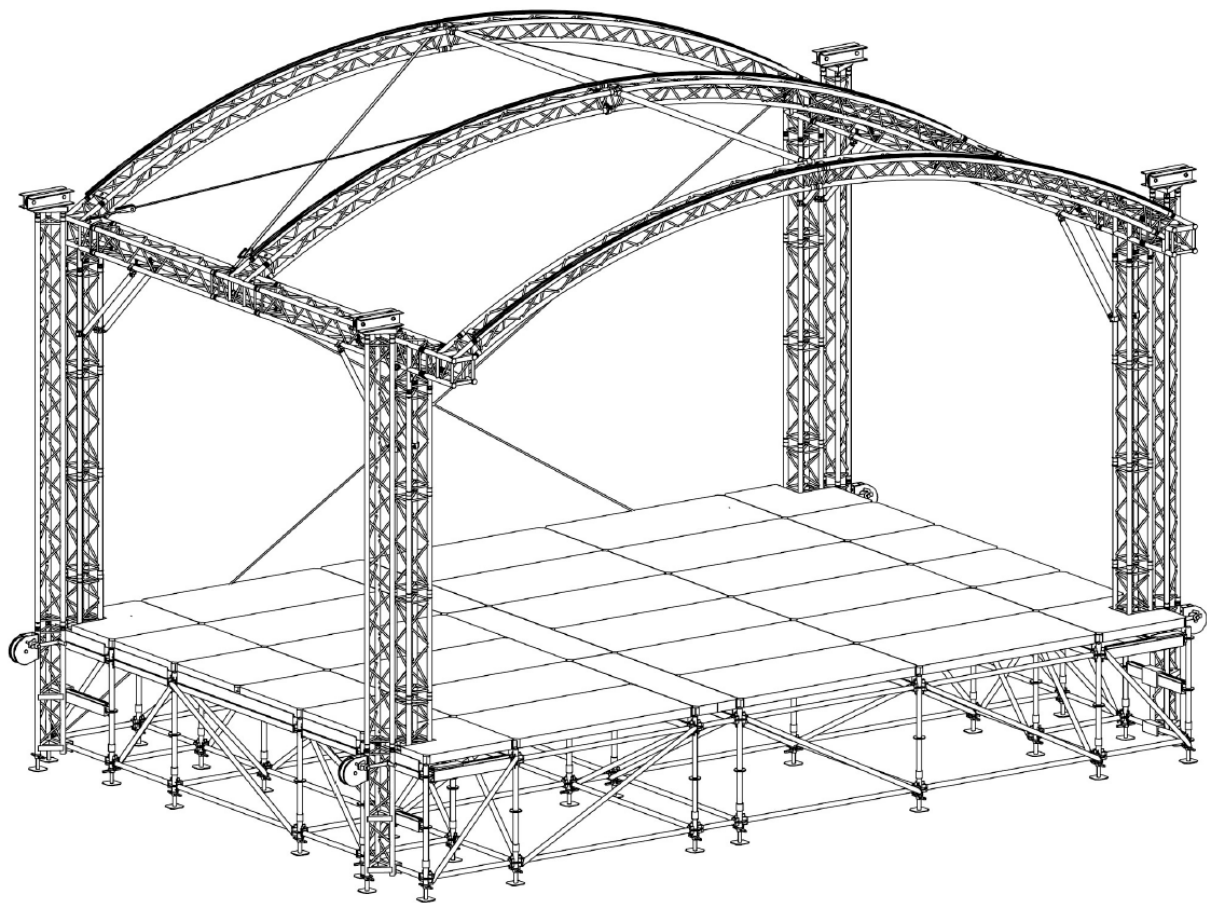


PODIUM – BOEK

HERMES

Eekels Verhuur 112023-11



Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
1. Algemene informatie.....	5
1.1 Algemene gegevens fabrikant(en);.....	5
1.2 Algemene gegevens;.....	5
2 Gegevens verhuurder of leverancier.....	6
3 Algemene technische gegevens van de overdekte podia.....	7
3.1 Algemeen.....	7
3.2 Bijzonderheden.....	7
4 Basis instandhouding- en ontruimingsprotocol.....	8
5 Verklaring weeromstandigheden.....	9
6 Bijlage I: Tekening(en).....	11
7 Bijlage II: Ballastplan.....	12
8 Bijlage III: Riggingscapaciteit.....	13
9 Bijlage IV: Beheersmaatregelen (WMP; Wind Management Plan).....	14
10 Bijlage V: Zeilcertificaat.....	15
11 Bijlage VI: Berekening.....	16

Voorwoord

Opdrachtgevers en organisatoren, alsmede gemeentelijke diensten hebben behoefte aan handvatten voor de beoordeling van kwaliteit en specificaties van overdekte podia die tijdelijk geplaatst worden. Met als doel het inzichtelijk krijgen van waar gehuurde overdekte podia aan moeten voldoen op gebied van onder meer brandveiligheid- en constructieve veiligheid. Een van de is om een podiumboek op te stellen waarin deze zaken overzichtelijk en begrijpelijk worden weergegeven, dit op een vergelijkbare manier hoe een tentboek wordt samengesteld.

In het veld worden diverse termen gebruikt voor het overdekken van een podium; kap, dak, stage, overkapping. In essentie betreft het in dit bouwboek een podium wat voorzien is van een constructie welke zorgdraagt voor (gedeeltelijke) beschutting van de elementen.

In de bijlagen komen zaken aan de orde als tekeningen, kwaliteitsverklaringen, constructieve berekenen en andere informatie welke verder relevant is.

In de normen welke gaan over de overdekte podia worden kwaliteitsverklaringen, constructieve berekeningen en andere relevante stukken genoemd. Hierin staat gesteld dat deze stukken niet in de Nederlandse taal opgesteld hoeven te zijn, eventuele aanvullende toelichtingen en handleidingen wel. Het voorwoord en handleidingen die minimaal in het podium-boek moeten staan worden gezien als toelichting. Andere zaken dan de toelichting(en) in het podium-boek mogen in het Duits, Frans of Engels aangeleverd worden.

Het gebruik van het overdekte podium is geen onderwerp van het podium-boek.

Binnen het NEN lopen nog een aantal andere trajecten die te maken hebben met evenementen, allemaal beginnende met: 8020-

Een aantal, al dan niet Europese, algemeen gehanteerde normen en richtlijnen die te maken hebben met overdekte podia welke tijdelijk geplaatst worden zijn o.a.:

- NPR 8020-50 Evenementen – Podiumconstructies – Verantwoordelijkheden
- NPR 8020-51 Evenementen – Podiumconstructies – Belastingen en constructieve uitgangspunten
- NEN-EN 13814 Machines en constructies op kermisterreinen en amusementsparken – Veiligheid
- NEN-EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp
- NEN-EN 1991 Belastingen op constructies
- NEN-EN 1993 Staalconstructies

Bovenstaande normen- en richtlijnen refereren o.a. aan de Eurocodes NEN-EN 1991-1-4/NB;

Deel 1: Belastingen op constructies

Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting.

Een tijdelijk geplaatst overdekt podium is in beginsel geen bouwwerk in de zin van het bouwbesluit. Hieruit voortvloeiende kan er daarom niet automatisch naar het bouwbesluit of andere zaken worden gekeken als het gaat om beoordeling van een tijdelijk geplaatst overdekt podium. Hier moeten dus ook de eerder genoemde normen- en richtlijnen naast gehouden worden.

Keuringsrapporten voor zeil, bijvoorbeeld bepaald volgens B1 of M1, zijn doorgaans voorzien van een geldigheidsdatum. Deze datum heeft alleen betrekking op het productieproces van het zeil en niet op het product. Het zegt niets over het (brand)verloop van de kwaliteit van het materiaal. Zeil dat voldoet aan de gestelde eisen blijft zelfdovend. Dit gegeven is mede onderschreven door het LNB, cluster brandveilig gebruik.

Overdekte podia zijn onder te verdelen in:

- (gedeeltelijk) met zijwanden van harde panelen of zeil
- zonder zijwanden
- voorzien van meer bouwlagen

Het gebruik van dit podium-boek is slechts voorbehouden aan Eekels Verhuur B.V..

Hallenstraat 20

P.O. Box 175

5530 AB Bladel

T: +31 0 73 6136867

E: info@eekelsverhuur.nl

I: www.eekelsverhuur.nl

NOODNUMMER: +31 0 467 870 112

1. Algemene informatie

In dit hoofdstuk worden alle gegevens van de fabrikant en algemene gegevens overdekte podia indien deze buiten Europa is geproduceerd, tevens naam van importeur.

1.1 Algemene gegevens fabrikant(en);

Zeil	POLYMAR – FR COLOR 700
Constructie	PROLYTE H30D – H30V
Type zeil	PVC; artikel 8509 5240

1.2 Algemene gegevens;

Naam	HERMES
Type	PROLYTE ARC 8x6
Configuratie(s)	8.28x6.21 meter

2 Gegevens verhuurder of leverancier

Hieronder wordt alle huidige en relevante informatie weergegeven van de verhuurder/leverancier.

Rechtsvorm	Besloten Vennootschap
Handelsnaam	Eekels Verhuur B.V.
Bezoekadres	Hallenstraat 20 5531 AB BLADEL
Postadres	P.O. Box 175 5530 AD BLADEL
Telefoonnummer	0031 73 6136867
Website	www.eekelsverhuur.nl
Mailadres	info@eekelsverhuur.nl
K.v.K. nummer	84151722
Omzetbelasting nummer	NL863114192B01
Bank	Rabobank de Kempen
IBAN Rekening nummer	NL43RABO0374476608
BIC	RABONL2U

3 Algemene technische gegevens van de overdekte podia

Waar dient de huurder ten alle tijden rekening mee te houden bij de ingebruikname van het overdekte podium.

3.1 Algemeen

- Geen sneeuw- en/of hagelbelasting gerekend
- Podiumvloer is geschikt voor een belasting tot 750 kg/m²
- Obstakels moeten ten minste 0,5 meter van het doek verwijderd zijn (zowel binnen als buiten).

3.2 Bijzonderheden

Voor de berekeningen is aangehouden:

- Onbebouwde omgeving;
- Tekeningen volgens het bouwboek;
- Toetsing volgens NEN-EN 13814;
- Afmeting van de constructie: 8.28x6.21 meter

4 Basis instandhouding- en ontruimingsprotocol

Er zijn zaken welke in basis ten alle tijden van toepassing zijn bij een overdekt podium.

- De constructie van de overdekte podia mogen na oplevering nooit zo worden aangetast dat de constructieve veiligheid in het geding komt.
- Organisator moet grondankers, ballast, windverbanden, spanbanden, palen, wandpanelen, zeilen of andere zaken na losmaken voor welk doel dan ook direct weer terugplaatsen/vastmaken.
- Bij het verlaten van het terrein en/of afsluiten van dagelijkse werkzaamheden en/of na afloop van het evenement moet organisator waar mogelijk de toegang tot het overdekte podia sluiten of niet toegankelijk maken.
- Het overdekte podia moet(en) te allen tijde door organisator sneeuw- en of hagelvrij gehouden worden.
- Cumulatie van water, z.g. waterzakken, moeten door organisator direct verwijderd worden, indien dit niet lukt moet verhuurder meteen verwittigd worden.
- Eventuele loskomende grondverankering of verschuivende ballast moet door organisator direct gemeld worden aan verhuurder.
- Voor opgave gemiddelde wind in Bft. en windstoten. (piekwind) in relatie tot de grenswaarden, het sluiten of buiten gebruik stellen van het overdekte podium zie windtabel(len) elders in dit stuk. Daarbij dienen de beheersmaatregelen uit bijlage 4 in acht genomen te worden.
- Equipotentiaalverbinding. Al het blootliggende metaalwerk binnen een structuur dat in contact zou kunnen komen met een bron van elektrische stroom moet op adequate wijze geaard zijn. Er moet rekening worden gehouden met de mate van blootstelling en het risico op blikseminslag en, waar van toepassing, moet de constructie voldoende worden beschermd. Advies over verlichtingsniveaus voor normaal en noodgebruik valt buiten het toepassingsgebied van deze norm en is elders beschikbaar.
- Blikseminslag in de constructie die voldoet aan gestelde (brandveiligheidseisen levert geen schade op aan de overdekte podia).
- Bij acute dreiging van zwaar onweer gepaard gaande met z.g. valwind en/of hagel moet het overdekte podium en directe omgeving ontruimd-, en indien mogelijk gesloten worden. Het overdekte podium is hierin van ondergeschikt belang.
- Organisator moet het lokale weer tijdens het evenement adequaat bewaken en actie ondernemen waar eigen organisatieprotocollen of overdekte podiumspecificaties dit aangeven.

5 Verklaring weeromstandigheden

Met welke weersomstandigheden dient de huurder rekening te houden.

- Een constructie wordt berekend op een stuwdruk (de windbelasting per m²). De stuwdruk ontstaat door de windsnelheid. De windsnelheid is opgebouwd uit een stationair deel en een turbulent deel. Hierdoor ontstaan er pieken in de windsnelheid.
- Windsnelheid wordt standaard gemeten op 10 meter hoogte in het vrije veld, zonder obstakels. Er kan gesproken worden over een piekwindsnelheid, een 10-minuten gemiddelde windsnelheid of een uurgemiddelde windsnelheid. Hoe langer de tijd is, hoe lager het gemiddelde.
- De in de berekeningen gehanteerde beaufort-windschaal wordt in Nederland weergegeven in een 10-minuten **gemiddelde windsnelheid** op 10 meter hoogte in het vrije veld.
- **De stuwdruk waarop een overkapping berekend is, is bepalend voor de sterkte van de overkapping. Het gaat er dus om dat op de juiste manier wordt vastgesteld welke windsnelheid moet worden aangehouden om te kunnen bepalen of de stuwdruk overschreden wordt.**
- Als er niet op locatie gemeten wordt, moet gebruik worden gemaakt van de dichtstbijzijnde meteostation en moet de 10-minuten-gemiddelde windsnelheid op 10 meter hoogte worden opgevraagd. Als de grens-10 minutengemiddelde snelheid wordt bereikt, is de grens-stuwdruk bereikt. De opgegeven waarden gelden voor onbebouwd terrein (buiten de bebouwde kom) en niet voor het strand.
- Onderscheid tussen gemiddelde- en piekwindsnelheid in acht nemen.

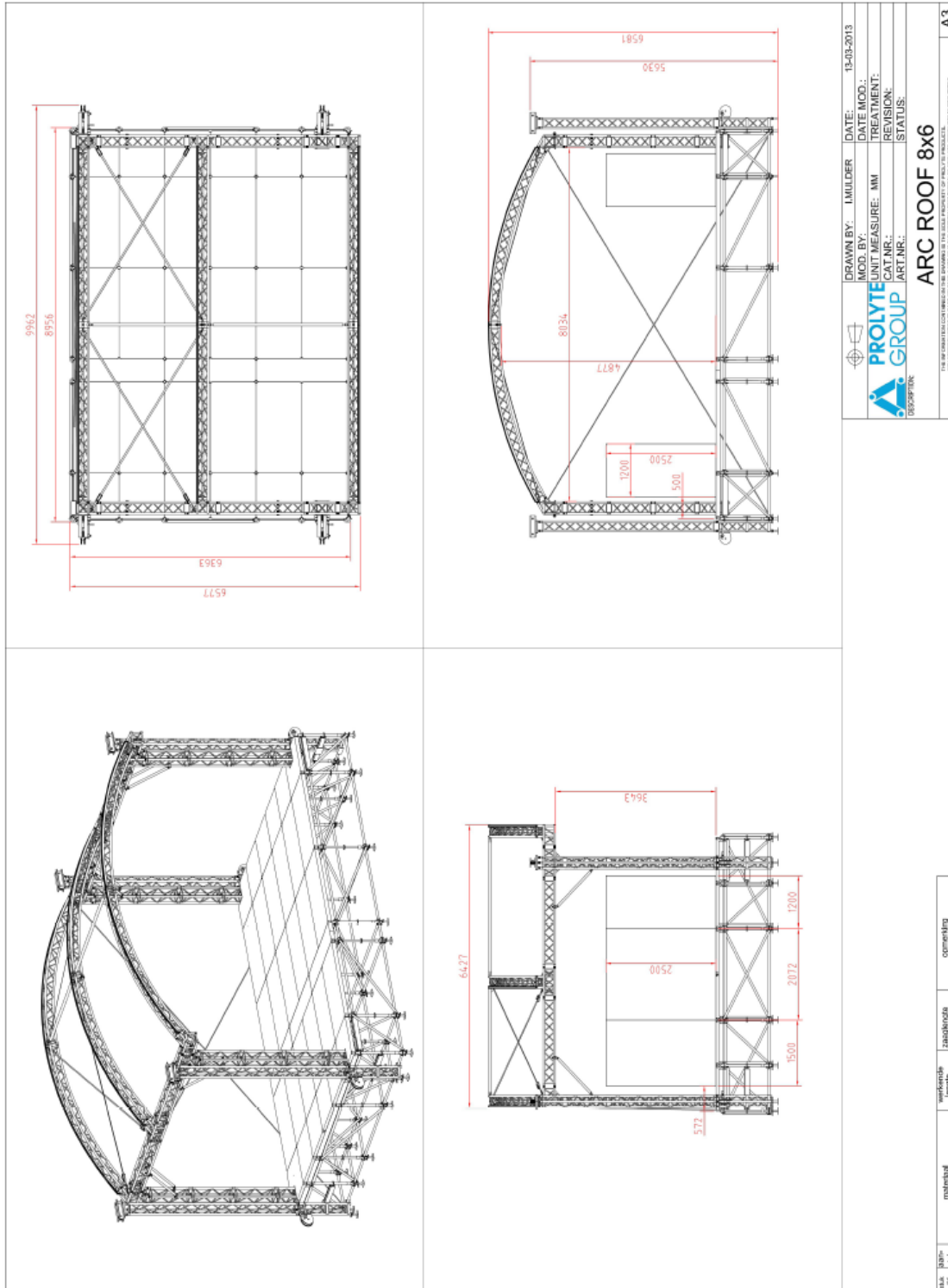
De windkracht volgens de Schaal van Beaufort (bron: KNMI). De schaal van Beaufort wordt gebruikt voor de gemiddelde windsnelheid, over minstens 10 minuten gemeten, niet voor de snelheid van rukwinden/windstoten(piekwind).

Kracht	Benaming van KNMI	Benaming in Zeevaart	Snelheid in km/h*	Snelheid in m/s*	Snelheid in knopen
0	Stil	Windstil	0-1	0-0,2	0-1
1	Zwak	Flauw en stil	1-5	0,3-1,5	1-3
2	Zwak	Flauwe koelte	6-11	1,6-3,3	4-6
3	Matig	Lichte koelte	12-19	3,4-5,4	7-10
4	Matig	Matige koelte	20-28	5,5-7,9	11-16
5	Vrij krachtig	Frisse bries	29-38	8,0-10,7	17-21
6	Vrij krachtig	Stijve bries	39-49	10,8-13,8	22-27
7	Hard	Harde wind	50-61	13,9-17,1	28-33
8	Stormachtig		62-74	17,2-20,7	34-40
9	Storm		75-88	20,8-24,4	41-47
10	Zware storm		89-102	24,5-28,4	48-55
11	Zeer zware storm / orkaanachtig		103-117	28,5-32,6	56-63
12	Orkaan		>117	>32,7	>63

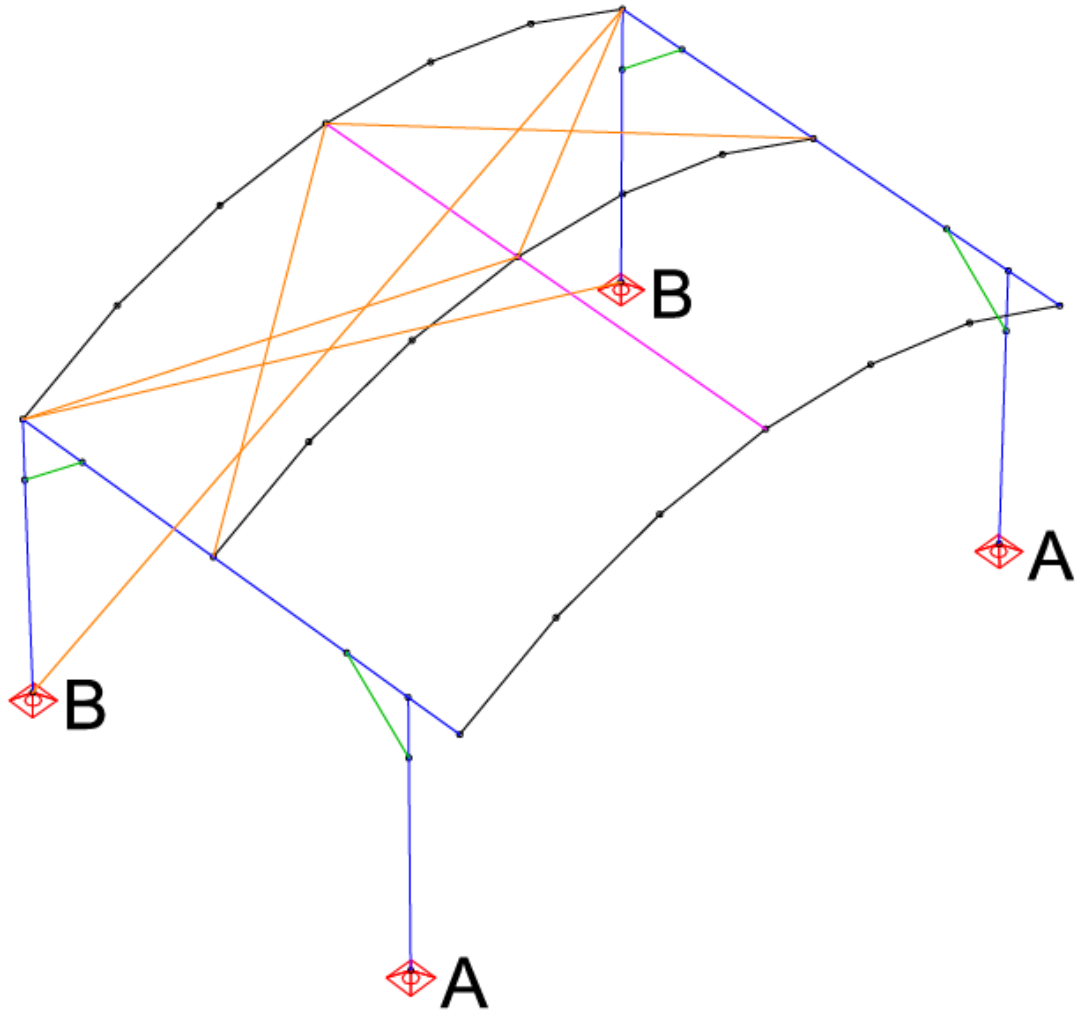
De Nederlandse weerstations onder andere vinden op: www.meteovista.nl, www.knmi.nl, www.meteoconsult.nl en www.meteostation.nl.

Organisator kan ook bij onder andere Meteovista en Meteoconsult gedurende de duur van het evenement een weerbewakingscontract aangaan om nog beter op de hoogte te zijn van de lokale weersomstandigheden.

6 Bijlage I: Tekening(en)



7 Bijlage II: Ballastplan

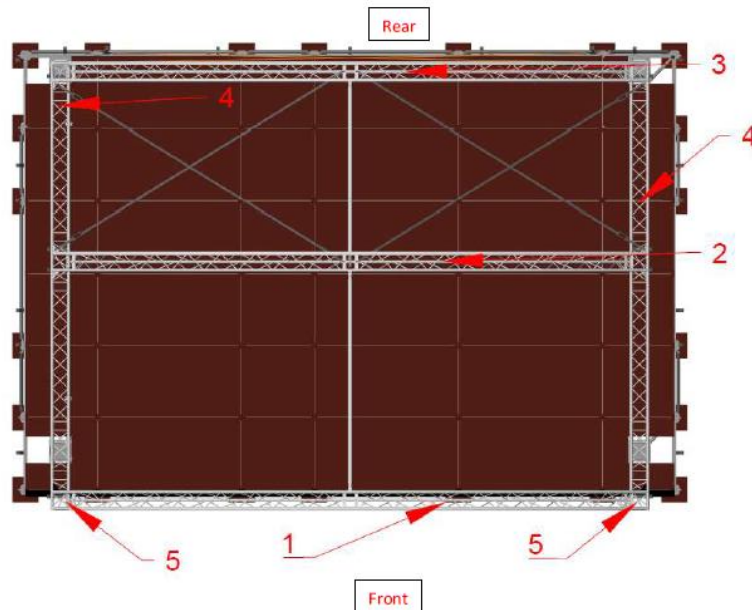


Support / Auflager	A	B
Ballast	600 kg	450 kg

8 Bijlage III: Riggingscapaciteit

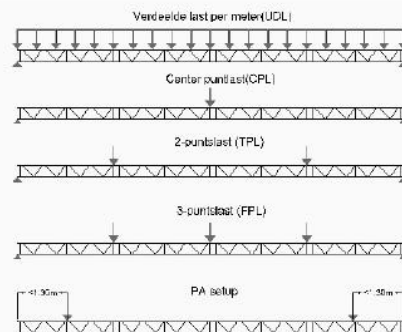


Riggingscapaciteit Hermes 54



Naam	Waarde	Maximale Gebruiksbelasting per punt				
		1	2	3	4	5
A. Verdeelde last per meter (UDL)	kg/m	50	50	50	50	-
B. Center puntlast (CPL)	kg	250	350	350	-	300
C. 2-puntlast (TPL)	kg	165	165	165	-	300
C. 3-puntlast (TPL)	kg	110	110	110	-	300

Let op:
Bij Dynamische lasten dient een extra veiligheidsfactor gehanteerd te worden in overleg met constructeur Eekels verhuur!



