} cpe &= +0,8 * 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \\ +0,56 + 0,30 &= +0,86 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} cpe &= -0,4 * 0,7 = -0,28 \text{ kN/m}^2 \\ -0,28 + 0,30 &= +0,02 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

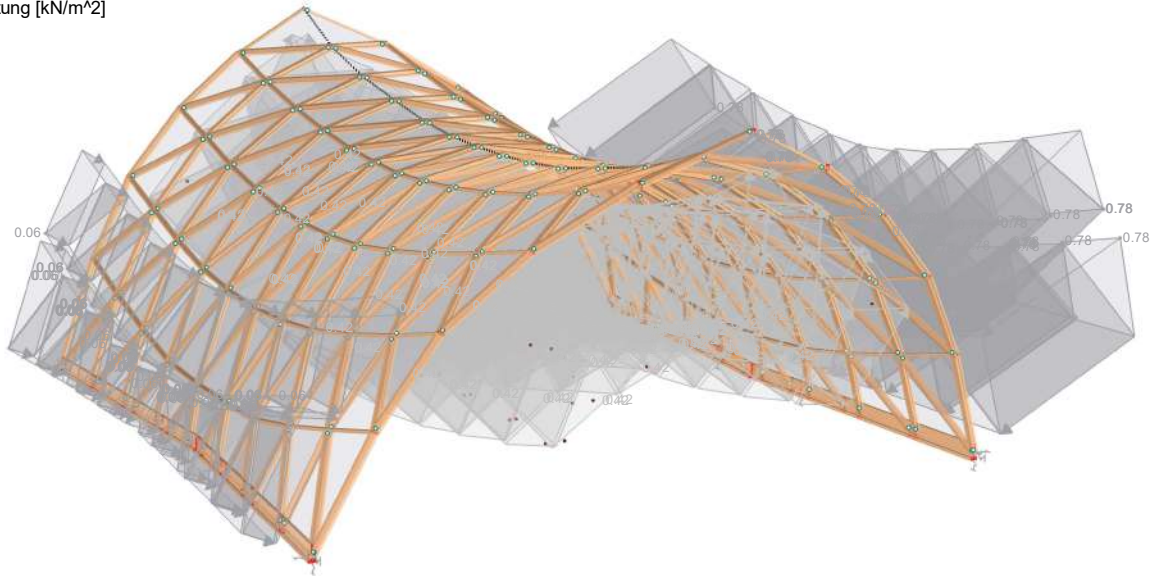
$$\begin{aligned} cpi &= -0,5 * 0,7 = 0,35 \text{ kN/m}^2 \\ (\text{entgegenwirkend} &\Rightarrow * (-0,1) \end{aligned}$$

LF 24: Wind in -Y Richtung in Kombination mit cpi -0,5 (-0,3 Norm, -0,5 lt Schneider)

LF 23 gespiegelt

LF24 : Wind in -Y EN 1991-4 cpi -
Belastung [kN/m²]

Perspektive



3.3 AUSSERGEWÖHNLICHEN LASTEN

3.3.1 Erdbebenlasten

Erdbebenlasten sind aufgrund der Flexibilität und des geringen Eigengewichts nicht bemessungsrelevant.

3.4 LASTFALLKOMBINATIONEN

3.4.1 ULS Kombination

Die ULS-Kombinationen werden nach folgendem Schema erstellt:

$$E_d = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \\ \gamma_G G_k + \sum \gamma_{Q,i} Q_{k,i} \\ \gamma_G G_k + \gamma_{Q,el} Q_{k,el} \end{array} \right\}$$

Dabei ist

E_d	der Bemessungswert der Beanspruchungen;
$\gamma_G = 1,35$	der Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig wirkende ständige Einwirkungen;
$\gamma_G = 1,00$	der Teilsicherheitsbeiwert für günstig wirkende ständige Einwirkungen;
$\gamma_{Q,1} = 1,50$	der Teilsicherheitsbeiwert für nur eine veränderliche Einwirkung;
$\gamma_{Q,i} = 1,35$	der Teilsicherheitsbeiwert für mehrere veränderliche Einwirkungen;
$\gamma_{Q,el} = 1,35$	der Teilsicherheitsbeiwert für die Ersatzlast;
G_k	der charakteristische Wert für die ständige Einwirkung;
$Q_{k,1}$	der charakteristische Wert für eine der veränderlichen Einwirkungen;
$Q_{k,i}$	der charakteristische Wert für mehrere veränderliche Einwirkungen;
$Q_{k,el}$	der charakteristische Wert für die vertikale Ersatzlast nach 7.3.

Alle möglichen Kombinationen werden nach EC0 automatisch erstellt:

Grenzzustand der Tragfähigkeit
 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – charakteristisch
 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – häufig
 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit – quasi-ständig

LK99	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF18$	LK149	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF14$
LK100	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF18$	LK150	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF14$
LK101	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF18$	LK151	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF14$
LK102	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF18$	LK152	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF14$
LK103	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF19$	LK153	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF15$
LK104	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF19$	LK154	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF15$
LK105	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF19$	LK155	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF15$
LK106	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF19$	LK156	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF15$
LK107	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF21$	LK157	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF16$
LK108	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF21$	LK158	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF16$
LK109	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF21$	LK159	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF16$
LK110	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF21$	LK160	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF16$
LK111	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF22$	LK161	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF17$
LK112	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF22$	LK162	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF17$
LK113	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF22$	LK163	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF17$
LK114	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF22$	LK164	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF17$
LK115	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF23$	LK165	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF18$
LK116	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF23$	LK166	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF18$
LK117	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF23$	LK167	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF18$
LK118	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF23$	LK168	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF18$
LK119	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF24$	LK169	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF19$
LK120	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF24$	LK170	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF19$
LK121	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF24$	LK171	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF19$
LK122	21	$1.35 \cdot LF1 + 1.35 \cdot LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF24$	LK172	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF19$
LK123	21	$LF1 + LF2$	LK173	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF21$
LK124	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF11$	LK174	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF21$
LK125	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF12$	LK175	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF21$
LK126	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF13$	LK176	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF21$
LK127	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF14$	LK177	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF22$
LK128	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF15$	LK178	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF22$
LK129	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF16$	LK179	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF22$
LK130	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF17$	LK180	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF22$
LK131	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF18$	LK181	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF23$
LK132	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF19$	LK182	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF23$
LK133	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF21$	LK183	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF23$
LK134	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF22$	LK184	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF23$
LK135	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF23$	LK185	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF24$
LK136	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF24$	LK186	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF24$
LK137	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF11$	LK187	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF24$
LK138	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF11$	LK188	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF24$
LK139	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF11$	LK189	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6$
LK140	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF11$	LK190	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7$
LK141	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF12$	LK191	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8$
LK142	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF12$	LK192	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9$
LK143	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF12$	LK193	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF11$
LK144	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF12$	LK194	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF11$
LK145	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF6 + 1.5 \cdot LF13$	LK195	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF11$
LK146	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF7 + 1.5 \cdot LF13$	LK196	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF11$
LK147	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF8 + 1.5 \cdot LF13$	LK197	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF12$
LK148	21	$LF1 + LF2 + 0.75 \cdot LF9 + 1.5 \cdot LF13$	LK198	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF12$

LK199	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF12$
LK200	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF12$
LK201	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF13$
LK202	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF13$
LK203	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF13$
LK204	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF13$
LK205	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF14$
LK206	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF14$
LK207	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF14$
LK208	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF14$
LK209	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF15$
LK210	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF15$
LK211	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF15$
LK212	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF15$
LK213	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF16$
LK214	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF16$
LK215	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF16$
LK216	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF16$
LK217	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF17$
LK218	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF17$
LK219	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF17$
LK220	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF17$
LK221	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF18$
LK222	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF18$
LK223	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF18$
LK224	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF18$
LK225	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF19$
LK226	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF19$
LK227	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF19$
LK228	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF19$
LK229	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF21$
LK230	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF21$
LK231	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF21$
LK232	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF21$
LK233	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF22$
LK234	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF22$
LK235	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF22$
LK236	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF22$
LK237	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF23$
LK238	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF23$
LK239	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF23$
LK240	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF23$
LK241	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF6 + 0.9 \cdot LF24$
LK242	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF7 + 0.9 \cdot LF24$
LK243	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF8 + 0.9 \cdot LF24$
LK244	21	$LF1 + LF2 + 1.5 \cdot LF9 + 0.9 \cdot LF24$

4 BAUTEILE

4.1 SCHNITTKRAFTERMITTLUNG ALLGEMEIN

Die Schnittkräfte werden am dreidimensionalen Stabwerksmodell ermittelt.

Nachstehend werden in den einzelnen Absätzen die nachweisrelevanten Schnittkräfte zusammengefasst dargestellt.

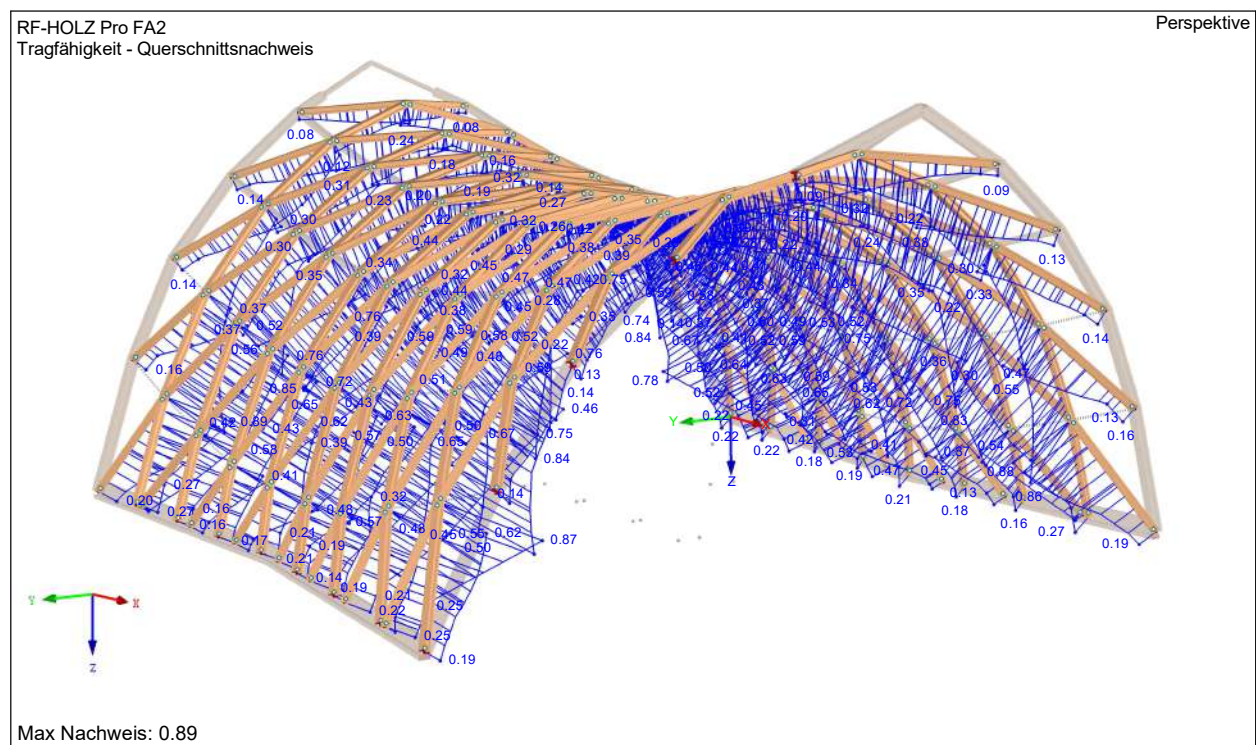
Die Schnittkräfte werden nach Theorie 2. Ordnung berechnet. Das wiederum bedeutet, dass etwaiges Stabilitätsversagen durch die große Vorkrümmung der Gitterschale mitberücksichtigt ist.

4.2 NACHWEISE

4.2.1 Nachweis der Gitterschale | Nettoquerschnitte ULS

Der Nachweis wird an Querschnitte mit um die Bohrung reduzierten Abmessungen geführt. So sind die lokal geschwächten Querschnittsbereiche an den Kreuzungspunkten der Gitterschalenstäbe erfasst.

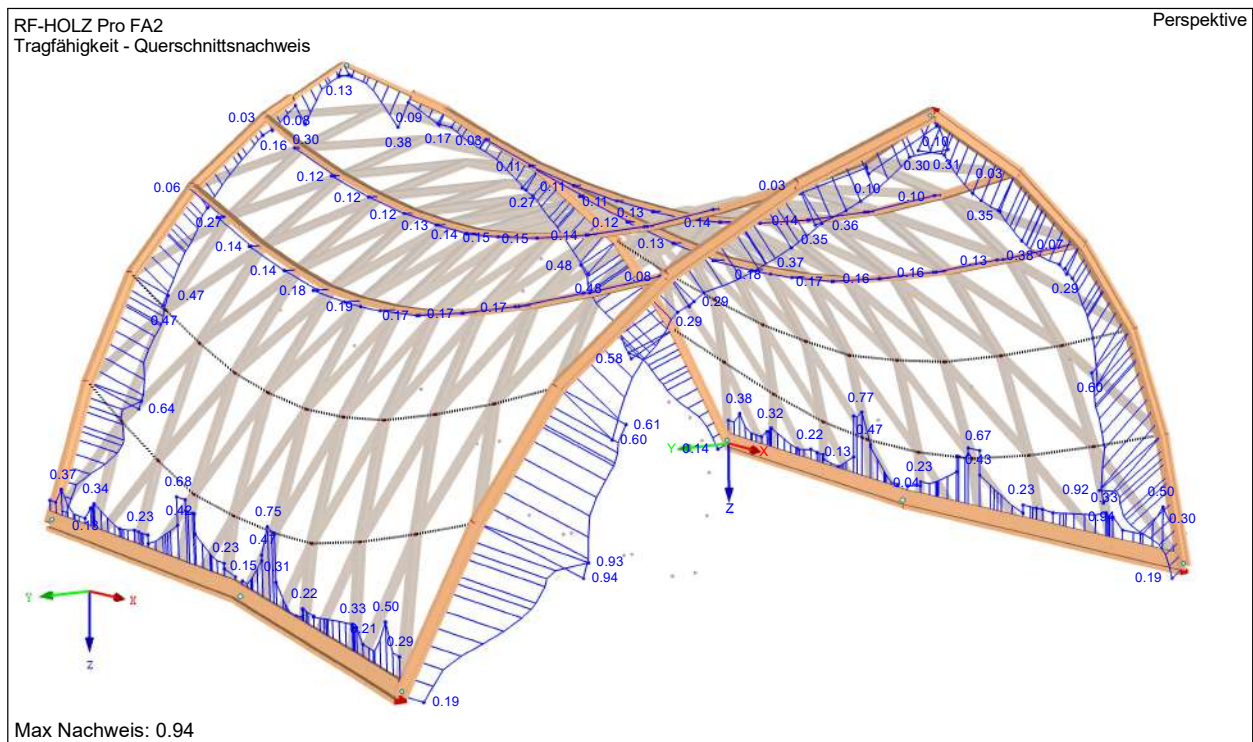
Die Bohrung von 14 mm wird bei allen Querschnitten berücksichtigt. D.h. das Widerstandsmoment W_y des Gitterschalenquerschnitts wird um den Anteil der Bohrung reduziert. Siehe hierzu 1.3



Die maximale Querschnittsauslastung im Grundbalken liegt bei 89 %.

4.2.2 Nachweis der Randträger und Pfetten | Nettoquerschnitte ULS

Der Nachweis wird an Querschnitten mit um die Bohrung reduzierten Abmessungen geführt. So sind die lokal geschwächten Querschnittsbereiche an den Kreuzungspunkten der Gitterschalenstäbe erfasst. Die Bohrung von 14 mm wird bei allen Querschnitten berücksichtigt. D.h. das Widerstandsmoment W_y des Gitterschalenquerschnitts wird um den Anteil der Bohrung reduziert. Siehe hierzu 1.3



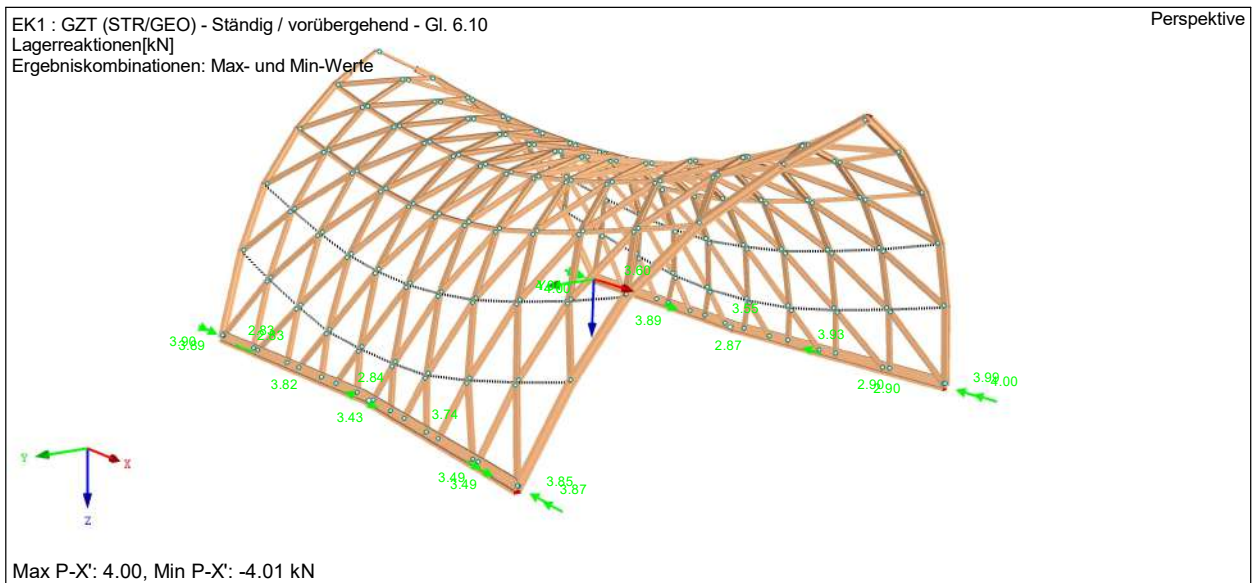
Die Querschnittsauslastung des Randträgers liegt bei maximal 94%.

4.3 AUFLAGERSITUATION

4.3.1 Lagerreaktionen Bemessungswerte

Gezeigt werden die Bemessungswerte der Auflagerreaktionen, umhüllend aus allen zu berücksichtigenden Kombinationen.

Auflagerlasten in X-Richtung



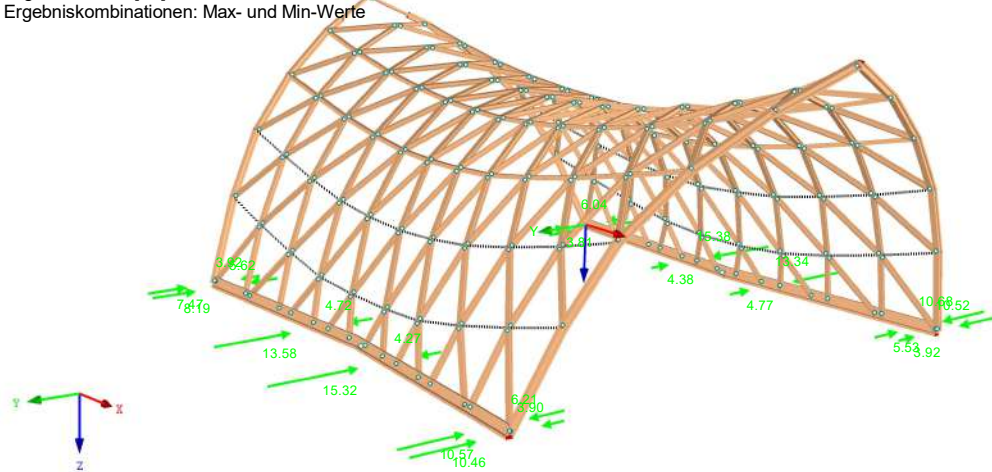
Auflagerlasten in Y-Richtung

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10

Lagerreaktionen[kN]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Perspektive



Max P-Y': 15.32, Min P-Y': -15.38 kN

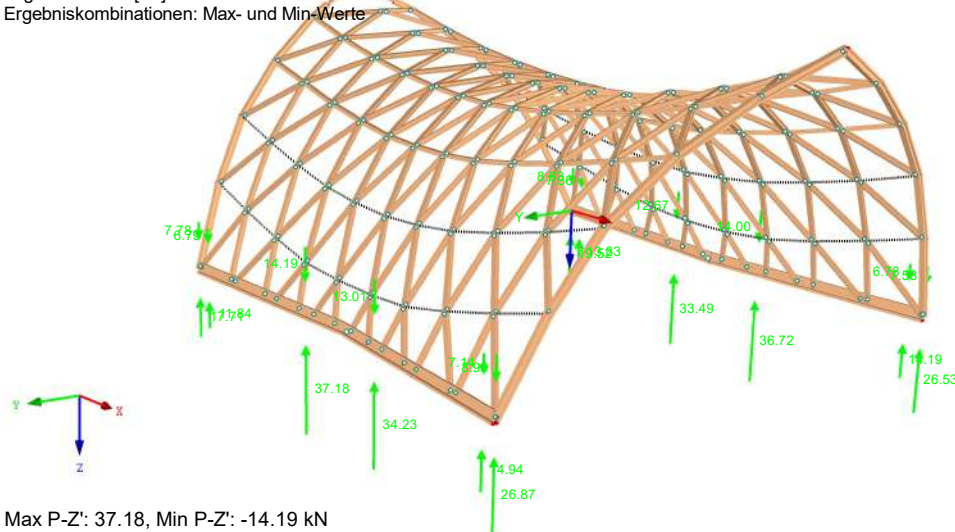
Auflagerlasten in Z-Richtung

EK1 : GZT (STR/GEO) - Ständig / vorübergehend - Gl. 6.10

Lagerreaktionen[kN]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Perspektive



Max P-Z': 37.18, Min P-Z': -14.19 kN

4.3.2 Lagerreaktionen Zugehörige Lasten

Vertikal drückende Lasten werden mit einem Reibungsbeiwert von 0,8 berücksichtigt.

Knoten		Lagerkräfte [kN]			Durch Dübel zu übertragende Kräfte						
Nr.		P _x	P _y	P _z	P _{Rts}	FH,R _d	Überdrückt	Überdrückt %	P _x	P _y	P _z
16	Max	3,87	10,46	26,87							
	Min	-3,49	-3,30	-8,90							
	Max P _x	3,87	0,29	8,43 LK 44	3,9	6,8 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _x	-3,49	0,13	-2,64 LK 163	3,5	0,0 nein		0,0	-3,49	0,13	-2,64
	Max P _y	1,98	10,46	25,48 LK 94	10,6	20,4 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _y	-2,29	-3,90	-4,92 LK 132	4,5	0,0 nein		0,0	-2,29	-3,90	-4,92
	Max P _z	0,83	10,35	26,87 LK 118	10,4	21,5 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _z	-0,95	-2,64	-8,90 LK 179	2,8	0,0 nein		0,0	-0,95	-2,64	-8,90
19	Max	3,60	3,81	19,52							
	Min	-4,01	-6,04	-8,63							
	Max P _x	3,60	-0,31	-2,43 LK 158	3,6	0,0 nein		0,0	3,60	-0,31	-2,43
	Min P _x	-4,01	0,09	7,96 LK 49	4,0	6,4 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _y	2,24	3,81	-4,74 LK 131	4,4	0,0 nein		0,0	2,24	3,81	-4,74
	Min P _y	-3,67	-6,04	18,72 LK 97	7,1	15,0 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _z	-2,61	-5,34	19,52 LK 121	6,5	15,6 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _z	1,12	2,39	-8,63 LK 174	2,6	0,0 nein		0,0	1,12	2,39	-8,63
43	Max	4,00	3,32	26,53							
	Min	-2,90	-10,52	-7,58							
	Max P _x	4,00	-5,46	12,00 LK 37	6,8	9,6 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _x	-2,90	-0,04	-0,66 LK 162	2,9	0,0 nein		0,0	-2,90	-0,04	-0,66
	Max P _y	-2,86	3,32	-4,50 LK 170	4,9	0,0 nein		0,0	-2,86	3,32	-4,50
	Min P _y	0,83	-10,52	26,35 LK 122	10,6	21,1 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _z	2,07	-10,37	26,53 LK 94	10,6	21,2 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _z	-0,71	2,76	-7,58 LK 133	2,8	0,0 nein		0,0	-0,71	2,76	-7,58
64	Max	2,83	7,47	17,71							
	Min	-3,90	-3,32	-7,78							
	Max P _x	2,83	-3,32	-4,52 LK 167	4,8	0,0 nein		0,0	2,83	-3,32	-4,52
	Min P _x	-3,90	5,43	12,02 LK 40	6,7	9,6 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _y	-2,30	7,47	17,66 LK 116	7,8	14,1 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _y	2,83	-3,32	-4,52 LK 167	4,8	0,0 nein		0,0	2,83	-3,32	-4,52
	Max P _z	-3,66	7,35	17,71 LK 96	8,2	14,2 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _z	0,65	-2,85	-7,78 LK 134	2,9	0,0 nein		0,0	0,65	-2,85	-7,78
Randauflager											
	max	-4,01	-10,52	-8,90					-3,49	-3,32	-8,90
	min	4,00	10,46	26,87					3,60	3,32	0,00

Knoten		Lagerkräfte [kN]			Durch Dübel zu übertragende Kräfte						
Nr.		P _K	P _V	P _Z	P _{stb}	FH,R/d	Überdrückt	Überdrückt %	P _K	P _V	P _Z
326	Max	3,93	4,77	36,72							
	Min	-2,87	-13,34	-14,00							
	Max P _K	3,93	-4,62	6,73	LK 37	6,1	5,4 nein	88,8	0,44	-0,52	0,76
	Min P _K	-2,87	-5,09	4,98	LK 170	5,8	4,0 nein	68,2	-0,91	-1,62	1,58
	Max P _V	-0,63	4,77	-2,52	LK 133	4,8	0,0 nein	0,0	-0,63	4,77	-2,52
	Min P _V	1,10	-13,34	35,78	LK 92	13,4	28,6 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _Z	-1,38	-10,48	36,72	LK 116	10,6	29,4 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _Z	0,68	2,33	-14,00	LK 134	2,4	0,0 nein	0,0	0,68	2,33	-14,00
	Max	3,55	4,38	33,49							
	Min	-3,89	-15,38	-12,67							
327	Max P _K	3,55	-7,15	17,42	LK 158	8,0	13,9 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _K	-3,89	-3,47	-3,66	LK 49	5,2	0,0 nein	0,0	-3,89	-3,47	-3,66
	Max P _V	0,64	4,38	-3,26	LK 133	4,4	0,0 nein	0,0	0,64	4,38	-3,26
	Min P _V	-0,88	-15,38	33,34	LK 96	15,4	26,7 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _Z	1,41	-13,00	33,49	LK 116	13,1	26,8 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _Z	-0,67	3,44	-12,67	LK 134	3,5	0,0 nein	0,0	-0,67	3,44	-12,67
	Max	2,84	13,58	37,18							
	Min	-3,82	-4,72	-14,19							
	Max P _K	2,84	5,10	4,95	LK 167	5,8	4,0 nein	67,8	0,91	1,64	1,59
	Min P _K	-3,82	4,58	6,66	LK 40	6,0	5,3 nein	89,3	-0,41	0,49	0,71
328	Max P _V	-1,37	13,58	36,18	LK 97	13,6	28,9 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _V	0,55	-4,72	-2,40	LK 134	4,8	0,0 nein	0,0	0,55	-4,72	-2,40
	Max P _Z	1,03	10,77	37,18	LK 121	10,8	29,7 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _Z	-0,53	-2,45	-14,19	LK 133	2,5	0,0 nein	0,0	-0,53	-2,45	-14,19
	Max	3,74	15,32	34,23							
	Min	-3,43	-4,27	-13,01							
	Max P _K	3,74	3,35	-4,20	LK 44	5,0	0,0 nein	0,0	3,74	3,35	-4,20
	Min P _K	-3,43	7,21	17,76	LK 163	8,0	14,2 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P _V	1,13	15,32	33,71	LK 93	15,4	27,0 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _V	-0,55	-4,27	-2,91	LK 134	4,3	0,0 nein	0,0	-0,55	-4,27	-2,91
329	Max P _Z	-1,06	13,07	34,23	LK 121	13,1	27,4 ja	100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P _Z	0,52	-3,45	-13,01	LK 133	3,5	0,0 nein	0,0	0,52	-3,45	-13,01