+31 497 870 136

 sales@eekelsverhuur.nl



www.eekelsverhuur.nl



Eekels Verhuur BV
Hallenstraat 20
5531 AB Bladel



9 Bijlage IV: Beheersmaatregelen (WMP; Wind Management Plan)

In dit Beheersplan wordt kort omschreven welke stappen bij welke windsnelheid gezet dienen te worden. De waarde waarbij deze stappen gezet dienen te worden verschillen per windgebied.

Hieronder een opsomming van de 10-minuten gemiddelde windsnelheid per locatie (omschreven in de NEN-EN 1991-1-4:2005)

In de bovenstaande hoofdstukken is uitgelegd hoe de berekening is opgebouwd. Conform de Geldende normen dient dan het onderstaande Beheersingsplan toegepast te worden.

1. Zij- en achterzeilen dienen verwijderd te zijn bij het bereiken van onderstaande waarde;

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid (m/s)	Beaufort (Bft)	Piekwindsnelheid (m/s)	Stuwdruk (kN/m ²)
Kust	11,3 m/s	6	20 m/s	0.20 kN/m ²
Onbebouwd	14,9m/s	7	20 m/s	0.20 kN/m ²
Bebouwd	15,9 m/s	7	20 m/s	0.20 kN/m ²

2. Het podium dient UIT-SERVICE (out-service) gesteld te zijn bij het bereiken van onderstaande waarde;
- Tevens dient de directe omgeving ontruimd te zijn

Gebied	10 minuten gemiddelde windsnelheid (m/s)	Beaufort (Bft)	Piekwindsnelheid (m/s)	Stuwdruk (kN/m ²)
Kust	16,7 m/s	7	30 m/s	0.455 kN/m ²
Onbebouwd	22,1 m/s	9	30 m/s	0.455kN/m ²
Bebouwd	23,6 m/s	9	30 m/s	0.455kN/m ²

3. Bij acute dreiging van zwaar onweer gepaard gaande met z.g. valwind en/of hagel moet de constructie en directe omgeving ontruimd-, en indien mogelijk, gesloten worden. De overkapping is hierin van ondergeschikt belang.

NOTE; de 10-minuten gemiddelde windsnelheid wordt alleen weergegeven als referentie windsnelheid. Acties omtrent de constructie dienen ondernomen te worden aan de hand van de piekwindsnelheid.

Bij vragen of twijfel over dit plan kunt u altijd contact opnemen met Eekels Verhuur B.V.

10 Bijlage V: Zeilcertificaat



Technisches Datenblatt Nr.: **1017.14**
 Produkt: **POLYMAR®** FR COLOR 700
 Artikel Nr.: **8509 5240**

Beschichtung und Ausrüstung			
Beschichtungsart	PVC		
Ausrüstung	beidseitig mit Acryllack, mikrobiozid, UV-geschützt		
Brennverhalten	BS 7837, D.M. 26.06.84 (UNI 9177): CL 2, DIN 4102: B1, NFP 92507: M2, GOST: G1, NFPA 701 Test 2, EN 13501-1: B-s2-d0		
zu Brennverhalten	stets die Aktualität der FR-Zulassung, sowie länderspezifische Gültigkeit prüfen		
Gesamtgewicht	680 g/m ²	DIN EN ISO 2286-2	
Reißkraft Kette/Schuss	3000 / 3000 N/50 mm	DIN EN ISO 1421/V1	
Weiterreißfestigkeit Kette/Schuss	300 / 300 N	DIN 53363	
Hafffestigkeit	20 N/cm	PA 09.03 (item)	
Kältebeständigkeit.	-40 °C	DIN EN 1876-1	
Wärmebeständigkeit	+70 °C	PA 07.04 (item)	
Lichtechtheit	>6 Note, Value	DIN EN ISO 105 B02	
Knickfestigkeit	keine Risse	100000 x	DIN 53359 A
Trägergewebe			
Material	PES	DIN EN ISO 2076	
Fadenstärke	1100 dtex	DIN EN ISO 2060	
Bindung	L 1/1	ISO 3572	

Bei den technischen Daten handelt es sich um ca. Werte, die auf Basis von ermittelten Durchschnittswerten erstellt wurden. Aus fertigungstechnischen Gründen sind Abweichungen bis zu -5% möglich. Diese technischen Angaben entsprechen dem heutigen Stand der Kenntnisse und sollen über unsere Produkte ohne Rechtsverbindlichkeit informieren. Diese Daten gelten für neue Ware. Einsatzvorschläge entbinden den Käufer nicht, selbst zu prüfen, ob das Material für den von ihm gewünschten Einsatz geeignet ist.

11 Bijlage VI: Berekening

STRUCTURAL REPORT STATISCHE BERECHNUNG

LOTHRINGERSTR. 37
52062 AACHEN
GERMANY
FON: +49 (0)241 98096-250
FAX: +49 (0)241 98096-251
INFO@KRASENBRINK-BASTIANS.DE
WWW.KRASENBRINK-BASTIANS.DE

STAGEROOF

**PROLYTE ARC ROOF 8x6 m, 6x4 m
+ LAYHER + LIFTING TOWER**

13088

COMMISSION AUTHORITY/ AUFTRAGGEBER:

Prolyte Products Group
Industriepark 31
NL-9351 Leek

THE FOLLOWING STRUCTURAL CALCULATION IS ONLY PREPARED FOR PROLYTE PRODUCTS GROUP.

IF THIS CALCULATION SHOULD BE PASSED TO A THIRD PARTY YOU NEED THE PERMISSION OF THE ORIGINATOR OF THIS CALCULATION.

ANY PUBLICATION OF THIS REPORT IS NOT ALLOWED.

DIE STATISCHE BERECHNUNG IST AUSSCHLIESSLICH AUFGESTELLT FÜR DIE FA. PROLYTE PRODUCTS GROUP.

EINE WEITERGABE AN DRITTE IST NUR MIT SCHRIFTLICHER GENEHMIGUNG DES AUFSTELLERS MÖGLICH.

EINE VERÖFFENTLICHUNG JEDLICHER ART IST NICHT GESTATTET.

PREPARED/AUFGESTELLT: AACHEN, APRIL 2013

DIPL.-ING. (FH) STEFAN DIETZ

THE STRUCTURAL REPORT COMPRISES PAGES:

DIE STATISCHE BERECHNUNG UMFASST DIE SEITEN:

1 – 110

CONTENTS / INHALT:

1	Foreword /Vorbemerkung	3
1.1	Applicable standards / Normen	3
1.2	Supporting documents / sonstige Unterlagen	3
1.3	Construction elements / Bauteile	4
1.4	General preliminary notes / Allgemeine Beschreibung	5
1.5	Drawings / Zeichnungen	7
1.6	Loading assumption / Lastannahmen	11
1.7	Summary ballast load / Zusammenfassung Ballast	20
	Structural report / statische Berechnung	23
2	Statical system / statisches System	23
3	Loading / Belastung	26
4	Calculation / Berechnung	49
5	Proofs / Nachweise	66
6	Ballast load / Ballastierung	93
7	Layher base / Layher Podest	100
8	Capacity of the trusses / Tragfähigkeiten der Traversen	107

1. PREAMBLE / VORBEMERKUNG

1.1 STANDARDS / NORMEN:

DIN EN 1990/ Eurocode 0	Basis of structural design Grundlagen
DIN EN 1991/ Eurocode 1	Actions on structures Einwirkungen auf Tragwerke
DIN EN 1993/ Eurocode 3	Design of steel structures Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
DIN EN 1999/ Eurocode 9	Design of aluminium structures Bemessung und Konstruktion von Aluminiumbauten
DIN EN 13814	Fairground and amusement park machinery and structures Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks
DIN EN 12385-4	Steel wire ropes/ Drahtseile aus Stahldraht

Or equivalent national versions of the aforementioned standards.
(e.g. NEN EN 1990)

1.2 SUPPORTING DOCUMENTS / SONSTIGE UNTERLAGEN

Technical data of the used truss systems /
Technische Unterlagen zu den Traversen
The allowable loads and internal forces of the used truss system have
been found by Krasenbrink + Bastians in an extra structural report./
Für die Traversen sind vom Büro Krasenbrink + Bastians innerhalb
gesonderter Statiken zulässige Belastungen und aufnehmbare
Schnittgrößen ermittelt worden.

Krasenbrink & Bastians structural report / Statik 702

1.3 CONSTRUCTION ELEMENTS / BAUTEILE

Roof girders / Dachträger:

Prolyte H30D
Alloy / Legierung: EN AW-6082 T6

Columns / Stützen:

Prolyte H30V
Alloy / Legierung: EN AW-6082 T6

Compression members roof / Druckstreben Dach:

Tube 50 x 4 / 60 x 4
Alloy / Legierung: EN AW-6082 T6

Struts sidewalls / Eckstreben Seitenwände:

Tube 48 x 3
Alloy / Legierung: EN AW-6082 T6

Base / Podest:

LAYHER Allround Gerüstsystem
steel / Stahl:

Guy wires / Seilkreuze:

Ø8 e.g. / z.B. Seilkategorie 6 x 19, 1770 N/mm²
with steel inlay / mit Stahleinlage

1.4 GENERAL PRELIMINARY NOTES / ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

This report concerns a stage roof structure for Prolyte Products Group. The roof can be assembled in 2 sizes: 8x6 meter and 6x4 meter, all with a maximum allowable total height of 4,8 meters.

The stage roof is considered to be a temporary demountable structure and not as a permanent building. The whole structural-framework consisting of Aluminium trusses is made by the company Prolyte, geometry is shown in chapter 1.5 and 2, allowable loads can be found in chapter 1.6.3.

The roof area is enclosed with canopy, Rear wall and sides can be closed with canopy or scrim walls, the wall canopy is fixed at the horizontal roof trusses as well as to the towers.

The structure is stiffened by means of guy wires in roof and rear- walls. Guy wires need to be adequately tensioned before use. The sidewalls are stabilized by the corner stiffening with diagonal struts.

The lifting towers are made of PROLYTE H30D, they are attached to the Layher-podium and remain in place all the time. /

The construction is calculated to withstand peak wind speeds up to 20 m/s with fully enclosed roof, side and rear walls. The wind speeds must be measured in 10 m height above the ground.

At a windspeed above 20 m/s all rear- and side wall canopies must be removed.

The structure without canopy is calculated for a peak wind speed of 30 m/s (see DIN EN 13814).

The security against tipping and sliding is done by using ballast loads as shown in chapter 1.7.

The ballast loads have to be placed on a separate deck level +0.50 m.

Bei der vorliegenden Konstruktion handelt es sich um ein Bühnendach für die Firma Prolyte.

Das Dach kann in 2 verschiedenen Größen aufgebaut werden. 8x6m und 6x4m. Die maximale Höhe beträgt 4,8m.

Es handelt sich um eine Konstruktion die temporär errichtet wird und an verschiedenen Orten aufgebaut werden kann.

Die gesamte Konstruktion besteht aus Aluminium - Traversen der Firma Prolyte. Alle Traversen bestehen aus Aluminium EN AW 6082 T6. Die Geometrie ist in den Kapiteln 1.5 und 2 dargestellt, die zulässige Belastung ist Kapitel 1.6.3 zu entnehmen.

Die Dacheindeckung besteht aus wasserundurchlässigen Planen. Rück- und Seitenwände können mit Planen oder Gazen geschlossen werden. Die Wandplanen/-gazen werden am Dach und an den Stützen befestigt.

Die Aussteifung des Systems erfolgt über Drahtseilverbände in Dach und Rückwänden. Die Verbände sind ausreichend vorzuspannen. Seitenwände werden über die Eckdiagonalstreben ausgesteift.

Die Hebetürme des Daches bestehen aus PROLYTE H30D, sie werden am Layher-Podest befestigt und verbleiben dort während der gesamten Standzeit.

Die Konstruktion mit voll geschlossenen Planen für Rück- und Seitenwand ist bis Böenwindgeschwindigkeiten von 20 m/s standsicher.

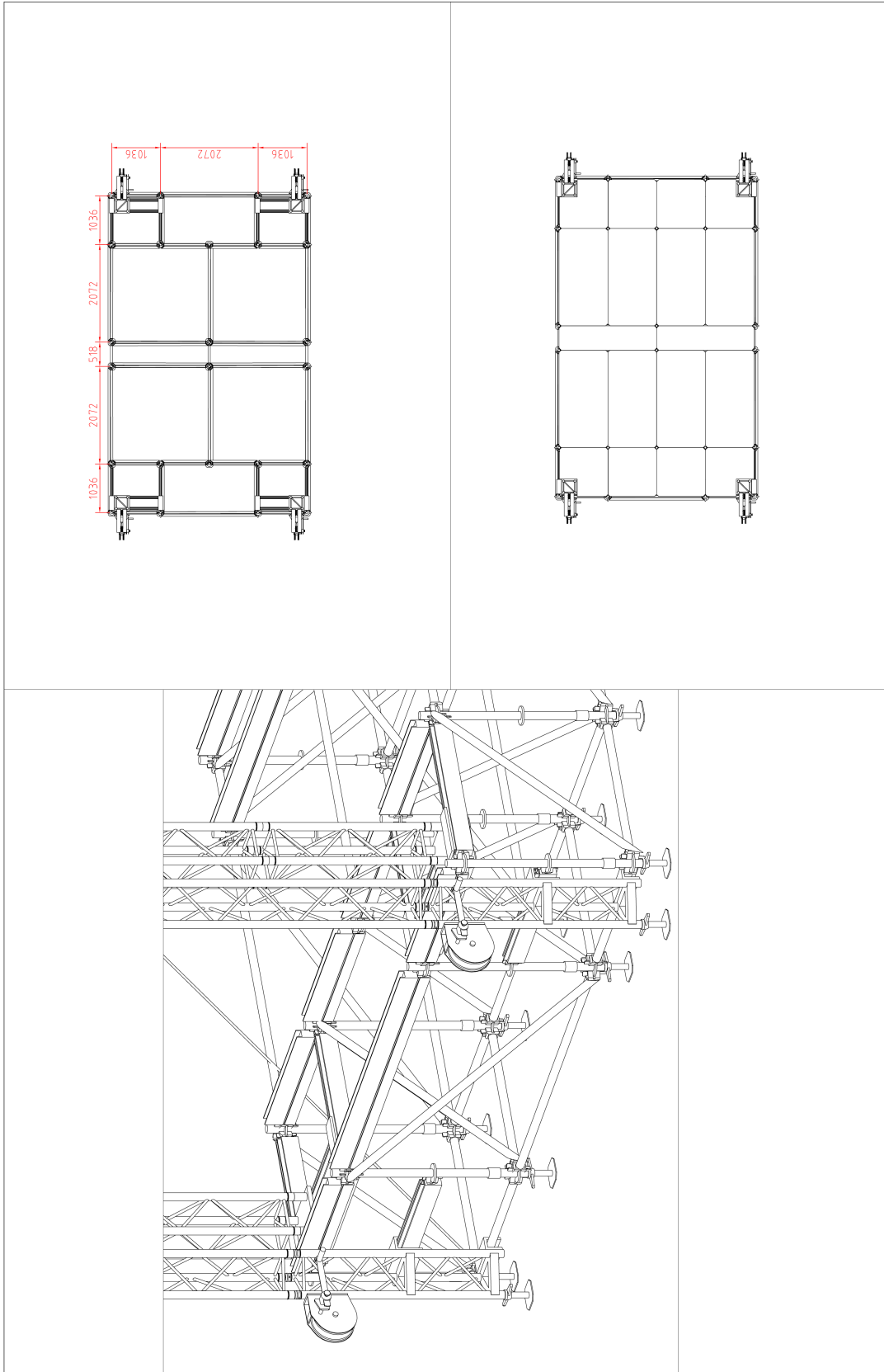
Die Böenwindgeschwindigkeit ist in 10 m Höhe über dem Boden zu messen.


Ab Windgeschwindigkeiten größer 20 m/s sind die Wandplanen zu entfernen.

Die Konstruktion ohne Planen ist für Böenwindgeschwindigkeiten von 30 m/s bemessen (vergl. DIN EN 13814).

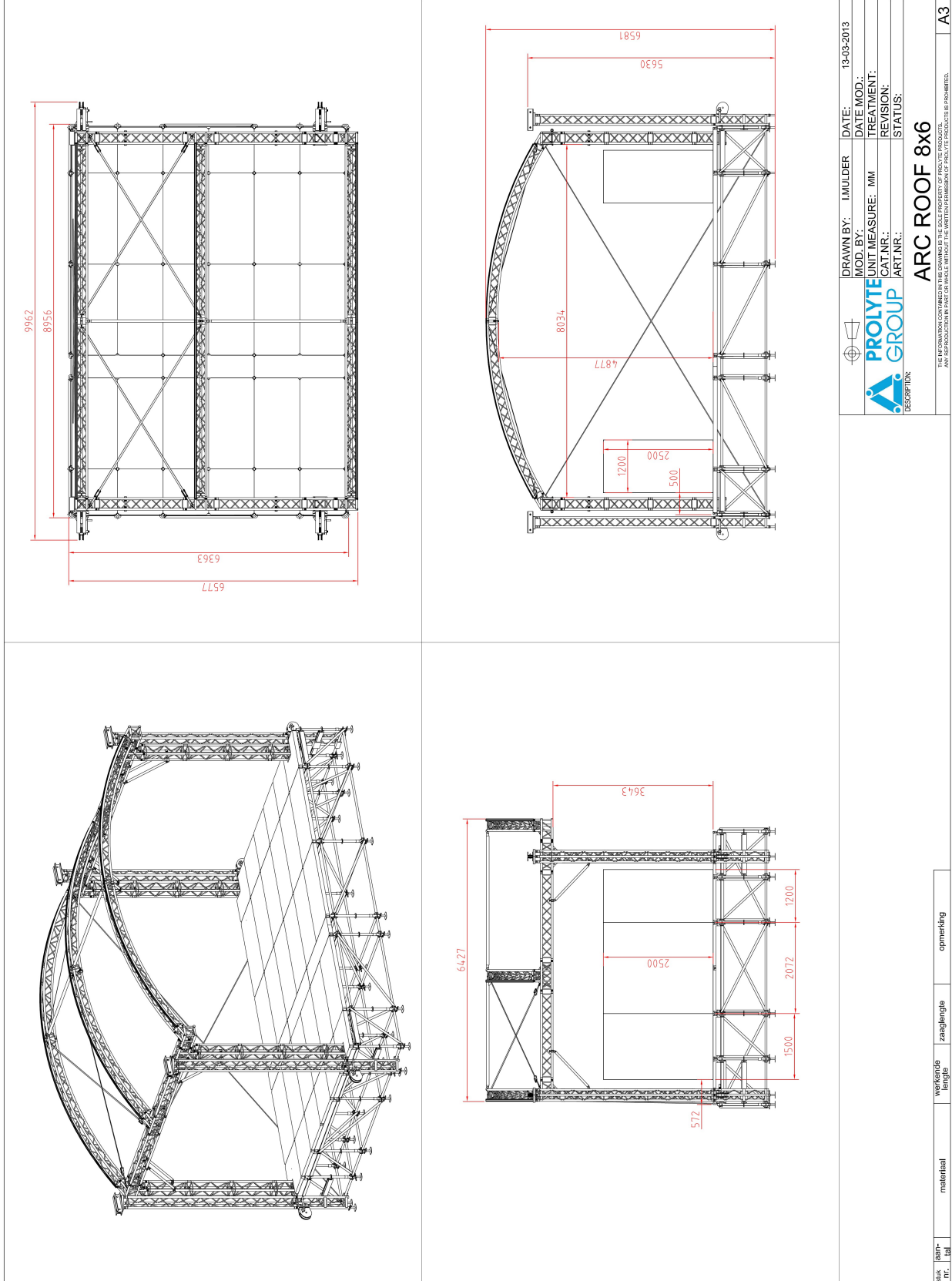
Die Sicherheit gegen Kippen und Gleiten wird durch Ballast sichergestellt, dieser wird in Kapitel 1.7 angegeben.

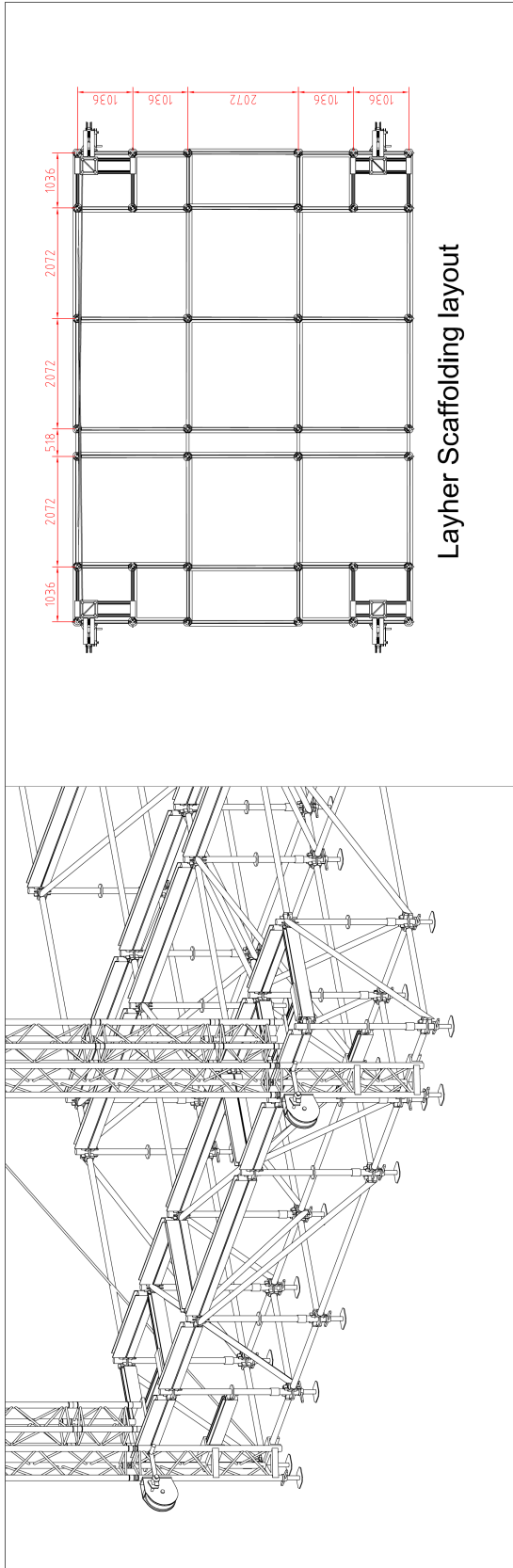
Der Ballast ist auf einer eigenen Belagebene +0,50 m einzubringen.