Knoten Nr.		Lagerkräfte [kN]			Durch Dübel zu übertragende Kräfte						
		P_x	P_y	P_z	P_{RES}	FH,R,d	Überdrückt	Überdrückt %	P_x	P_y	P_z
338	Max	3,60	6,37	13,83							
	Min	-4,00	-9,60	-7,36							
	Max P_x	3,60	0,99	3,86 LK 158	3,7	3,1 nein		82,7	0,62	0,17	0,67
	Min P_x	-4,00	-7,74	0,13 LK 49	8,7	0,1 nein		1,2	-3,95	-7,65	0,13
	Max P_y	0,86	6,37	3,13 LK 135	6,4	2,5 nein		39,0	0,52	3,89	1,91
	Min P_y	-3,79	-9,60	5,30 LK 105	10,3	4,2 nein		41,1	-2,23	-5,66	3,12
	Max P_z	1,61	0,71	13,83 LK 116	1,8	11,1 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P_z	2,24	-0,83	-7,36 LK 131	2,4	0,0 nein		0,0	2,24	-0,83	-7,36
	Max	3,85	10,57	14,94							
	Min	-3,49	-6,21	-7,14							
339	Max P_x	3,85	7,51	0,12 LK 44	8,4	0,1 nein		1,1	3,81	7,42	0,12
	Min P_x	-3,49	-0,91	3,79 LK 163	3,6	3,0 nein		84,1	-0,56	-0,14	0,60
	Max P_y	2,26	10,57	11,03 LK 102	10,8	8,8 nein		81,6	0,42	1,94	2,03
	Min P_y	-0,74	-6,21	3,13 LK 136	6,3	2,5 nein		40,0	-0,44	-3,72	1,88
	Max P_z	1,58	8,74	14,94 LK 94	9,0	12,0 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P_z	-2,29	0,89	-7,14 LK 132	2,5	0,0 nein		0,0	-2,29	0,89	-7,14
	Max	3,99	5,53	14,19							
	Min	-2,90	-10,68	-6,78							
	Max P_x	3,99	-4,18	7,55 LK 37	5,8	6,0 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P_x	-2,90	0,15	2,33 LK 162	2,9	1,9 nein		64,2	-1,04	0,05	0,83
340	Max P_y	-0,83	5,53	1,82 LK 135	5,6	1,5 nein		26,0	-0,61	4,09	1,35
	Min P_y	1,76	-10,68	10,66 LK 102	10,8	8,5 nein		78,8	0,37	-2,27	2,26
	Max P_z	2,07	-9,20	14,19 LK 94	9,4	11,4 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P_z	-2,61	-0,52	-6,78 LK 132	2,7	0,0 nein		0,0	-2,61	-0,52	-6,78
	Max	2,83	8,19	11,84							
	Min	-3,89	-5,62	-6,79							
	Max P_x	2,83	2,95	-2,59 LK 167	4,1	0,0 nein		0,0	2,83	2,95	-2,59
	Min P_x	-3,89	4,23	7,57 LK 40	3,7	6,1 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Max P_y	-2,21	8,19	8,17 LK 103	8,5	6,5 nein		77,0	-0,51	1,88	1,88
	Min P_y	0,72	-5,62	1,74 LK 136	5,7	1,4 nein		24,6	0,54	-4,24	1,31
341	Max P_z	-3,64	6,66	11,84 LK 95	7,6	9,5 ja		100,0	0,00	0,00	0,00
	Min P_z	2,66	0,54	-6,79 LK 131	2,7	0,0 nein		0,0	2,66	0,54	-6,79
	Max										
	Min										
	Max P_x										
	Min P_x										
	Max P_y										
	Min P_y										
	Max P_z										
	Min P_z										
Randaufleger		Knoten 326-341			0,0						
max		-4,00	-15,38	-14,19							
min		3,99	15,32	37,18							

Die Befestigung erfolgt mittels Dübel, Siehe 1.3

Es gibt zwei Anschlusssituationen

Randaufleger am Ende des Fundamentes: Knoten 16,19,43,64

Maximale Querkraft P_y – Knoten 64 LK 167

Maximale Zugkraft P_z – Knoten 16 LK 179

Mittelaufleger:

Knoten 326, 327, 328, 329, 338, 339, 340, 341

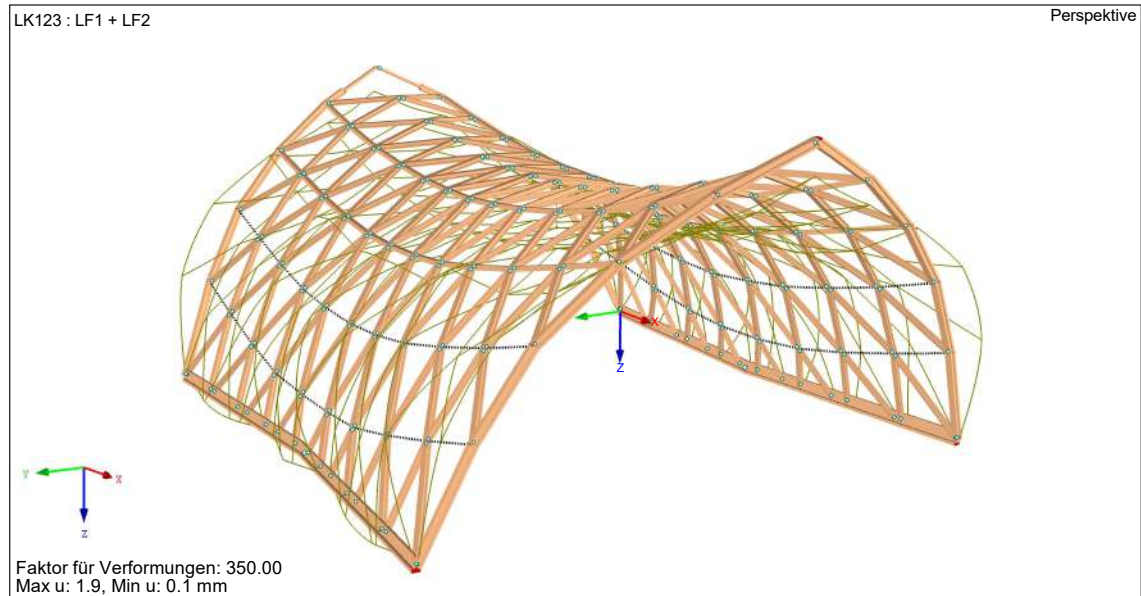
Maximale Querkraft P_y – Knoten 338 LK 49

Maximale Zugkraft P_z – Knoten 328 LK 133

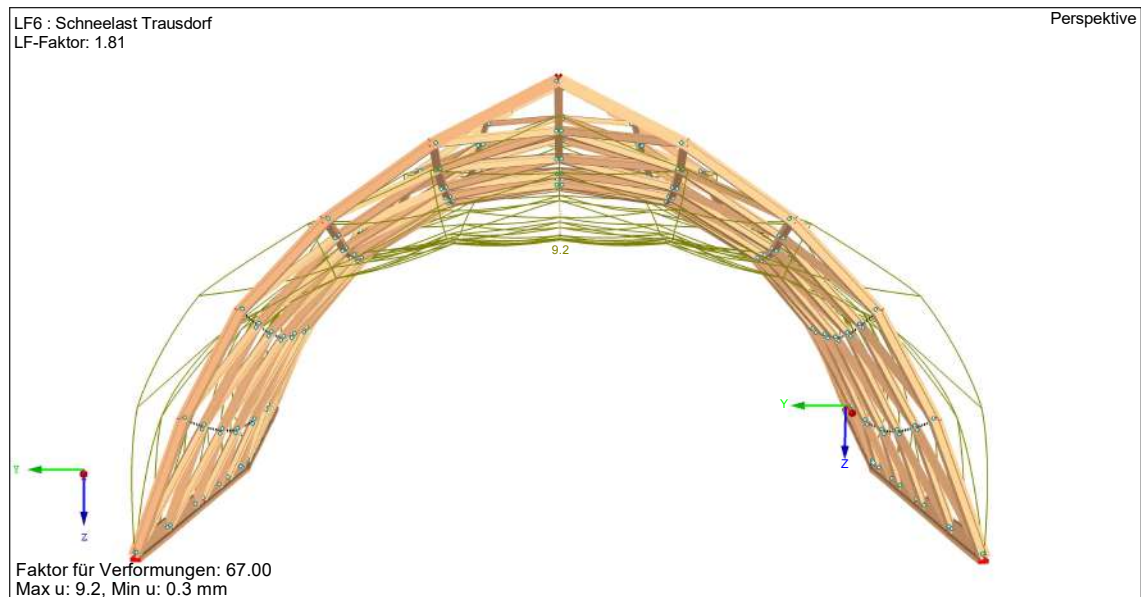
4.4 GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

4.4.1 Verformung

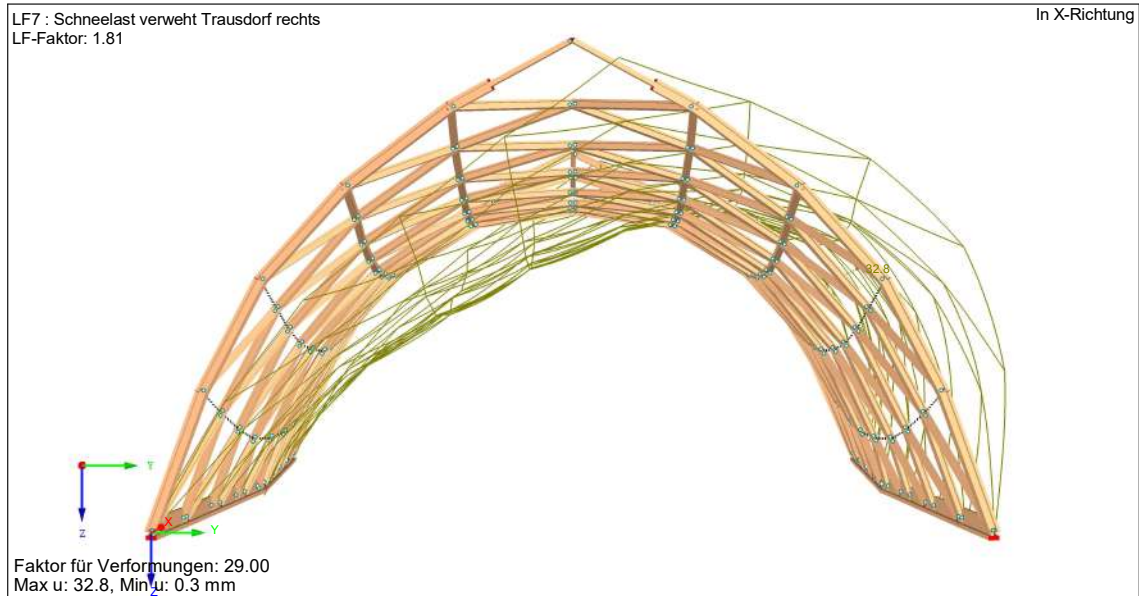
4.4.1.1 Eigengewicht



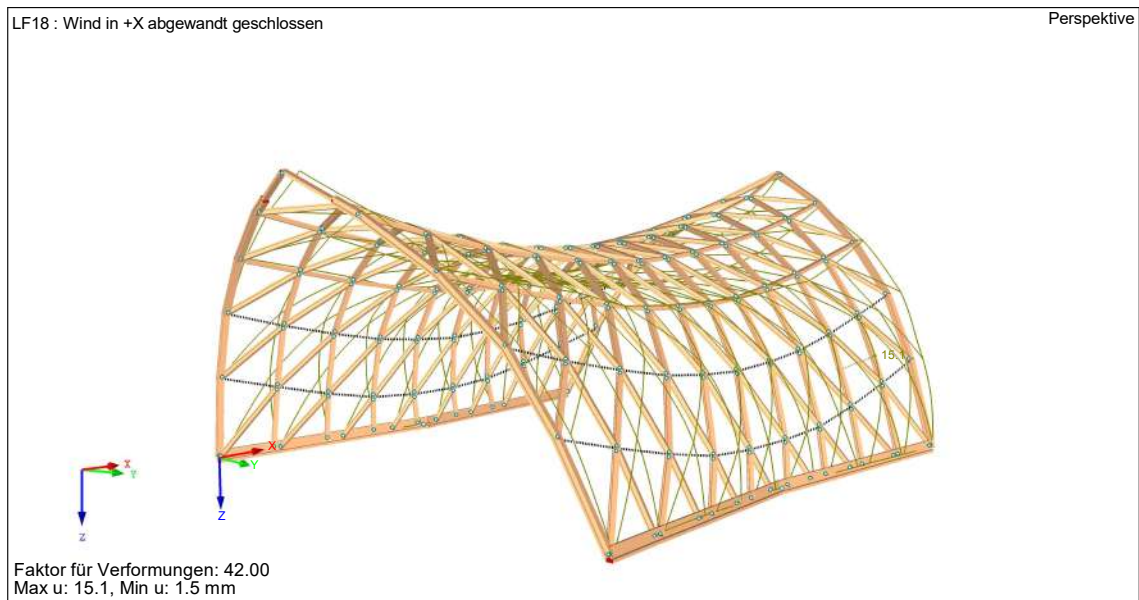
4.4.1.2 Schnee Szenario 1



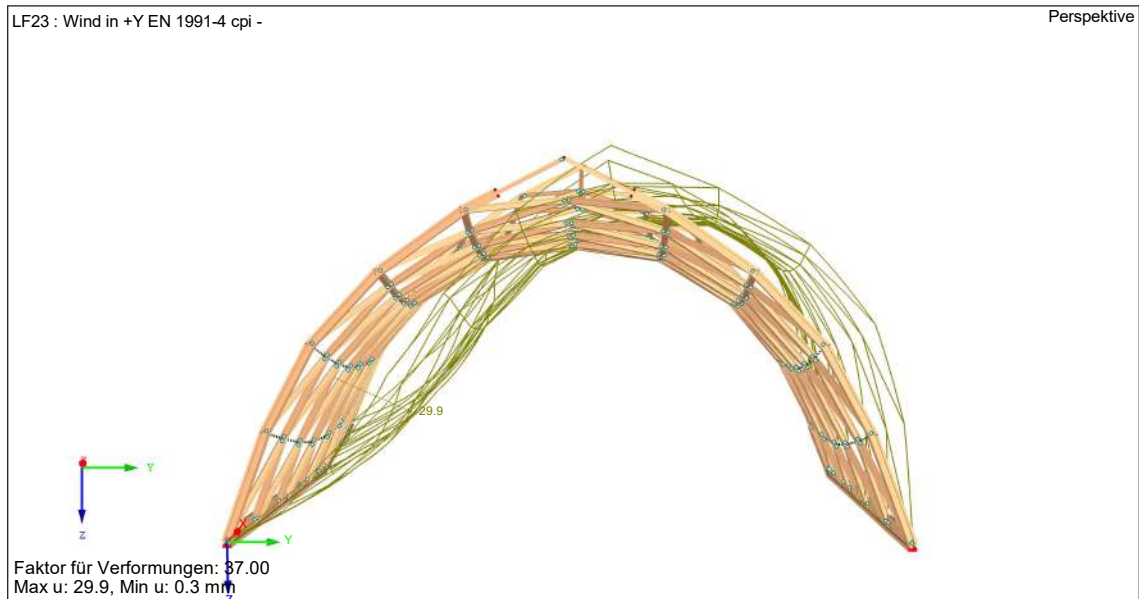
4.4.1.3 Schnee Szenario 2



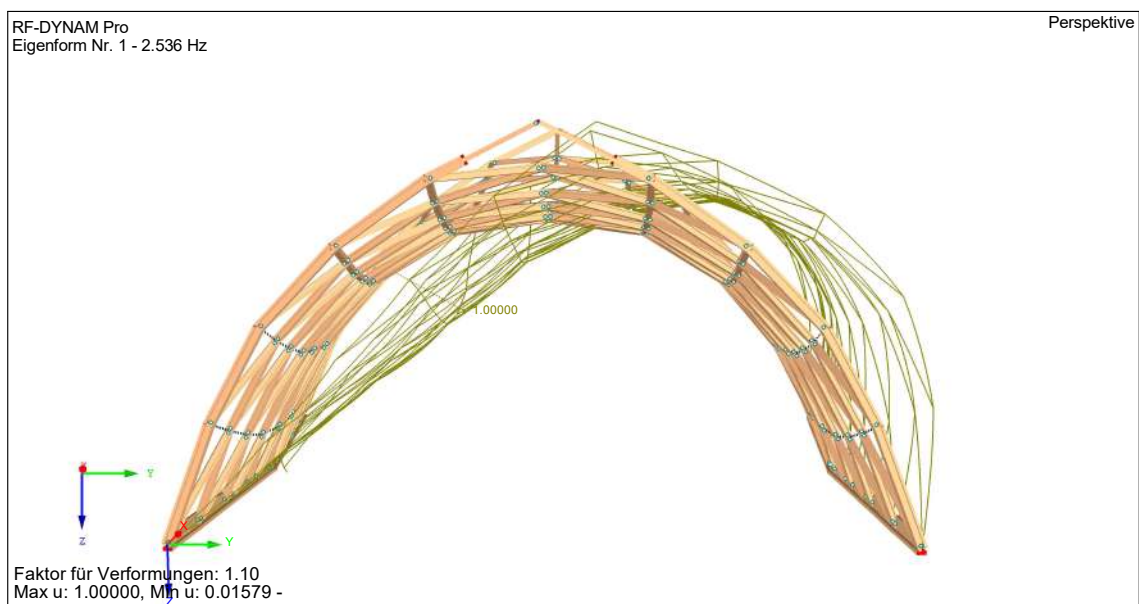
4.4.1.4 Wind in X-Richtung LF 18



4.4.1.5 Wind in Y-Richtung



4.4.2 Schwingung



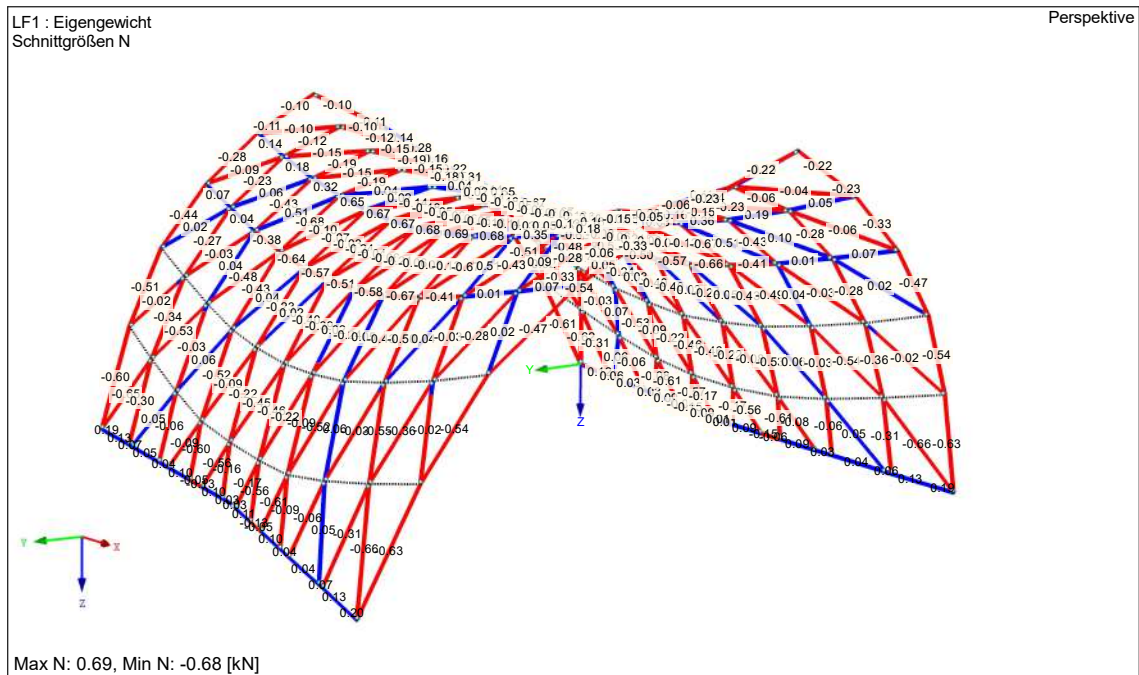
Eigenfrequenz: 2,5 Hz

4.5 SCHNITTKRÄFTE | ZUSAMMENSTELLUNG

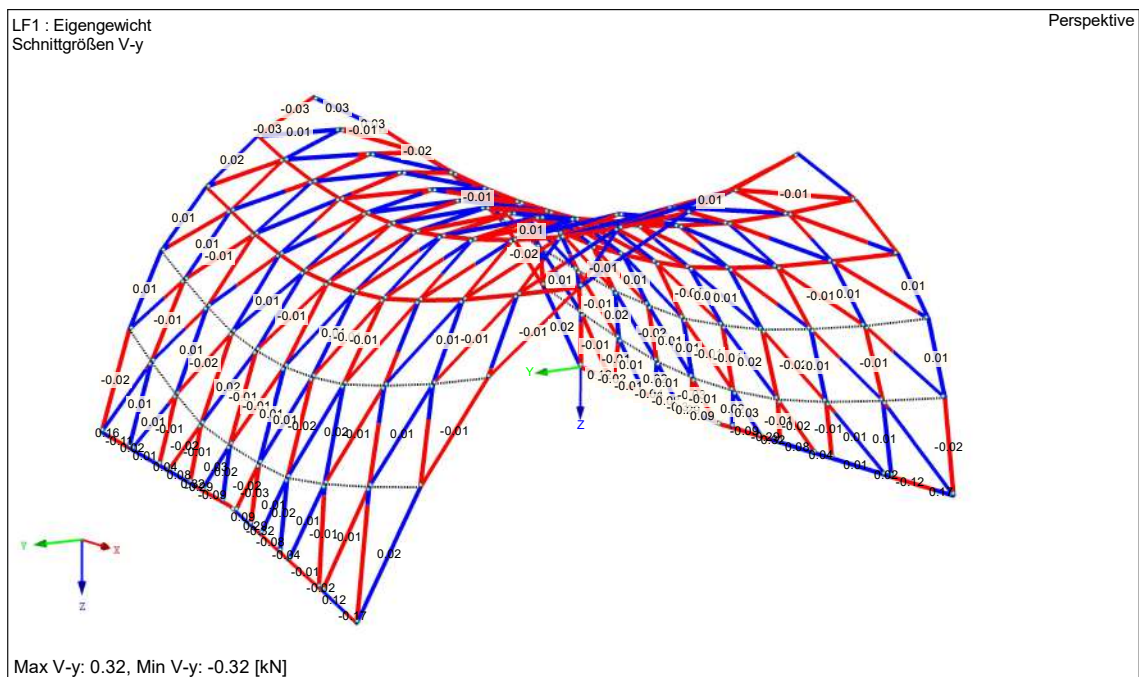
Es werden weiters nur repräsentative Lastfälle dargestellt. Alle anderen Lastfälle und Lastkombinationen sind in der Ergebniskombination enthalten.

4.5.1 Eigengewicht

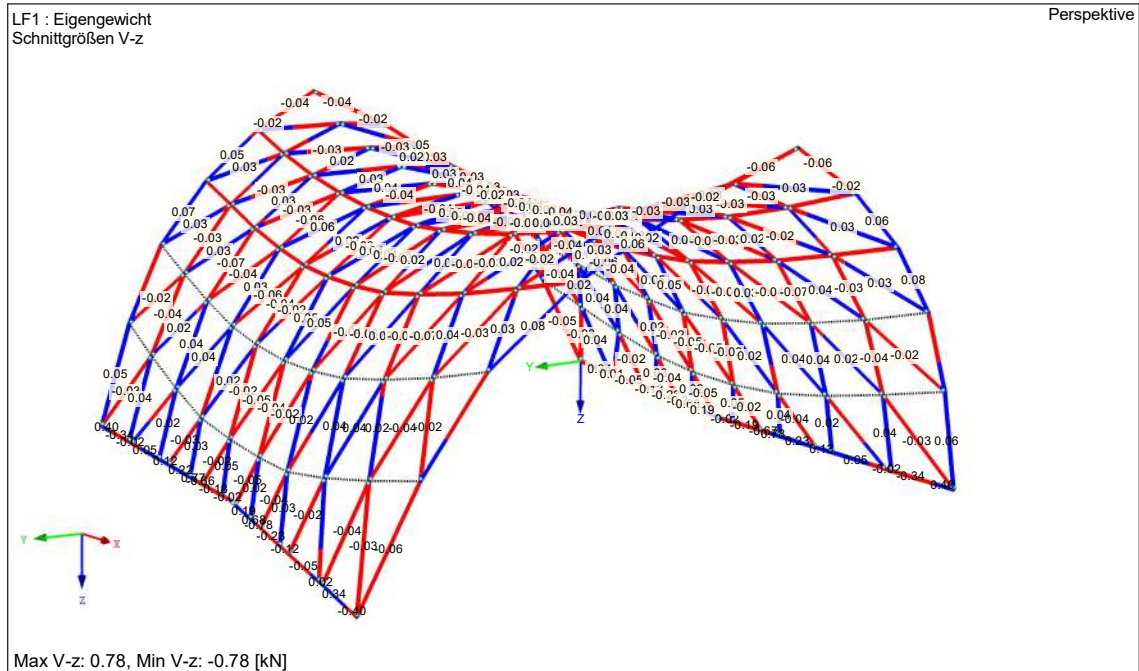
4.5.1.1 Normalkräfte



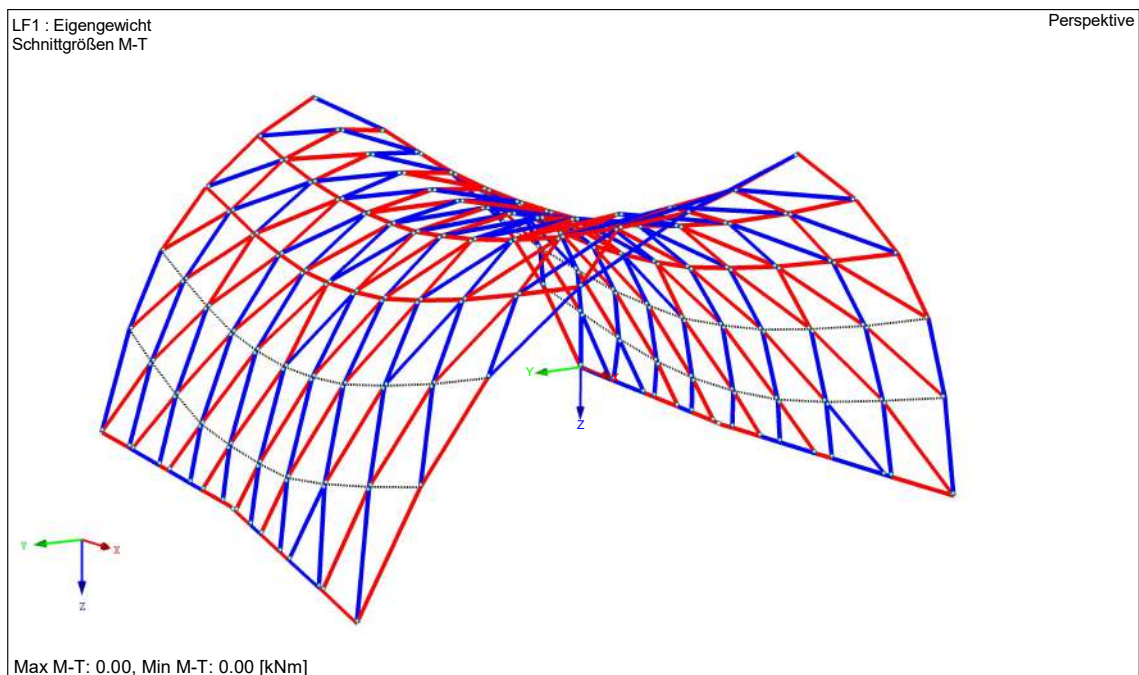
4.5.1.2 Querkräfte in y-Richtung



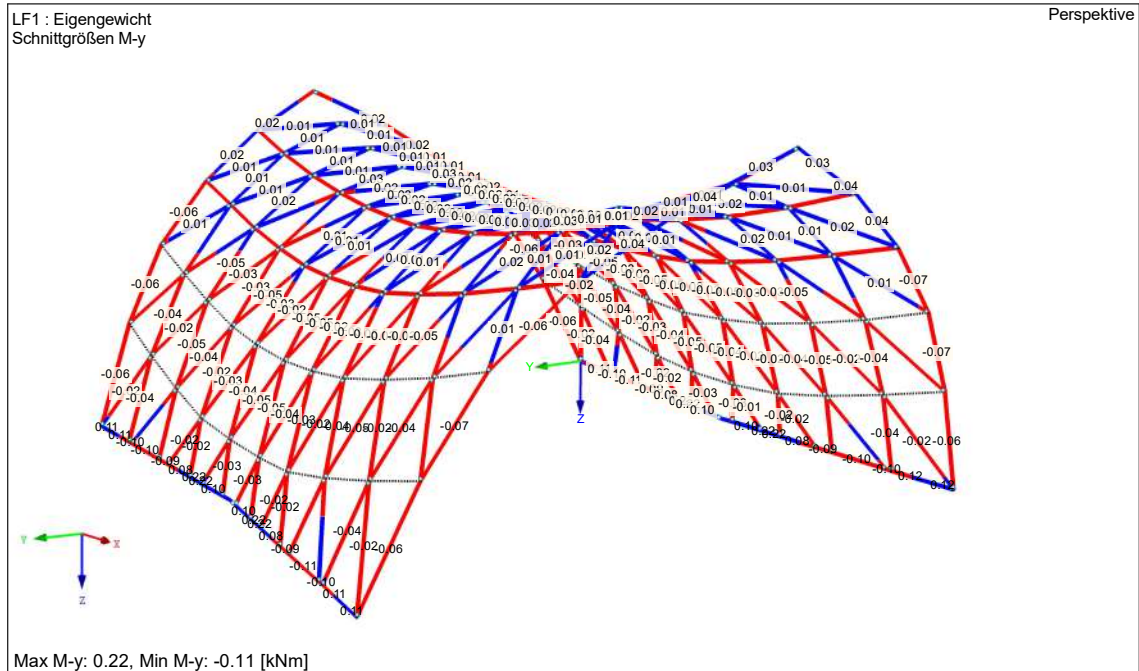
4.5.1.3 Querkräfte in z-Richtung



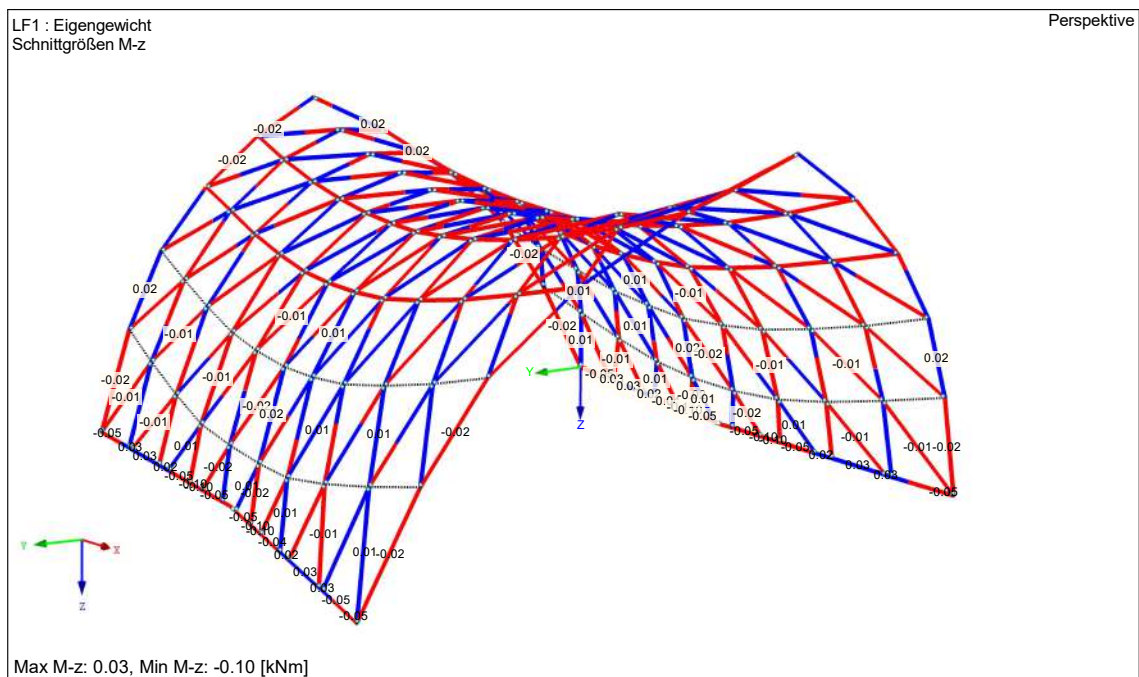
4.5.1.4 Torsionsmomente



4.5.1.5 Biegemomente um die y-Achse

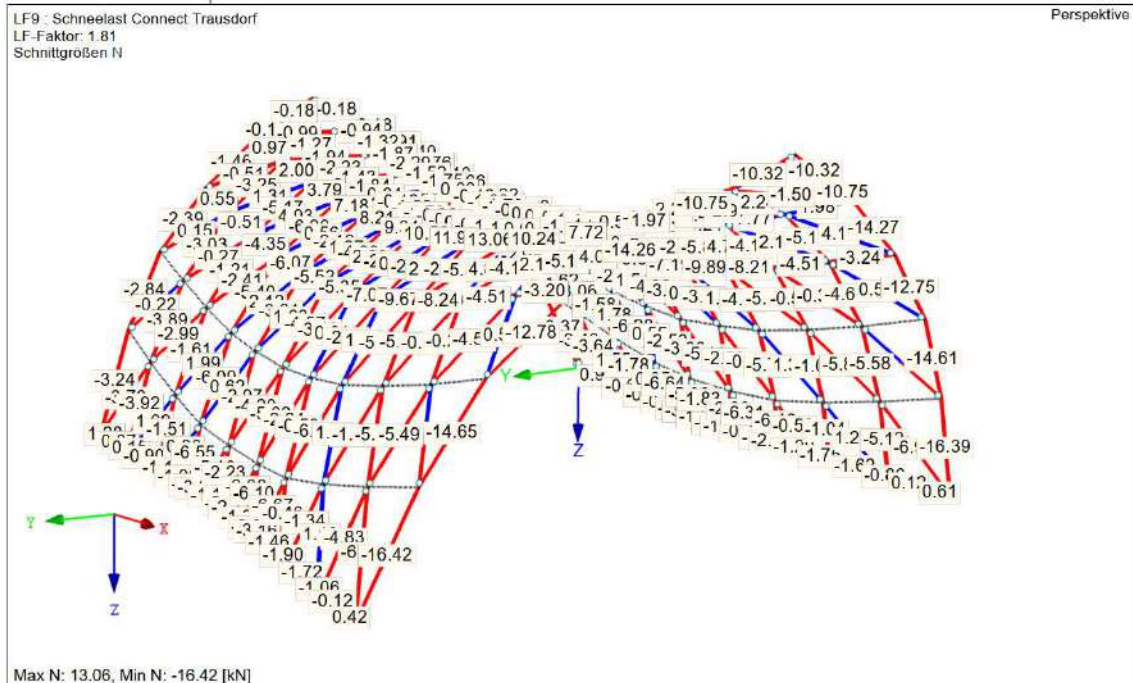


4.5.1.6 Biegemomente um die z-Achse

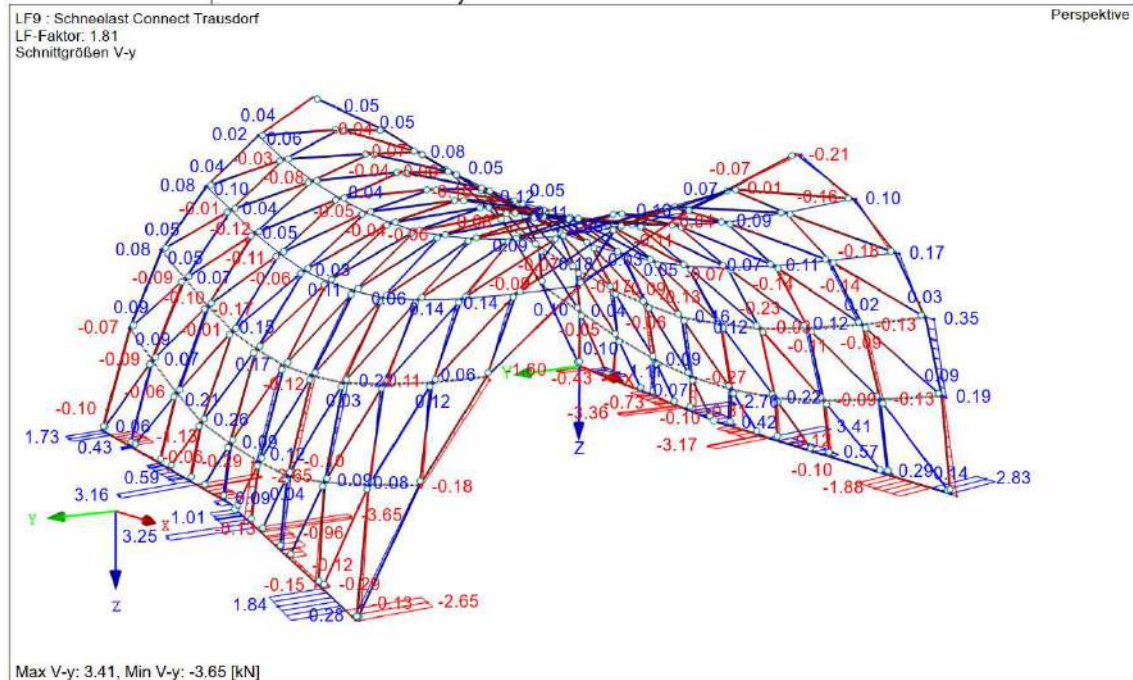


4.5.2 Lastfall 7: Schnee verweht

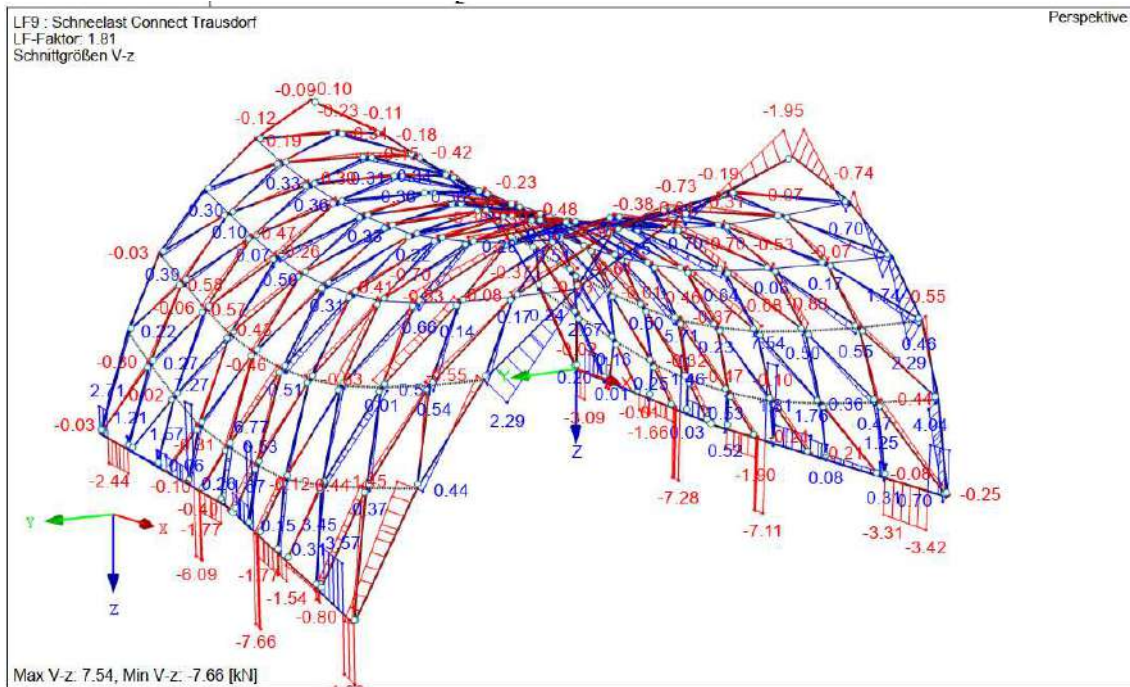
4.5.2.1 Normalkräfte



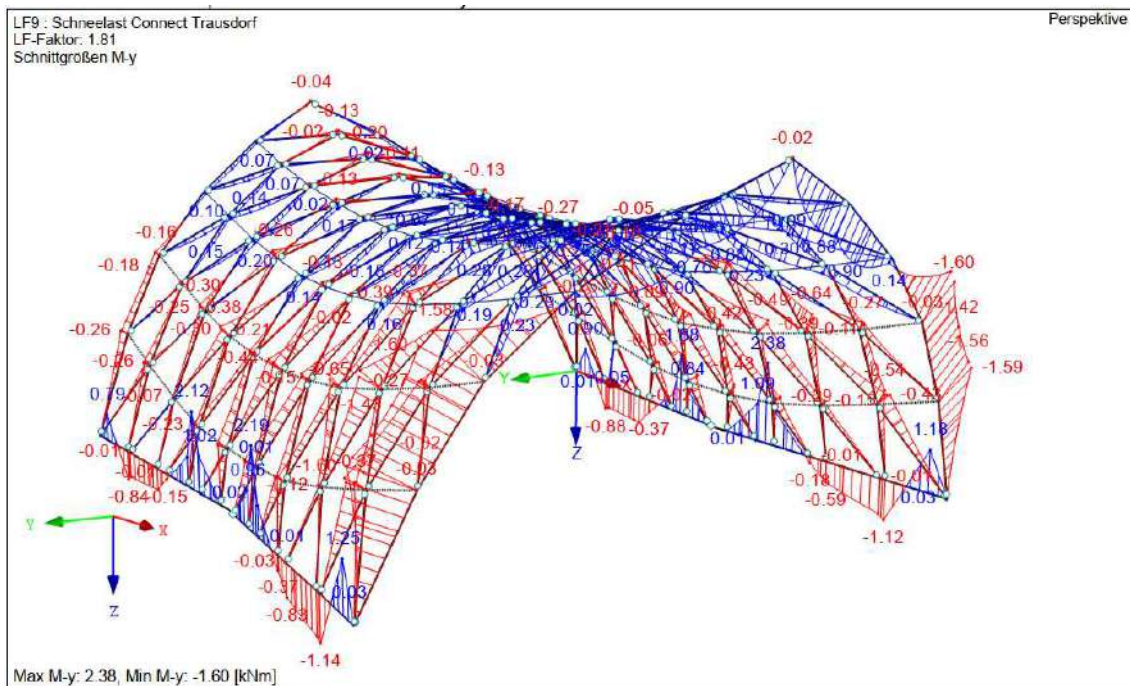
4.5.2.2 Querkräfte in y-Richtung



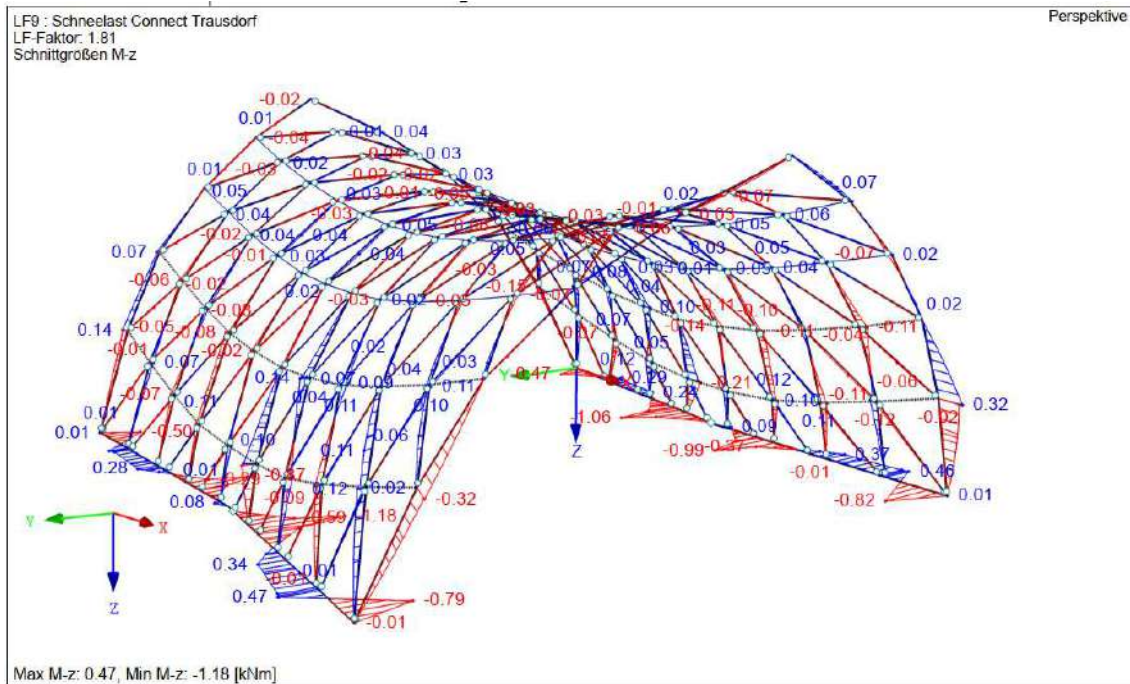
4.5.2.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.2.4 Biegemomente um die y-Achse