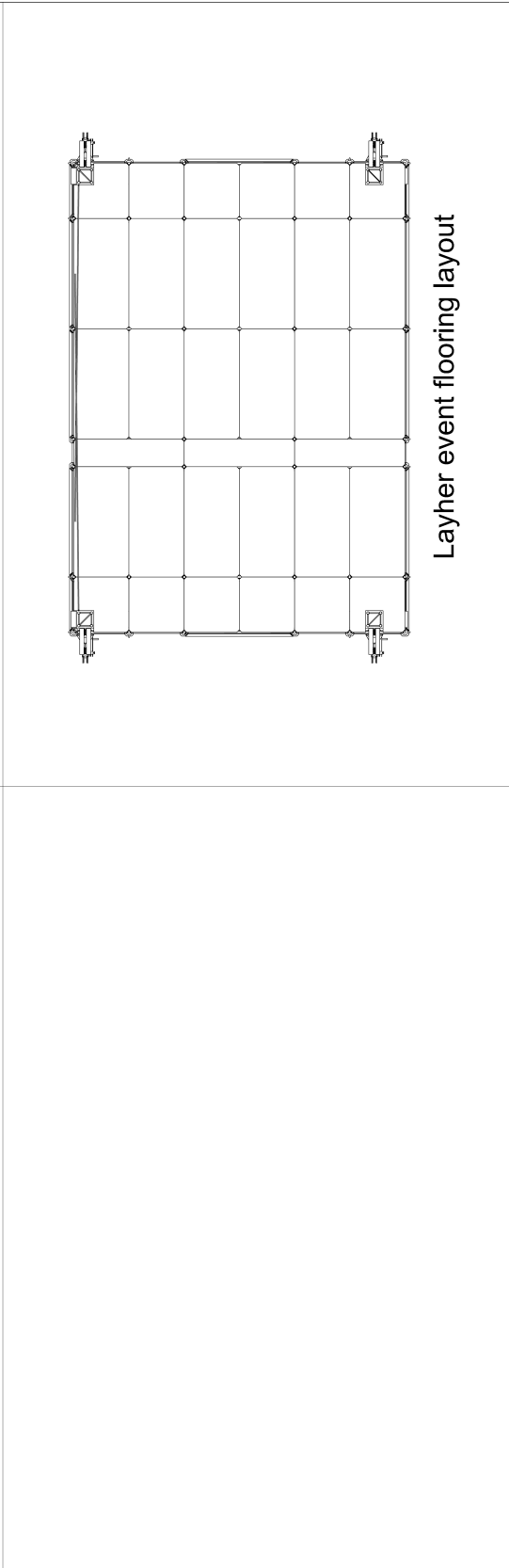
 <p>PROLYTE GROUP DESCRIPTION:</p>	DRAWN BY: IMULDER	DATE: 14-03-2013
	MOD. BY:	DATE MOD.:
	UNIT MEASURE: MM	TREATMENT:
	CAT.NR.:	REVISION:
	ART.NR.:	STATUS:
<p>ARC ROOF 6x4 details</p> <p><small>DE INFORMATIE VAN HET TEKENINGEN EN TEGENWERPEN VAN DE WERKING VAN HET PRODUCT IS VERBODEN. ALLE RECHTEN VOOR HET TOEGEBEHOORDE PRODUCTIE IS VERBODEN.</small></p>		A3
<p>material</p>	<p>zaaglengte</p>	<p>opmerking</p>

1.5.2 ROOF 8x6 / DACH 8x6

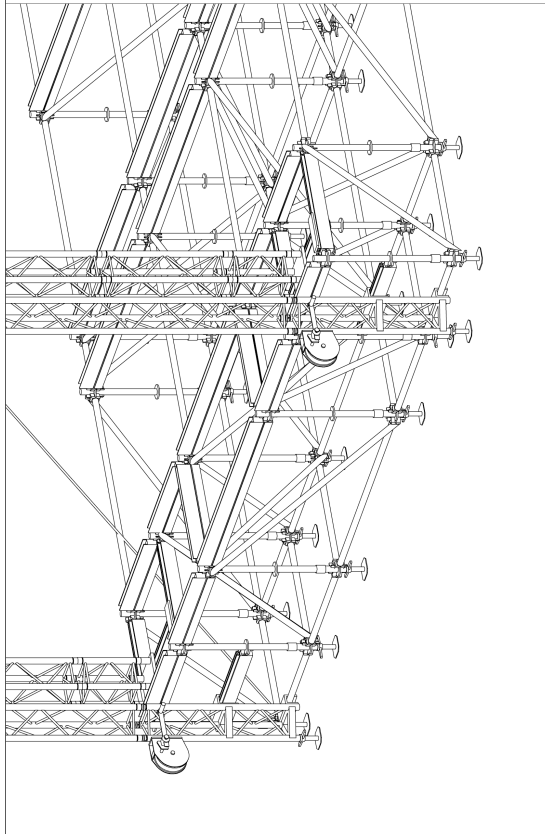




Layher Scaffolding layout



Layher event flooring layout



	DRAWN BY: IMULDER	DATE: 13-03-2013
	MOD. BY:	DATE MOD.:
	UNIT MEASURE: MM	TREATMENT:
	CAT.NR.:	REVISION:
	ART.NR.:	STATUS:
DESCRIPTION: ARC ROOF 8x6 details		
<small>THE INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED EXCEPT WHERE SHOWN OTHERWISE. REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED.</small>		
mat. mat. mat.	materiaal	verspreide lengte
		zaaglengte
		ommeting
		A3

1.6 LOAD ASSUMPTION / LASTANNAHMEN

1.6.1 WIND LOADING: according to DIN EN 13814

The construction is calculated to withstand peak wind speeds up to 20 m/s with fully enclosed roof, side and rear walls. The wind speeds must be measured at the top of the structure.

Above wind speed 20 m/s all rear- and side wall canopies need to be removed. The structure is then calculated for a peak wind speed of 30 m/s.

Applied wind pressure:

Status in service

$$h < 8m: \quad q_b = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Status out of service

Due to the fact that column 3 of table 1 is not valid in Germany the applied wind pressure is determined using DIN EN 1991-1-4/NA, table NA.B.3:

Tabelle NA.B.3 — Vereinfachte Geschwindigkeitsdrücke für Bauwerke bis 25 m Höhe

Windzone		Geschwindigkeitsdruck q_p in kN/m ² bei einer Gebäudehöhe h in den Grenzen von		
		$h \leq 10m$	$10 m < h \leq 18 m$	$18 m < h \leq 25 m$
1	Binnenland	0,50	0,65	0,75
2	Binnenland	0,65	0,80	0,90
	Küste und Inseln der Ostsee	0,85	1,00	1,10
3	Binnenland	0,80	0,95	1,10
	Küste und Inseln der Ostsee	1,05	1,20	1,30
4	Binnenland	0,95	1,15	1,30
	Küste der Nord- und Ostsee und Inseln der Ostsee	1,25	1,40	1,55
	Inseln der Nordsee	1,40	—	—

Erection only in Windzone 1+2 inland, the given value is reduced by a factor of 0.7 in accordance to notes to DIN EN 13814 given in the “Musterliste der Techn. Baubestimmungen”:

$$h < 8m: \quad q_b = 0,7 \times 0,65 = 0,455 \text{ kN/m}^2$$

$$> q_b = 0,35 / 0,8 = 0,4375 \text{ kN/m}^2$$

The factor $c_{tem} = 0,80$ given in DIN EN 13814 is being taken out, because there are no additional enhancement measures.

WINDLASTEN: gemäß DIN EN 13814

Die Konstruktion mit voll geschlossenen Planen für Rück- und Seitenwand ist bis Böenwindgeschwindigkeiten von 20 m/s standsicher. Die Böenwindgeschwindigkeit ist am höchsten Punkt der Konstruktion zu messen. Ab Windgeschwindigkeiten größer 20 m/s sind die Wandplanen zu entfernen. Die Konstruktion ist dann für Böenwindgeschwindigkeiten von 30 m/s berechnet.

Angesetzte Staudrücke:

Status Betrieb

$$h < 8\text{m:} \quad q_b = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Status kein Betrieb

Da Spalte 3 der Tabelle 1 in Deutschland keine Gültigkeit besitzt wird der anzusetzende Winddruck nach DIN EN 1991-1-4/NA, Tabelle NA.B.3 bestimmt.

Der Aufbau erfolgt ausschließlich in Windzone 1+2 Binnenland, die angegebenen Werte dürfen nach den Anmerkungen zu DIN EN 13814 der Musterliste der Techn. Baubestimmungen mit einem Faktor 0,7 multipliziert werden:

$$h < 8\text{m:} \quad q_b = 0,7 \times 0,65 = 0,455 \text{ kN/m}^2$$

$$> q_b = 0,35 / 0,8 = 0,4375 \text{ kN/m}^2$$

Der Faktor $c_{tem} = 0,80$ aus der Norm wird herausgerechnet, da keine zusätzlichen Verstärkungsmaßnahmen vorgesehen sind.

BEAUFORTSKALA						
WINDFORCE [BEAUFORT]	WIND SPEED [m/s]	windspeed km/h	Windspeed MPH	Wind pressure q [kN/m ²]	BESCHREIBUNG	AUSWIRKUNG DES WINDES
0	0-0.2	0 - 0,7	0 - 0,43	≈ 0	Windstille oder sehr leiser Windzug	Windstille, Rauch steigt gerade empor, Blätter unbeweglich
1	0.3-1.5	0.8 - 5.4	0.5 - 3.36	≤ 0.001	Leiser Windzug	Wind am Gesicht fühlbar, Blätter auseinander, Windfahne bewegt sich
2	1.6-3.3	5.5 - 11.8	3.37 - 7.33	≤ 0.007	Leichte Brise	Blätter und dünne Zweige bewegen sich, Wind streckt einen Wimpel
3	3.4-5.4	11.9 - 19.4	7.34 - 12.05	≤ 0.02	Schwache Brise	Hebt Staub und loses Papier, bewegt Zweige und dünne unbelaubte Äste
4	5.5-7.9	19.5 - 28.4	12.06 - 17.65	≤ 0.04	Mäßige Brise	Streckt große Flaggen, kleine Laubbäume beginnen zu schwanken,
5	8.0-10.7	28.5 - 38.5	17.66 - 23.92	≤ 0.07	Frische Brise	Schaumköpfe bilden sich auf Seen
6	10.8-13.8	28.6 - 49.7	23.93 - 30.88	≤ 0.12	Starker Wind	Starke Äste in Bewegung, Pfeilen in Telegraphen-Leitungen, Regenschirm schwierig zu benutzen
7	13.9-17.1	49.8 - 61.5	30.89 - 38.28	≤ 0.18	Steller Wind	Ganze unbelaubte Bäume mittlerer Stärke in Bewegung, fühlbare Hemmungen beim Gehen im Freien
8	17.2-20.7	61.7 - 74.5	38.29 - 46.29	≤ 0.27	Stürmischer Wind	Starke Bäume in Bewegung, Bricht Zweige von den Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	20.8-24.4	74.6 - 87.8	46.30 - 54.56	≤ 0.37	Sturm	Kleiner Schaden an Häusern
10	24.5-28.4	87.9 - 102.0	54.57 - 63.38	≤ 0.50	Schwerer Sturm	Entwurzelt frei stehende Bäume
				0.50	DIN 1055 0-8 m über Gelände	
11	20.5-32.6	102.1 - 117.4	63.39 - 72.95	≤ 0.67	Orkanartiger Sturm	Vertrifft schwere Sturmschäden
				0.80	DIN 1055 8-20 m über Gelände	(schon selten im Binnenland)
12	32.7-36.9	117.5 - 132.8	72.96 - 82.52	≤ 0.85	Orkan	Schwerste Verwüstungen
≈13	42.0	151.2	94	1.10	DIN 1055 20-100 m über Gelände	
≈14	45.6	164,16	102	1.30	DIN 1055 über 100 m über Gelände	

q [kN/m²] = $v^2 / 1600$
 Windpressure
 v [m/s] = v [km/h] / 3.6
 Wind speed

Membrane tension due to wind:

By applying a dynamic loading $q = 0.50 \text{ KN/m}^2$ with its aerodynamic coefficient $c_f = 0.40$ and regarding a span of $l = 5.00 \text{ m}$ a resulting membrane tension of $Z = 0.80 \text{ kN/m}$ is derived.

$$Z = (Z_y^2 + Z_z^2)^{1/2} = 0.80 \text{ kN/m}$$

$$\text{with } Z_z = 0.5 * 0.4 * 5.0 / 2 = 0.50 \text{ kN/m}$$

$$Z_y = (Z^2 - Z_z^2)^{1/2} = (0.80^2 - 0.50^2)^{1/2} = 0.624$$

$$Z_y / Z_z = 0.624 / 0.50 = 1.25 = 1 / 0.8$$

Planenzug aus Wind:

Bei einem Staudruck $q = 0.50 \text{ KN/m}^2$ mit einem aerodynamischen Beiwert $c_f = 0.40$ und $l = 5.00 \text{ m}$ ergibt sich ein resultierender Planenzug $Z = 0.80 \text{ kN/m}$.

$$Z = (Z_y^2 + Z_z^2)^{1/2} = 0.80 \text{ kN/m}$$

$$\text{mit } Z_z = 0.5 * 0.4 * 5.0 / 2 = 0.50 \text{ kN/m}$$

$$Z_y = (Z^2 - Z_z^2)^{1/2} = (0.80^2 - 0.50^2)^{1/2} = 0.624$$

$$Z_y / Z_z = 0.624 / 0.50 = 1.25 = 1 / 0.8$$

1.6.2 SNOW LOADING:

Snow loads are not taken into account.

Erection of the structure shall only be made in appropriate weather conditions, or the roof shall be kept free of snow.

SCHNEELASTEN:

Schneelasten kommen nicht zum Ansatz, da die Aufstellung nur bei entsprechender Witterung erfolgt oder das Dach schneefrei gehalten wird.

1.6.3 PERMISSIBLE LIVE LOAD / ZULÄSSIGE NUTZLASTEN

On following pages allowable pay loads of the structure and different possible configurations for equipment such as illumination(spots) and sounding are displayed. If the preparing loading configuration differ from these set ups, please inform Prolyte or the Engineering office Krasenbrink+Bastians.

Loads up to 100 kg can be fastened at any position of the chord. Loads more than 100 kg have to be positioned at the node or adequate proofs have to be carried out. Loads shall be equally distributed over the trusses main chords.

All given values are static loads. To consider dynamic affecting the loads have to be decreased with a factor of minimum 1,2.

In die Dachkonstruktion werden Lasten aus Beleuchtung und Beschallung eingebracht.

Auf den folgenden Seiten werden verschiedene Lastkonfigurationen gezeigt.

Weicht die tatsächliche Lastsituation erheblich von den gezeigten ab, ist Rücksprache mit dem Büro Krasenbrink+Bastians zu nehmen.

Lasten bis 100 kg können am freien Untergurt befestigt werden.

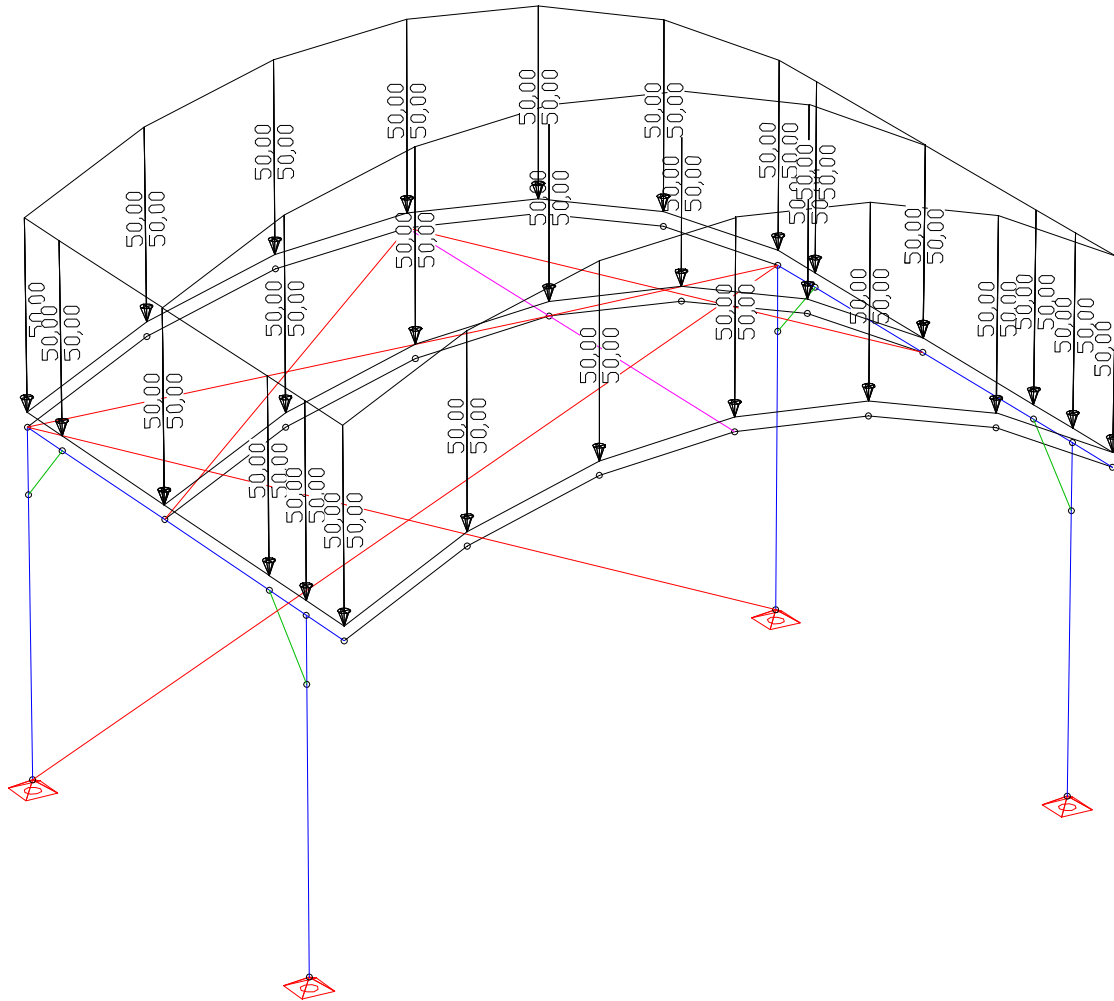
Lasten über 100 kg sind in den Knoten einzuhängen oder es sind entsprechende Nachweise zu bringen.

Alle Angaben sind statische Lasten. Werden die Lasten verfahren, ist ein dynamischer Lasterhöhungsfaktor von mindestens 1,2 zu berücksichtigen.

Die Angegebenen Lasten sind also mit 1/1,2 abzumindern.

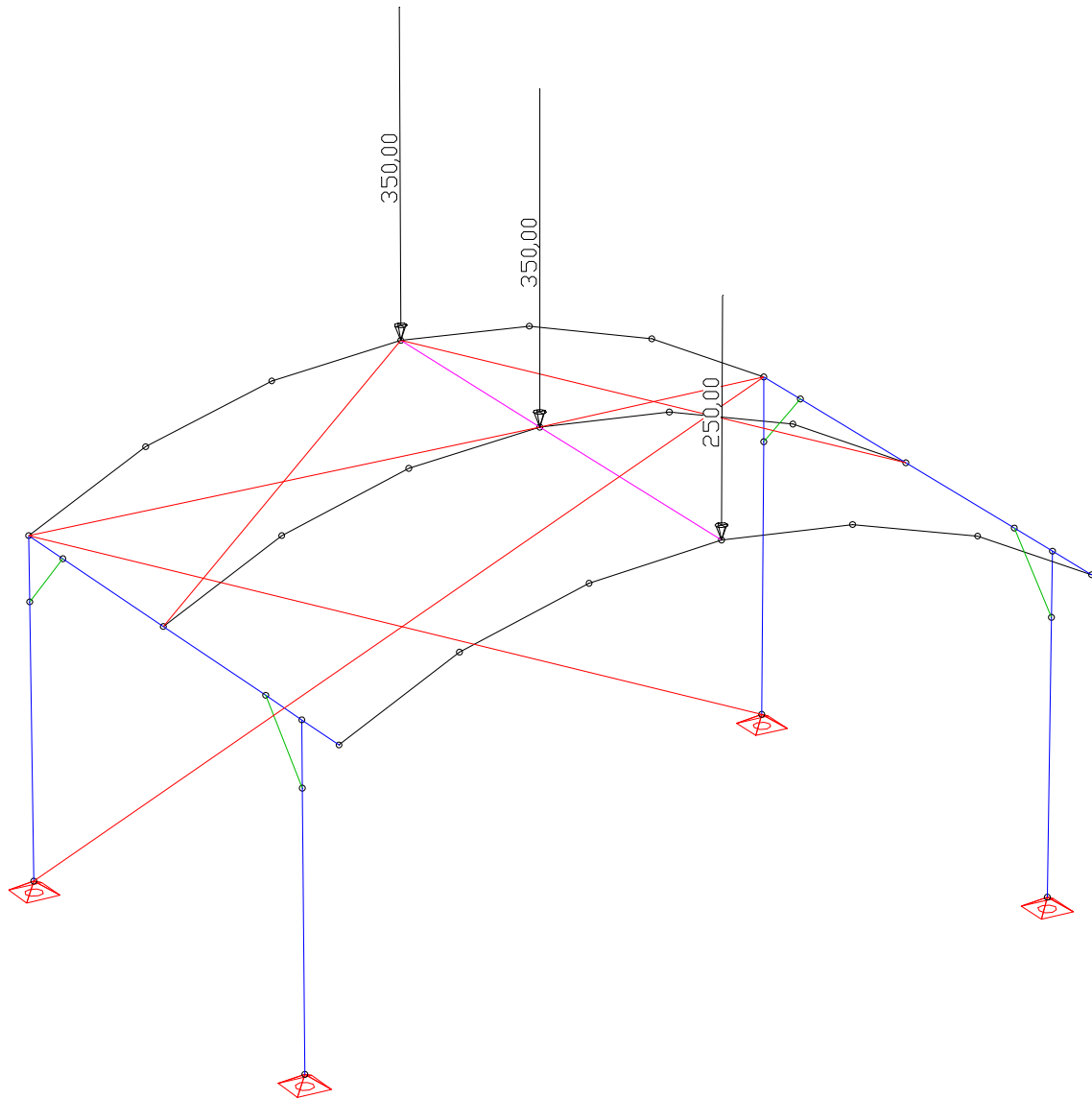
Kind of Loading / Belastungsarten:

**Distributed load / verteilte Last
[kg/m]**



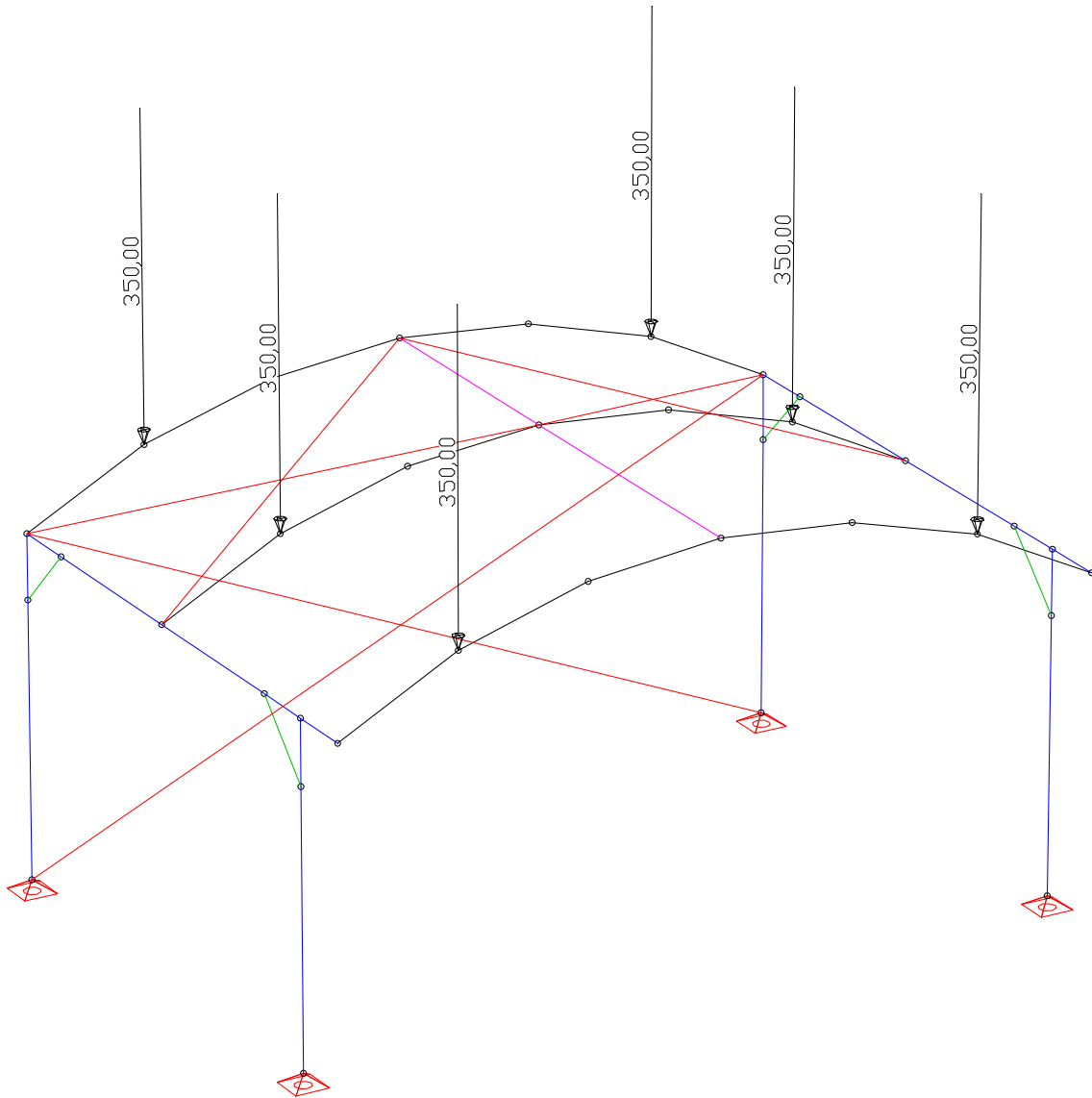
	front bow/ Bogen Vorne	rear bow/ Bogen Hinten	center bow / Bogen Mitte	side truss/ Traverse Seite
Stageroof 8x6 Bühne 8x6	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m	50 kg/m
Stageroof 6x4 Bühne 6x4	120 kg/m	120 kg/m		120 kg/m