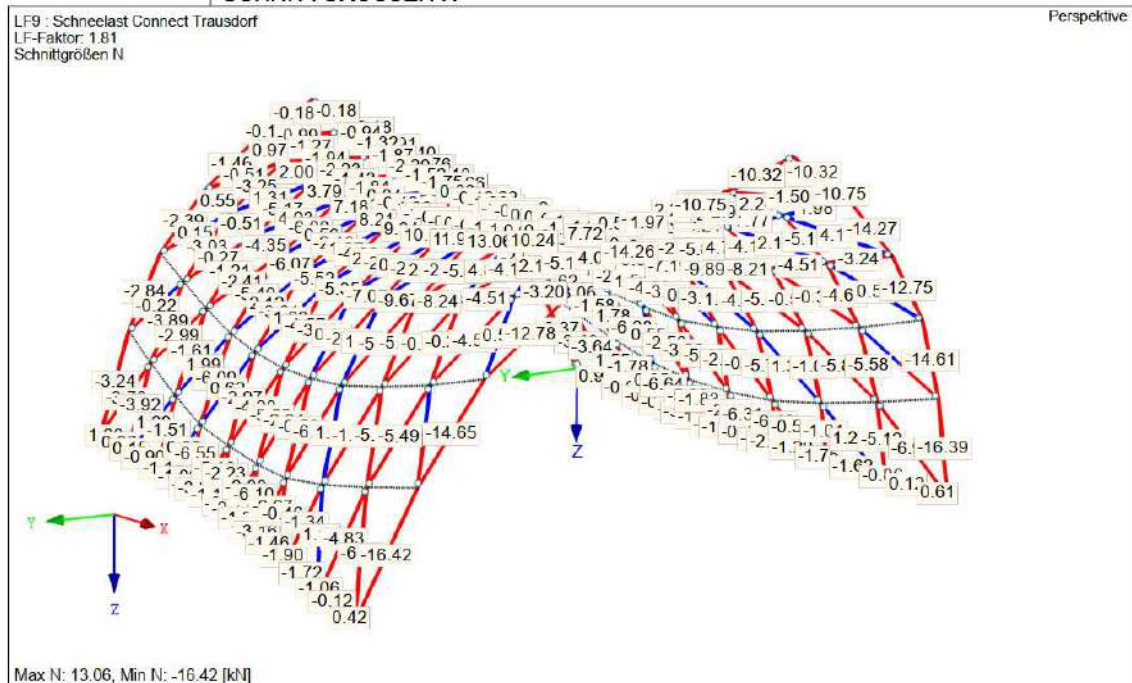


4.5.2.5 Biegemomente um die z-Achse

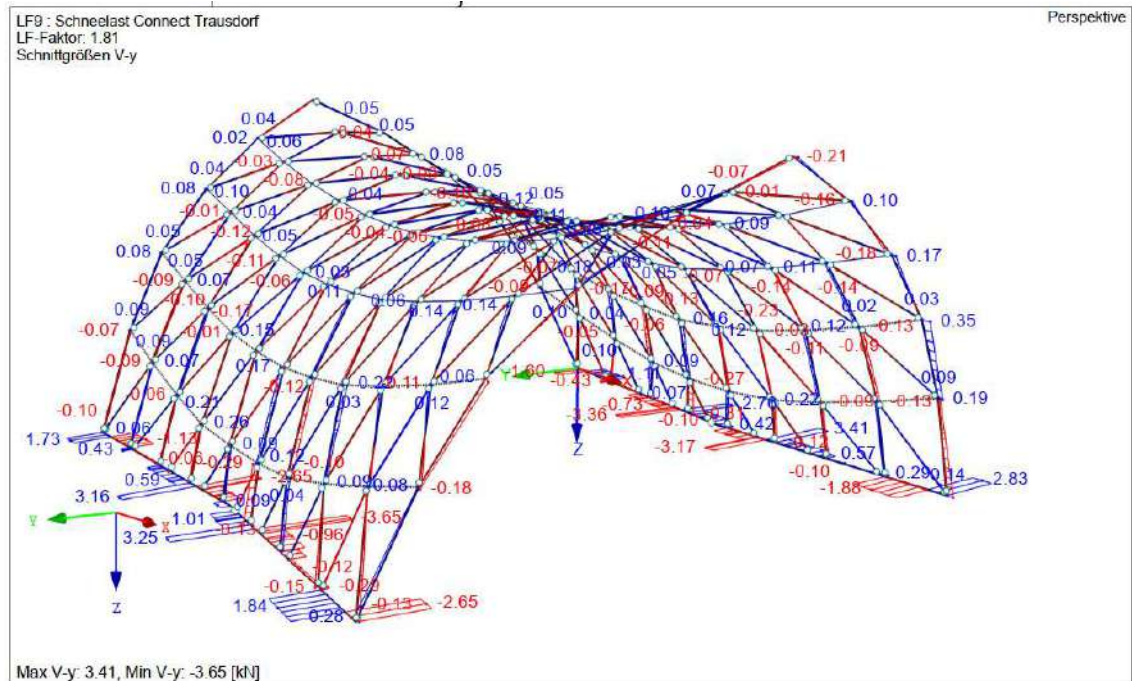


4.5.3 Lastfall 9: Schnee Connect-Variante

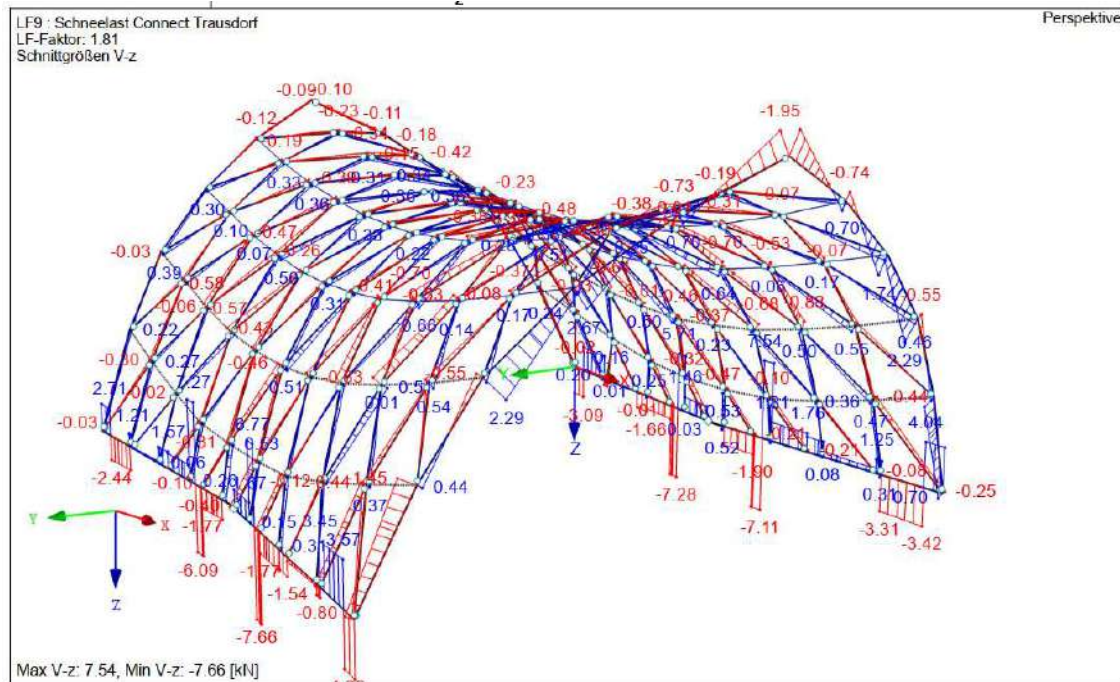
4.5.3.1 Normalkräfte



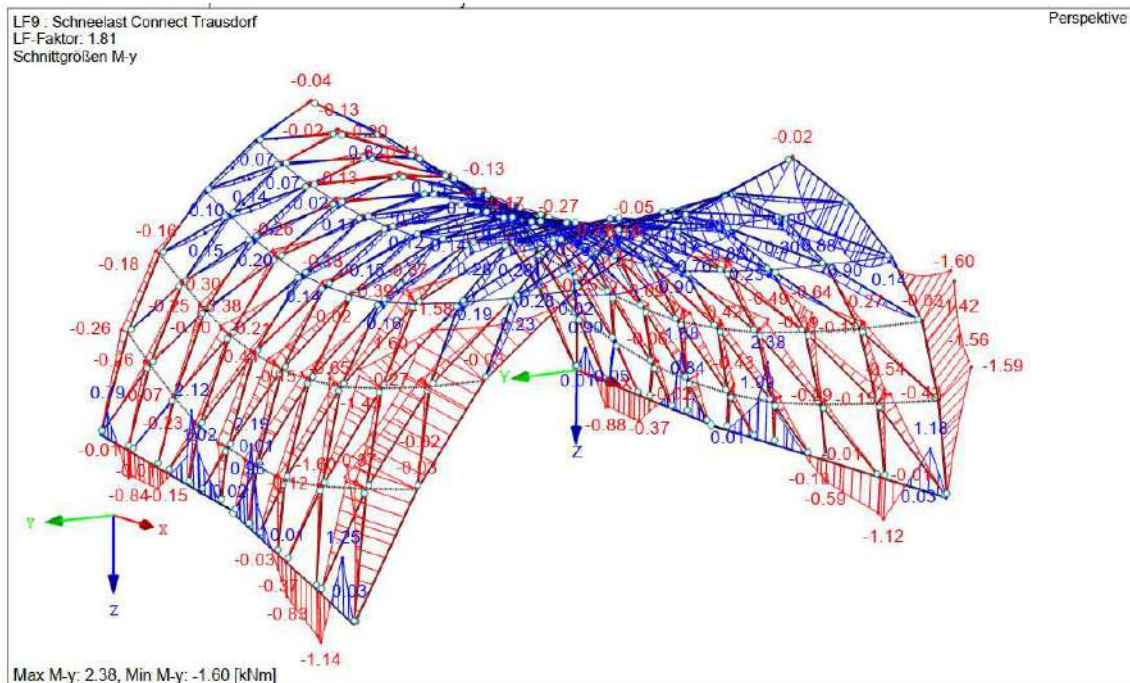
4.5.3.2 Querkräfte in y-Richtung



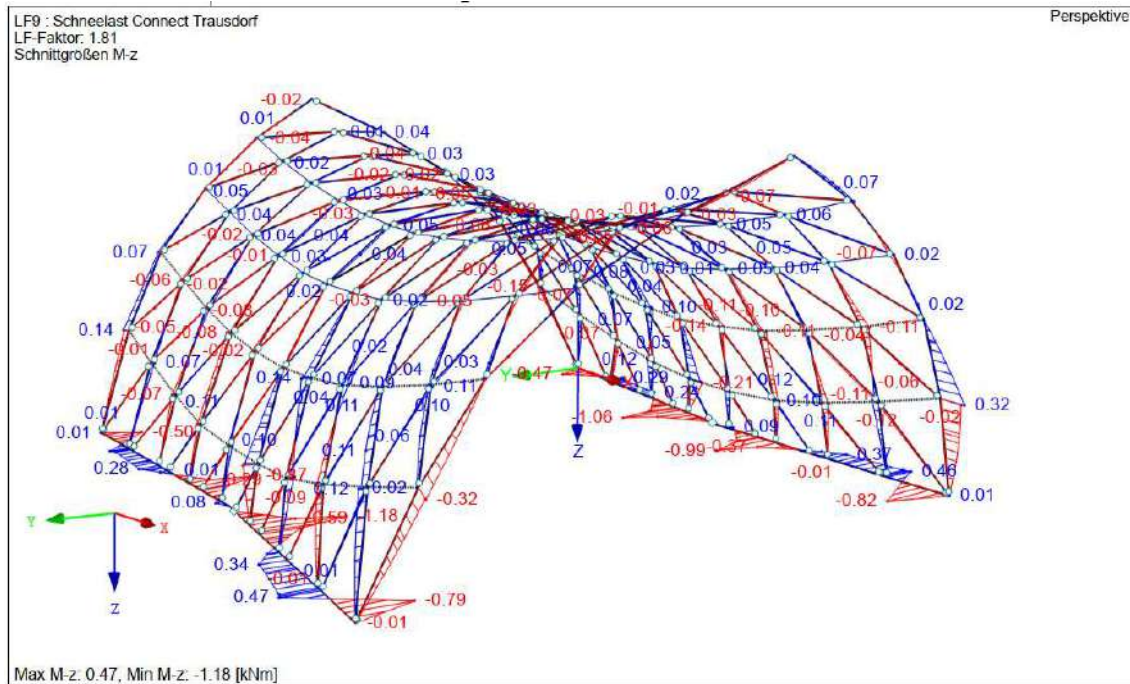
4.5.3.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.3.4 Biegemomente um die y-Achse

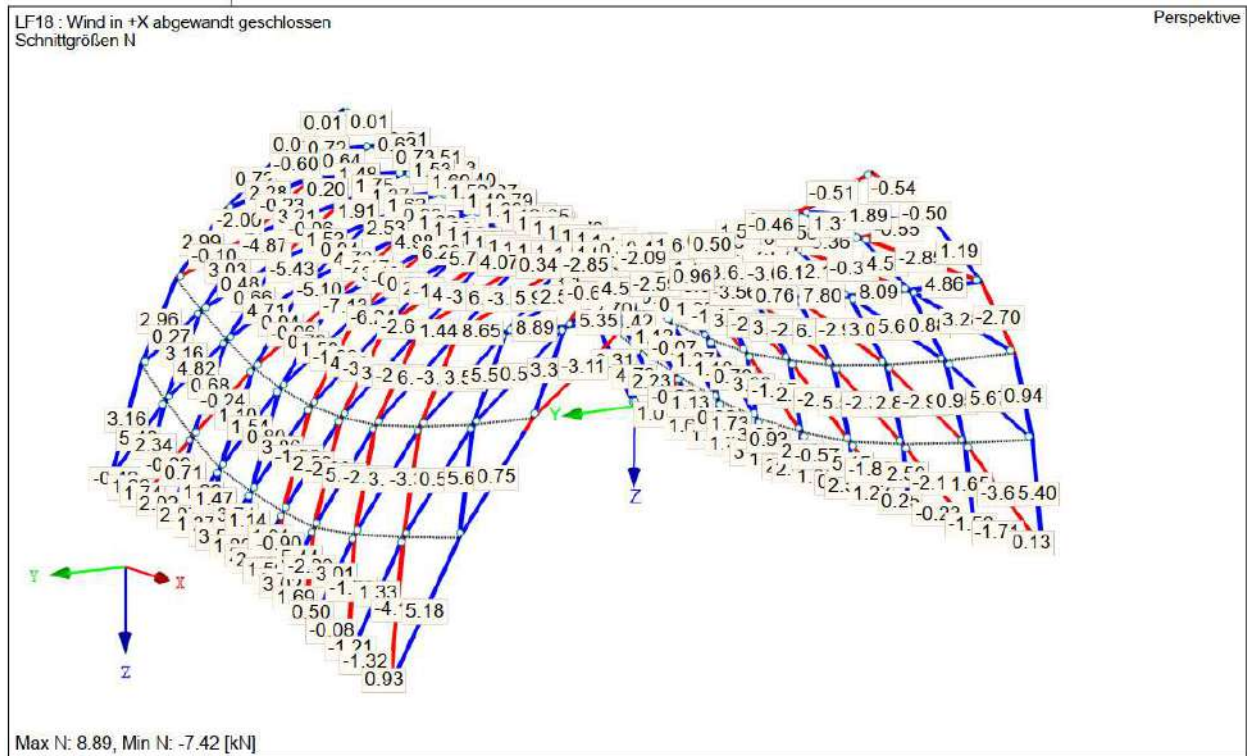


4.5.3.5 Biegemomente um die z-Achse

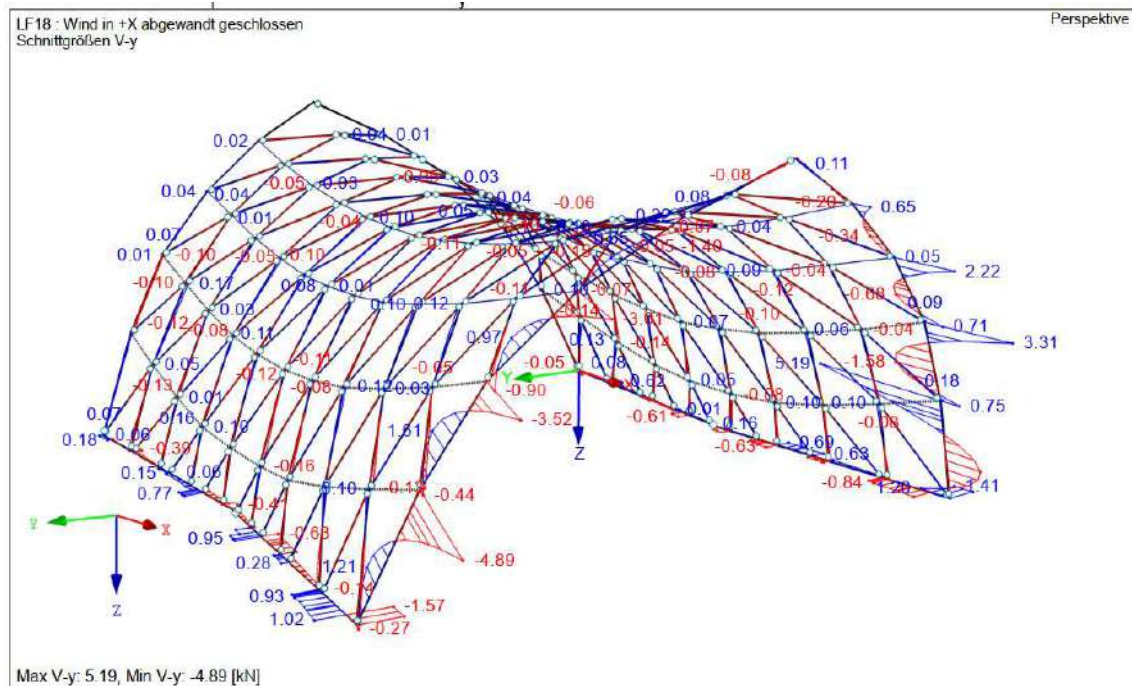


4.5.4 Lastfall 18: Wind in +X-Richtung abgewandt geschlossen

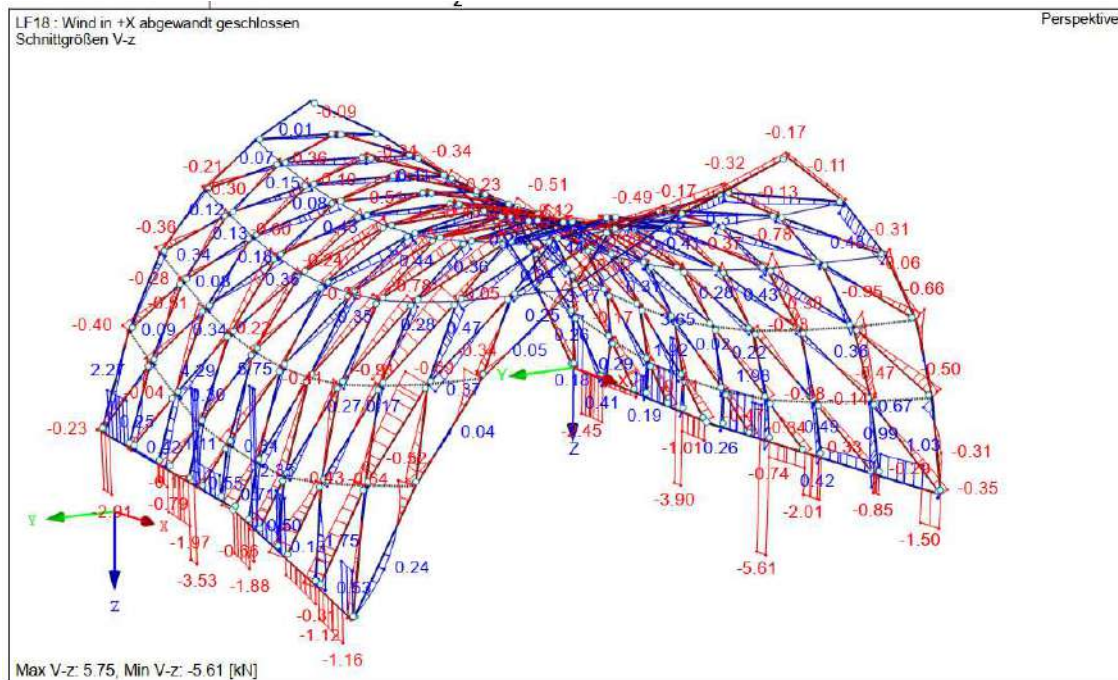
4.5.4.1 Normalkräfte



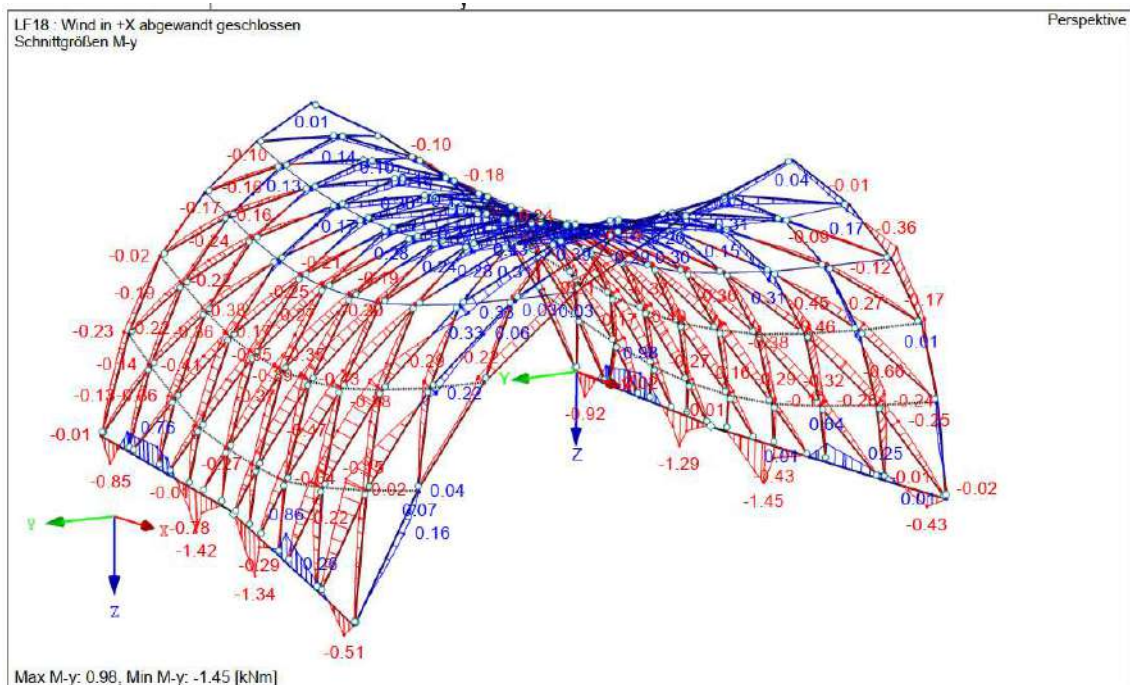
4.5.4.2 Querkräfte in y-Richtung



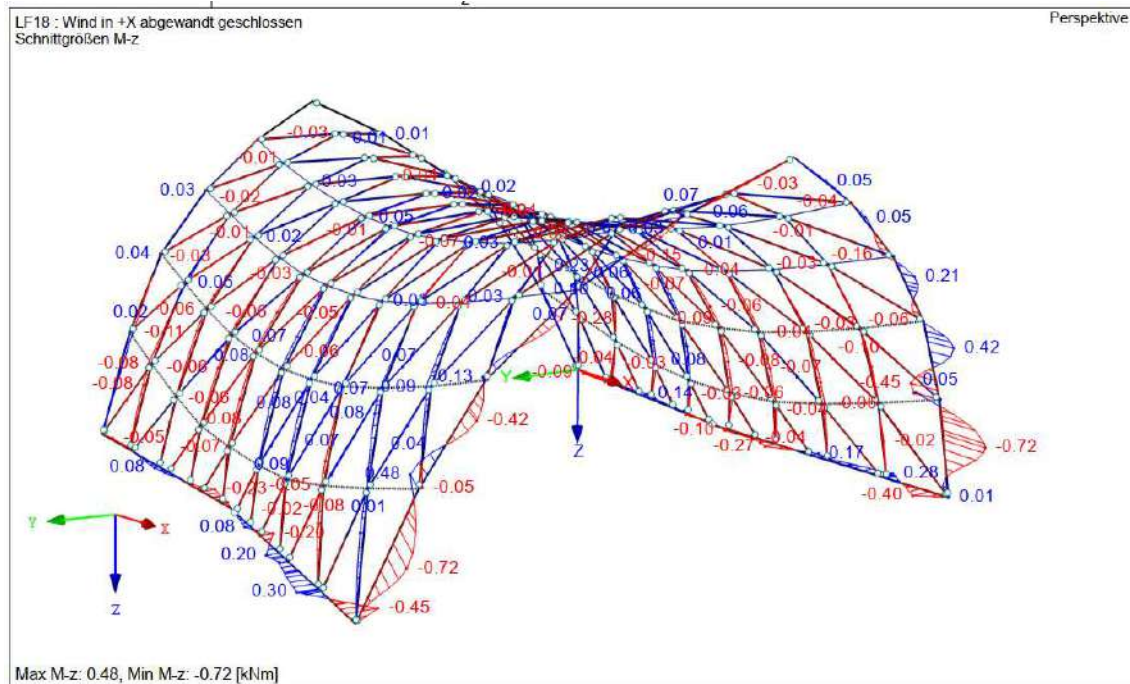
4.5.4.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.4.4 Biegemomente um die y-Achse

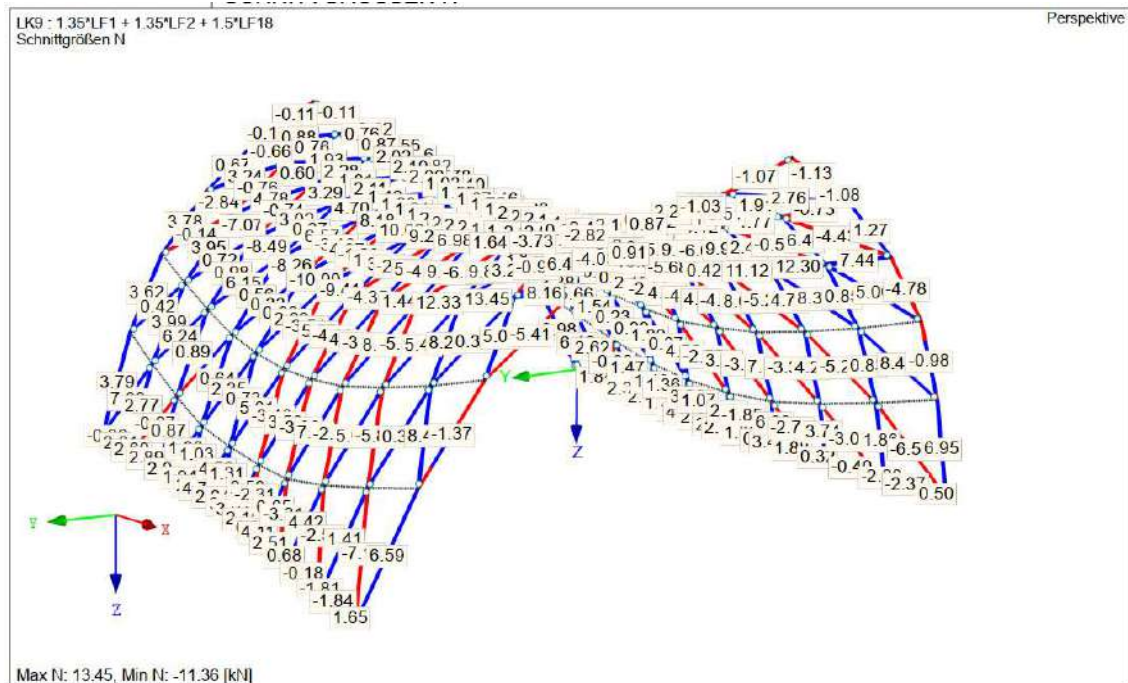


4.5.4.5 Biegemomente um die z-Achse

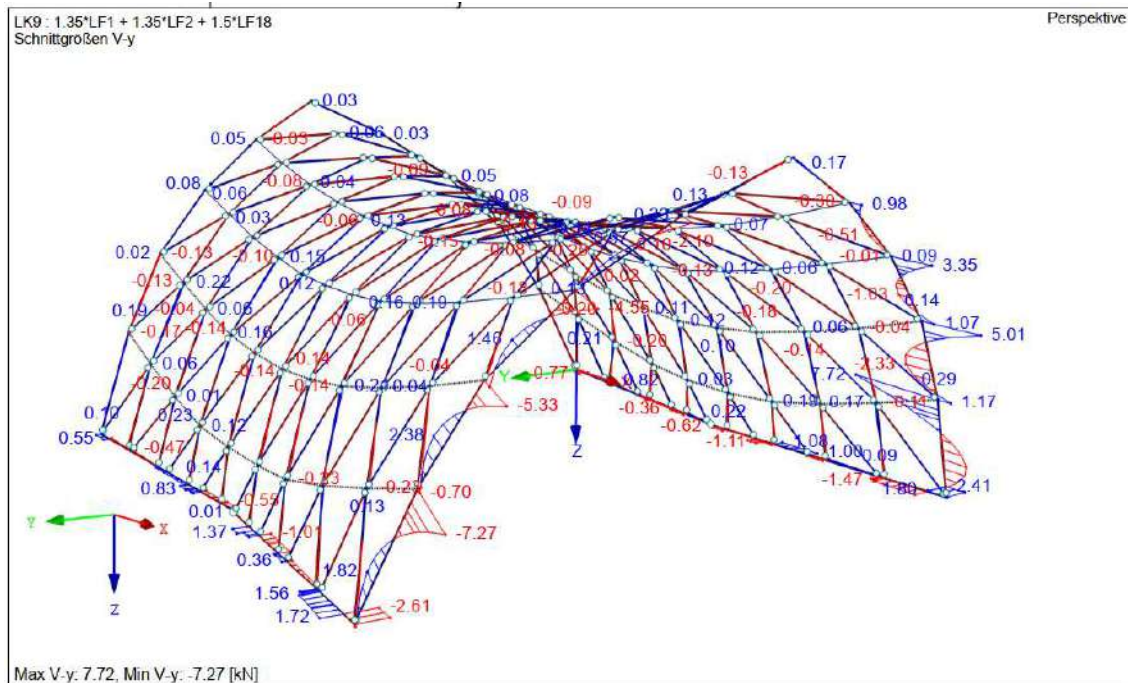


4.5.5 Lastkombination 9 ULS: (1,35*EG) + (1,50*Wind in X + abgewandt geschlossen)

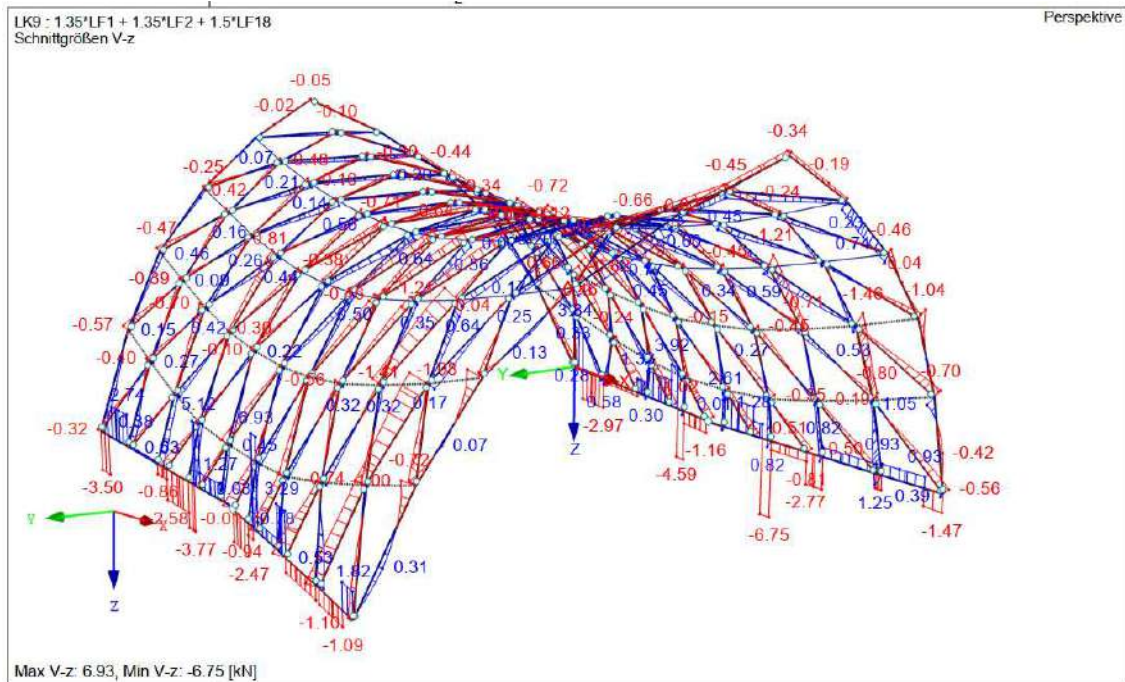
4.5.5.1 Normalkräfte



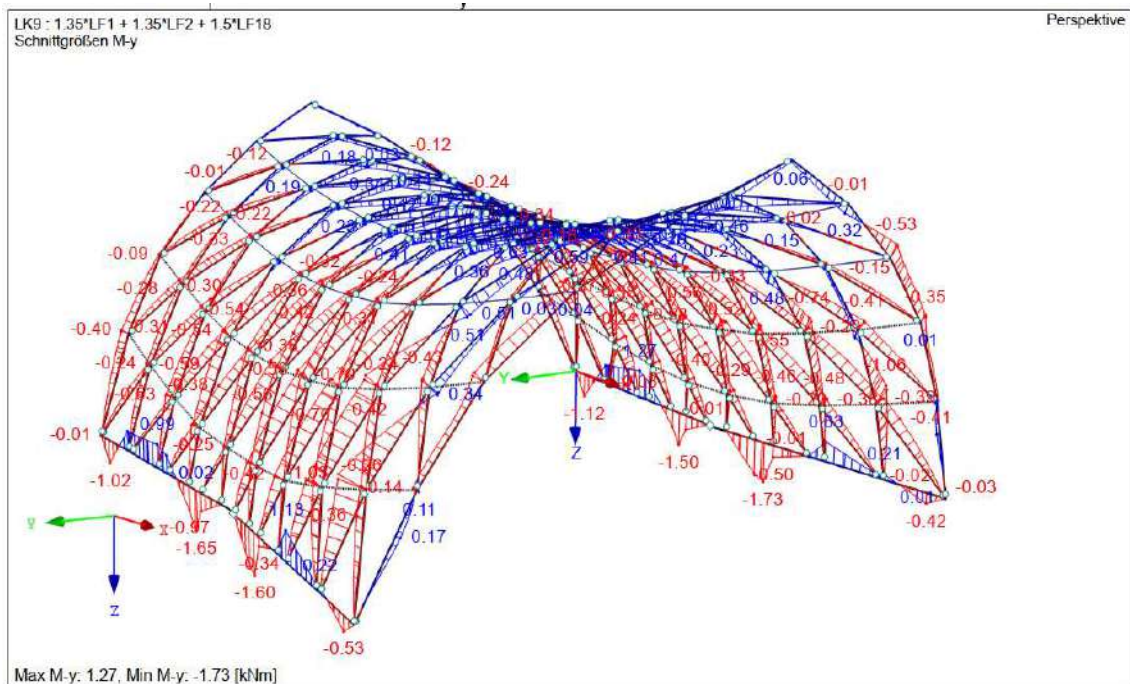
4.5.5.2 Querkräfte in y-Richtung



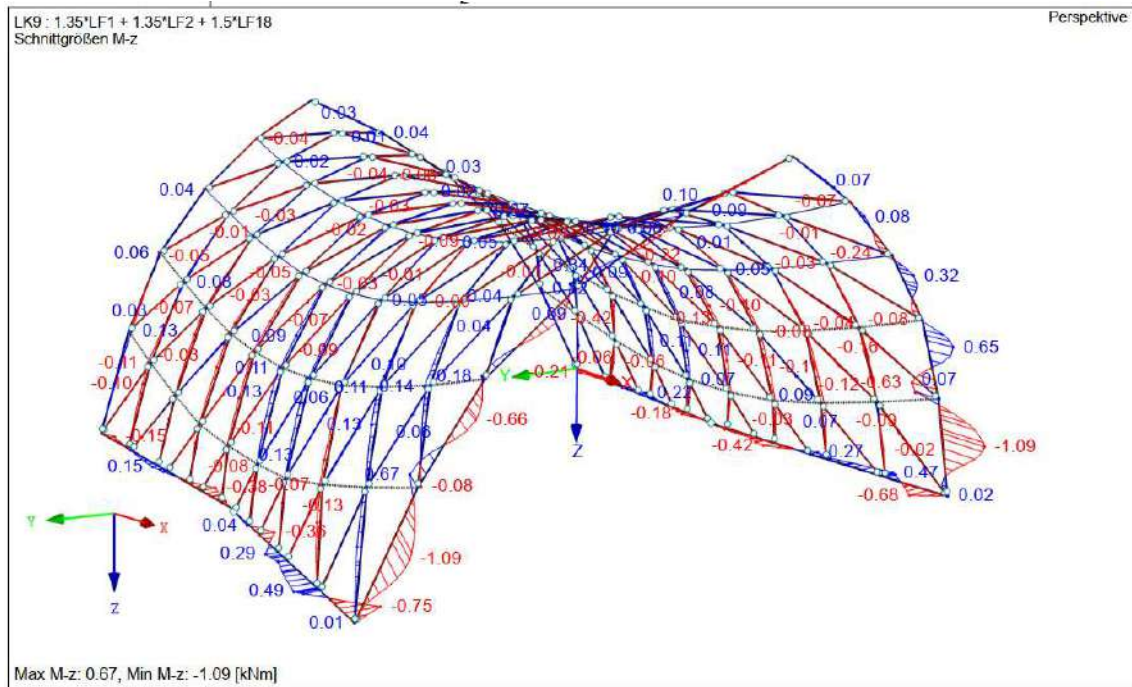
4.5.5.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.5.4 Biegemomente um die y-Achse

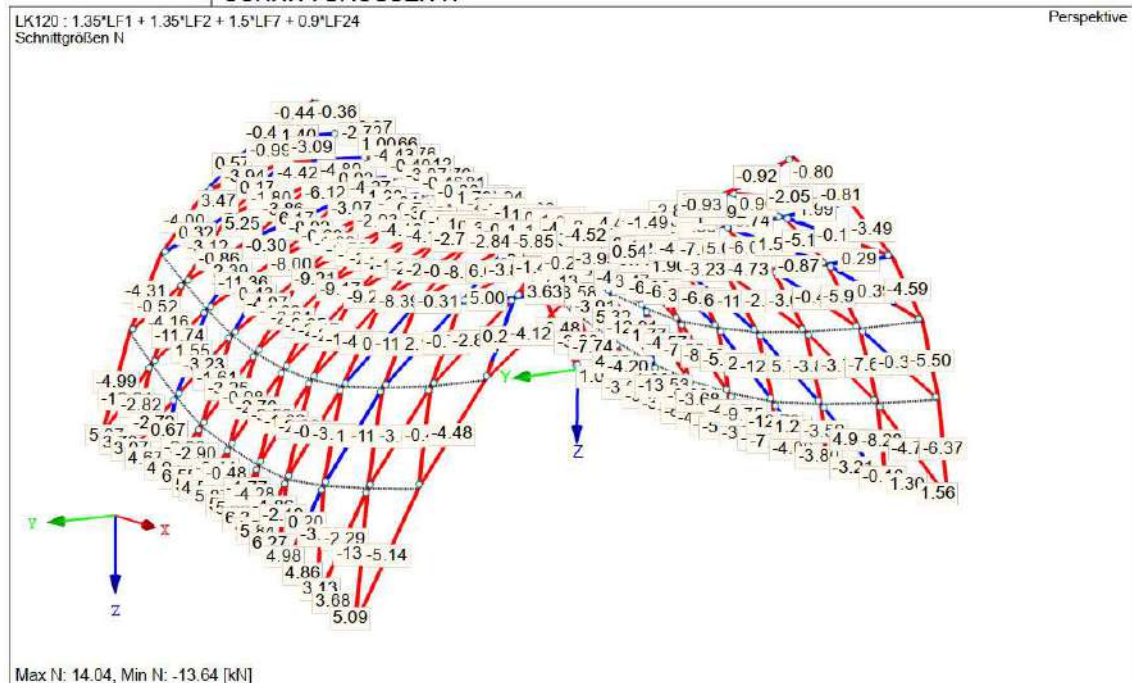


4.5.5.5 Biegemomente um die z-Achse

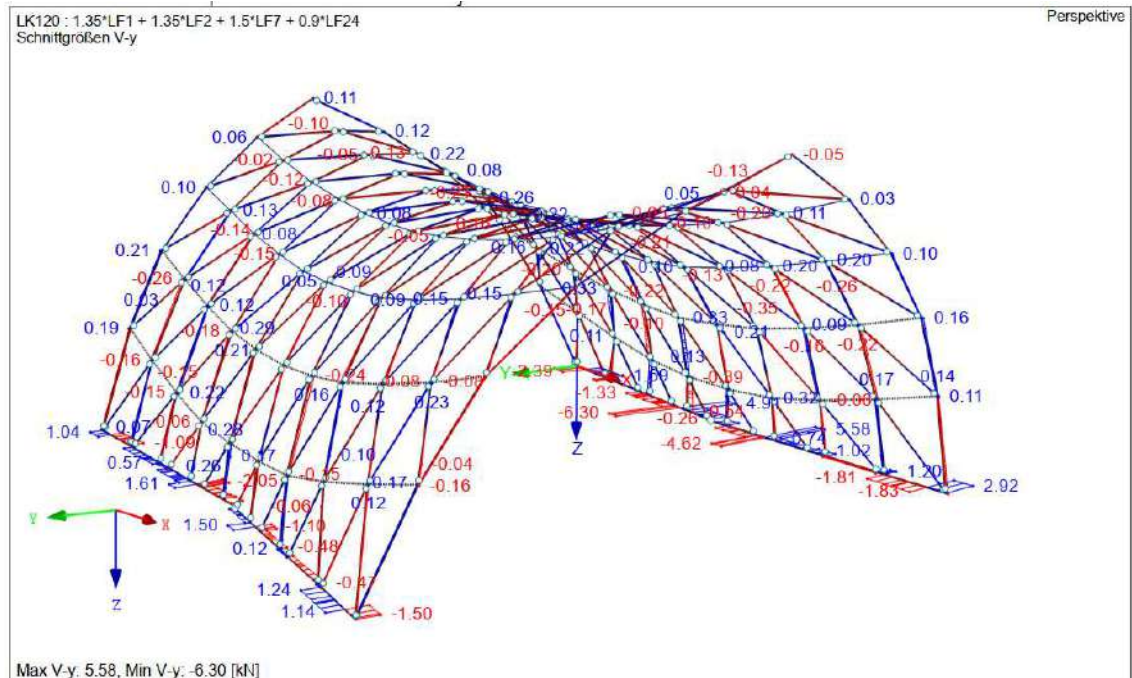


4.5.6 Lastkombination 120 ULS: (1,35*EG) + (0,90*Wind in Y - cpi -) + (1,5* Schnee verweht)

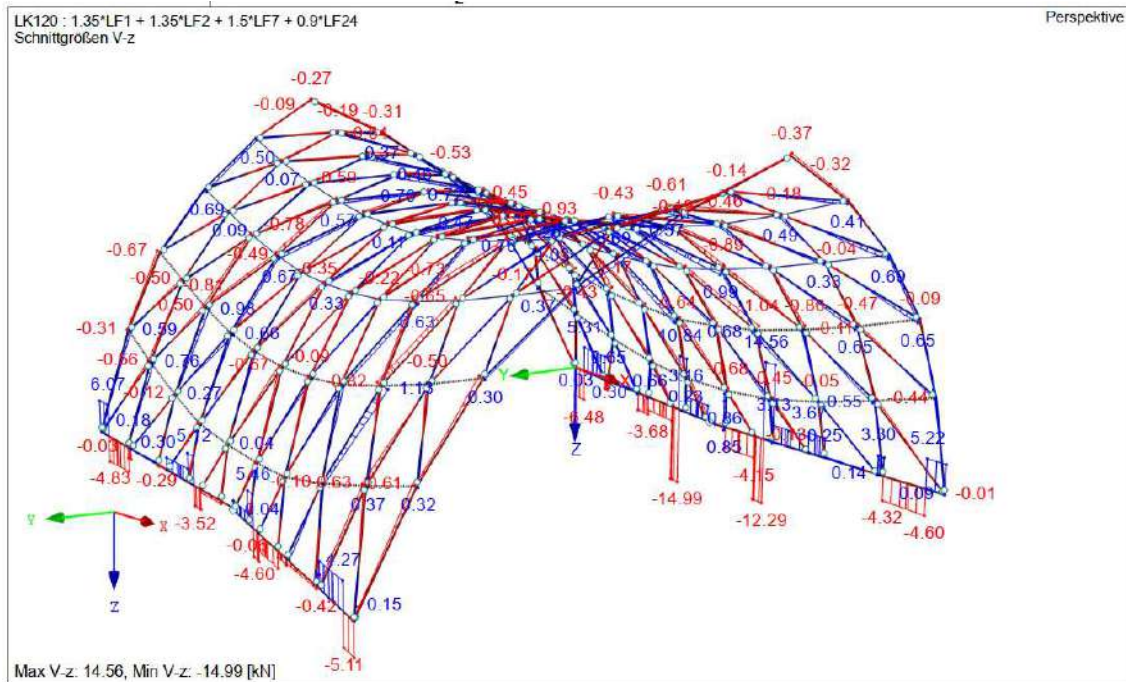
4.5.6.1 Normalkräfte



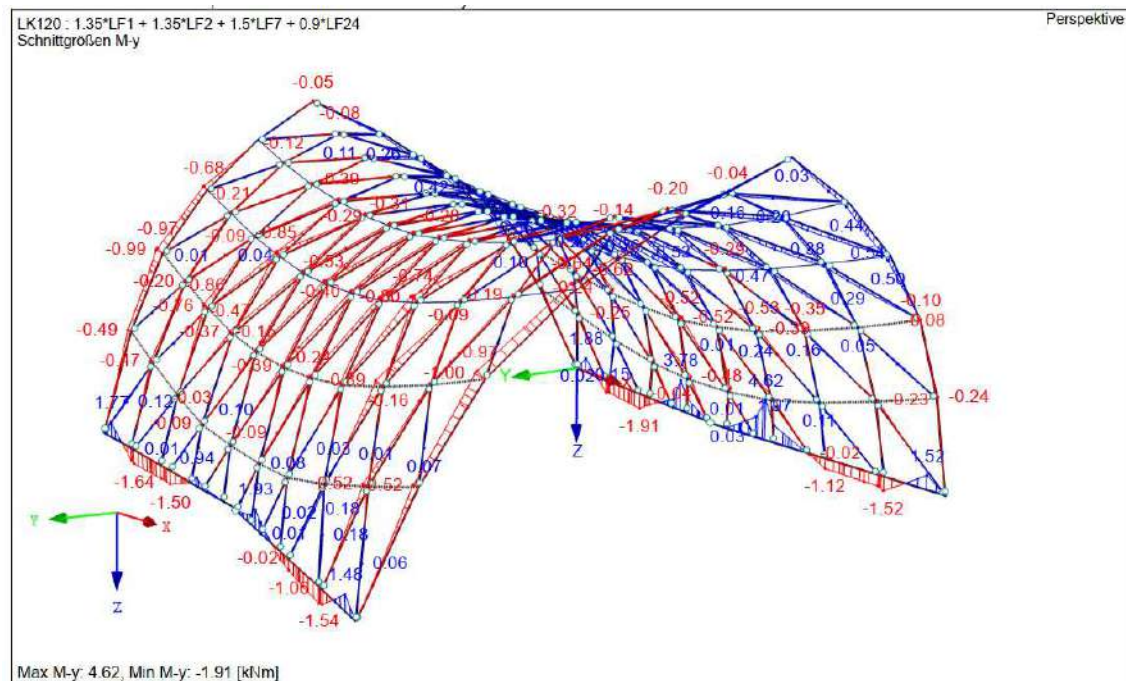
4.5.6.2 Querkräfte in y-Richtung



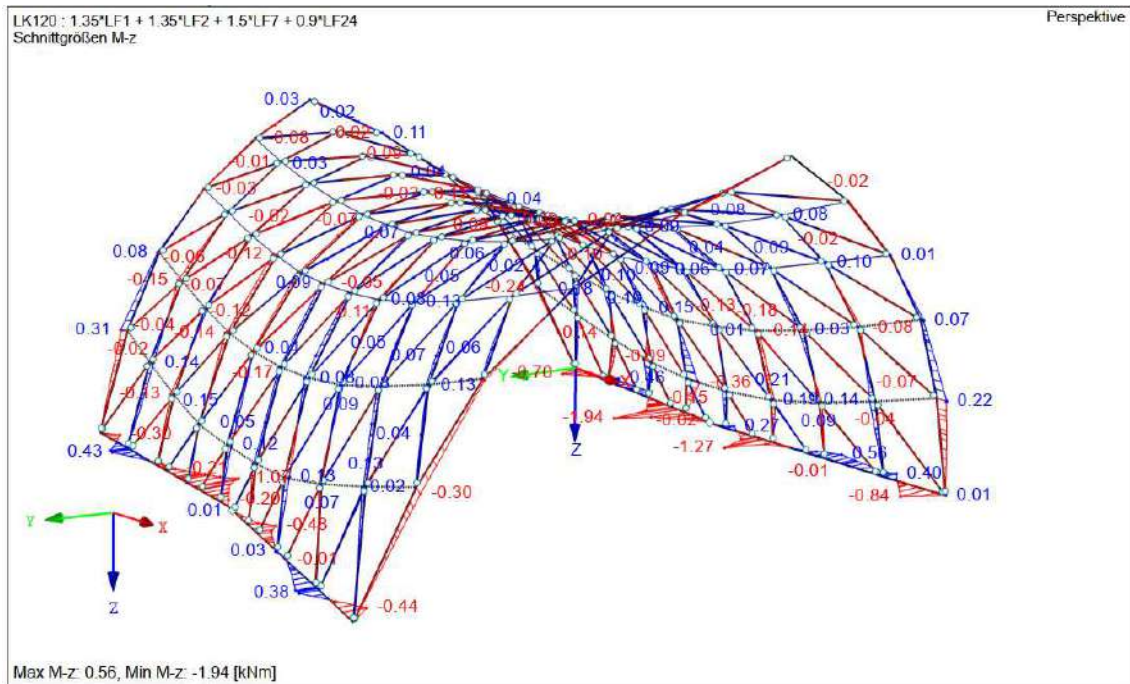
4.5.6.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.6.4 Biegemomente um die y-Achse

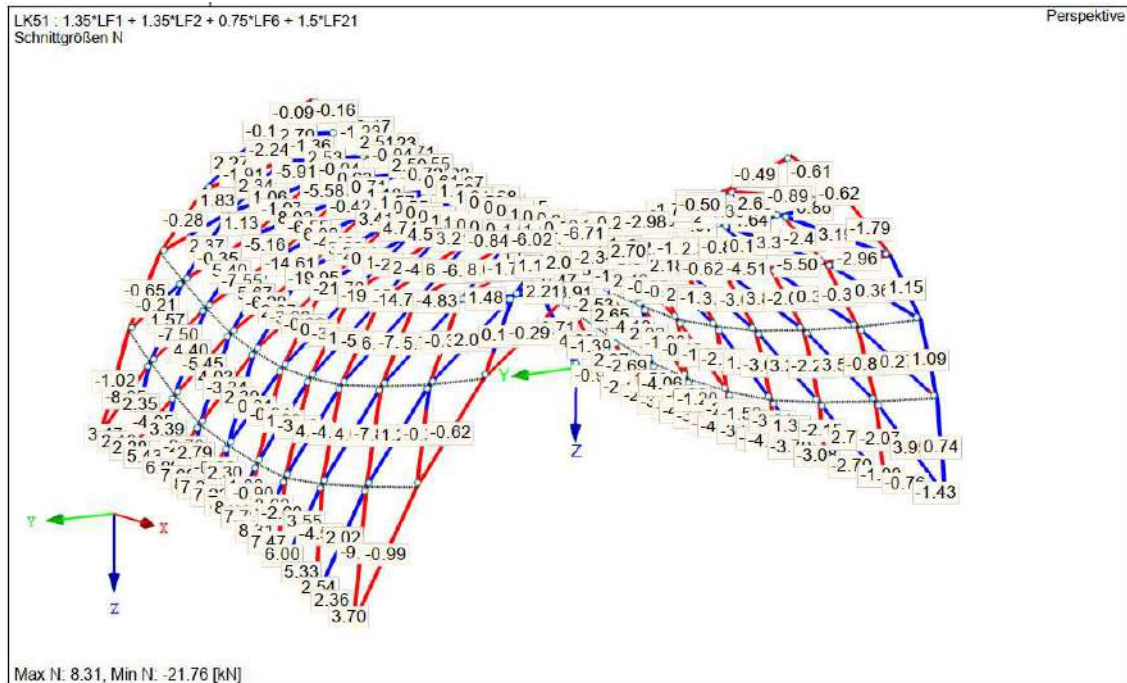


4.5.6.5 Biegemomente um die z-Achse

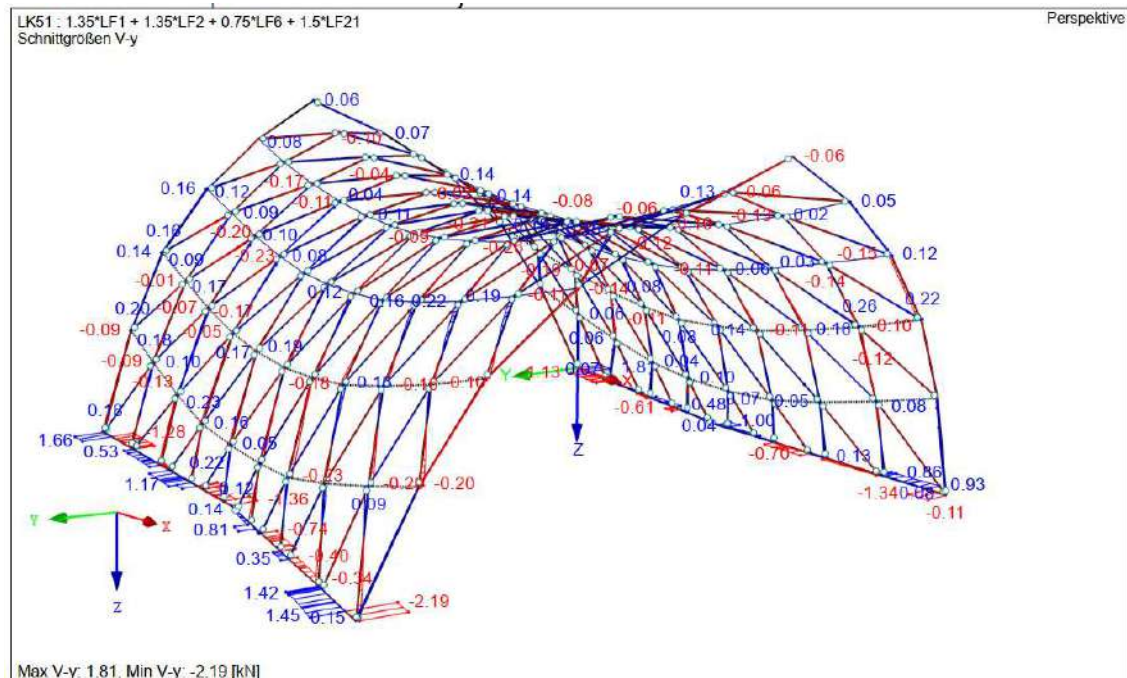


4.5.7 Lastkombination 51 ULS: $(1,35 \cdot EG) + (1,50 \cdot \text{Wind in Y} + \text{cpi} +) + (0,75 \cdot \text{Schnee})$