Center point load / Einzellasten mittig
[kg]



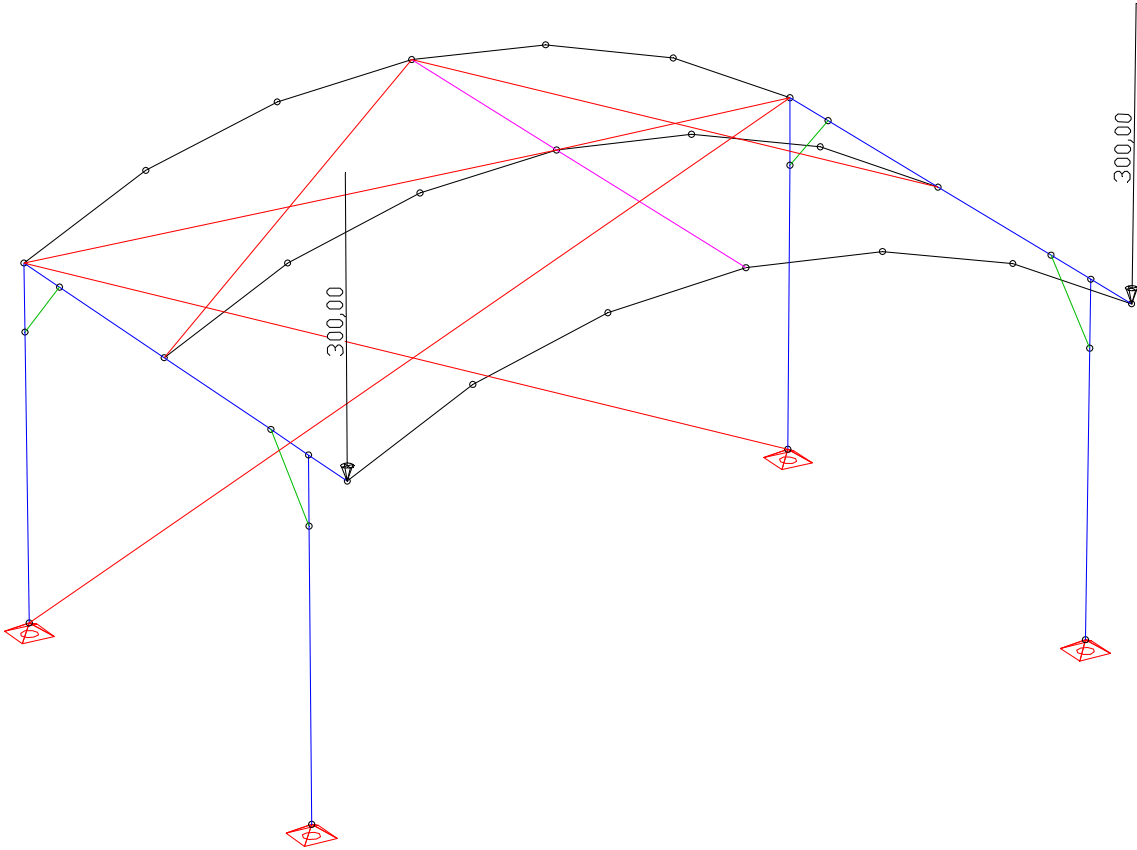
	front bow/ Bogen Vorne	rear bow/ Bogen Hinten	center bow / Bogen Mitte	side truss/ Traverse Seite
Stageroof 8x6 Bühne 8x6	250 kg	350 kg	350 kg	
Stageroof 6x4 Bühne 6x4	400 kg	450 kg		

point load setup2 / Einzellasten Anordnung 2
[kg]



	front bow/ Bogen Vorne	rear bow/ Bogen Hinten	center bow / Bogen Mitte	Distance from Tower
Stageroof 8x6 Bühne 8x6	350 kg	350 kg	350 kg	1,3m
Stageroof 6x4 Bühne 6x4	500 kg	500 kg		1,0m

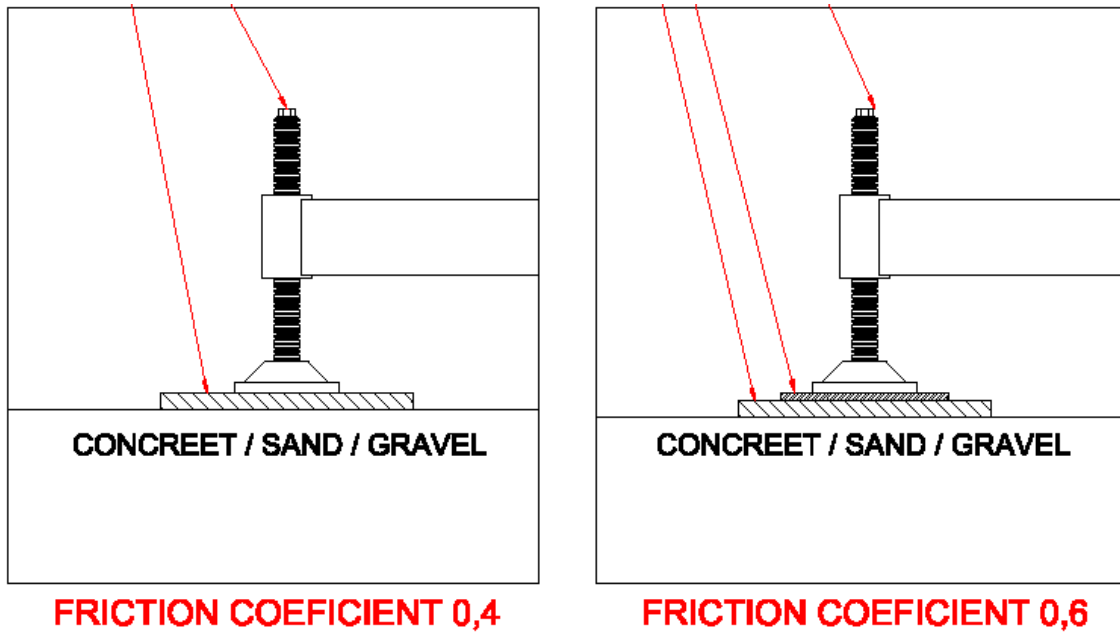
additional PA-load / zusätzliche PA-Last ARC Roof 8x6 , 6x4
[kg]



1.7 SUMMARY BALLAST LOAD / ZUSAMMENFASSUNG BALLAST

Necessary ballast loading / Erforderliche Auflasten

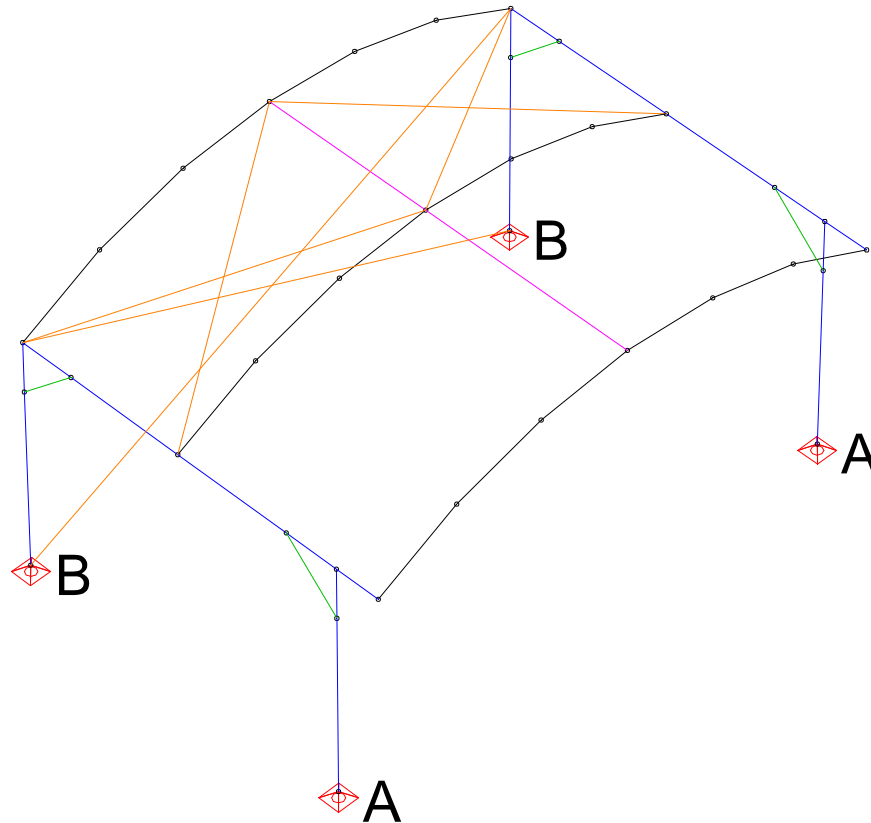
Frictional coefficient/Reibungsbeiwert



0,40 (steel to wood to stone/concrete, Stahl auf Holz auf Stein/Beton)

0,60 (steel to rubber to stone/concrete, Stahl auf Gummi auf Holz auf Stein/Beton)

1.7.1 SYSTEM 8x6



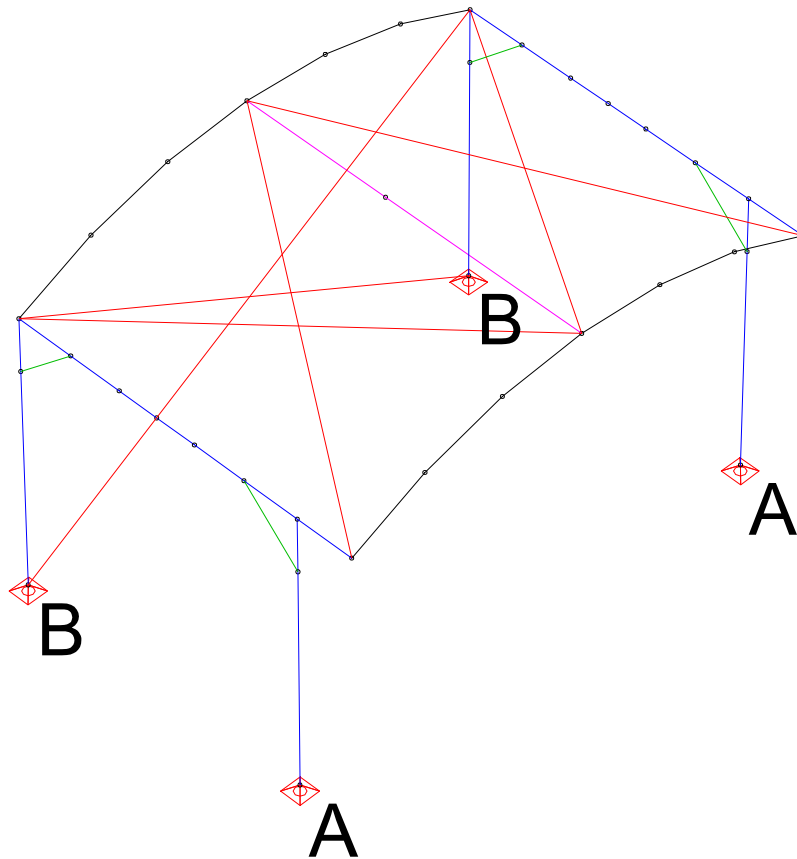
Support / Auflager	A	B
Ballast	600 kg	450 kg

Additional evenly distributed ballast to reach sufficient steadiness /
 Zusätzlicher, gleichmäßig verteilter Ballast zur Erreichung ausreichender
 Standsicherheit:

$\mu = 0,4$	1900 kg
$\mu = 0,6$	300 kg

Permanently existing loads can be calculated proportionally against the ballast loads./
 Ständig eingebrachte Lasten können anteilig gegen den Ballast angerechnet werden.

1.7.2 SYSTEM 6x4



Support / Auflager	A	B
Ballast	400 kg	250 kg

Additional evenly distributed ballast to reach sufficient steadiness /
 Zusätzlicher, gleichmäßig verteilter Ballast zur Erreichung ausreichender
 Standsicherheit:

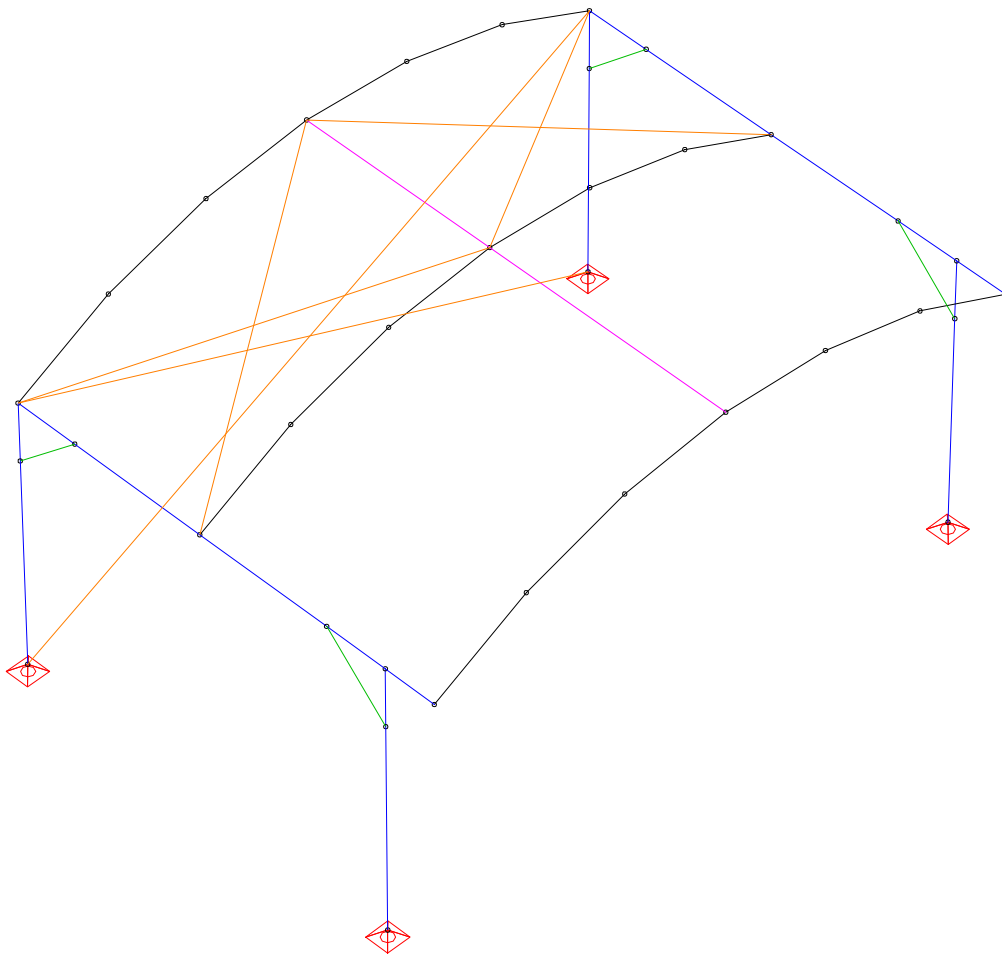
$\mu = 0,4$	1600 kg
$\mu = 0,6$	550 kg

Permanently existing loads can be calculated proportionally against the ballast loads./
 Ständig eingebrachte Lasten können anteilig gegen den Ballast angerechnet werden.

STRUCTURAL CALCULATION / STATISCHE BERECHNUNG

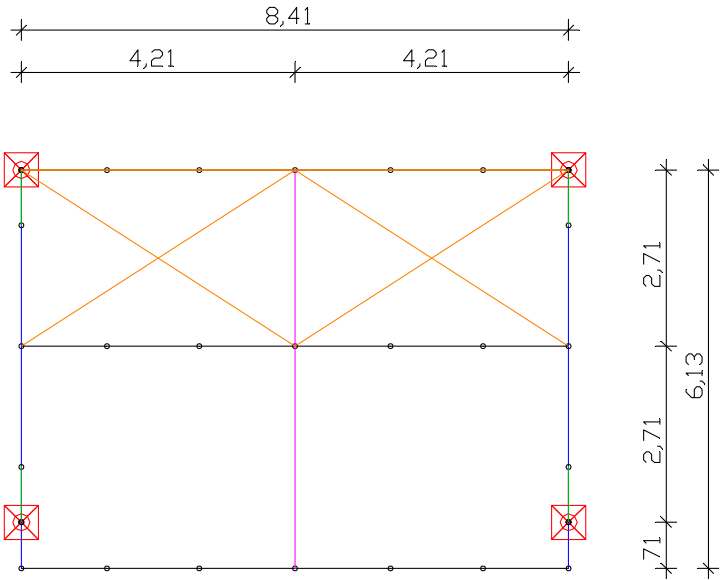
2 STATICAL SYSTEM / STATISCHES SYSTEM

Isometric:

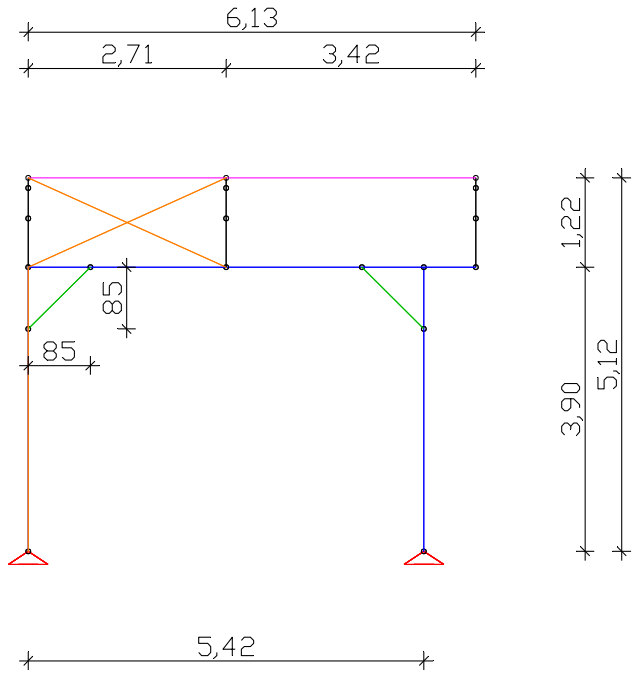


- black / Schwarz: PROLYTE H30D Circular Truss
- blue / Blau: PROLYTE H30V
- purple / Lila: Pipe / Rundrohr Ø50x4 EN AW 6082 T6
- green / Grün: Pipe / Rundrohr Ø48x3 EN AW 6082 T6

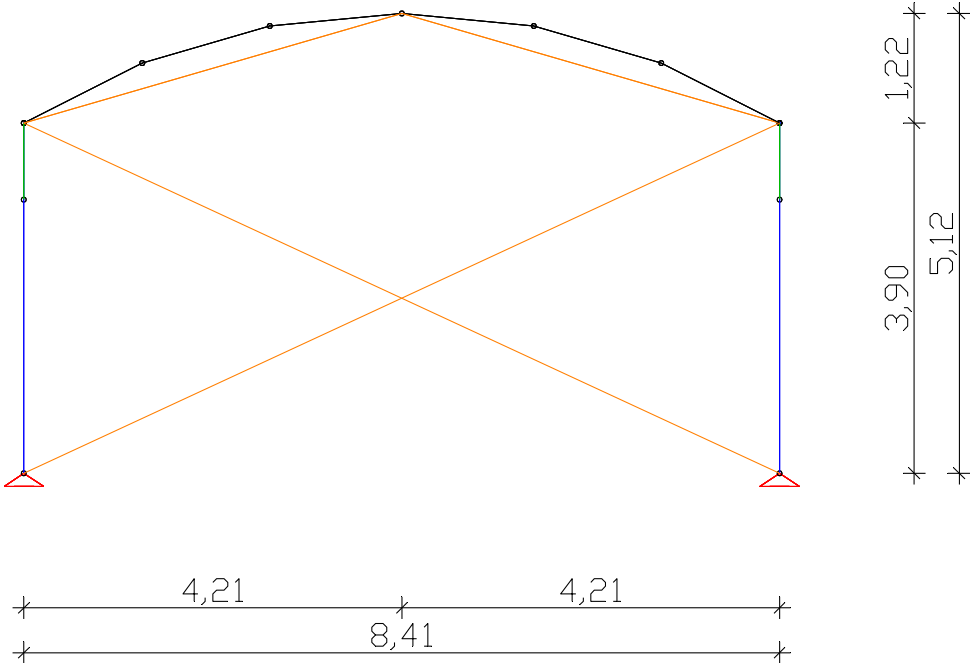
Top view:



Side view:



Front view:

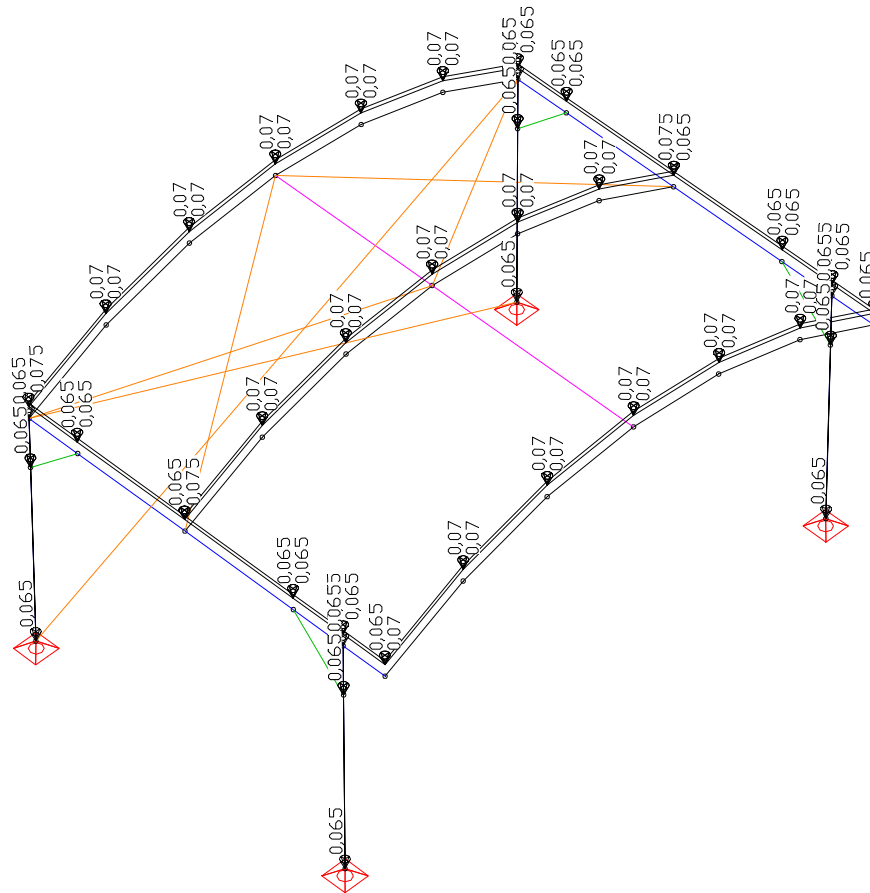


3 LOADING / BELASTUNG

Load case 1: dead weight / Eigengewicht

H30D Circular truss: $g_{k,1} \approx 0,070 \text{ kN/m}$ (7,0 kg/m)

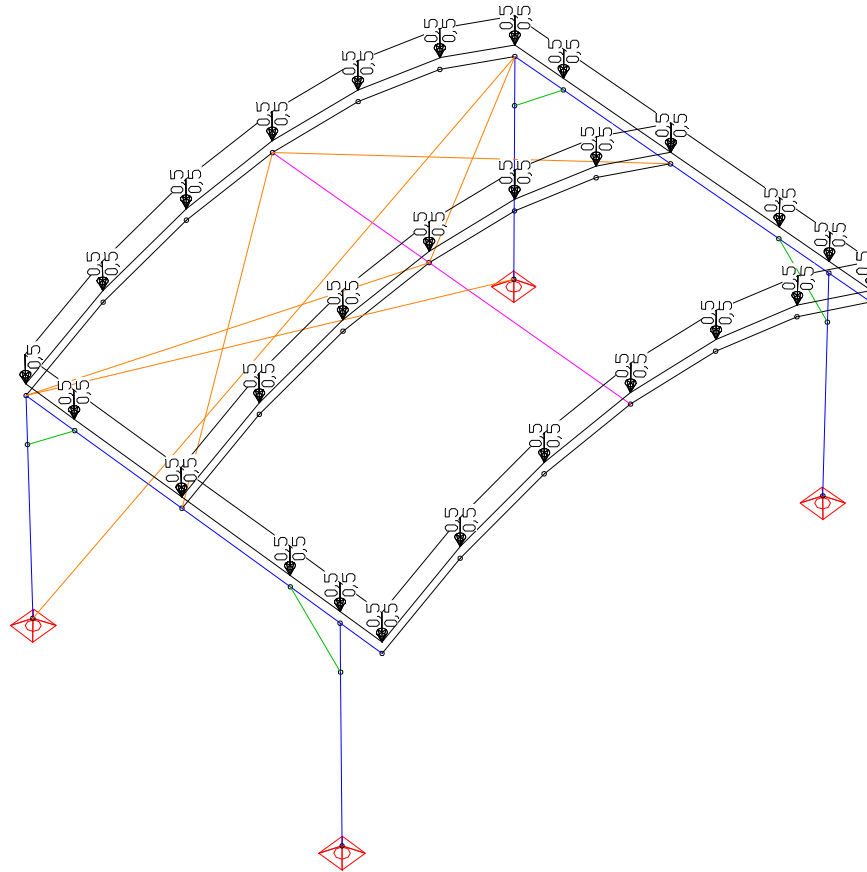
H30V: $g_{k,2} \approx 0,065 \text{ kN/m}$ (6,5 kg/m)



LC 1: Load, dead weight trusses

Load case 2: distributed payload / Verteilte Nutzlast

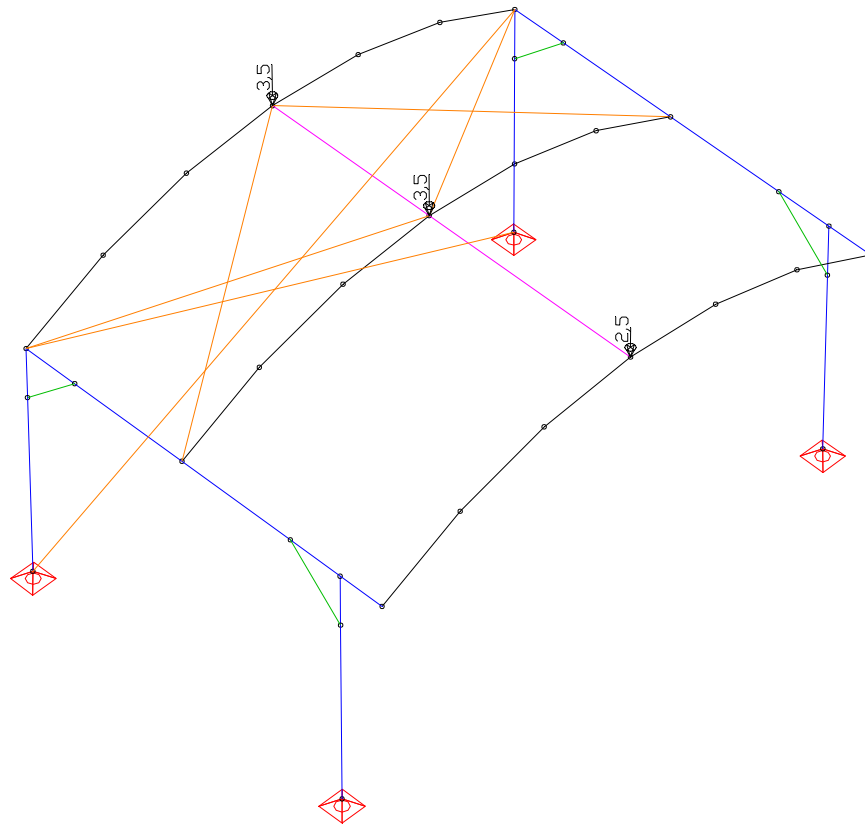
see chapter 1.6.3 / siehe Kapitel 1.6.3



LC 2: Load, distributed payload

Load case 3: point load setup 1 / Punktlast Position 1

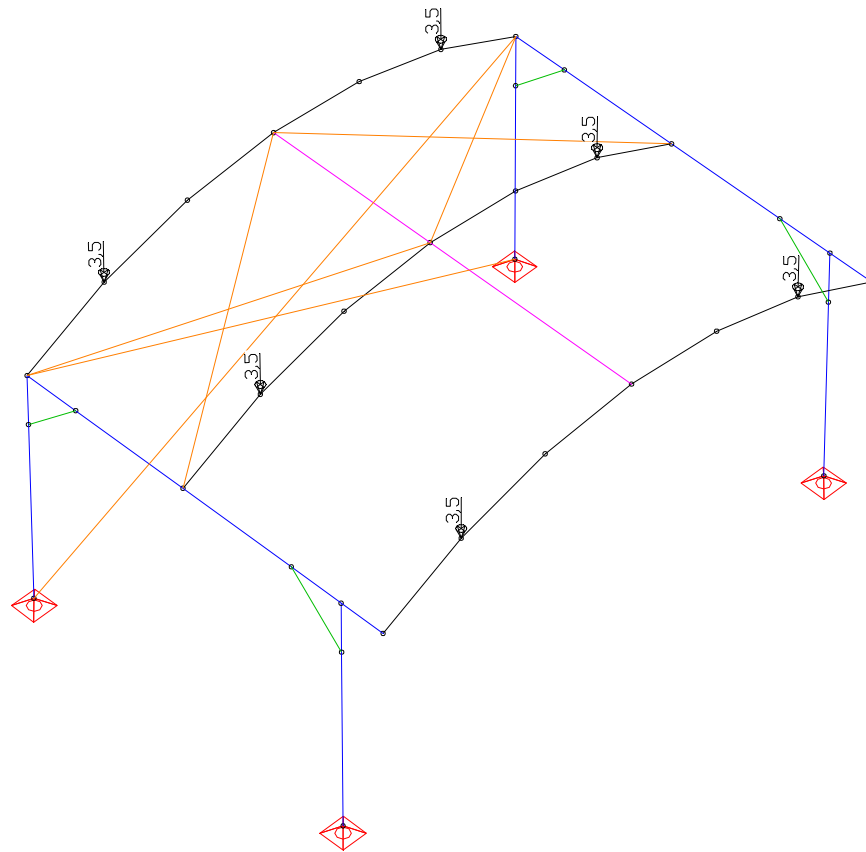
see chapter 1.6.3 / siehe Kapitel 1.6.3



LC 3: Load, point load setup1

Load case 4: point load setup 2/ Punktlast Position 2

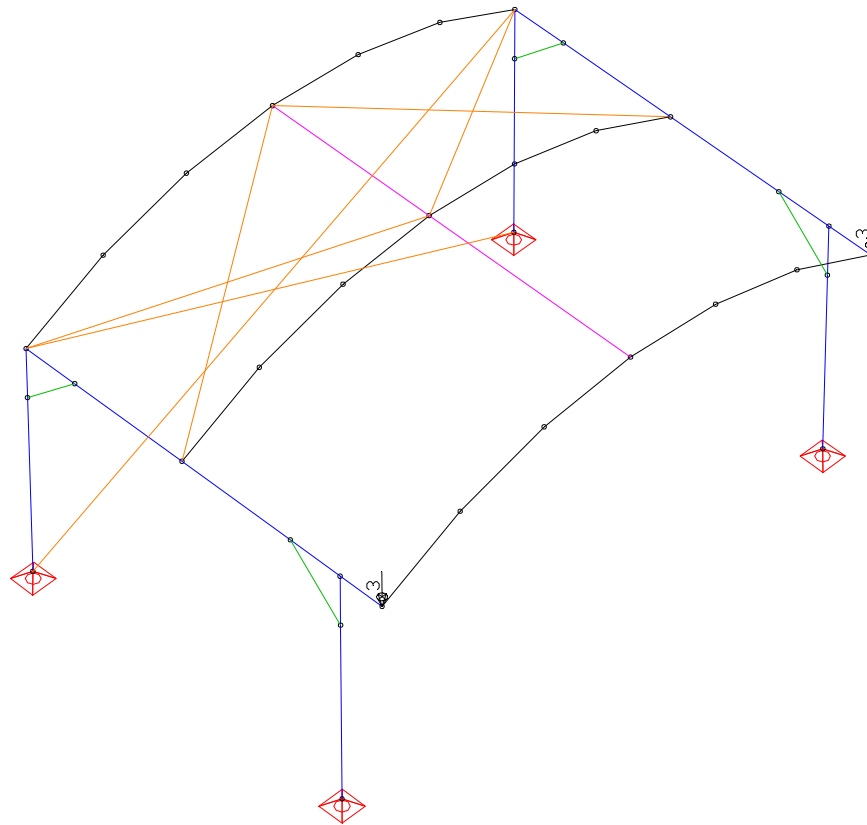
see chapter 1.6.3 / siehe Kapitel 1.6.3



LC 4: Load, point load setup2

Load case 5: PA-load / PA-Last

see chapter 1.6.3 / siehe Kapitel 1.6.3



LC 5: Load, PA-load

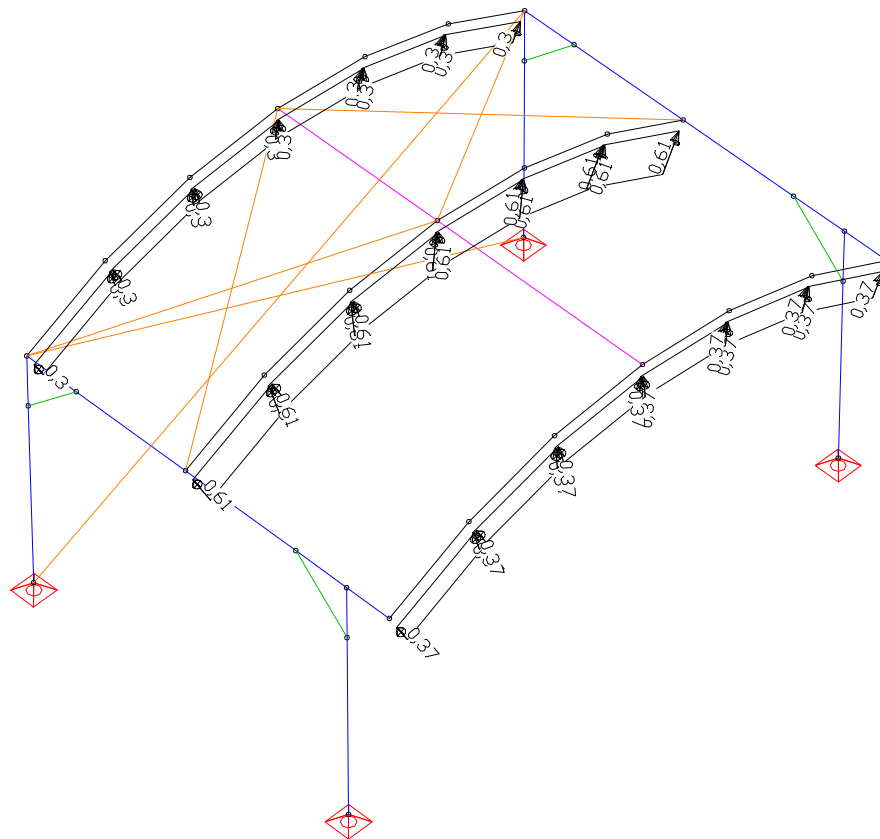
Load case 10: Wind roof area / Wind Dachfläche

$$q_b = 0.20 \text{ kN/m} \quad c_f = 1.00$$

$$0,20 \times 1,0 \times (2,71/2 + 0,15) = 0,301 \text{ kN/m}$$

$$0,20 \times 1,0 \times (2,71 + 3,42)/2 = 0,613 \text{ kN/m}$$

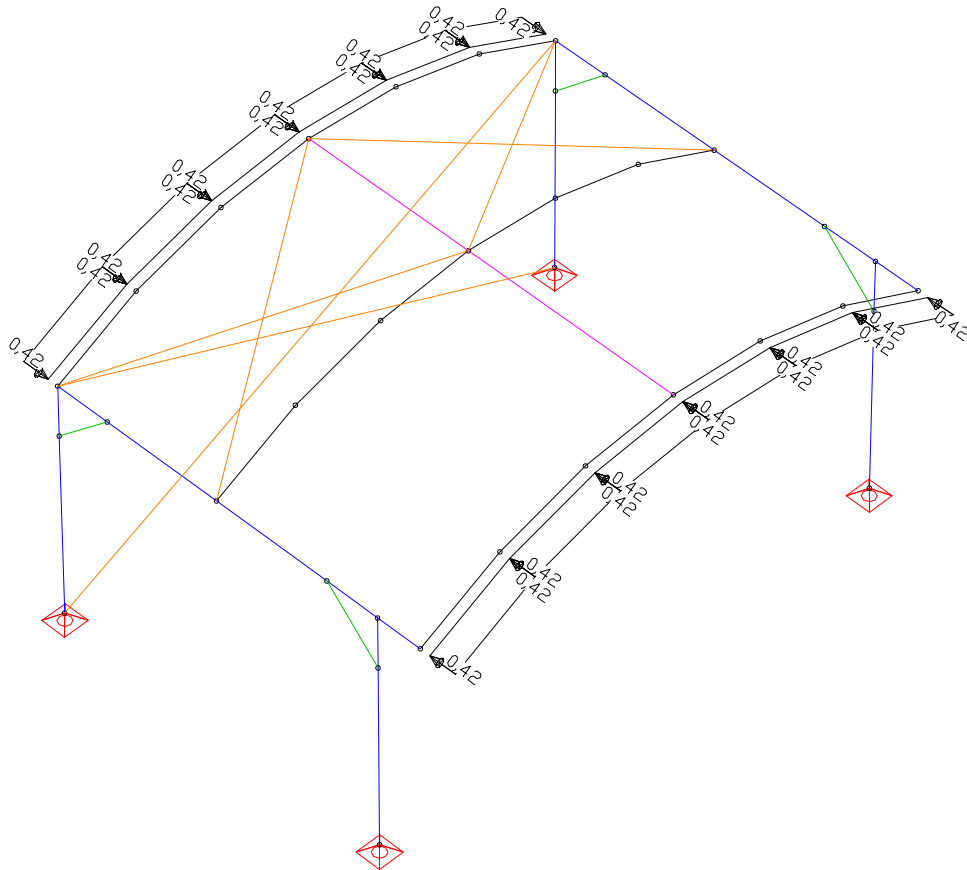
$$0,20 \times 1,0 \times (3,42/2 + 0,15) = 0,372 \text{ kN/m}$$



LC 10: Load, wind – roof

Load case 11: membrane tension roof / Planenzug Dachfläche

$$z_1 = (0,301 + 0,372) / 2 \times 1/0,8 = 0,421 \text{ kN/m}$$



LC 11: Load, membrane tension – roof

Load case 12: Wind rear wall / Wind Rückwand

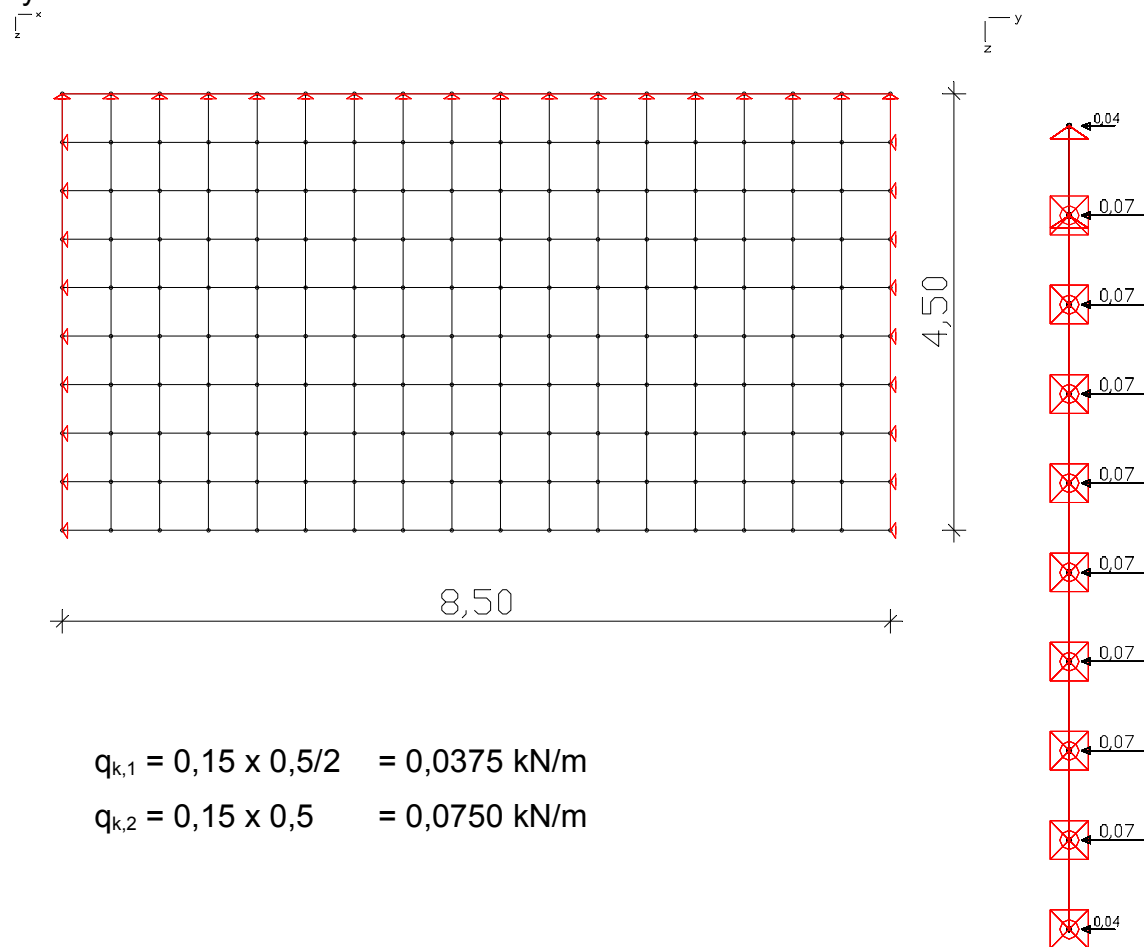
The canopy is fixed at the roof and columns. The exact distribution of the load will be calculated with a FEM-analysis of the canopy.

Die Plane wird am Dach und an den Stützen befestigt. Um die Verteilung der Lasten zu ermitteln wird nachfolgend ein Seilnetz berechnet.

Grid / Raster: 50x50 cm
 Cross section / Seilquerschnitt: 500 x 5 mm (5 mm Plane)
 E-Modul: 5 MN/m²

The calculation is done with a wind load of: /
 Die Berechnung wird durchgeführt mit einer Windlast von:
 $q_b = 0,15 \text{ kN/m}^2$

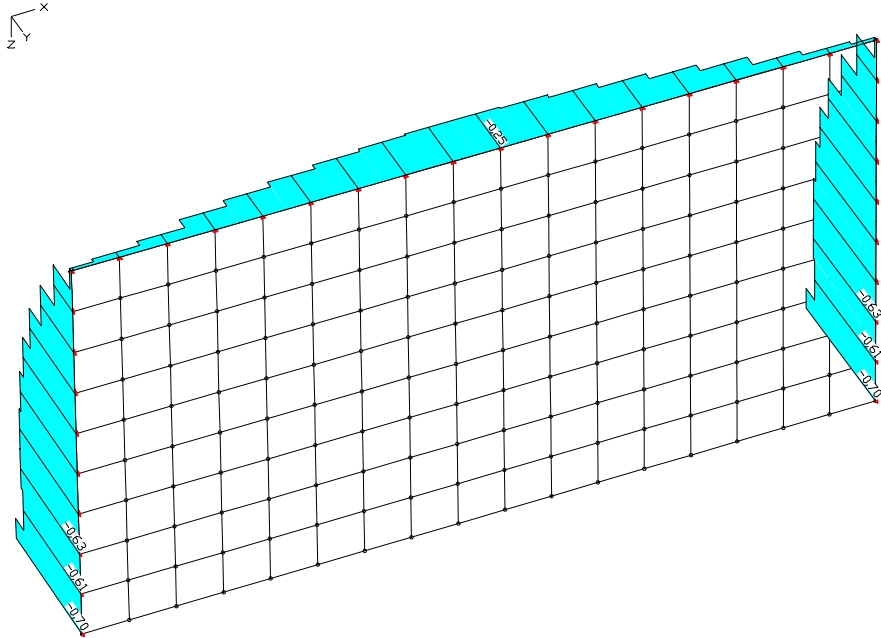
System:



$$q_{k,1} = 0,15 \times 0,5/2 = 0,0375 \text{ kN/m}$$

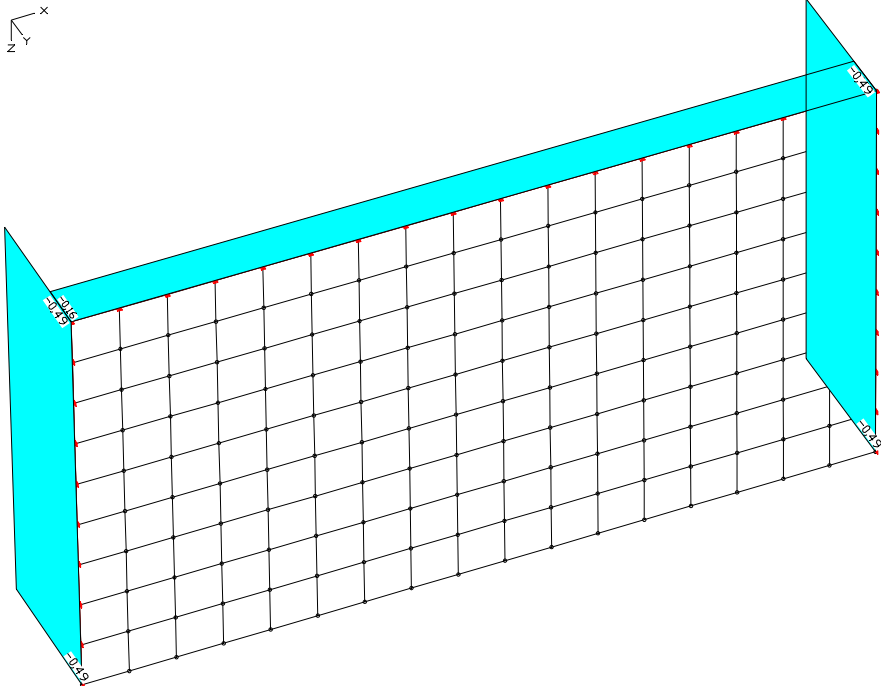
$$q_{k,2} = 0,15 \times 0,5 = 0,0750 \text{ kN/m}$$

Support reactions / Auflagerkräfte:



LF 1: Windlast
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien $Ry(i)$ [kN/m]
Summe im Globalsystem $Ry(g) = -9,24$ [kN]

in linearised form / in linearisierter Form:



LF 1: Windlast
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) $Ry(i)$ [kN/m]
Summe im Globalsystem $Ry(g) = -9,24$ [kN]

Roofgirder / Dachträger:

$q = 0,32 \text{ kN/m}$ triangular / dreiecksförmig

Columns / Stützen:

$q = 0,49 \text{ kN/m}$

arc area / Fläche Kreisbogen: $\sim 7,4 \text{ m}^2$

Total wind load on rear wall / Gesamte Windlast auf Rückwand:

$$0,15 \times 1,0 \times (8,4 \times 3,678 + 7,4) = 5,7 \text{ kN}$$

arc length / Bogenlänge: $L = 6 \times 1,48 = 8,88 \text{ m}$

Wind on roof girder / Windlast auf Dachträger: $8,88 \times 0,32/2 = 1,42 \text{ kN}$

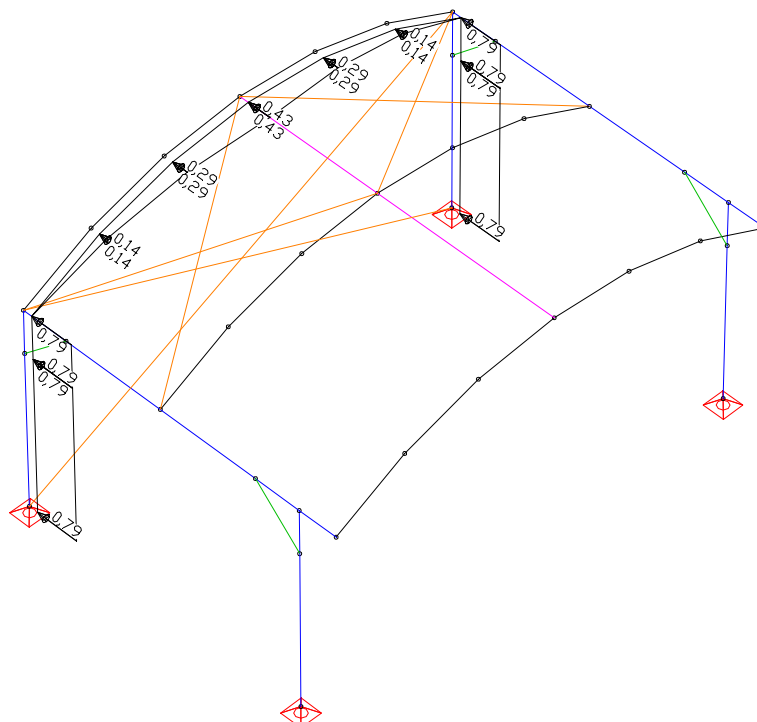
Wind on tower / Windlast auf Stützen: $5,7 - 1,42 = 4,28 \text{ kN}$

$$\rightarrow q = 4,28/(2 \times 3,70) = 0,59 \text{ kN/m}$$

with / mit $q_b = 0,20$:

$$q_{k,1} = 0,2/0,15 \times 0,32 = 0,427 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,2} = 0,2/0,15 \times 0,59 = 0,787 \text{ kN/m}$$