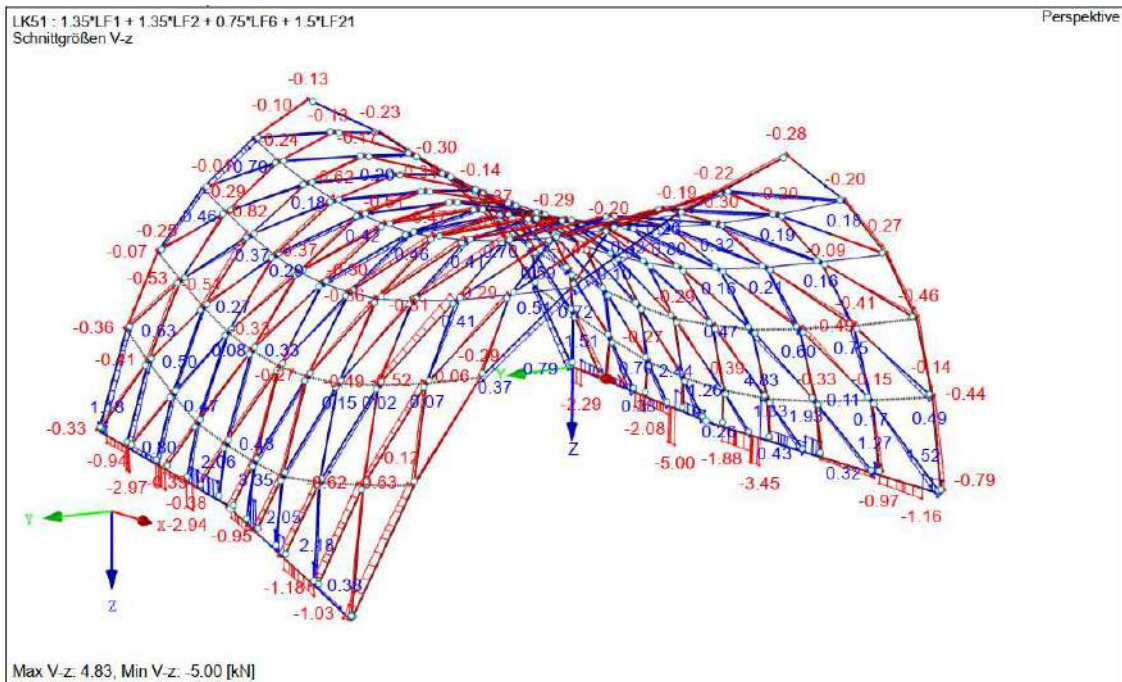
4.5.7.1 Normalkräfte



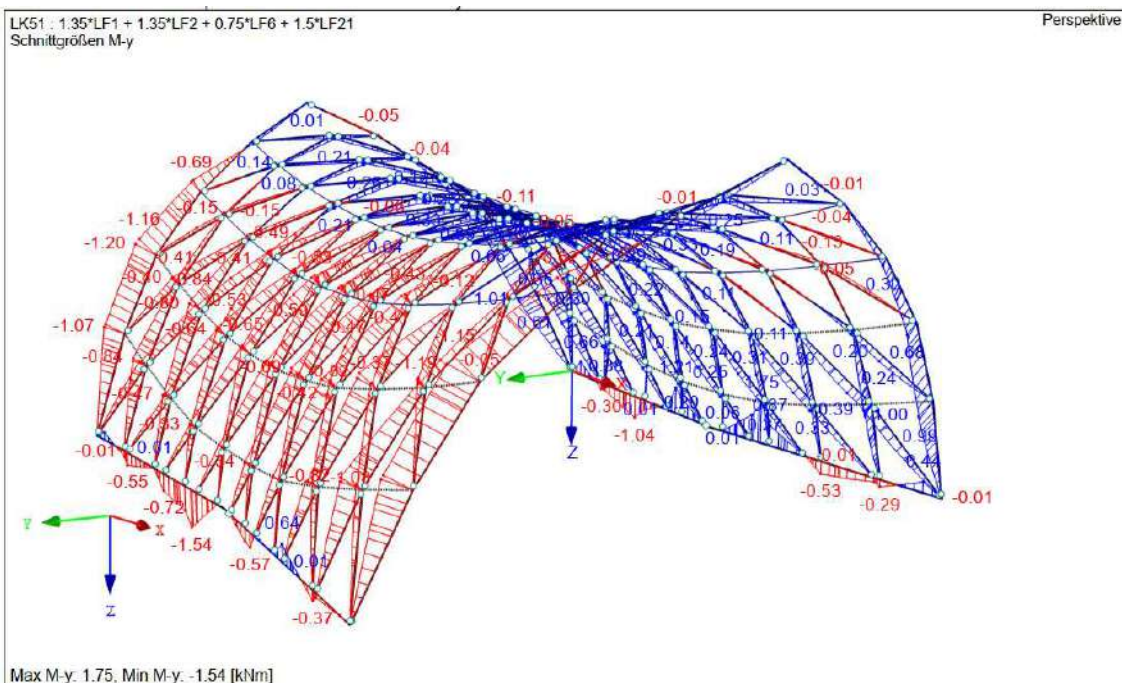
4.5.7.2 Querkräfte in y-Richtung



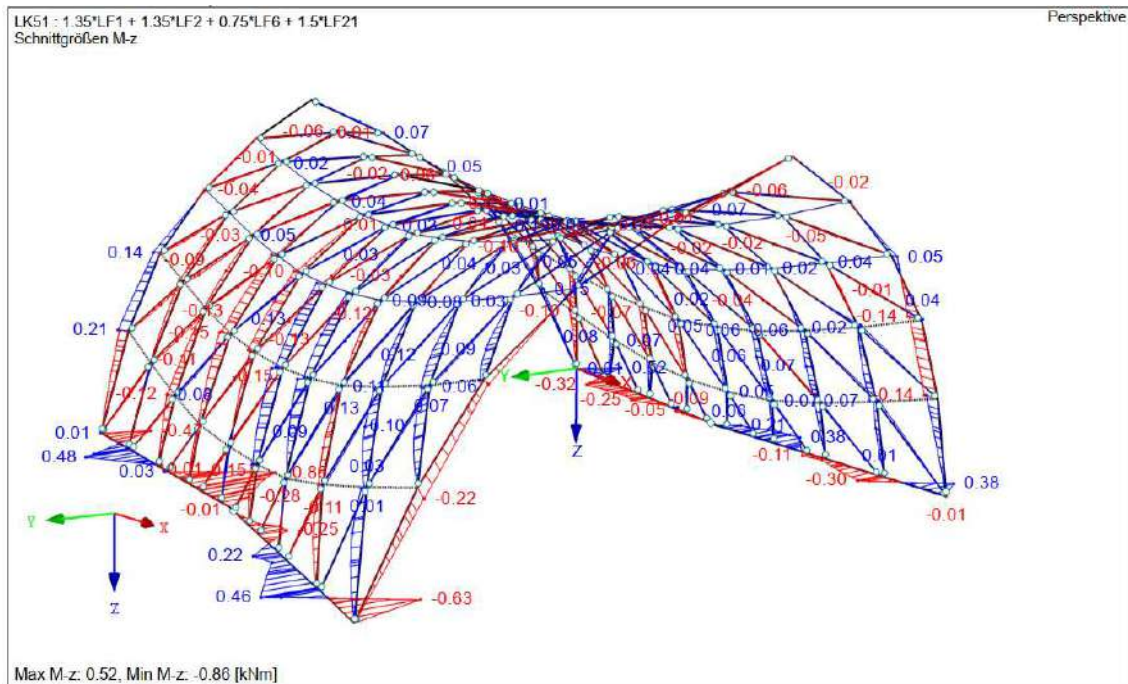
4.5.7.3 Querkräfte in z-Richtung



4.5.7.4 Biegemomente um die y-Achse

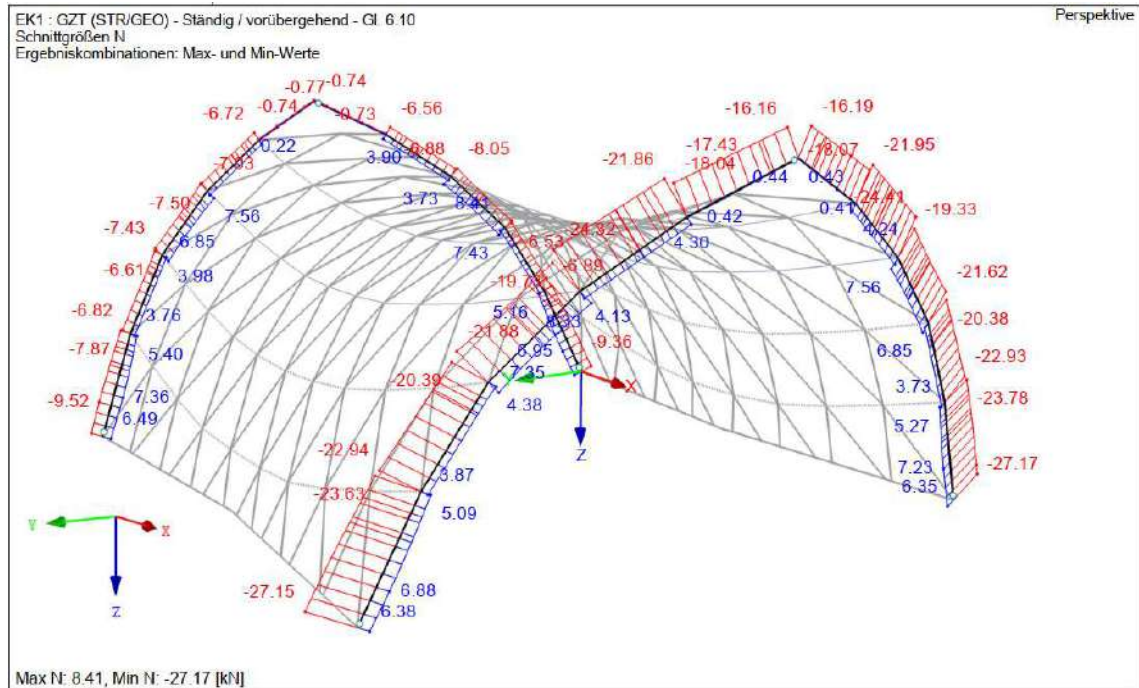


4.5.7.5 Biegemomente um die z-Achse

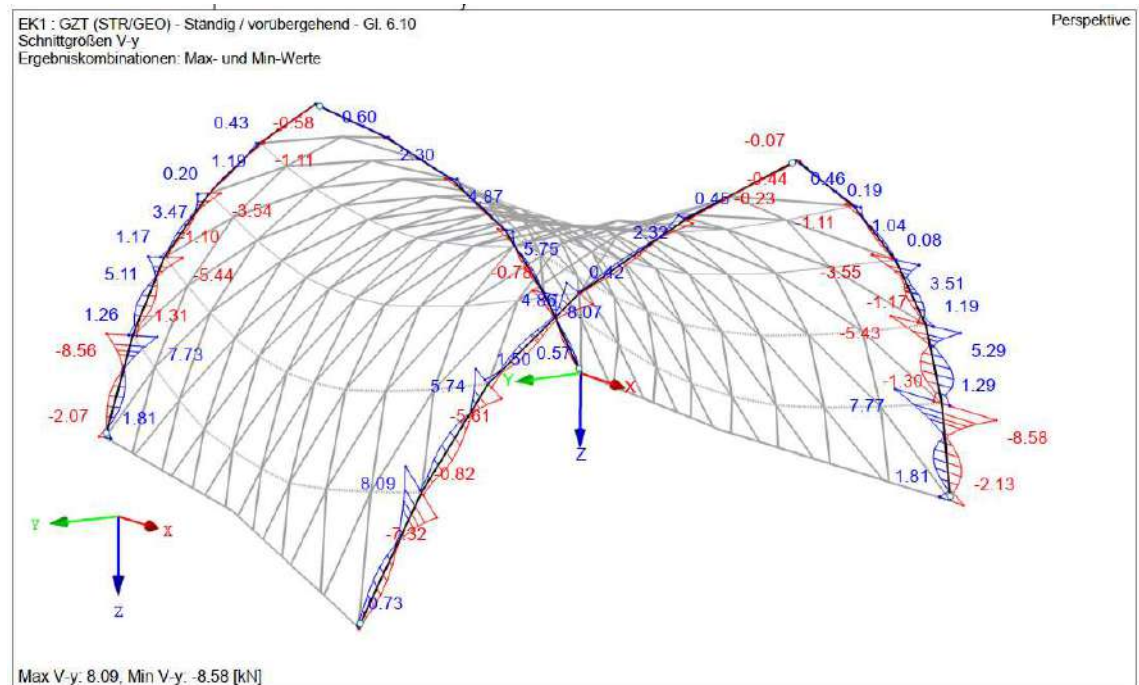


4.5.8 Ergebniskombination (nur Randträger dargestellt)

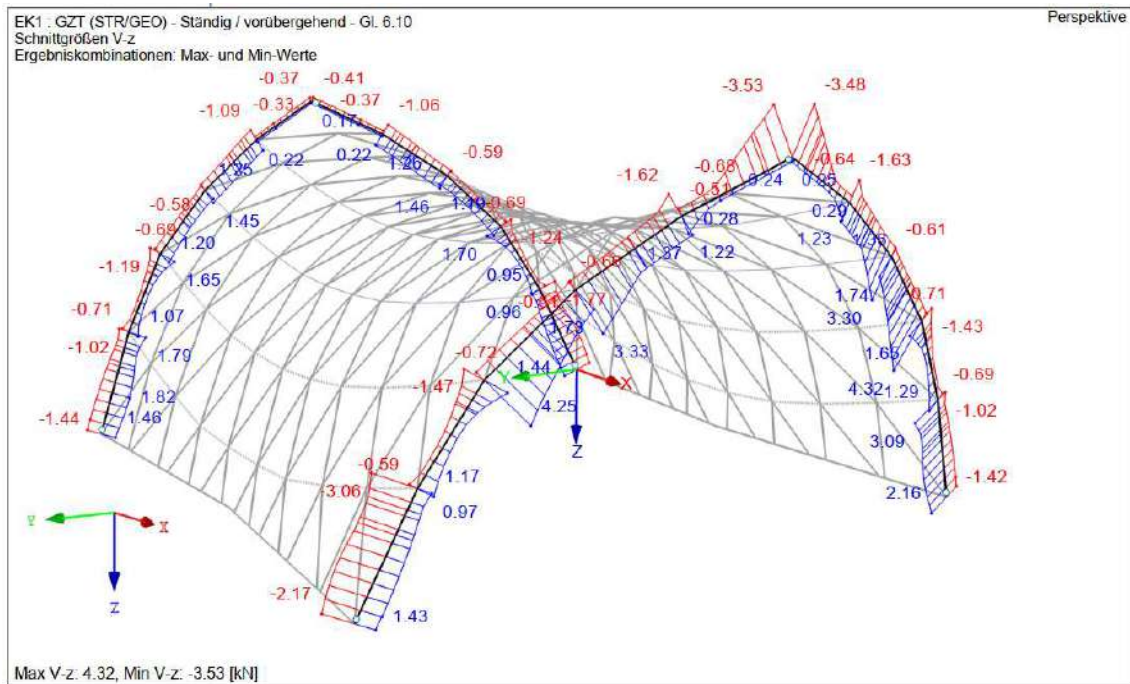
4.5.8.1 Normalkräfte



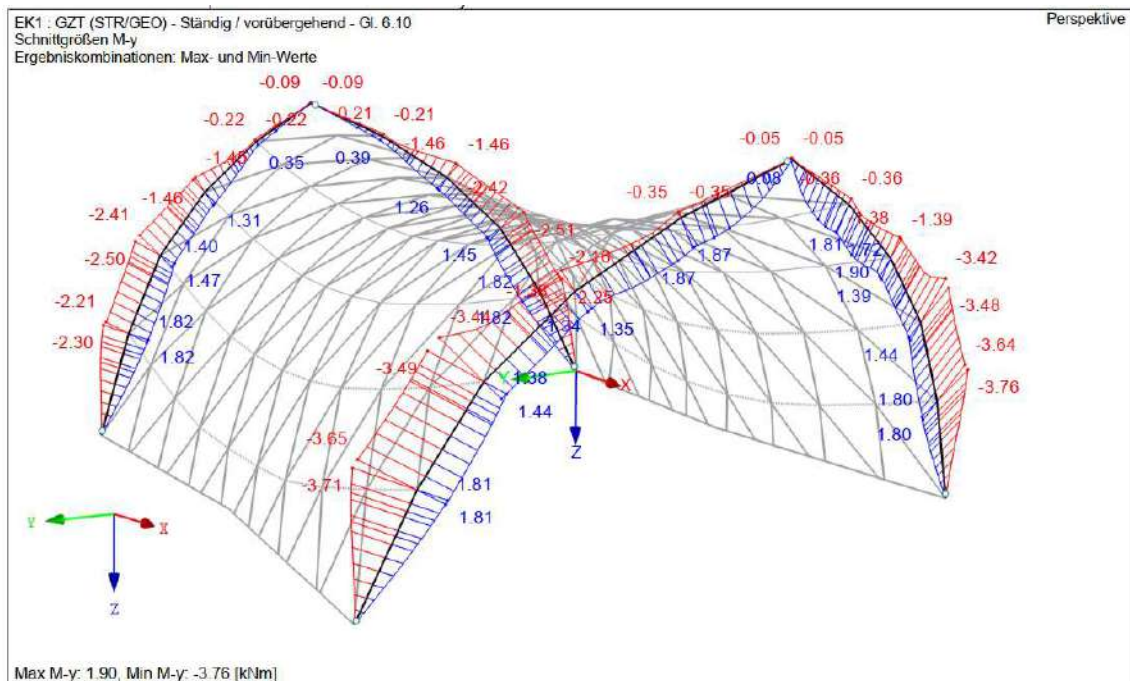
4.5.8.2 Querkräfte in Y-Richtung



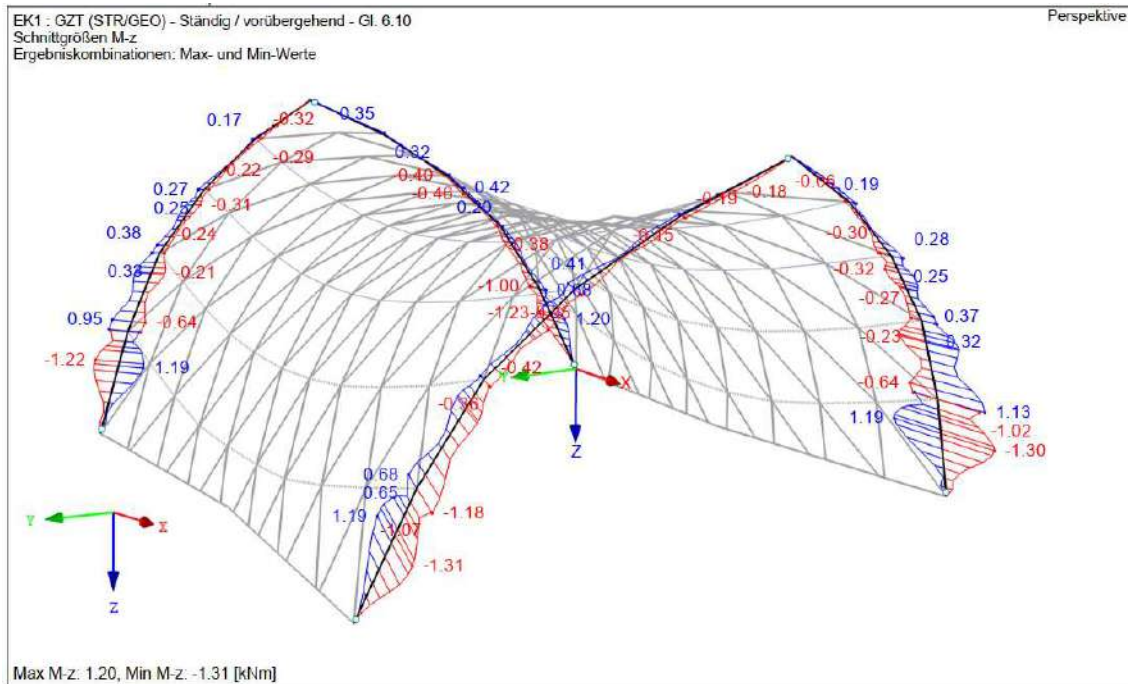
4.5.8.3 Querkräfte in Z-Richtung



4.5.8.4 Biegemomente um die Y-Achse



4.5.8.5 Biegemomente um die Z-Achse



5 DETAILPUNKTE

Laut Anlage

6 ANLAGEN

Alle Bauteile und Anschlüsse ohne gesonderten Nachweis in den vorliegenden statischen Berechnungen werden vom Ausführenden nach den anerkannten Regeln der Technik und dem Stand der Normung ausgeführt.

Ende des Dokuments |

18-025-16 | STB Altenstadt

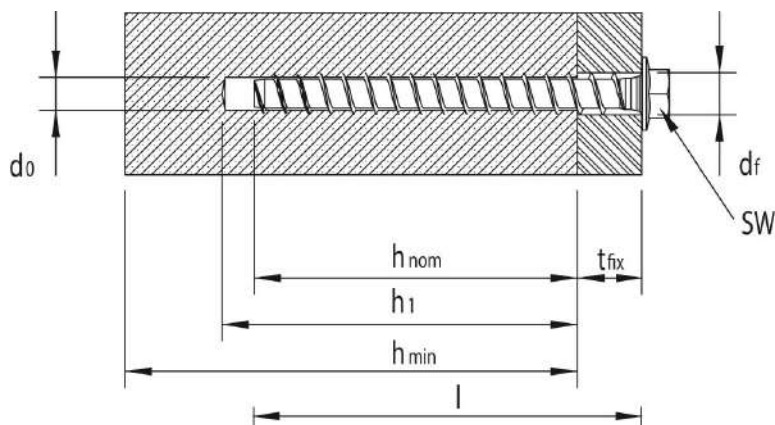
1. Artikelübersicht

MMS-plus SS 10 x 120/55

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 10 mm
Einschraubtiefe h_{nom}	65 mm
Bohrlochtiefe h_1	75 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	50 mm
Bohrerinnendurchmesser d_o	8 mm
Gültige Zulassungsnummer	ETA-15/0784 (EC2)
Durchgangslochdurchmesser d_f	12,5 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48455
Dübellänge L	120 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	55 mm
Verpackungseinheit	25 Stück
Bemessungsverfahren	EN 1992-4: 2019-04



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 500$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² /30,00 N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

Holzbauteil

Geometrie	Breite L_z : 120 mm Länge L_y : 240 mm Dicke t : 50 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungs-kategorie	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Kurz / Sehr kurz
Unterlegscheibe Ø	40 mm
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Ja

Dübelgruppe

Geometrie

Exzentrizität

Winkel

Langloch

Dübelbiegung

Anordnung: 2 Dübel

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

90 °

Kein Langloch

Keine

Anschlussprofil

Profil

Exzentrizität

Kein Profil

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

Lasten

Lasteinwirkungsart

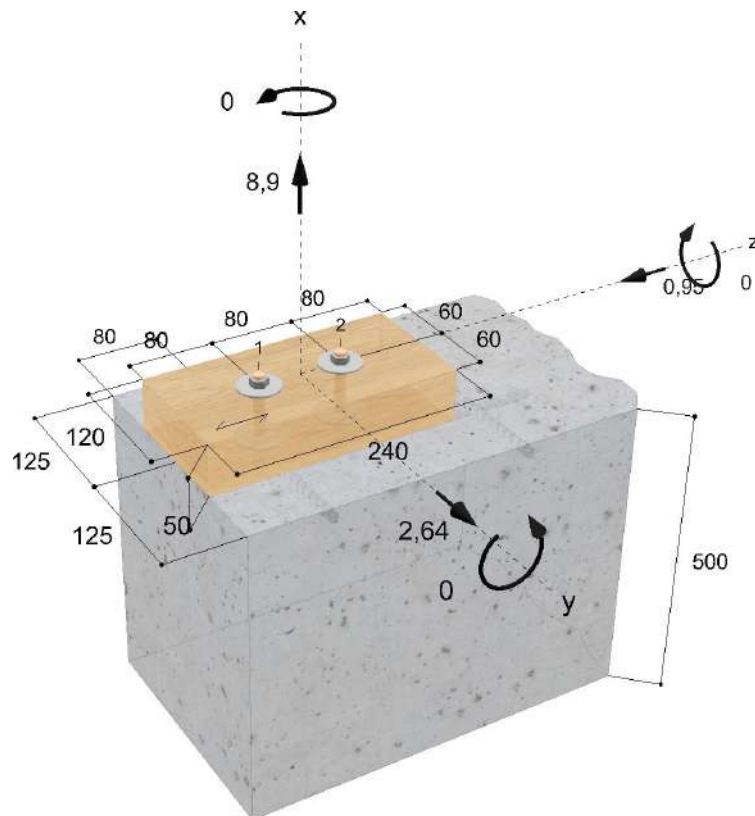
Statisch / Quasi-Statistisch

Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
8,90 kN	2,64 kN	-0,95 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

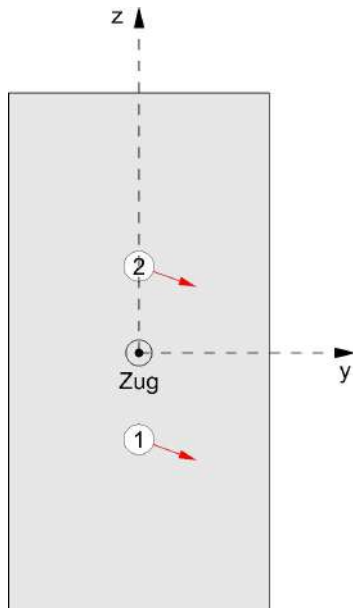
Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]



3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	4,45 kN	1,40 kN	1,32 kN	-0,48 kN
2	4,45 kN	1,40 kN	1,32 kN	-0,48 kN
Summe	8,90 kN	2,81 kN	2,64 kN	-0,95 kN



Koordinaten des Zugpunktes (y;z):

(0 mm ; 0 mm)

4. Nachweise - Zugbeanspruchung

4.1 Stahlversagen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,s}$	Bemessungswert
N_{Ed}^h	=	4,45 kN	EN 1992-4, 7.2.1.3
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	Zulassung
γ_{Ms}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,s}$	=	32,10 kN	Ausnutzungsgrad
$N_{Rd,s}$	=	21,40 kN	
$\beta_{N,s}$	=	0,21	

4.2 Herausziehen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,p}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,p}$	Bemessungswert
N_{Ed}^h	=	4,45 kN	EN 1992-4, 7.2.1.3
$N_{Rd,p}$	=	$N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$	Zulassung
γ_{Mp}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,p}$	=	$\psi_c \cdot N_{Rk,p,C20/25}$	Zulassung
ψ_c	=	1,1180	Zulassung
$N_{Rk,p,C20/25}$	=	9,00 kN	Zulassung

$$N_{Rk,p} = 10,06 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,p} = 6,71 \text{ kN}$$

$$\beta_{N,p} = \underline{0,66}$$

Ausnutzungsgrad

4.3 Betonausbruch - Zugbeanspruchung

	1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,c}$	$= N_{Ed}^g / N_{Rd,c}$	
N_{Ed}^g	$= 8,90 \text{ kN}$	Bemessungswert
$N_{Rd,c}$	$= N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.1.2
$N_{Rk,c}$	$= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
k_1	$= 7,70$	EN 1992-4, 7.2.1.4
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4
h_{ef}	$= 50 \text{ mm}$	Zulassung
$c_{cr,N}$	$= 75 \text{ mm}$	Zulassung
$s_{cr,N}$	$= 150 \text{ mm}$	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	$= 13,61 \text{ kN}$	
$A_{c,N}$	$= 34500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	$= 80 \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{N,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{N,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{M,N}$	$= 2 - z / (1,50 \cdot h_{ef}) \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
z	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{M,N}$	$= 1,0000$	
$N_{Rk,c}$	$= 20,87 \text{ kN}$	
γ_{Mc}	$= 1,50$	EN 1992-4, 4.4.2.1
$N_{Rd,c}$	$= 13,91 \text{ kN}$	
$\beta_{N,c}$	$= \underline{0,64}$	Ausnutzungsgrad

4.4 Spalten - Zugbeanspruchung

	1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,sp}$	$= N_{Ed}^g / N_{Rd,sp}$	Bemessungswert
N_{Ed}^g	$= 8,90 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.2
$N_{Rd,sp}$	$= N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (7.23)
$N_{Rk,sp}$	$= N_{Rk,sp}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2d)
$N_{Rk,sp}^0$	$= \min(N_{Rk,p}, N_{Rk,c}^0)$	EN 1992-4, 7.2.1.5 (7.11)
$N_{Rk,p}$	$= 10,06$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (2)
k_1	$= 7,70$	
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	Zulassung
h_{ef}	$= 50 \text{ mm}$	
$N_{Rk,c}^0$	$= 13,61 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2d)
$N_{Rk,sp}^0$	$= 10,06 \text{ kN}$	Zulassung
$c_{cr,sp}$	$= 75,0$	
$s_{cr,sp}$	$= 150 \text{ mm}$	
$c_{cr,sp}$	$= 75 \text{ mm}$	
$A_{c,N}$	$= 34500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,sp}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,sp} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
c	$= 80 \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,sp})$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$e_{N,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,sp})$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$e_{N,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{h,sp}$	$= \min((h / h_{min})^{2/3} ; \max\{1 ; ((h_{ef} + 1,50 \cdot c_1) / h_{min})^{2/3}\} ; 2)$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (7.24)
	$= \min(500 \text{ mm} / 115 \text{ mm})^{2/3} ;$	
	$\max\{1 ; ((50 \text{ mm} + 1,50 \cdot 80 \text{ mm}) / 115 \text{ mm})^{2/3}\} ; 2)$	
$\psi_{h,sp}$	$= 1,2977$	
$N_{Rk,sp}$	$= 20,02 \text{ kN}$	
γ_{Msp}	$= 1,50$	EN 1992-4, 4.4.2.1
$N_{Rd,sp}$	$= 13,35 \text{ kN}$	
$\beta_{N,sp}$	$= \underline{0,67}$	Ausnutzungsgrad

4.5 Beanspruchung in Achsrichtung - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,t}$	=	$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})$	EN 1995-1-1, (6.3)
$F_{c,90,d}$	=	4,45 kN	Bemessungswert
A_w	=	$\pi/4 \cdot (2 \cdot \text{Min}(30 \text{ mm}; d_w) + d_w)^2$	
	=	7854 mm ²	
A_{ef}	=	$A_w - \pi/4 \cdot (d_f + 1)^2$	
	=	7711 mm ²	
$\sigma_{c,90,d}$	=	$F_{c,90,d} / A_{ef}$	EN 1995-1-1, (6.4)
	=	0,58 N/mm ²	
$k_{c,90}$	=	1,00	
k_{mod}	=	1,00	
$f_{c,90,k}$	=	2,50 N/mm ²	
γ_M	=	1,30	
$f_{c,90,d}$	=	$f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	1,92 N/mm ²	
$\beta_{N,t}$	=	0,30	Ausnutzungsgrad