LC 12: Load, wind – rear wall

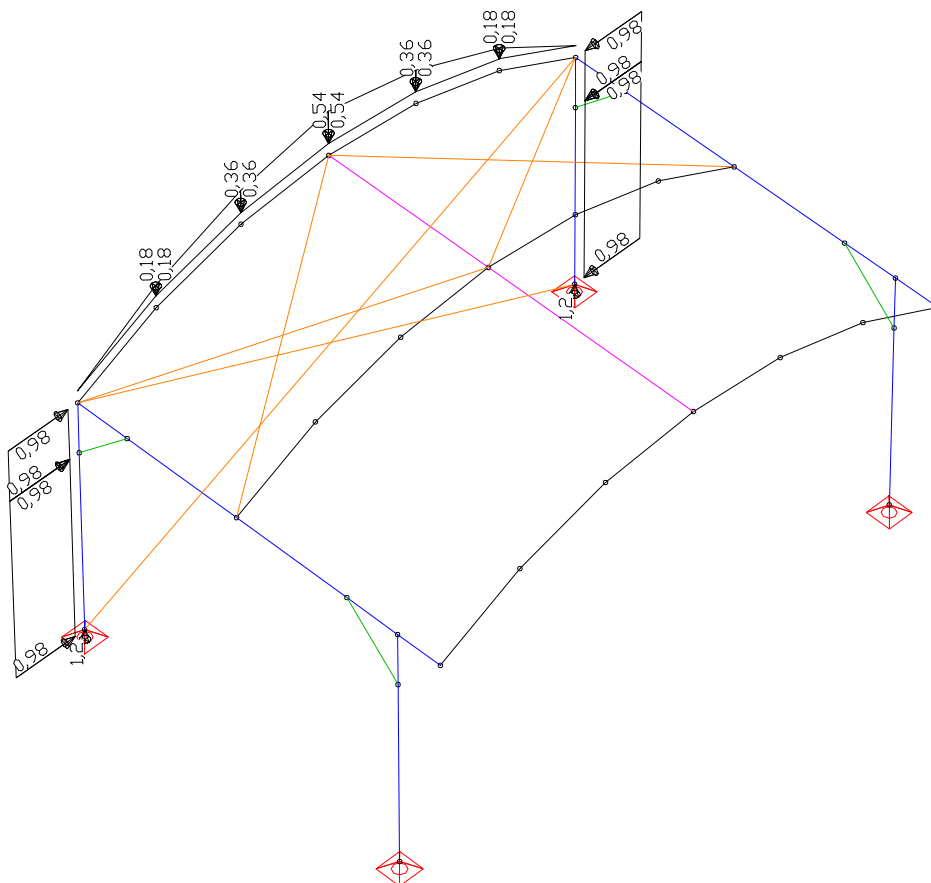
Load case 13: membrane tension rear wall / Planenzug Rückwand

$$q_{k,1} = 0,427/0,8 = 0,534 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,2} = 0,787/0,8 = 0,984 \text{ kN/m}$$

Reaction force due to membrane tension roof
 Reaktionskraft infolge Planenzug Dach (innere Kräfte)

$$Q_k = 1,20 \text{ kN}$$



LC 13: Load, membrane tension – rear wall

Load case 14: Wind left wall / Wind linke Seitenwand

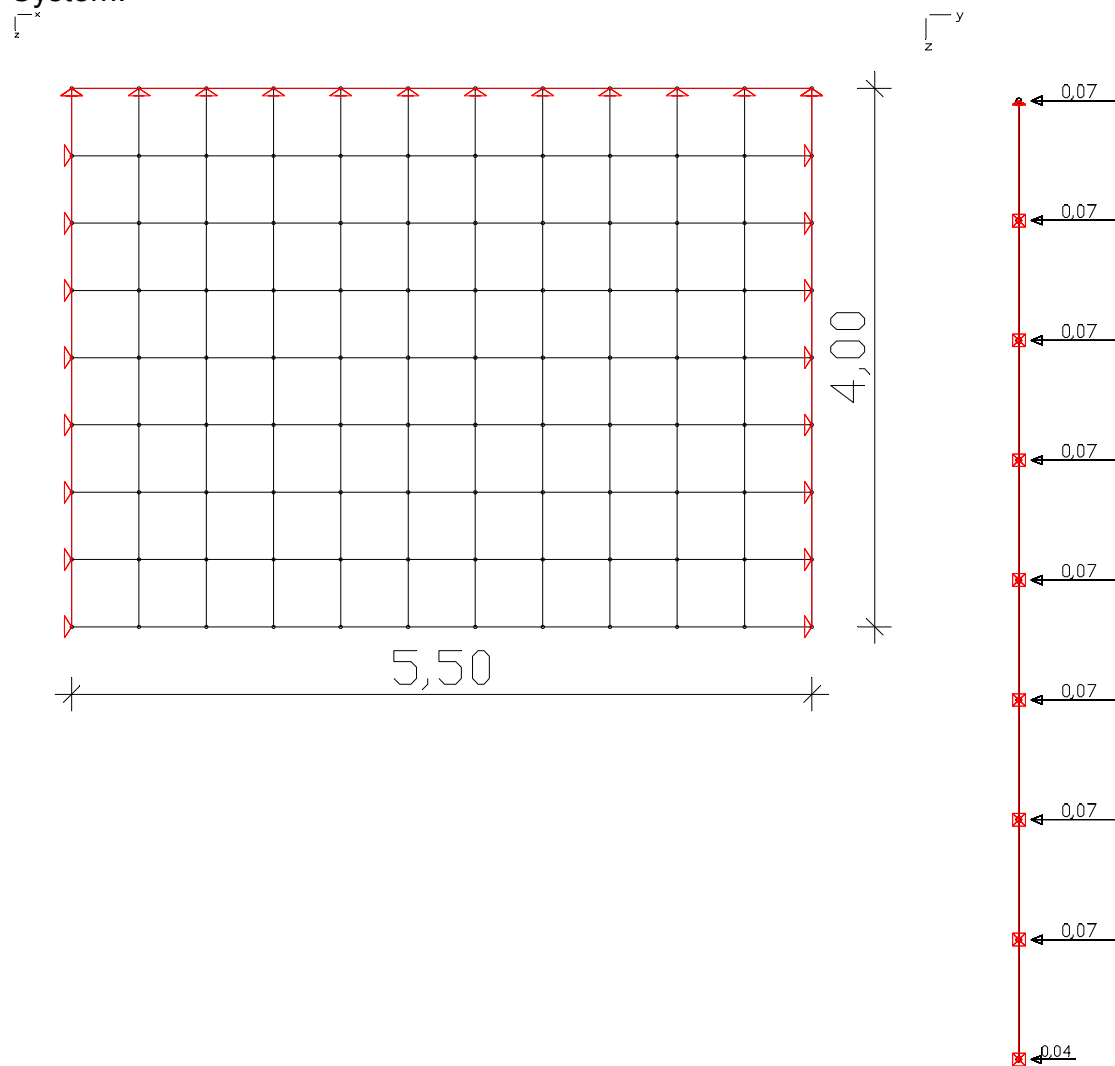
The canopy is fixed at the roof and columns. The exact distribution of the load will be calculated with a FEM-analysis of the canopy.

Die Plane wird am Dach und an den Stützen befestigt. Um die Verteilung der Lasten zu ermitteln wird nachfolgend ein Seilnetz berechnet.

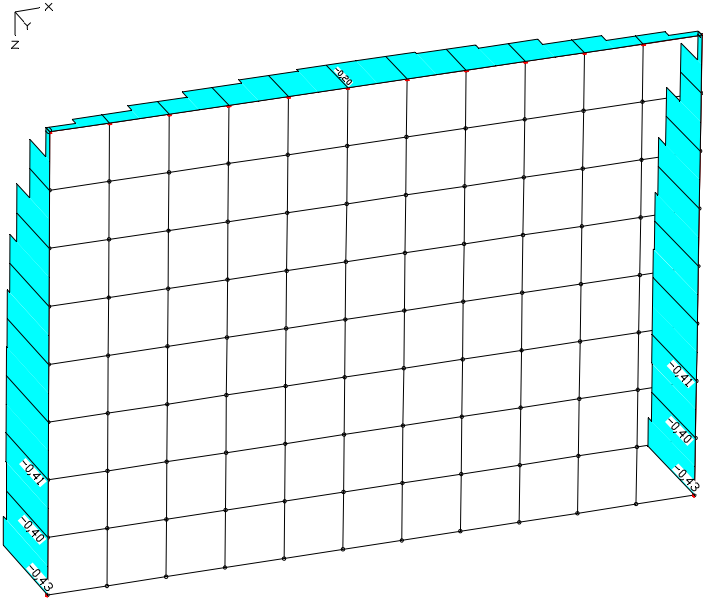
Grid / Raster: 50x50 cm
 Cross section / Seilquerschnitt: 500 x 5 mm (5 mm Plane)
 E-Modul: 5 MN/m²

The calculation is done with a wind load of: /
 Die Berechnung wird durchgeführt mit einer Windlast von:
 $q_b = 0,15 \text{ kN/m}^2$

System:

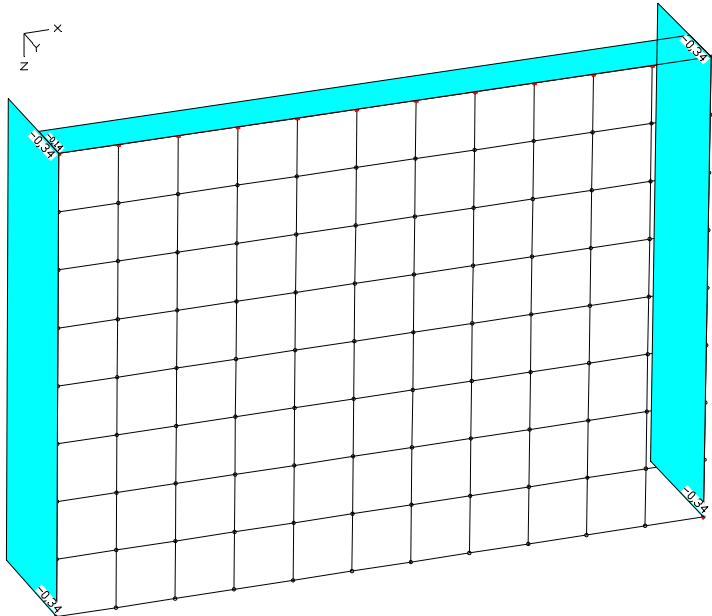


Support reactions / Auflagerkräfte:



LF 1: Windlast
Auflagerreaktionen im System der Lagerlinien $R_y(l)$ [kN/m]
Summe im Globalsystem $R_y(g) = -9,24$ [kN]

in linearised form / in linearisierter Form:



LF 1: Windlast
Auflagerreaktionen (Mittel im Lagerliniensystem) $R_y(l)$ [kN/m]
Summe im Globalsystem $R_y(g) = -9,24$ [kN]

Columns / Stützen:

$q = 0,34 \text{ kN/m}$

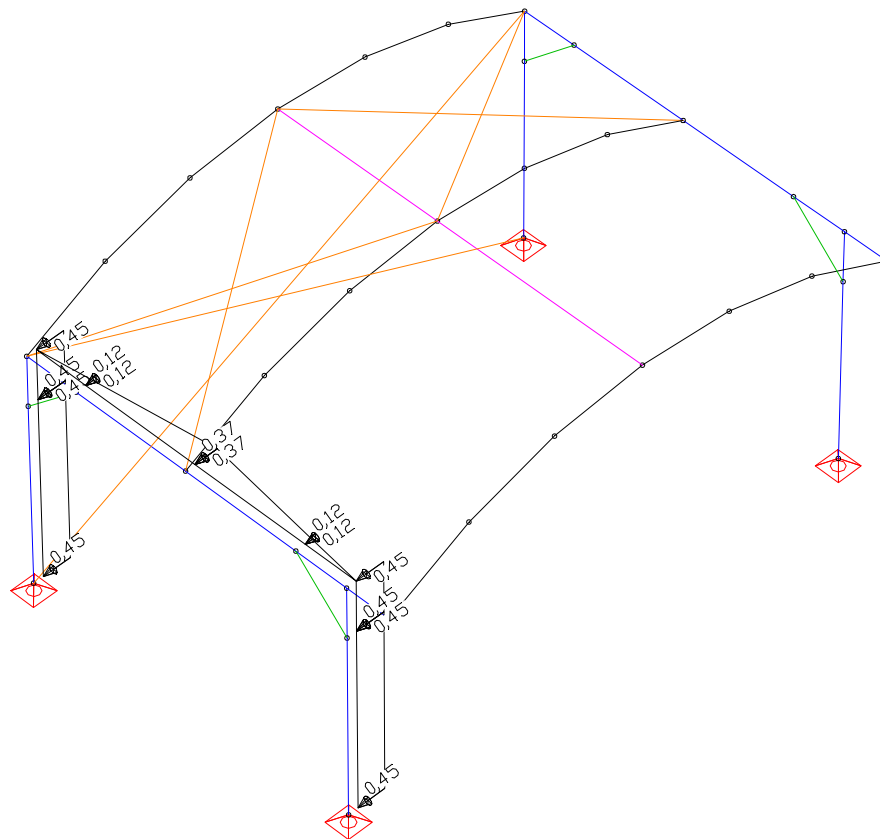
Roofgirder / Dachträger:

$q = 0,28 \text{ kN/m}$ als Dreieckslast

with / mit $q_b = 0,20$:

$$q_{k,1} = 0,2/0,15 \times 0,28 = 0,373 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,2} = 0,2/0,15 \times 0,34 = 0,453 \text{ kN/m}$$



LC 14: Load, wind – left side

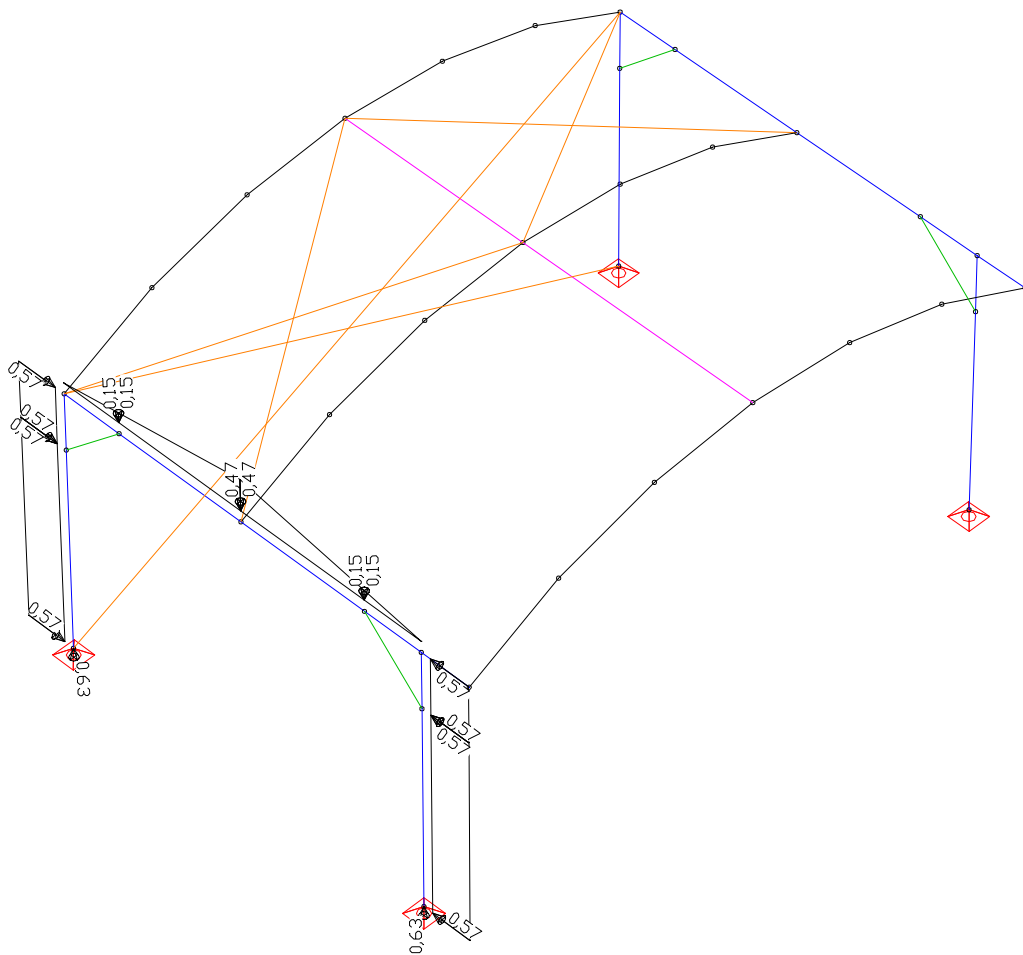
Load case 15: membrane tension left side wall / Planenzug Seitenwand links

$$q_{k,1} = 0,373/0,8 = 0,466 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,2} = 0,453/0,8 = 0,566 \text{ kN/m}$$

Reaction force due to membrane tension roof
 Reaktionskraft infolge Planenzug Dach (innere Kräfte)

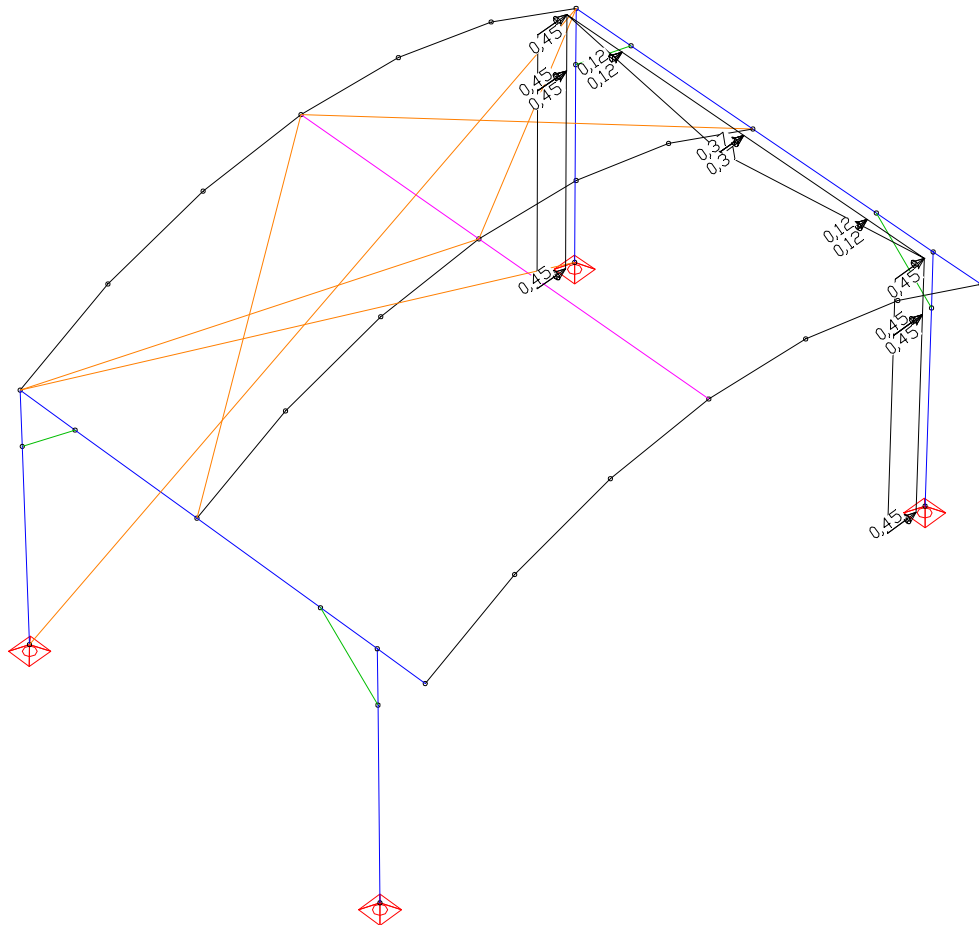
$$Q_k = 0,63 \text{ kN}$$



LF 15: Belastung, membrane tension – left side

Load case 16: Wind right side wall / Wind Seitenwand rechts

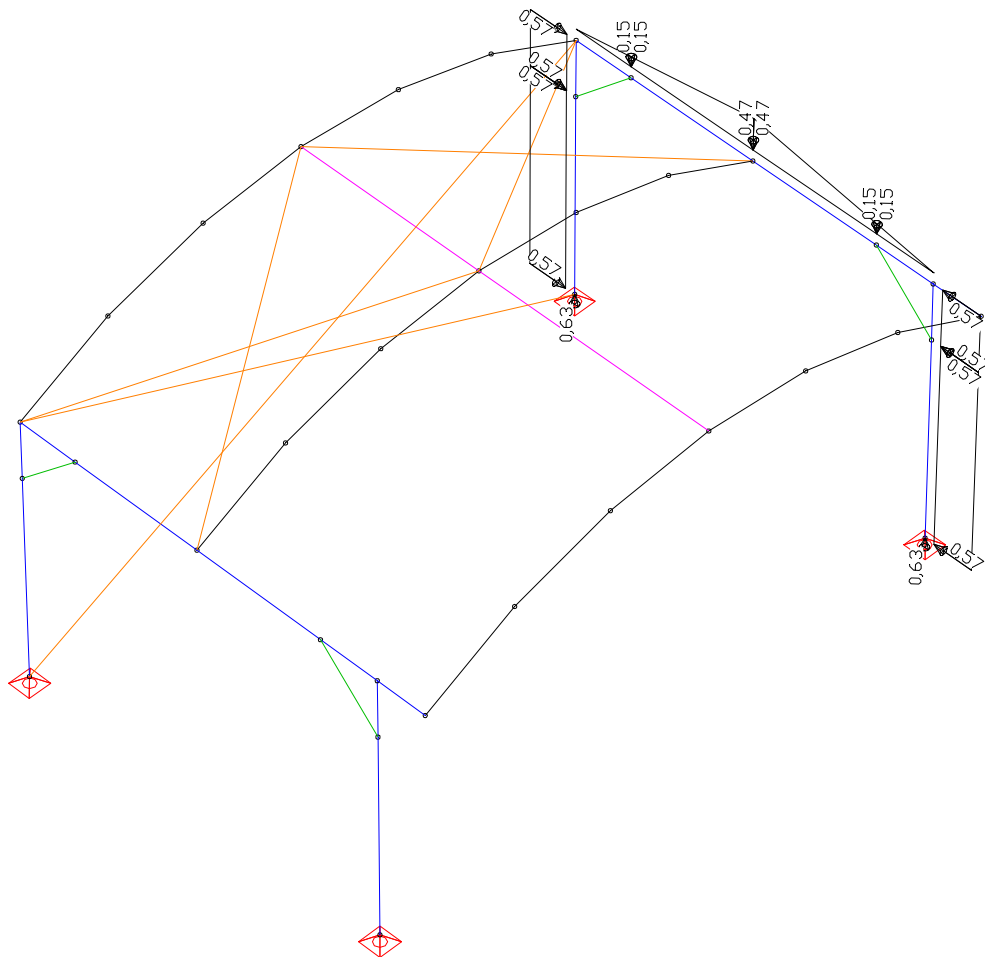
see load case 14 / siehe Lastfall 14



LF 16: Belastung, wind – right side

Load case 17: membrane tension right side wall / Planenzug Seitenwand rechts

see load case 15 / siehe Lastfall 15



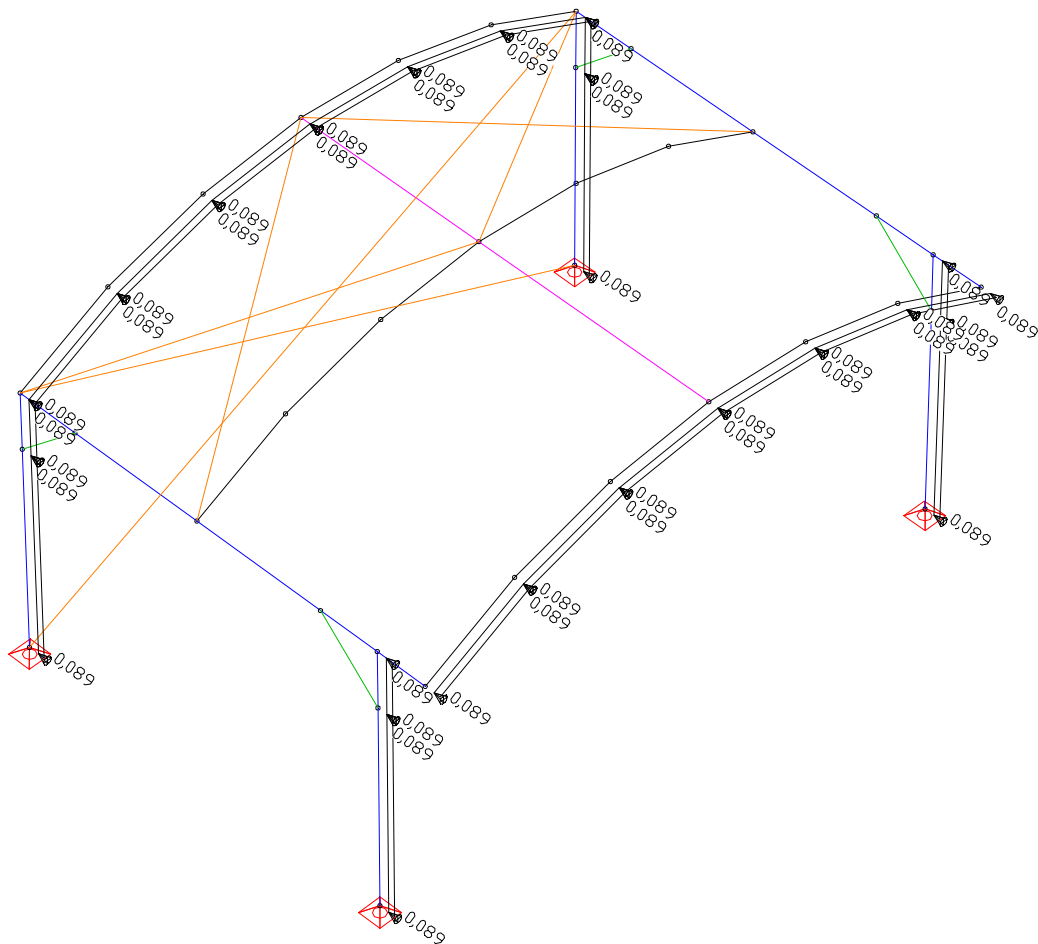
LF 17: Belastung, membrane tension – right side

Load case 20: wind structure without wall canopy y-direction/
Wind auf Konstruktion ohne Wandplanen y-Richtung

Column / Roof- 50% permeable
Stütze / Dach - 50% durchlässig

$$q_b = 0,455 \text{ kN/m} \quad c_f = 1,30 \quad b \sim 0,30 \text{ m:}$$

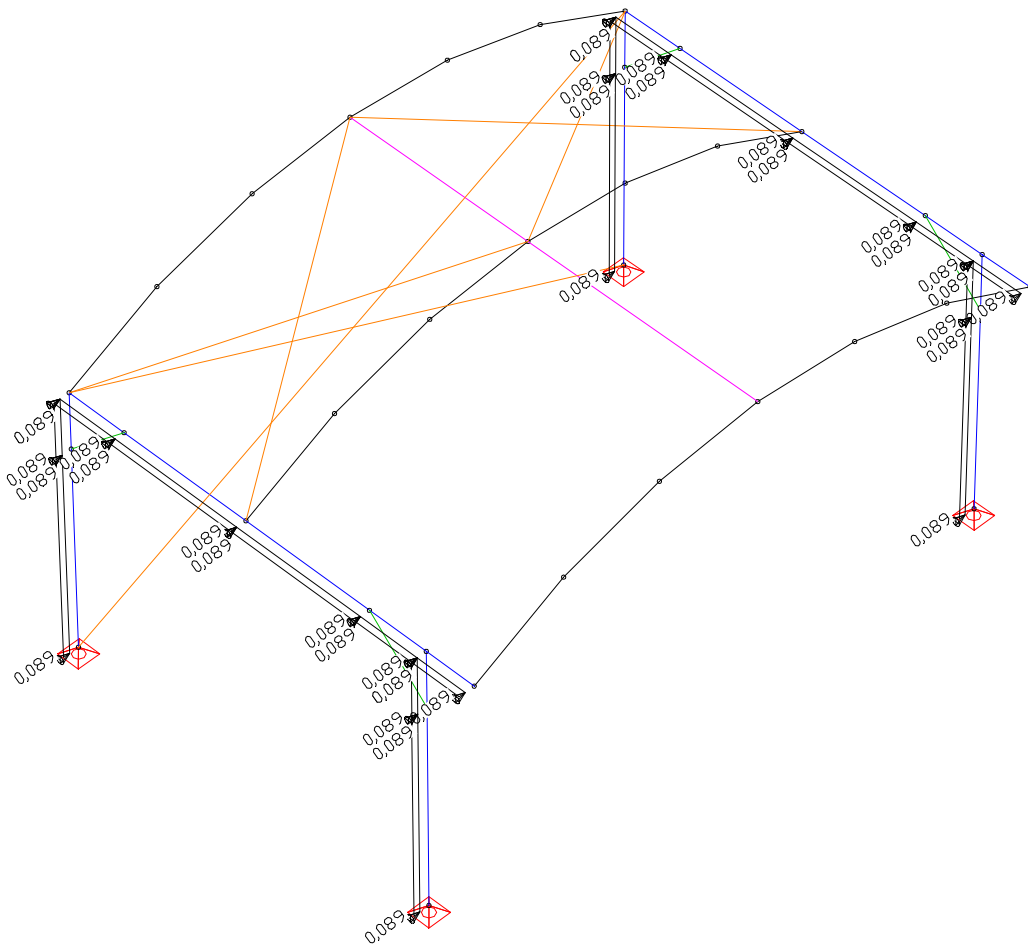
$$q_k = 1,3 \times 0,455 \times 0,3 \times 0,5 = 0,089 \text{ kN/m}$$



LF 20: Belastung, wind – columns in y-dir.

Load case 21: wind structure without wall canopy x-direction/
Wind auf Konstruktion ohne Wandplanen x-Richtung

see load case 20 / siehe Lastfall 20



LF 21: Belastung, wind – columns in x-dir.

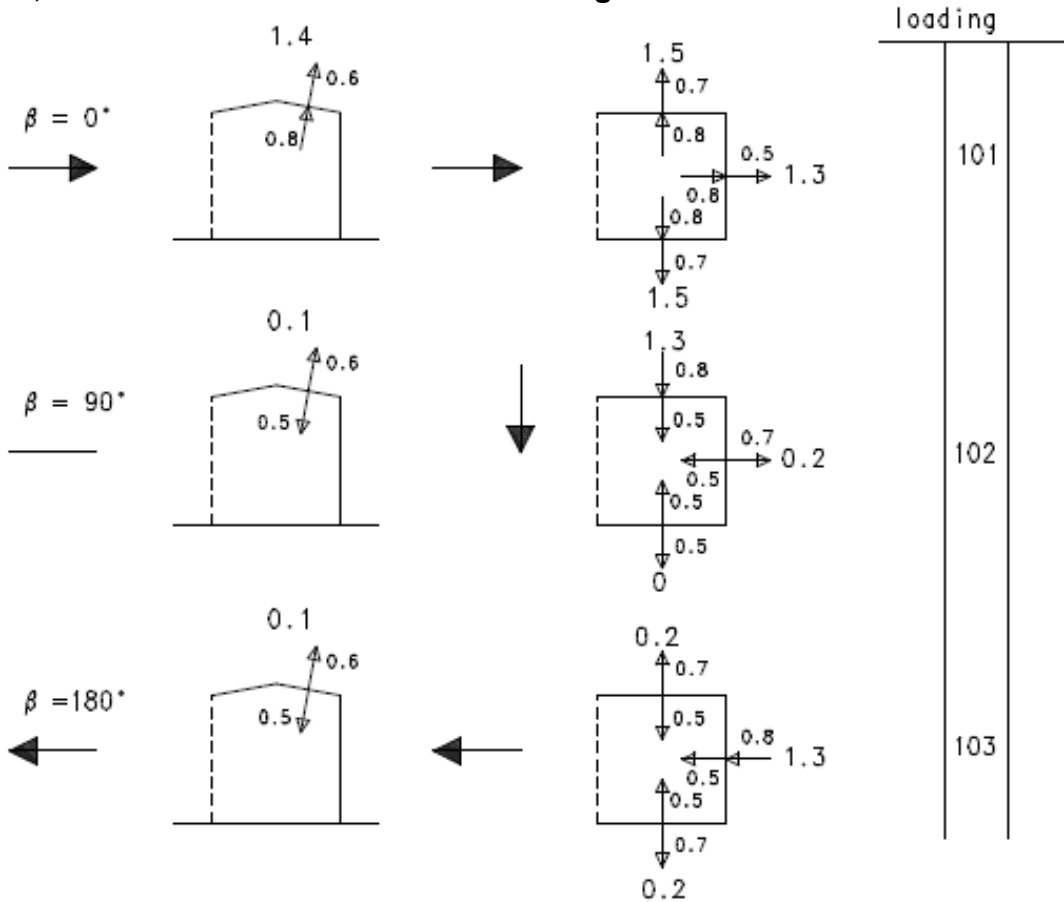
To regard various wind directions, each single wind loading scenario will be multiplied with a factor based on the weighting c_f – value according to the direction of wind:

Zur Betrachtung der verschiedenen Windrichtungen werden Überlagerungslastfälle gebildet. Entsprechend der Windrichtung werden die Einzellastfälle mit dem entsprechenden c_f - Wert gewichtet und zusammen gefügt.

1. roof, back wall and sides enclosed with fully closed canvas wall
Dach und Seiten mit Planen geschlossen
LF101-103

2. roof enclosed with fully closed canvas wall, back wall and sides removed /
Dach mit Plane geschlossen, Wandplanen entfernt.
LF 301-302

1. roof, back wall and sides enclosed: fully closed canvas wall for roof and walls
1. Dach, Rück- und Seitenwände mit Planen geschlossen

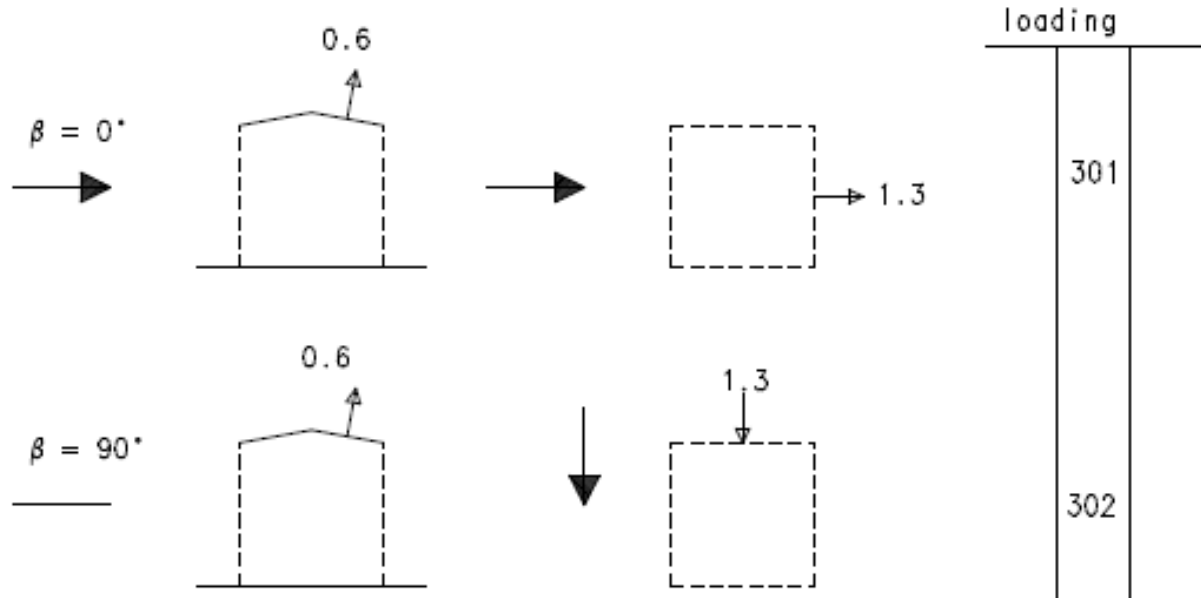


Loading scenario 101 **Wind $\beta = 0^\circ$**
 Load 10-11 = 1,40
 Load 12-13 = 1,30
 Load 14-17 = 1,50

Loading scenario 102 **Wind $\beta = 90^\circ$**
 Load 10-11 = 0,10
 Load 12-13 = 0,20
 Load 14 = -1,30
 Load 15 = 1,30
 Load 16-17 = 0

Loading scenario 103 **Wind $\beta = 180^\circ$**
 Load 10-11 = 0,10
 Load 12 = -1,30
 Load 13 = 1,30
 Load 14-17 = 0,20

2. roof closed, wall canopy removed/ Dach geschlossen, Seitenplanen entfernt



Loading scenario 301

Wind $\beta = 0^\circ$

Load 10-11	$0,455/0,2 \times 0,6$	=	1,365
Load 20		=	1,00

Loading scenario 302

Wind $\beta = 90^\circ$

Load 10-11	$0,455/0,2 \times 0,6$	=	1,365
Load 21		=	1,00

For the dimensioning the given load cases are combined in load case combinations. /
Für die Bemessung werden die gezeigten Lastfälle in Lastfallkombinationen überlagert.

NOTICE/ HINWEIS:

Due to the calculation according to the new standard DIN EN 1999-1-1/ Eurocode 9 for aluminium, it is necessary to build some extra load case combinations.

A change in the calculation concept from permissible loads (DIN 4113) to stress capacity values with incorporate partial safety factors $\gamma_G = 1,1$ for steady loads and $\gamma_Q = 1,35$ for variable loads affords these extra load case combinations. (LCC 91-93)
The values for the partial safety factors are given in the DIN EN 13814 for fairground and amusement park machinery and structures.

Aufgrund des Bezuges der Berechnung auf die neue Norm DIN EN 1999-1-1/ Eurocode 9 für Aluminium, ist es erforderlich einige neue Lastfallkombinationen ein zu führen.

Ein Wechsel im Bemessungskonzept von zulässigen Belastungen (DIN 4113) hin zu Beanspruchbarkeiten mit Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_G = 1,1$ für ständige Lasten und $\gamma_Q = 1,35$ für veränderliche Lasten erfordern diese zusätzlichen Lastfallkombinationen. (LFK 91-93)
Die Teilsicherheitsbeiwerte werden in der DIN EN 13814 für Fliegende Bauten und Anlagen für Veranstaltungsplätze und Vergnügungsparks angegeben.

Load combinations under characteristic loads /
Lastfallkombinationen unter charakteristischer Last:

LCC 81: LC1 + LC(2-4) + LC5 + LC(101-103)

LCC 83: LC1 + LC(2-4) + LC5 + LC(301-302)

LCC 85: max (LCC81; LCC83)

Load combinations under design loads /
Lastfallkombinationen unter Design Last:

LCC 91: 1,1 x LC1 + 1,35 x LC(2-4) + 1,35 x LC5 + 1,35 x LC(101-103)

LCC 93: 1,1 x LC1 + 1,35 x LC(2-4) + 1,35 x LC5 + 1,35 x LC(301-302)

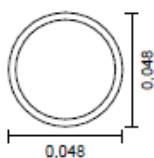
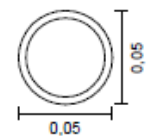
LCC 95: max (LCC91; LCC93)

4 CALCULATION / BERECHNUNG

System characteristics

- 35 Nodes
- 48 Beams
- 4 Supports
- 0 Link elements
- 5 Material properties
- 5 Section properties
- 20 Load cases
- 6 Load case combinations
- 5 Result locations in beam elements

Section properties

1	Beam	H30 D Area [m ²] Moments of inertia [m ⁴]	A = 1,2720e-03 I _x = 1,0000e-06 I _z = 1,0470e-05	I _y = 1,0570e-05 I _{yz} = 0,0000e+00
2	Beam	H30 V Area [m ²] Moments of inertia [m ⁴]	A = 1,6960e-03 I _x = 1,0000e-06 I _z = 2,1000e-05	I _y = 2,1000e-05 I _{yz} = 0,0000e+00
3	Polygon 	48x3 Centroid [m] Area [m ²] Moments of inertia [m ⁴] Main axis angle [Grad] Ignore I _{yz} in member stiffness.	Y _s = -0,000 A = 4,2140e-04 I _x = 2,1272e-07 I _y = 1,0645e-07 I _z = 1,0645e-07 Phi = 0,000	Z _s = -0,000 I _{yz} = 0,0000e+00 I ₁ = 1,0645e-07 I ₂ = 1,0645e-07
4	Tension member	Area [m ²]	A = 1,2000e-04	
5	Polygon 	50x4 Centroid [m] Area [m ²] Moments of inertia [m ⁴] Main axis angle [Grad]	Y _s = -0,000 A = 5,7435e-04 I _x = 3,0396e-07 I _y = 1,5208e-07 I _z = 1,5208e-07 Phi = 0,000	Z _s = -0,000 I _{yz} = 0,0000e+00 I ₁ = 1,5208e-07 I ₂ = 1,5208e-07

Material Properties

No.	Type	E-Modu. [MN/m ²]	GModule [MN/m ²]	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ²]	Miscellaneous
1	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	
2	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	
3	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	f _c = 1e+006 [MN/m ²] f _t = 1e+006
4	S235	210000	81000	1,20e-05	78,500	
5	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	f _c = 1e+006 [MN/m ²] f _t = 1e+006

List of load cases

LC.	Label
1	dead weight trusses
2	distributed payload
3	point load setup1
4	point load setup2
5	PA-load
10	wind - roof
11	membrane tension - roof
12	wind - rear wall
13	membrane tension - rear wall
14	wind - left side
15	membrane tension - left side
16	wind - right side
17	membrane tension - right side
20	wind - columns in y-dir.
21	wind - columns in x-dir.
101	wind - operating state $\beta=0$
102	wind - operating state $\beta=90$
103	wind - operating state $\beta=180$
301	wind - $\beta=0$ roof only
302	wind - $\beta=90$ roof only

Load data load case 101: wind - operating state $\beta=0$

No.	Insert loads (EINF)		weighting
	load case from	to	
1	10	11	1,400
2	12	12	1,300
3	13	13	1,300
4	14	14	1,500
5	15	15	1,500
6	16	16	1,500
7	17	17	1,500

Load data load case 102: wind - operating state $\beta=90$

No.	Insert loads (EINF)		weighting
	load case from	to	
1	10	11	0,100
2	12	12	0,200
3	13	13	0,200
4	14	14	-1,300
5	15	15	1,300
6	16	16	0,000
7	17	17	0,000

Load data load case 103: wind - operating state $\beta=180$

No.	Insert loads (EINF)		weighting
	load case from	to	
1	10	11	0,100
2	12	12	-1,300
3	13	13	1,300
4	14	14	0,200
5	15	15	0,200
6	16	16	0,200
7	17	17	0,200

Load data load case 301: wind - $\beta=0$ roof only

No.	Insert loads (EINF)		weighting
	load case from	load case to	
1	10	11	1,365
2	20	20	1,000

Load data load case 302: wind - $\beta=90$ roof only

No.	Insert loads (EINF)		weighting
	load case from	load case to	
1	10	11	1,365
2	21	21	1,000

Load case combination 81

Permanent action		Factor
1	dead weight trusses	1,000
Variable inclusive action		Factor
5	PA-load	1,000
1. Variable exclusive action		Factor
101	wind - operating state $\beta=0$	1,000
102	wind - operating state $\beta=90$	1,000
103	wind - operating state $\beta=180$	1,000
2. Variable exclusive action		Factor
2	distributed payload	1,000
3	point load setup1	1,000
4	point load setup2	1,000

Load case combination 83

Permanent action		Factor
1	dead weight trusses	1,000
Variable inclusive action		Factor
5	PA-load	1,000
1. Variable exclusive action		Factor
301	wind - $\beta=0$ roof only	1,000
302	wind - $\beta=90$ roof only	1,000
2. Variable exclusive action		Factor
2	distributed payload	1,000
3	point load setup1	1,000
4	point load setup2	1,000

Load case combination 85

1. Variable exclusive action		Factor
K81	[Unnamed]	1,000
K83	[Unnamed]	1,000

Load case combination 91

Permanent action		Factor
1	dead weight trusses	1,100
Variable inclusive action		Factor
5	PA-load	1,350
1. Variable exclusive action		Factor
101	wind - operating state $\beta=0$	1,350
102	wind - operating state $\beta=90$	1,350
103	wind - operating state $\beta=180$	1,350
2. Variable exclusive action		Factor
2	distributed payload	1,350
3	point load setup1	1,350
4	point load setup2	1,350

Load case combination 93

Permanent action		Factor
1	dead weight trusses	1,100
Variable inclusive action		Factor
5	PA-load	1,350
1. Variable exclusive action		Factor
301	wind - $\beta=0$ roof only	1,350
302	wind - $\beta=90$ roof only	1,350
2. Variable exclusive action		Factor
2	distributed payload	1,350
3	point load setup1	1,350
4	point load setup2	1,350

Load case combination 95

1. Variable exclusive action		Factor
K91	[Unnamed]	1,000
K93	[Unnamed]	1,000

Sum of installed loads and support reactions

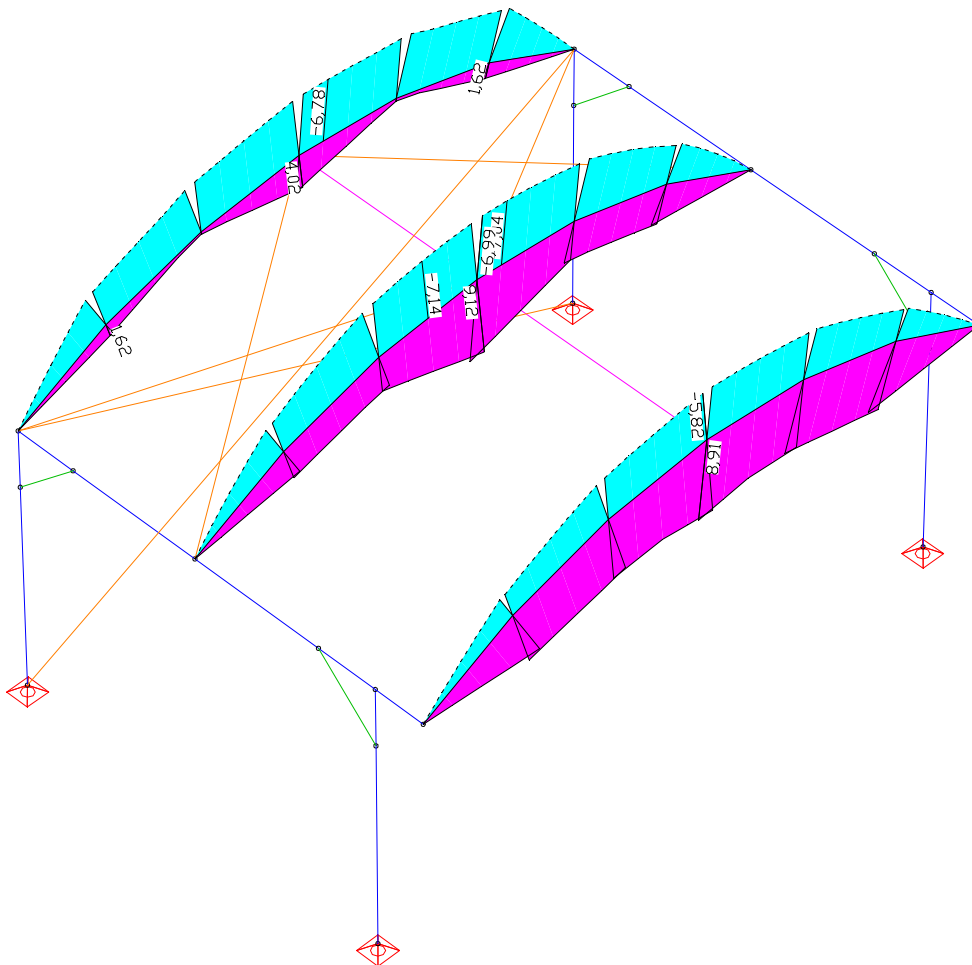
LC.	Label	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	dead weight trusses	0,000	0,000	3,672
	Support reactions	0,000	-0,000	3,672
2	distributed payload	0,000	0,000	19,425
	Support reactions	0,000	-0,000	19,425
3	point load setup1	0,000	0,000	9,500
	Support reactions	0,000	0,000	9,500
4	point load setup2	0,000	0,000	21,000
	Support reactions	0,000	0,000	21,000
5	PA-load	0,000	0,000	6,000
	Support reactions	-0,000	0,000	6,000
10	wind - roof	-0,002	-0,000	-10,813
	Support reactions	-0,002	-0,000	-10,813
11	membrane tension - roof	0,000	0,000	0,000
	Support reactions	0,000	-0,000	-0,000
12	wind - rear wall	-0,000	-8,042	0,000
	Support reactions	-0,000	-8,042	0,000
13	membrane tension - rear wall	0,000	-0,000	-0,007
	Support reactions	0,000	-0,000	-0,007
14	wind - left side	-4,535	0,000	0,000
	Support reactions	-4,535	0,000	-0,000
15	membrane tension - left side	0,000	0,000	0,014
	Support reactions	0,000	-0,000	0,014
16	wind - right side	4,535	0,000	0,000
	Support reactions	4,535	0,000	-0,000
17	membrane tension - right side	-0,000	0,000	0,014
	Support reactions	0,000	0,000	0,014
20	wind - columns in y-dir.	-0,000	-2,966	0,000
	Support reactions	0,000	-2,966	0,000
21	wind - columns in x-dir.	2,479	0,000	0,000
	Support reactions	2,479	0,000	-0,000
101	wind - operating state $\beta=0$	-0,003	-10,454	-15,106
	Support reactions	-0,003	-10,454	-15,106
102	wind - operating state $\beta=90$	5,895	-1,608	-1,065
	Support reactions	5,895	-1,608	-1,065
103	wind - operating state $\beta=180$	-0,000	10,454	-1,085
	Support reactions	-0,000	10,454	-1,085
301	wind - $\beta=0$ roof only	-0,003	-2,966	-14,759
	Support reactions	-0,003	-2,966	-14,759
302	wind - $\beta=90$ roof only	2,476	-0,000	-14,759
	Support reactions	2,476	-0,000	-14,759