5. Nachweise - Querbeanspruchung

5.1 Stahlversagen ohne Hebelarm - Querbeanspruchung

$\beta_{V,s}$	=	$V_{Ed}^h / V_{Rd,s}$	
V_{Ed}^h	=	1,40 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,s}$	=	$V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,s}^0$	=	13,70 kN	Zulassung
$V_{Rk,s}$	=	$k_7 \cdot V_{Rk,s}^0$	EN 1992-4, 7.2.2.3.1 (7.35)
k_7	=	0,80	Zulassung
$V_{Rk,s}$	=	10,96 kN	Zulassung
γ_{Ms}	=	1,25	Zulassung
$V_{Rd,s}$	=	8,77 kN	
$\beta_{V,s}$	=	0,16	Ausnutzungsgrad

5.2 Betonausbruch (Dübelgruppe) - Querbeanspruchung

		1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{V,cp}$	=	$V_{Ed}^g / V_{Rd,cp}$	
V_{Ed}^g	=	2,81 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,cp}$	=	$V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,cp}$	=	$k_8 \cdot N_{Rk,c}$	EN 1992-4, 7.2.2.4 (7.39a)
k_8	=	1,00	Zulassung
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
k_1	=	7,70	Zulassung
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4
h_{ef}	=	50 mm	Zulassung
$c_{cr,N}$	=	75 mm	Zulassung
$s_{cr,N}$	=	150 mm	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	=	13,61 kN	

$A_{c,N}$	=	34500 mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	=	80 mm	
$\psi_{s,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{re,N}$	=	$0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	$\psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z}$	
$\psi_{ec,V,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,y}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,y}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,z}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,z}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{M,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	20,87 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	$1,00 \cdot 20,87 \text{ kN} = 20,87 \text{ kN}$	
γ_{Mc}	=	1,50	EN 1992-4, 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	13,91 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	0,20	Ausnutzungsgrad

5.3 Betonkantenbruch - Querbeanspruchung

$\beta_{V,c}$	=	$V_{Ed} / V_{Rd,c}$	
V_{Ed}	=	2,81 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,c}$	=	$V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,c}$	=	$V_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.40)
$V_{Rk,c}^0$	=	$k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.41)
k_9	=	1,70	EN 1992-4, 7.2.2.5 (5)
d_{nom}	=	8 mm	Zulassung
α	=	$0,10 \cdot (l_f / c_1)^{0,50} = 0,0632$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.42)
l_f	=	50 mm	Zulassung
c_1	=	125 mm	
β	=	$0,10 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,20} = 0,0577$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.43)
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	
$V_{Rk,c}^0$	=	16,98 kN	
$A_{c,V}$	=	65156 mm ²	EN 1992-4, 7.2.2.5 (6)
$A_{c,V}^0$	=	$4,50 \cdot c_1^2 = 70313 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.44)
$\psi_{s,V}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c_2 / (1,50 \cdot c_1) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.45)
	=	0,8280	
$\psi_{h,V}$	=	$(1,50 \cdot c_1 / h)^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.46)
h	=	500 mm	
$\psi_{h,V}$	=	1,0000	
$\psi_{\alpha,V}$	=	$(1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (0,50 \cdot \sin \alpha_V)^2])^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.48)
α_V	=	19,79°	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$\psi_{\alpha,V}$	=	1,0460	

$\psi_{ec,V}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.47)
e_V	=	0 mm	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{re,V}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$V_{Rk,c}$	=	13,63 kN	
$\gamma_{Mc,V}$	=	1,50	Zulassung
$V_{Rd,c}$	=	9,09 kN	
$\beta_{V,c}$	=	<u>0,31</u>	Ausnutzungsgrad

5.4 Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung - Querbeanspruchung

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	Bemessungswert
$F_{v,Ed}$	=	1,40 kN	
$f_{h,0,k}$	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1, (8.32)
	=	25,83 N/mm ²	
k_{90}	=	1,50	EN 1995-1-1, (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1, (8.31)
	=	17,90 N/mm ²	
$M_{y,Rk}$	=	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$	EN 1995-1-1, (8.30)
	=	0,0358 kNm	
$F_{v,Rk,1}$	=	8,95 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (c)
$F_{v,Rk,2}$	=	4,68 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (d)
$F_{v,Rk,3}$	=	5,83 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (e)
$F_{v,Rk}$	=	$\text{Min}(F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3})$	EN 1995-1-1, (8.10)
	=	4,68 kN	
$F_{v,Rd}$	=	$F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	3,60 kN	
$\beta_{V,t}$	=	<u>0,39</u>	Ausnutzungsgrad

6. Interaktion - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

6.1 Interaktion (Stahl) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	0,21 ≤ 1	
$\beta_{V,s}$	=	0,16 ≤ 1	
$\beta_{NV,s}$	=	$\beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2 = 0,07 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.2 Interaktion (Beton) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,c}$	=	0,67 ≤ 1	
$\beta_{V,c}$	=	0,31 ≤ 1	
$\beta_{NV,c}$	=	$\beta_{N,c}^{1,5} + \beta_{V,c}^{1,5} = 0,72 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.3 Interaktion (Holz) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$$\begin{aligned}\beta_{N,t} &= 0,30 \leq 1,00 \\ \beta_{V,t} &= 0,39 \leq 1,00 \\ \beta_{NV} &= (\beta_{N,t})^2 + (\beta_{V,t})^2 \\ &= \underline{\underline{0,24 \leq 1,00}}\end{aligned}$$

Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

7. Verschiebung

7.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 3,18 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{N0}	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,07 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	$= 1,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{V0}	$= 0,13 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,02 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,07 \text{ mm}$	

7.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 3,18 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,07 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V_{Ed}	$= 1,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	$= 0,20 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,03 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,07 \text{ mm}$	

8. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (EN 1992-4: 2019-04)

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen
- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Krafteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist

gesondert nachzuweisen.

Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Europäische Technische Bewertung (ETA) sind zu beachten.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

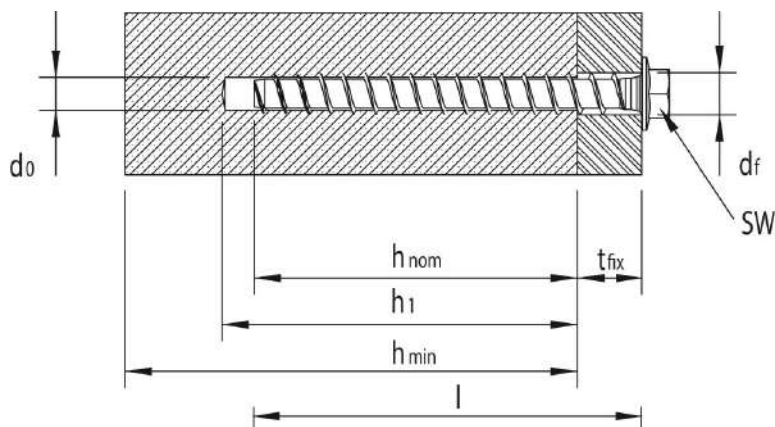
1. Artikelübersicht

MMS-plus SS 10 x 120/55

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 10 mm
Einschraubtiefe h_{nom}	65 mm
Bohrlochtiefe h_1	75 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	50 mm
Bohrerinnendurchmesser d_o	8 mm
Gültige Zulassungsnummer	ETA-15/0784 (EC2)
Durchgangslochdurchmesser d_f	12,5 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48455
Dübellänge L	120 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	55 mm
Verpackungseinheit	25 Stück
Bemessungsverfahren	EN 1992-4: 2019-04



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 500$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² / 30,00 N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

Holzbauteil

Geometrie	Breite L_z : 120 mm Länge L_y : 240 mm Dicke t : 50 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungs-kategorie	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Kurz / Sehr kurz
Unterlegscheibe Ø	40 mm
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Ja

Dübelgruppe

Geometrie

Exzentrizität

Winkel

Langloch

Dübelbiegung

Anordnung: 2 Dübel

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

90 °

Kein Langloch

Keine

Anschlussprofil

Profil

Exzentrizität

Kein Profil

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

Lasten

Lasteinwirkungsart

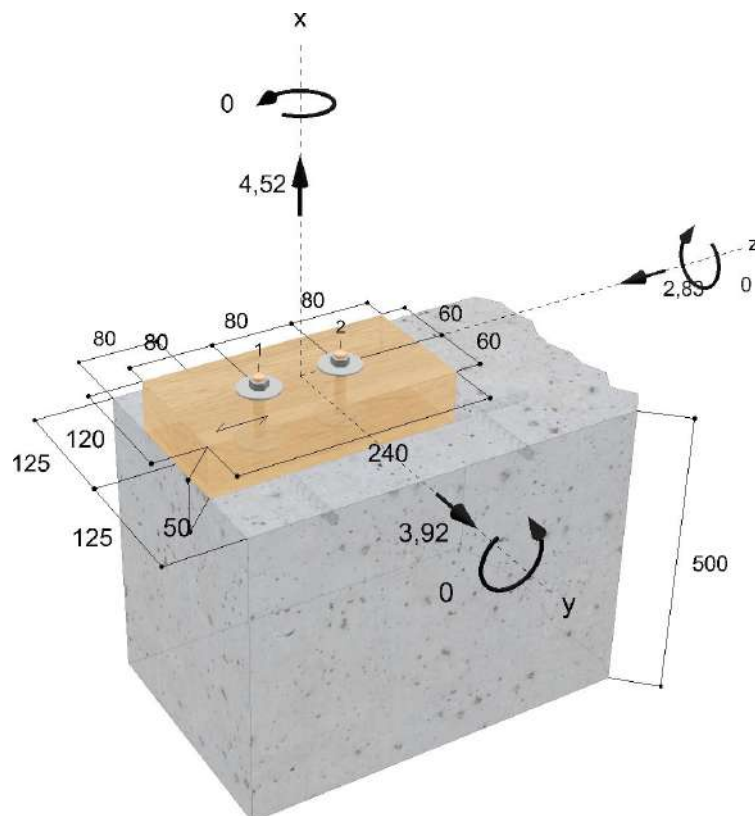
Statisch / Quasi-Statistisch

Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
4,52 kN	3,92 kN	-2,83 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

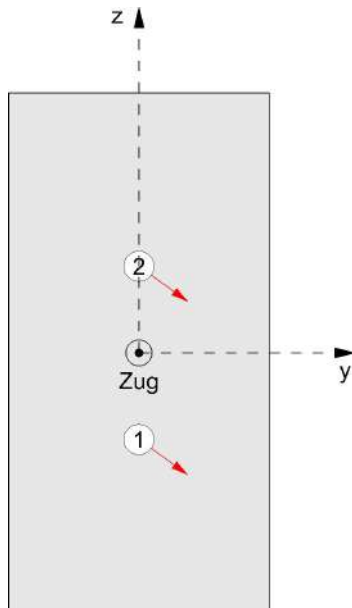
Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]



3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	2,26 kN	2,42 kN	1,96 kN	-1,42 kN
2	2,26 kN	2,42 kN	1,96 kN	-1,42 kN
Summe	4,52 kN	4,83 kN	3,92 kN	-2,83 kN



Koordinaten des Zugpunktes (y;z):

(0 mm ; 0 mm)

4. Nachweise - Zugbeanspruchung

4.1 Stahlversagen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,s}$	Bemessungswert
N_{Ed}^h	=	2,26 kN	
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	EN 1992-4, 7.2.1.3
γ_{Ms}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,s}$	=	32,10 kN	Zulassung
$N_{Rd,s}$	=	21,40 kN	
$\beta_{N,s}$	=	0,11	Ausnutzungsgrad

4.2 Herausziehen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,p}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,p}$	Bemessungswert
N_{Ed}^h	=	2,26 kN	
$N_{Rd,p}$	=	$N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$	EN 1992-4, 7.2.1.3
γ_{Mp}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,p}$	=	$\psi_c \cdot N_{Rk,p,C20/25}$	Zulassung
ψ_c	=	1,1180	Zulassung
$N_{Rk,p,C20/25}$	=	9,00 kN	Zulassung

$$N_{Rk,p} = 10,06 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,p} = 6,71 \text{ kN}$$

$$\beta_{N,p} = \underline{0,34}$$

Ausnutzungsgrad

4.3 Betonausbruch - Zugbeanspruchung

	1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,c}$	$= N_{Ed}^g / N_{Rd,c}$	Bemessungswert
N_{Ed}^g	$= 4,52 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.2
$N_{Rd,c}$	$= N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}$	$= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4
k_1	$= 7,70$	EN 1992-4, 7.2.1.4
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	Zulassung
h_{ef}	$= 50 \text{ mm}$	Zulassung
$c_{cr,N}$	$= 75 \text{ mm}$	Zulassung
$s_{cr,N}$	$= 150 \text{ mm}$	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	$= 13,61 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}$	$= 34500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
c	$= 80 \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N})$	
$e_{N,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{N,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{M,N}$	$= 2 - z / (1,50 \cdot h_{ef}) \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
z	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{M,N}$	$= 1,0000$	
$N_{Rk,c}$	$= 20,87 \text{ kN}$	EN 1992-4, 4.4.2.1
γ_{Mc}	$= 1,50$	
$N_{Rd,c}$	$= 13,91 \text{ kN}$	
$\beta_{N,c}$	$= \underline{0,32}$	Ausnutzungsgrad

4.4 Spalten - Zugbeanspruchung

	1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,sp}$	$= N_{Ed}^g / N_{Rd,sp}$	Bemessungswert
N_{Ed}^g	$= 4,52 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.2
$N_{Rd,sp}$	$= N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (7.23)
$N_{Rk,sp}$	$= N_{Rk,sp}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2d)
$N_{Rk,sp}^0$	$= \min(N_{Rk,p}, N_{Rk,c}^0)$	EN 1992-4, 7.2.1.5 (7.11)
$N_{Rk,p}$	$= 10,06$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (2)
k_1	$= 7,70$	
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	Zulassung
h_{ef}	$= 50 \text{ mm}$	
$N_{Rk,c}^0$	$= 13,61 \text{ kN}$	
$N_{Rk,sp}^0$	$= 10,06 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2d)
$c_{cr,sp}$	$= 75,0$	Zulassung
$s_{cr,sp}$	$= 150 \text{ mm}$	
$c_{cr,sp}$	$= 75 \text{ mm}$	
$A_{c,N}$	$= 34500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,sp}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,sp} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
c	$= 80 \text{ mm}$	
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{re,N}$	$= 0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,sp})$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$e_{N,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,y}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,sp})$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (2c)
$e_{N,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,N,z}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,N}$	$= 1,0000$	
$\psi_{h,sp}$	$= \min((h / h_{min})^{2/3} ; \max\{1 ; ((h_{ef} + 1,50 \cdot c_1) / h_{min})^{2/3}\} ; 2)$	EN 1992-4, 7.2.1.7 (7.24)
	$= \min(500 \text{ mm} / 115 \text{ mm})^{2/3} ;$	
	$\max\{1 ; ((50 \text{ mm} + 1,50 \cdot 80 \text{ mm}) / 115 \text{ mm})^{2/3}\} ; 2)$	
$\psi_{h,sp}$	$= 1,2977$	
$N_{Rk,sp}$	$= 20,02 \text{ kN}$	
γ_{Msp}	$= 1,50$	EN 1992-4, 4.4.2.1
$N_{Rd,sp}$	$= 13,35 \text{ kN}$	
$\beta_{N,sp}$	$= \underline{\underline{0,34}}$	Ausnutzungsgrad

4.5 Beanspruchung in Achsrichtung - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,t}$	=	$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})$	EN 1995-1-1, (6.3)
$F_{c,90,d}$	=	2,26 kN	Bemessungswert
A_w	=	$\pi/4 \cdot (2 \cdot \text{Min}(30 \text{ mm}; d_w) + d_w)^2$	
	=	7854 mm ²	
A_{ef}	=	$A_w - \pi/4 \cdot (d_f + 1)^2$	
	=	7711 mm ²	
$\sigma_{c,90,d}$	=	$F_{c,90,d} / A_{ef}$	EN 1995-1-1, (6.4)
	=	0,29 N/mm ²	
$k_{c,90}$	=	1,00	
k_{mod}	=	1,00	
$f_{c,90,k}$	=	2,50 N/mm ²	
γ_M	=	1,30	
$f_{c,90,d}$	=	$f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	1,92 N/mm ²	
$\beta_{N,t}$	=	0,15	Ausnutzungsgrad

5. Nachweise - Querbeanspruchung

5.1 Stahlversagen ohne Hebelarm - Querbeanspruchung

$\beta_{V,s}$	=	$V_{Ed}^h / V_{Rd,s}$	
V_{Ed}^h	=	2,42 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,s}$	=	$V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,s}^0$	=	13,70 kN	Zulassung
$V_{Rk,s}$	=	$k_7 \cdot V_{Rk,s}^0$	EN 1992-4, 7.2.2.3.1 (7.35)
k_7	=	0,80	Zulassung
$V_{Rk,s}$	=	10,96 kN	Zulassung
γ_{Ms}	=	1,25	Zulassung
$V_{Rd,s}$	=	8,77 kN	
$\beta_{V,s}$	=	0,28	Ausnutzungsgrad

5.2 Betonausbruch (Dübelgruppe) - Querbeanspruchung

		1, 2	Maßgebende Dübel
$\beta_{V,cp}$	=	$V_{Ed}^g / V_{Rd,cp}$	
V_{Ed}^g	=	4,83 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,cp}$	=	$V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,cp}$	=	$k_8 \cdot N_{Rk,c}$	EN 1992-4, 7.2.2.4 (7.39a)
k_8	=	1,00	Zulassung
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
k_1	=	7,70	Zulassung
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4
h_{ef}	=	50 mm	Zulassung
$c_{cr,N}$	=	75 mm	Zulassung
$s_{cr,N}$	=	150 mm	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	=	13,61 kN	

$A_{c,N}$	=	34500 mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	=	80 mm	
$\psi_{s,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{re,N}$	=	$0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	$\psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z}$	
$\psi_{ec,V,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,y}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,y}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,z}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,z}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{M,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	20,87 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	$1,00 \cdot 20,87 \text{ kN} = 20,87 \text{ kN}$	
γ_{Mc}	=	1,50	EN 1992-4, 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	13,91 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	0,35	Ausnutzungsgrad

5.3 Betonkantenbruch - Querbeanspruchung

$\beta_{V,c}$	=	$V_{Ed} / V_{Rd,c}$	
V_{Ed}	=	3,44 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,c}$	=	$V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,c}$	=	$V_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.40)
$V_{Rk,c}^0$	=	$k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.41)
k_9	=	1,70	EN 1992-4, 7.2.2.5 (5)
d_{nom}	=	8 mm	Zulassung
α	=	$0,10 \cdot (l_f / c_1)^{0,50} = 0,0791$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.42)
l_f	=	50 mm	Zulassung
c_1	=	80 mm	
β	=	$0,10 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,20} = 0,0631$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.43)
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	
$V_{Rk,c}^0$	=	9,18 kN	
$A_{c,V}$	=	28800 mm ²	EN 1992-4, 7.2.2.5 (6)
$A_{c,V}^0$	=	$4,50 \cdot c_1^2 = 28800 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.44)
$\psi_{s,V}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c_2 / (1,50 \cdot c_1) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.45)
	=	1,0000	
$\psi_{h,V}$	=	$(1,50 \cdot c_1 / h)^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.46)
h	=	500 mm	
$\psi_{h,V}$	=	1,0000	
$\psi_{\alpha,V}$	=	$(1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (0,50 \cdot \sin \alpha_V)^2])^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.48)
α_V	=	34,71°	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$\psi_{\alpha,V}$	=	1,1494	

$\psi_{ec,V}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.47)
e_V	=	0 mm	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{re,V}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$V_{Rk,c}$	=	10,55 kN	
$\gamma_{Mc,V}$	=	1,50	Zulassung
$V_{Rd,c}$	=	7,03 kN	
$\beta_{V,c}$	=	<u>0,49</u>	Ausnutzungsgrad

5.4 Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung - Querbeanspruchung

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	Bemessungswert
$F_{v,Ed}$	=	2,42 kN	
$f_{h,0,k}$	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1, (8.32)
	=	25,83 N/mm ²	
k_{90}	=	1,50	EN 1995-1-1, (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1, (8.31)
	=	19,44 N/mm ²	
$M_{y,Rk}$	=	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$	EN 1995-1-1, (8.30)
	=	0,0358 kNm	
$F_{v,Rk,1}$	=	9,72 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (c)
$F_{v,Rk,2}$	=	5,00 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (d)
$F_{v,Rk,3}$	=	6,07 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (e)
$F_{v,Rk}$	=	$\text{Min}(F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3})$	EN 1995-1-1, (8.10)
	=	5,00 kN	
$F_{v,Rd}$	=	$F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	3,85 kN	
$\beta_{V,t}$	=	<u>0,63</u>	Ausnutzungsgrad

6. Interaktion - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

6.1 Interaktion (Stahl) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	$0,11 \leq 1$	
$\beta_{V,s}$	=	$0,28 \leq 1$	
$\beta_{NV,s}$	=	$\beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2 = 0,09 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.2 Interaktion (Beton) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,c}$	=	$0,34 \leq 1$	
$\beta_{V,c}$	=	$0,49 \leq 1$	
$\beta_{NV,c}$	=	$\beta_{N,c}^{1,5} + \beta_{V,c}^{1,5} = 0,54 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.3 Interaktion (Holz) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$$\begin{aligned}\beta_{N,t} &= 0,15 \leq 1,00 \\ \beta_{V,t} &= 0,63 \leq 1,00 \\ \beta_{NV} &= (\beta_{N,t})^2 + (\beta_{V,t})^2 \\ &= \underline{\underline{0,42 \leq 1,00}}\end{aligned}$$

Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

7. Verschiebung

7.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 1,61 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{N0}	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,03 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	$= 1,73 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{V0}	$= 0,13 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,03 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,04 \text{ mm}$	

7.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 1,61 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,03 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V_{Ed}	$= 1,73 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	$= 0,20 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,04 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,05 \text{ mm}$	

8. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (EN 1992-4: 2019-04)

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen
- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Krafteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist

gesondert nachzuweisen.

Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Europäische Technische Bewertung (ETA) sind zu beachten.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

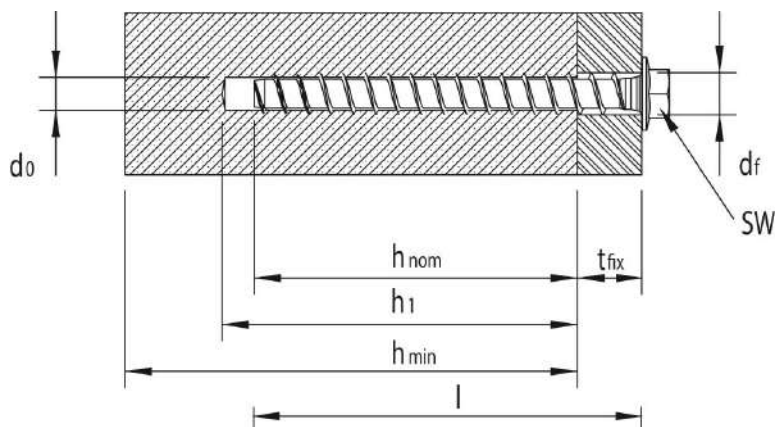
1. Artikelübersicht

MMS-plus SS 10 x 120/55

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 10 mm
Einschraubtiefe h_{nom}	65 mm
Bohrlochtiefe h_1	75 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	50 mm
Bohrerinnendurchmesser d_o	8 mm
Gültige Zulassungsnummer	ETA-15/0784 (EC2)
Durchgangslochdurchmesser d_f	12,5 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48455
Dübellänge L	120 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	55 mm
Verpackungseinheit	25 Stück
Bemessungsverfahren	EN 1992-4: 2019-04



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 500$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² /30,00 N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

Holzbauteil

Geometrie	Breite L_z : 120 mm Länge L_y : 500 mm Dicke t : 50 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungsklasse	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Kurz / Sehr kurz
Unterlegscheibe Ø	40 mm
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Ja

Dübelgruppe

Geometrie

Exzentrizität

Winkel

Langloch

Dübelbiegung

Anordnung: 3 Dübel

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

90 °

Kein Langloch

Keine

Anschlussprofil

Profil

Exzentrizität

Kein Profil

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

Lasten

Lasteinwirkungsart

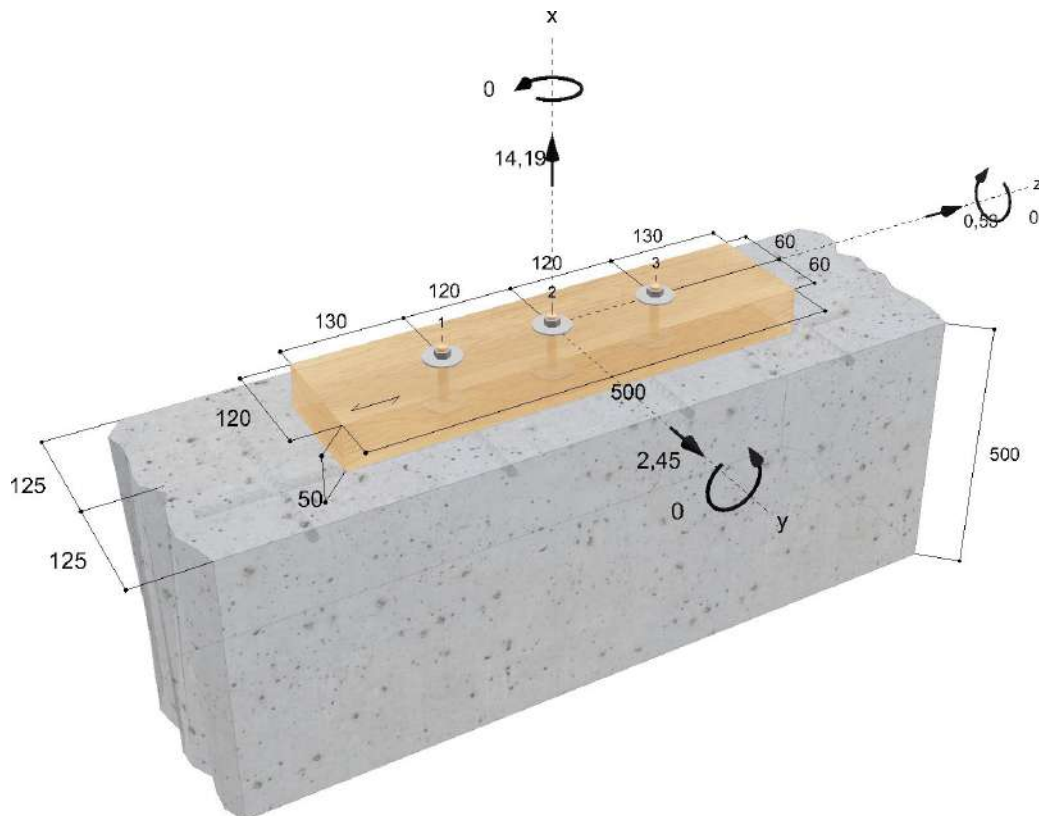
Statisch / Quasi-Statisch

Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
14,19 kN	2,45 kN	0,53 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

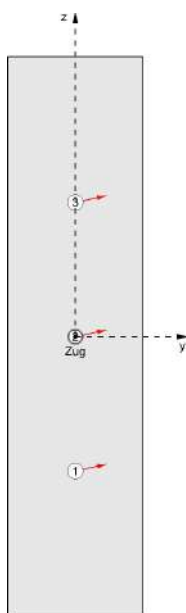
Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]



3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	4,73 kN	0,84 kN	0,82 kN	0,18 kN
2	4,73 kN	0,84 kN	0,82 kN	0,18 kN
3	4,73 kN	0,84 kN	0,82 kN	0,18 kN
Summe	14,19 kN	2,51 kN	2,45 kN	0,53 kN



Koordinaten des Zugpunktes (y;z):

(0 mm ; 0 mm)

4. Nachweise - Zugbeanspruchung

4.1 Stahlversagen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,s}$	Bemessungswert
N_{Ed}^h	=	4,73 kN	EN 1992-4, 7.2.1.3
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	Zulassung
γ_{Ms}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,s}$	=	32,10 kN	
$N_{Rd,s}$	=	21,40 kN	
$\beta_{N,s}$	=	<u>0,22</u>	Ausnutzungsgrad

4.2 Herausziehen - Zugbeanspruchung

$\beta_{N,p}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,p}$	
N_{Ed}^h	=	4,73 kN	Bemessungswert
$N_{Rd,p}$	=	$N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$	EN 1992-4, 7.2.1.3
γ_{Mp}	=	1,50	Zulassung
$N_{Rk,p}$	=	$\psi_c \cdot N_{Rk,p,C20/25}$	Zulassung
ψ_c	=	1,1180	Zulassung
$N_{Rk,p,C20/25}$	=	9,00 kN	Zulassung
$N_{Rk,p}$	=	10,06 kN	
$N_{Rd,p}$	=	6,71 kN	
$\beta_{N,p}$	=	<u>0,71</u>	Ausnutzungsgrad

4.3 Betonausbruch - Zugbeanspruchung

	1, 2, 3	Maßgebende Dübel
$\beta_{N,c}$	= $N_{Ed}^g / N_{Rd,c}$	
N_{Ed}^g	= 14,19 kN	Bemessungswert
$N_{Rd,c}$	= $N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.1.2
$N_{Rk,c}$	= $N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	= $k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
k_1	= 7,70	EN 1992-4, 7.2.1.4
f_{ck}	= 25,00 N/mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4
h_{ef}	= 50 mm	Zulassung
$c_{cr,N}$	= 75 mm	Zulassung
$s_{cr,N}$	= 150 mm	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	= 13,61 kN	
$A_{c,N}$	= 58500 mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	= $s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	= $0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	= 125 mm	
$\psi_{s,N}$	= 1,0000	
$\psi_{re,N}$	= $0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
	= 1,0000	
$\psi_{ec,N}$	= $\psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$	
$\psi_{ec,N,y}$	= $1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{N,y}$	= 0 mm	
$\psi_{ec,N,y}$	= 1,0000	
$\psi_{ec,N,z}$	= $1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{N,z}$	= 0 mm	
$\psi_{ec,N,z}$	= 1,0000	
$\psi_{ec,N}$	= 1,0000	
$\psi_{M,N}$	= $2 - z / (1,50 \cdot h_{ef}) \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
z	= 0 mm	
$\psi_{M,N}$	= 1,0000	
$N_{Rk,c}$	= 35,39 kN	
γ_{Mc}	= 1,50	EN 1992-4, 4.4.2.1
$N_{Rd,c}$	= 23,59 kN	

$$\beta_{N,c} = 0,60$$

Ausnutzungsgrad

4.4 Beanspruchung in Achsrichtung - Zugbeanspruchung

$$\beta_{N,t} = \sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d})$$

EN 1995-1-1, (6.3)

$$F_{c,90,d} = 4,73 \text{ kN}$$

Bemessungswert

$$A_w = \pi/4 \cdot (2 \cdot \min(30 \text{ mm}; d_w) + d_w)^2$$

$$= 7854 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = A_w - \pi/4 \cdot (d_f + 1)^2$$

$$= 7711 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = F_{c,90,d} / A_{ef}$$

EN 1995-1-1, (6.4)

$$= 0,61 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,90} = 1,00$$

$$k_{mod} = 1,00$$

$$f_{c,90,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1,30$$

$$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$$

$$= 1,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_{N,t} = 0,32$$

Ausnutzungsgrad

5. Nachweise - Querbeanspruchung

5.1 Stahlversagen ohne Hebelarm - Querbeanspruchung

$$\beta_{V,s} = V_{Ed}^h / V_{Rd,s}$$

$$V_{Ed}^h = 0,84 \text{ kN}$$

Bemessungswert

$$V_{Rd,s} = V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$$

EN 1992-4, 7.2.2.1

$$V_{Rk,s}^0 = 13,70 \text{ kN}$$

Zulassung

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0$$

EN 1992-4, 7.2.2.3.1 (7.35)

$$k_7 = 0,80$$

Zulassung

$$V_{Rk,s} = 10,96 \text{ kN}$$

Zulassung

$$\gamma_{Ms} = 1,25$$

Zulassung

$$V_{Rd,s} = 8,77 \text{ kN}$$

$$\beta_{V,s} = 0,10$$

Ausnutzungsgrad

5.2 Betonausbruch (Dübelgruppe) - Querbeanspruchung

1, 2, 3

Maßgebende Dübel

$$\beta_{V,cp} = V_{Ed}^g / V_{Rd,cp}$$

$$V_{Ed}^g = 2,51 \text{ kN}$$

Bemessungswert

$$V_{Rd,cp} = V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$$

EN 1992-4, 7.2.2.1

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c}$$

EN 1992-4, 7.2.2.4 (7.39a)

$$k_8 = 1,00$$

Zulassung

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$$

EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$$

EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)

$$k_1 = 7,70$$

Zulassung

$$f_{ck} = 25,00 \text{ N/mm}^2$$

EN 1992-4, 7.2.1.4

$$h_{ef} = 50 \text{ mm}$$

Zulassung

$$c_{cr,N} = 75 \text{ mm}$$

Zulassung

$$s_{cr,N} = 150 \text{ mm}$$

Zulassung

$N_{Rk,c}^0$	=	13,61 kN	
$A_{c,N}$	=	58500 mm ²	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
c	=	125 mm	
$\psi_{s,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{re,N}$	=	$0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	$\psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z}$	
$\psi_{ec,V,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,y}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,y}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{V,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,z}$	=	0 mm	
$\psi_{ec,V,z}$	=	1,0000	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{M,N}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	35,39 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	$1,00 \cdot 35,39 \text{ kN} = 35,39 \text{ kN}$	
γ_{Mc}	=	1,50	EN 1992-4, 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	23,59 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	0,11	Ausnutzungsgrad

5.3 Betonkantenbruch - Querbeanspruchung

$\beta_{V,c}$	=	$V_{Ed} / V_{Rd,c}$	
V_{Ed}	=	2,51 kN	Bemessungswert
$V_{Rd,c}$	=	$V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rk,c}$	=	$V_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{re,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.40)
$V_{Rk,c}^0$	=	$k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.41)
k_9	=	1,70	EN 1992-4, 7.2.2.5 (5)
d_{nom}	=	8 mm	Zulassung
α	=	$0,10 \cdot (l_f / c_1)^{0,50} = 0,0632$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.42)
l_f	=	50 mm	Zulassung
c_1	=	125 mm	
β	=	$0,10 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,20} = 0,0577$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.43)
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	
$V_{Rk,c}^0$	=	16,98 kN	
$A_{c,V}$	=	115313 mm ²	EN 1992-4, 7.2.2.5 (6)
$A_{c,V}^0$	=	$4,50 \cdot c_1^2 = 70313 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.44)
$\psi_{s,V}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c_2 / (1,50 \cdot c_1) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.45)
	=	1,0000	
$\psi_{h,V}$	=	$(1,50 \cdot c_1 / h)^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.46)
h	=	500 mm	
$\psi_{h,V}$	=	1,0000	
$\psi_{a,V}$	=	$(1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (0,50 \cdot \sin \alpha_V)^2])^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.48)
α_V	=	12,21°	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)

$\Psi_{a,V}$	=	1,0172	
$\Psi_{ec,V}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.47)
e_V	=	0 mm	
$\Psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\Psi_{re,V}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$V_{Rk,c}$	=	28,33 kN	
$\gamma_{Mc,V}$	=	1,50	Zulassung
$V_{Rd,c}$	=	18,88 kN	
$\beta_{V,c}$	=	0,13	Ausnutzungsgrad

5.4 Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung - Querbeanspruchung

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	
$F_{v,Ed}$	=	0,84 kN	Bemessungswert
$f_{h,0,k}$	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1, (8.32)
	=	25,83 N/mm ²	
k_{90}	=	1,50	EN 1995-1-1, (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1, (8.31)
	=	17,48 N/mm ²	
$M_{y,Rk}$	=	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$	EN 1995-1-1, (8.30)
	=	0,0358 kNm	
$F_{v,Rk,1}$	=	8,74 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (c)
$F_{v,Rk,2}$	=	4,60 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (d)
$F_{v,Rk,3}$	=	5,76 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (e)
$F_{v,Rk}$	=	$\min(F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3})$	EN 1995-1-1, (8.10)
	=	4,60 kN	
$F_{v,Rd}$	=	$F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	3,53 kN	
$\beta_{V,t}$	=	0,24	Ausnutzungsgrad

6. Interaktion - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

6.1 Interaktion (Stahl) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,s}$	=	0,22 ≤ 1	
$\beta_{V,s}$	=	0,10 ≤ 1	
$\beta_{NV,s}$	=	$\beta_{N,s}^2 + \beta_{V,s}^2 = 0,06 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.2 Interaktion (Beton) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$\beta_{N,c}$	=	0,71 ≤ 1	
$\beta_{V,c}$	=	0,13 ≤ 1	
$\beta_{NV,c}$	=	$\beta_{N,c}^{1,5} + \beta_{V,c}^{1,5} = 0,64 \leq 1$	Ausnutzungsgrad

6.3 Interaktion (Holz) - Kombinierte Zug- und Querbeanspruchung

$$\begin{aligned}\beta_{N,t} &= 0,32 \leq 1,00 \\ \beta_{V,t} &= 0,24 \leq 1,00 \\ \beta_{NV} &= (\beta_{N,t})^2 + (\beta_{V,t})^2 \\ &= \underline{\underline{0,16 \leq 1,00}}\end{aligned}$$

Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

7. Verschiebung

7.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 3,38 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{N0}	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,07 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	$= 0,60 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{V0}	$= 0,13 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,01 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,07 \text{ mm}$	

7.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 3,38 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,07 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V_{Ed}	$= 0,60 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	$= 0,20 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,01 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,07 \text{ mm}$	

8. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (EN 1992-4: 2019-04)

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen
- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Krafteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist

gesondert nachzuweisen.

Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Europäische Technische Bewertung (ETA) sind zu beachten.

Nach strenger Auslegung von EN1992-4 Bild 1.2 b) ist die gewählte Dübelanordnung im Bereich $\max(10 \cdot h_{ef}; 60 \cdot d)$ nicht erlaubt.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).

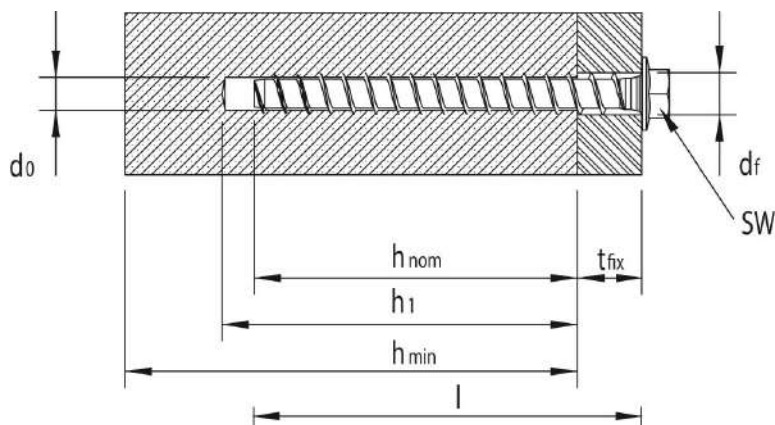
1. Artikelübersicht

MMS-plus SS 10 x 120/55

Material	Stahl verzinkt
Gewindegröße	Ø 10 mm
Einschraubtiefe h_{nom}	65 mm
Bohrlochtiefe h_1	75 mm
Verankerungstiefe h_{ef}	50 mm
Bohrerinnendurchmesser d_o	8 mm
Gültige Zulassungsnummer	ETA-15/0784 (EC2)
Durchgangslochdurchmesser d_f	12,5 mm



Artikelnummer (Dübelartikel)	48455
Dübellänge L	120 mm
Maximale Anbauteildicke $t_{fix,max}$	55 mm
Verpackungseinheit	25 Stück
Bemessungsverfahren	EN 1992-4: 2019-04



2. Eingaben

Verankerungsgrund

Betonzustand	Gerissen
Bauteildicke	$h = 500$ mm
Betonfestigkeitsklasse	C25/30
Charakteristische Betondruckfestigkeit	$f_{ck,cyl} / f_{ck,cube} = 25,00$ N/mm ² / $30,00$ N/mm ²
Betondeckung	25 mm
Flächenbewehrung	Normal bewehrter Beton
Randbewehrung	Keine Randbewehrung
Bewehrung gegen Spalten	Nicht vorhanden
Bohrverfahren	Hammerbohren

Holzbauteil

Geometrie	Breite L_z : 120 mm Länge L_y : 500 mm Dicke t : 50 mm
Festigkeitsklasse	C24
Nutzungsklasse	NK1
Lasteinwirkungsdauer	Kurz / Sehr kurz
Unterlegscheibe Ø	40 mm
Konstruktive Maßnahmen (Bulldog-Anker)	Ja

Dübelgruppe

Geometrie

Exzentrizität

Winkel

Langloch

Dübelbiegung

Anordnung: 3 Dübel

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

90 °

Kein Langloch

Keine

Anschlussprofil

Profil

Exzentrizität

Kein Profil

e_y : 0 mm | e_z : 0 mm

Lasten

Lasteinwirkungsart

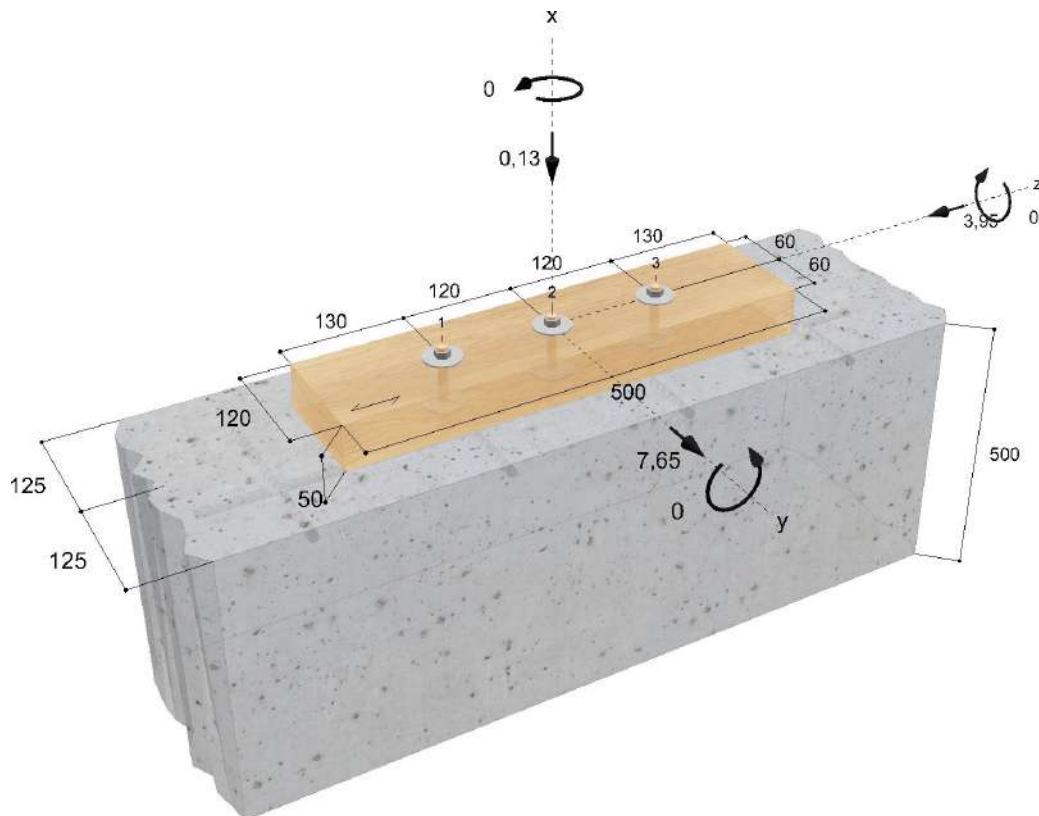
Statisch / Quasi-Statisch

Bemessungslasten

N_d	V_{yd}	V_{zd}	M_{xd}	M_{yd}	M_{zd}
-0,13 kN	7,65 kN	-3,95 kN	0,00 kNm	0,00 kNm	0,00 kNm

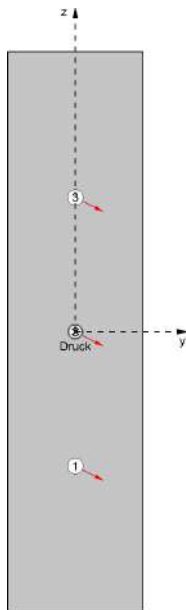
Geometrie

Längen in [mm] | Kräfte in [kN] | Momente in [kNm]



3. Resultierende Dübelkräfte

Dübelnummer	Zugkraft	Querkraft	Querkraft y	Querkraft z
1	0,00 kN	2,87 kN	2,55 kN	-1,32 kN
2	0,00 kN	2,87 kN	2,55 kN	-1,32 kN
3	0,00 kN	2,87 kN	2,55 kN	-1,32 kN
Summe	0,00 kN	8,61 kN	7,65 kN	-3,95 kN



Koordinaten des Druckpunktes (y;z): (0 mm ; 0 mm)

4. Nachweise - Querbeanspruchung

4.1 Stahlversagen ohne Hebelarm - Querbeanspruchung

$\beta_{V,s}$	=	$V_{Ed}^h / V_{Rd,s}$	Bemessungswert
V_{Ed}^h	=	2,87 kN	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rd,s}$	=	$V_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	Zulassung
$V_{Rk,s}^0$	=	13,70 kN	EN 1992-4, 7.2.2.3.1 (7.35)
$V_{Rk,s}$	=	$k_7 \cdot V_{Rk,s}^0$	Zulassung
k_7	=	0,80	Zulassung
$V_{Rk,s}$	=	10,96 kN	Zulassung
γ_{Ms}	=	1,25	Zulassung
$V_{Rd,s}$	=	8,77 kN	
$\beta_{V,s}$	=	0,33	Ausnutzungsgrad

4.2 Betonausbruch (Dübelgruppe) - Querbeanspruchung

	1, 2, 3	Maßgebende Dübel
$\beta_{V,cp}$	$= V_{Ed}^g / V_{Rd,cp}$	Bemessungswert
V_{Ed}^g	$= 8,61 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rd,cp}$	$= V_{Rk,cp} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4, 7.2.2.4 (7.39a)
$V_{Rk,cp}$	$= k_8 \cdot N_{Rk,c}$	Zulassung
k_8	$= 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}$	$= N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.2)
$N_{Rk,c}^0$	$= k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	Zulassung
k_1	$= 7,70$	EN 1992-4, 7.2.1.4
f_{ck}	$= 25,00 \text{ N/mm}^2$	Zulassung
h_{ef}	$= 50 \text{ mm}$	Zulassung
$c_{cr,N}$	$= 75 \text{ mm}$	Zulassung
$s_{cr,N}$	$= 150 \text{ mm}$	Zulassung
$N_{Rk,c}^0$	$= 13,61 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}$	$= 58500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.3)
$A_{c,N}^0$	$= s_{cr,N}^2 = 22500 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{s,N}$	$= 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
c	$= 125 \text{ mm}$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{s,N}$	$= 1,0000$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.5)
$\psi_{re,N}$	$= 0,50 + h_{ef} / 200 \text{ mm} \leq 1,00$	
	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,V}$	$= \psi_{ec,V,y} \cdot \psi_{ec,V,z}$	
$\psi_{ec,V,y}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{V,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,y}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,V,y}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,V,z}$	$= 1 / (1 + 2 \cdot e_{V,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.6)
$e_{V,z}$	$= 0 \text{ mm}$	
$\psi_{ec,V,z}$	$= 1,0000$	
$\psi_{ec,V}$	$= 1,0000$	
$\psi_{M,N}$	$= 1,0000$	EN 1992-4, 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	$= 35,39 \text{ kN}$	
$V_{Rk,cp}$	$= 1,00 \cdot 35,39 \text{ kN} = 35,39 \text{ kN}$	
γ_{Mc}	$= 1,50$	EN 1992-4, 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	$= 23,59 \text{ kN}$	
$\beta_{V,cp}$	$= \underline{\underline{0,36}}$	Ausnutzungsgrad

4.3 Betonkantenbruch - Querbeanspruchung

$\beta_{V,c}$	$= V_{Ed} / V_{Rd,c}$	Bemessungswert
V_{Ed}	$= 8,61 \text{ kN}$	EN 1992-4, 7.2.2.1
$V_{Rd,c}$	$= V_{Rk,c} / \gamma_{Mc,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.40)
$V_{Rk,c}$	$= V_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{re,V}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.41)
$V_{Rk,c}^0$	$= k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot f_{ck}^{0,5} \cdot c_1^{1,5}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (5)
k_9	$= 1,70$	Zulassung
d_{nom}	$= 8 \text{ mm}$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.42)
α	$= 0,10 \cdot (l_f / c_1)^{0,50} = 0,0632$	

l_f	=	50 mm	Zulassung
c_1	=	125 mm	
β	=	$0,10 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,20} = 0,0577$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.43)
f_{ck}	=	25,00 N/mm ²	
$V_{Rk,c}^0$	=	16,98 kN	
$A_{c,V}$	=	115313 mm ²	EN 1992-4, 7.2.2.5 (6)
$A_{c,V}^0$	=	$4,50 \cdot c_1^2 = 70313 \text{ mm}^2$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.44)
$\psi_{s,V}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c_2 / (1,50 \cdot c_1) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.45)
	=	1,0000	
$\psi_{h,V}$	=	$(1,50 \cdot c_1 / h)^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.46)
h	=	500 mm	
$\psi_{h,V}$	=	1,0000	
$\psi_{a,V}$	=	$(1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (0,50 \cdot \sin \alpha_V)^2])^{0,50} \geq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.48)
α_V	=	27,31°	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$\psi_{a,V}$	=	1,0897	
$\psi_{ec,V}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,00$	EN 1992-4, 7.2.2.5 (7.47)
e_V	=	0 mm	
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{re,V}$	=	1,0000	EN 1992-4, 7.2.2.5 (10)
$V_{Rk,c}$	=	30,35 kN	
$\gamma_{Mc,V}$	=	1,50	Zulassung
$V_{Rd,c}$	=	20,23 kN	
$\beta_{V,c}$	=	0,43	Ausnutzungsgrad

4.4 Beanspruchung rechtwinklig zur Achsrichtung - Querbeanspruchung

$\beta_{V,t}$	=	$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$	
$F_{v,Ed}$	=	2,87 kN	Bemessungswert
$f_{h,0,k}$	=	$0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k$	EN 1995-1-1, (8.32)
	=	25,83 N/mm ²	
k_{90}	=	1,50	EN 1995-1-1, (8.33)
$f_{h,\alpha,k}$	=	$f_{h,0,k} / (k_{90} \cdot \sin(\alpha)^2 + \cos(\alpha)^2)$	EN 1995-1-1, (8.31)
	=	18,52 N/mm ²	
$M_{y,Rk}$	=	$0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$	EN 1995-1-1, (8.30)
	=	0,0358 kNm	
$F_{v,Rk,1}$	=	9,26 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (c)
$F_{v,Rk,2}$	=	4,81 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (d)
$F_{v,Rk,3}$	=	5,92 kN	EN 1995-1-1, (8.10) (e)
$F_{v,Rk}$	=	$\text{Min}(F_{v,Rk,1}; F_{v,Rk,2}; F_{v,Rk,3})$	EN 1995-1-1, (8.10)
	=	4,81 kN	
$F_{v,Rd}$	=	$F_{v,Rk} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	
	=	3,70 kN	
$\beta_{V,t}$	=	0,78	Ausnutzungsgrad

Die Verankerung wurde erfolgreich nachgewiesen

5. Verschiebung

5.1 Kurzzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N0}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 0,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{N0}	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,00 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V0}$	Zulassung
V	$= 2,05 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
δ_{V0}	$= 0,13 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,03 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,03 \text{ mm}$	

5.2 Langzeitverschiebung

	1	Maßgebender Dübel
δ_N	$= N_{Ed} / N_0 \cdot \delta_{N\infty}$	Zulassung
N_{Ed}	$= 0,00 \text{ kN}$	Bemessungswert
N_0	$= 4,30 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{N\infty}$	$= 0,09 \text{ mm}$	Zulassung
δ_N	$= 0,00 \text{ mm}$	
δ_V	$= V_{Ed} / V_0 \cdot \delta_{V\infty}$	Zulassung
V_{Ed}	$= 2,05 \text{ kN}$	Bemessungswert
V_0	$= 8,00 \text{ kN}$	Zulassung
$\delta_{V\infty}$	$= 0,20 \text{ mm}$	Zulassung
δ_V	$= 0,05 \text{ mm}$	
δ_{NV}	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} = 0,05 \text{ mm}$	

6. Hinweise

Hinweise für die Berechnungen:

Für den Nachweis der Dübeltragfähigkeit wird auf folgende Unterlagen verwiesen:

- Europäische Technische Bewertung für Dübel (EN 1992-4: 2019-04)

Bei der Berechnung wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- die angesetzte Baustoffgüte ist nachgewiesen
- innerhalb einer Gruppe werden nur Dübel gleicher Art und Größe eingesetzt

Das Holzanbauteil wird nicht nachgewiesen.

Der Nachweis der örtlichen Krafteinwirkung im Verankerungsgrund ist erbracht, die Weiterleitung der Kräfte im Bauwerk ist gesondert nachzuweisen.

Die Bemessung erfolgt auf der Grundlage umfangreicher dübelspezifischer Kennwerte. Bei einem Austausch des Dübels oder Änderung der Eingangswerte ist eine neue Bemessung notwendig. Die Auflagen bzw. Bestimmungen der Europäischen Technischen Bewertung (ETA) sind zu beachten.

Nach strenger Auslegung von EN1992-4 Bild 1.2 b) ist die gewählte Dübelanordnung im Bereich $\max(10 \cdot h_{ef}; 60 \cdot d)$ nicht erlaubt.

Der Durchgangslochdurchmesser ist gleich dem Bohrdurchmesser im Beton zu setzen.

Die Bemessung erfolgt nach: EN 1995-1-1/A2 (2014-07) & DIN EN 1995-1-1/NA (2013-08).