Internal forces / Schnittgrößen

Load case combination 95 / Lastfallkombination 95:

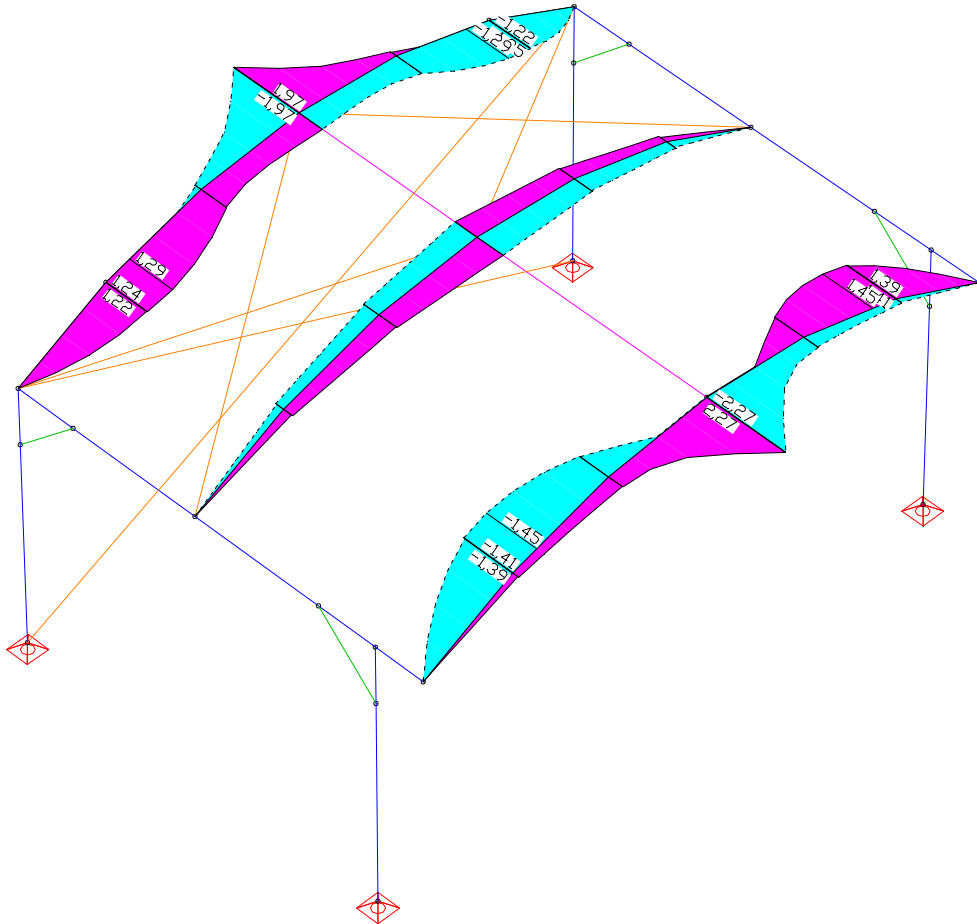
PROLYTE H30D:

$M_{y,Ed}$:



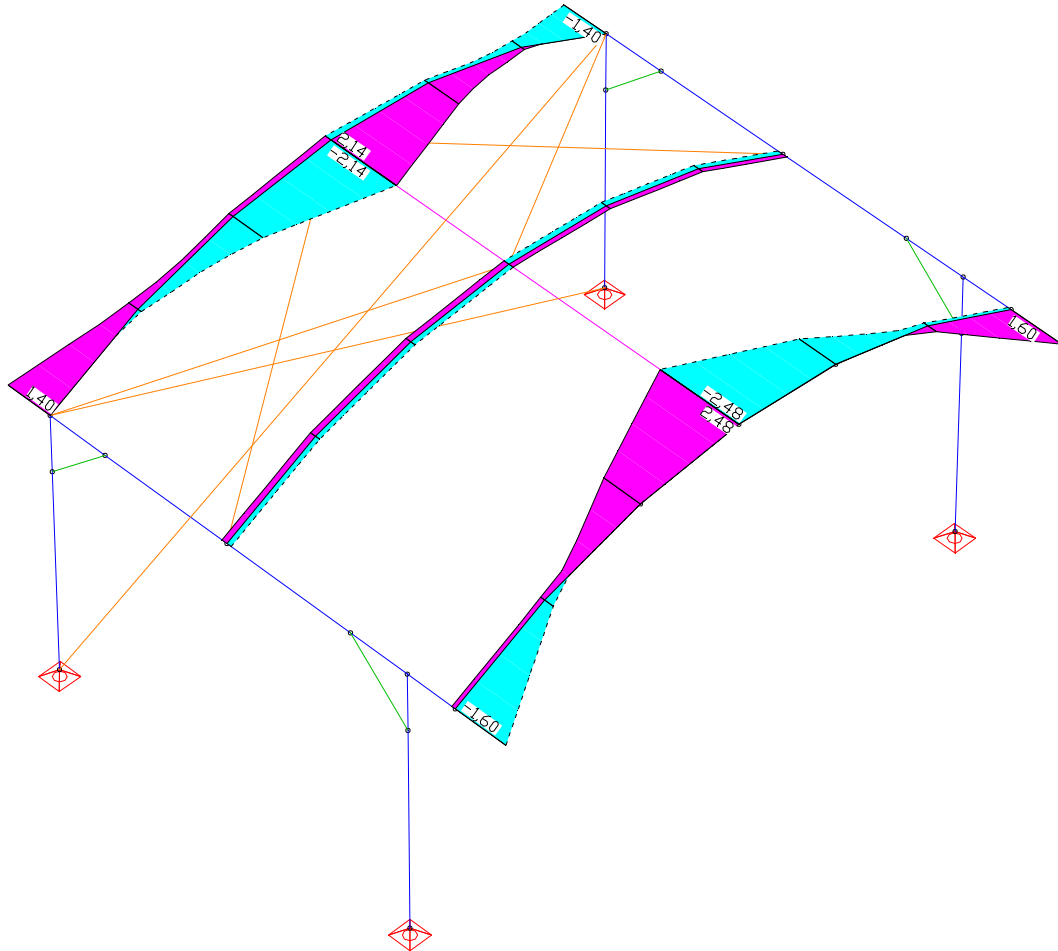
LCC 95: Selected Internal forces min,max M_y [kNm]
 Value range (subsystem, min/max): -7,14/9,12 [kNm]

$M_{z,Ed}$:



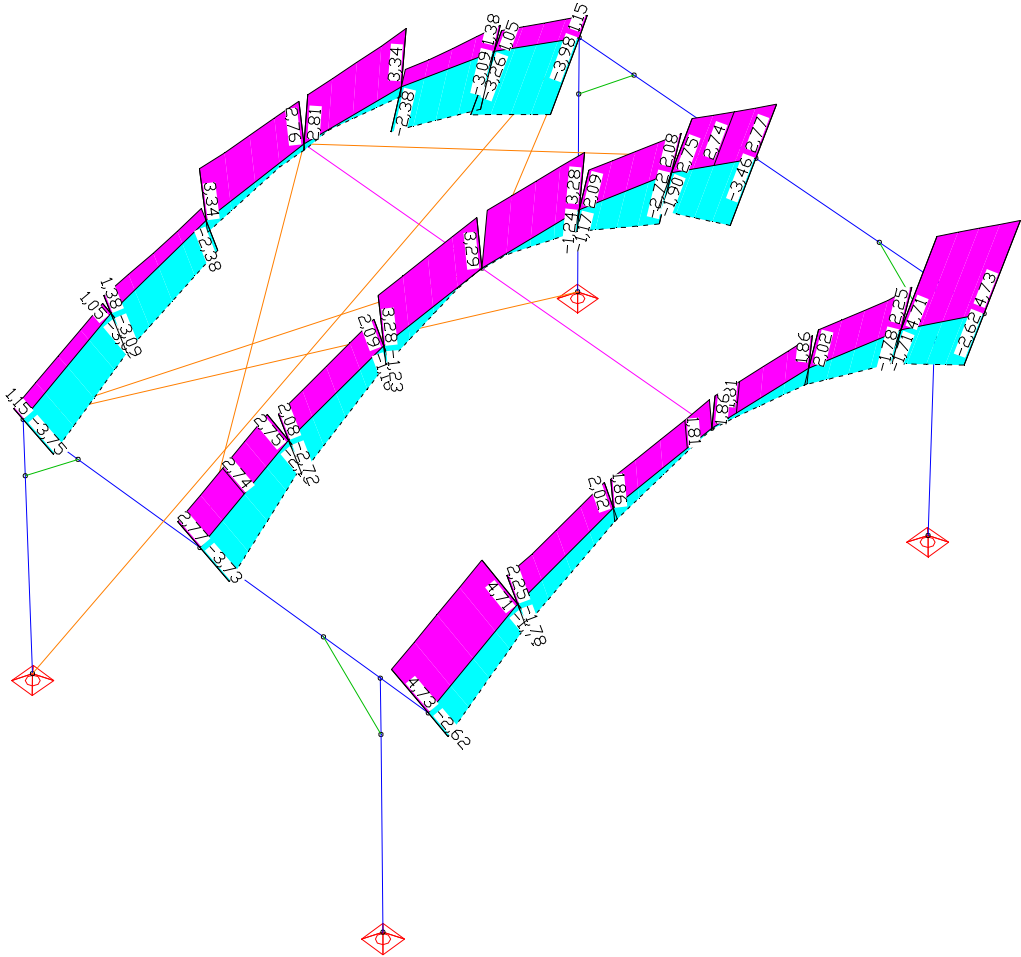
LCC 95: Selected Internal forces min,max M_z [kNm]
 Value range (subsystem, min/max): -2,27/2,27 [kNm]

$V_{y,Ed}$:



LCC 95: Selected Internal forces min,max Q_y [kN]
 Value range (subsystem, min/max): -2,48/2,48 [kN]

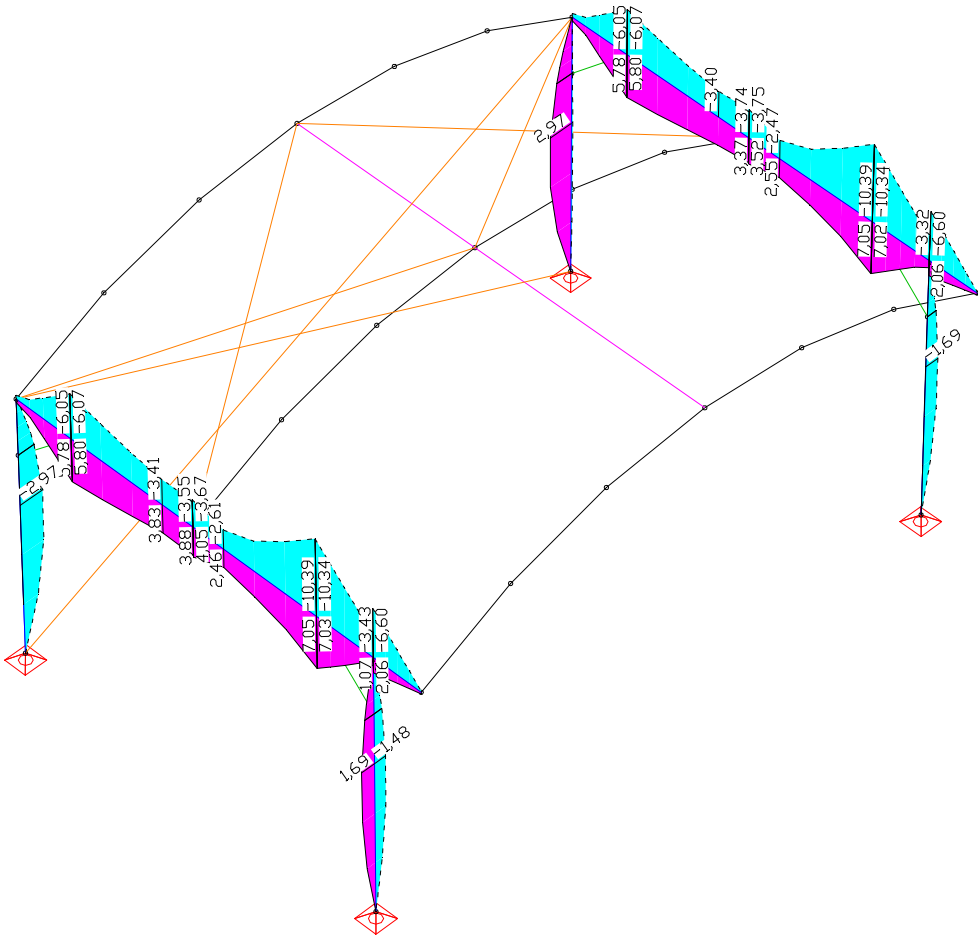
V_{z,Ed}:



LCC 95: Selected Internal forces min,max Qz [kN]
Value range (subsystem, min/max): -3,98/4,73 [kN]

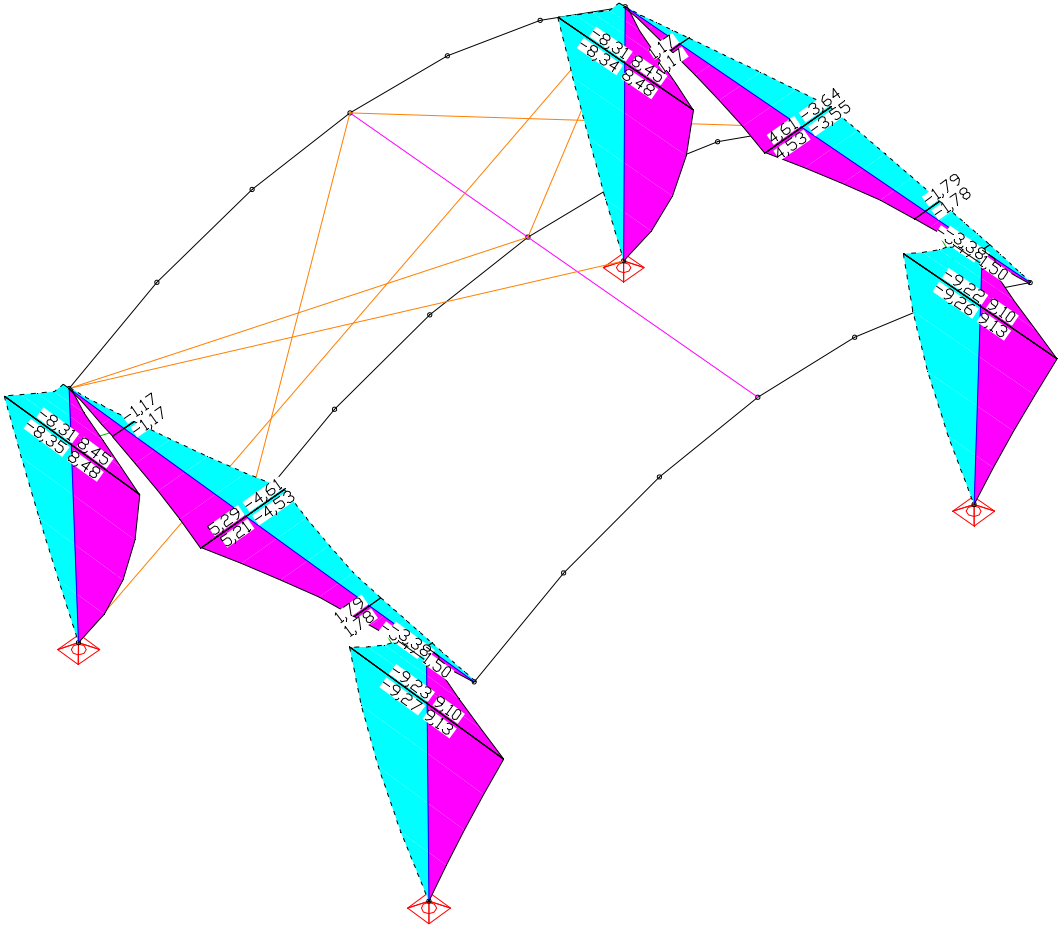
PROLYTE H30V:

$M_{y,Ed}$:



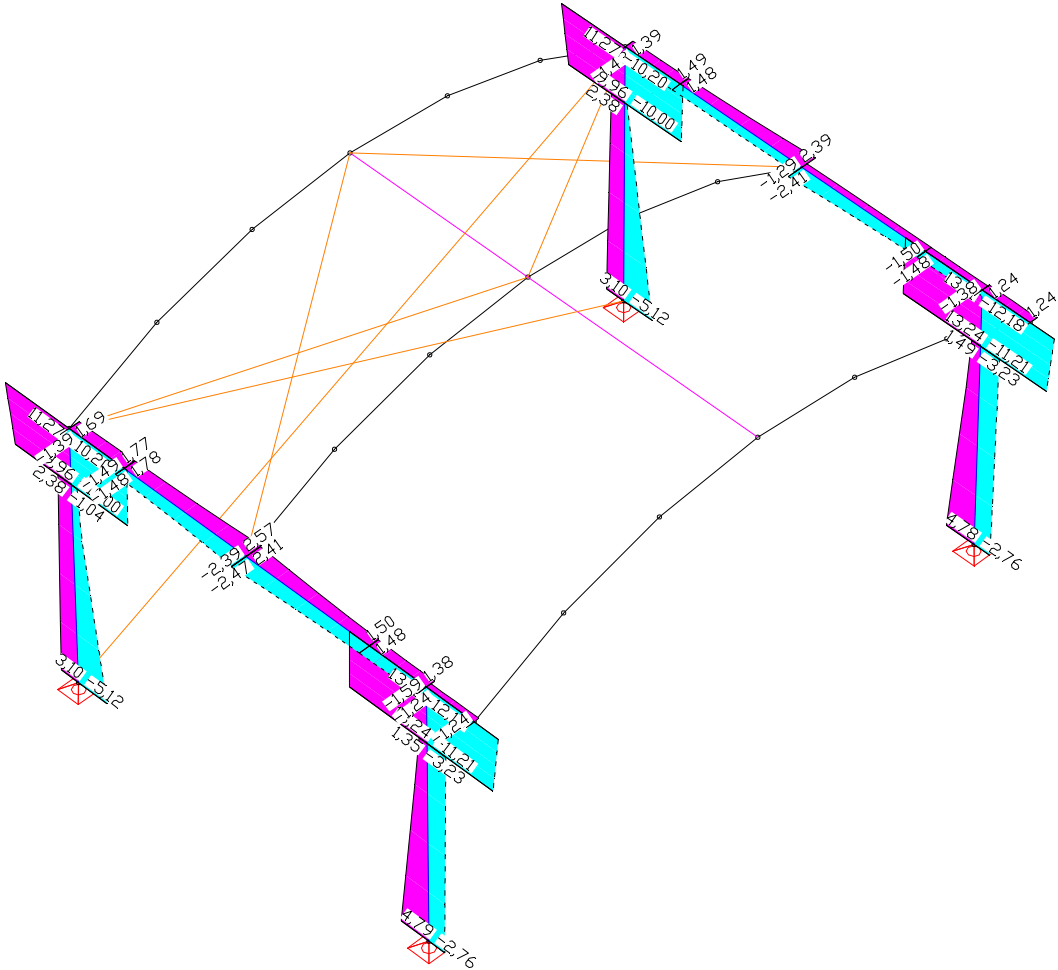
LCC 95: Selected Internal forces min,max M_y [kNm]
Value range (subsystem, min/max): -10,39/7,05 [kNm]

M_{z,Ed}:



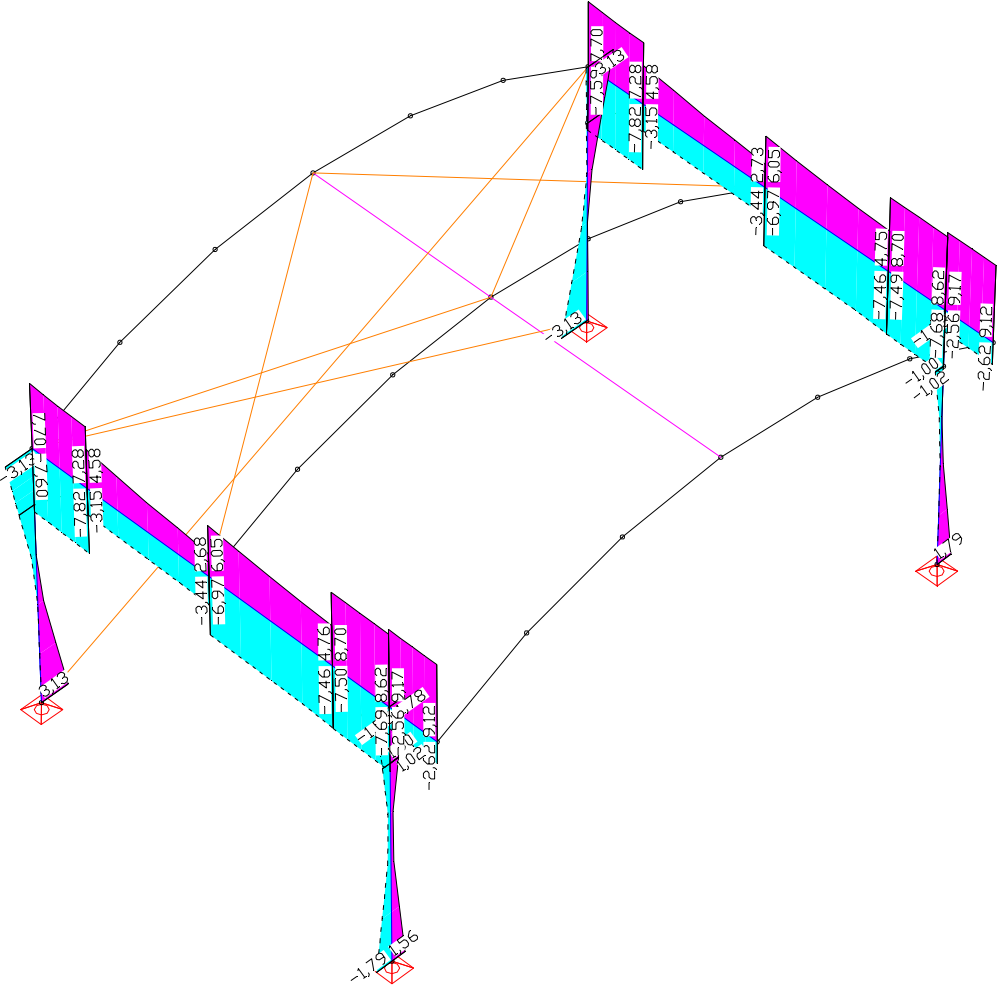
LCC 95: Selected Internal forces min,max Mz [kNm]
Value range (overall system, min/max): -9,27/9,13 [kNm]

V_{y,Ed}:



LCC 95: Selected Internal forces min,max Q_y [kN]
Value range (subsystem, min/max): -12,19/13,24 [kN]

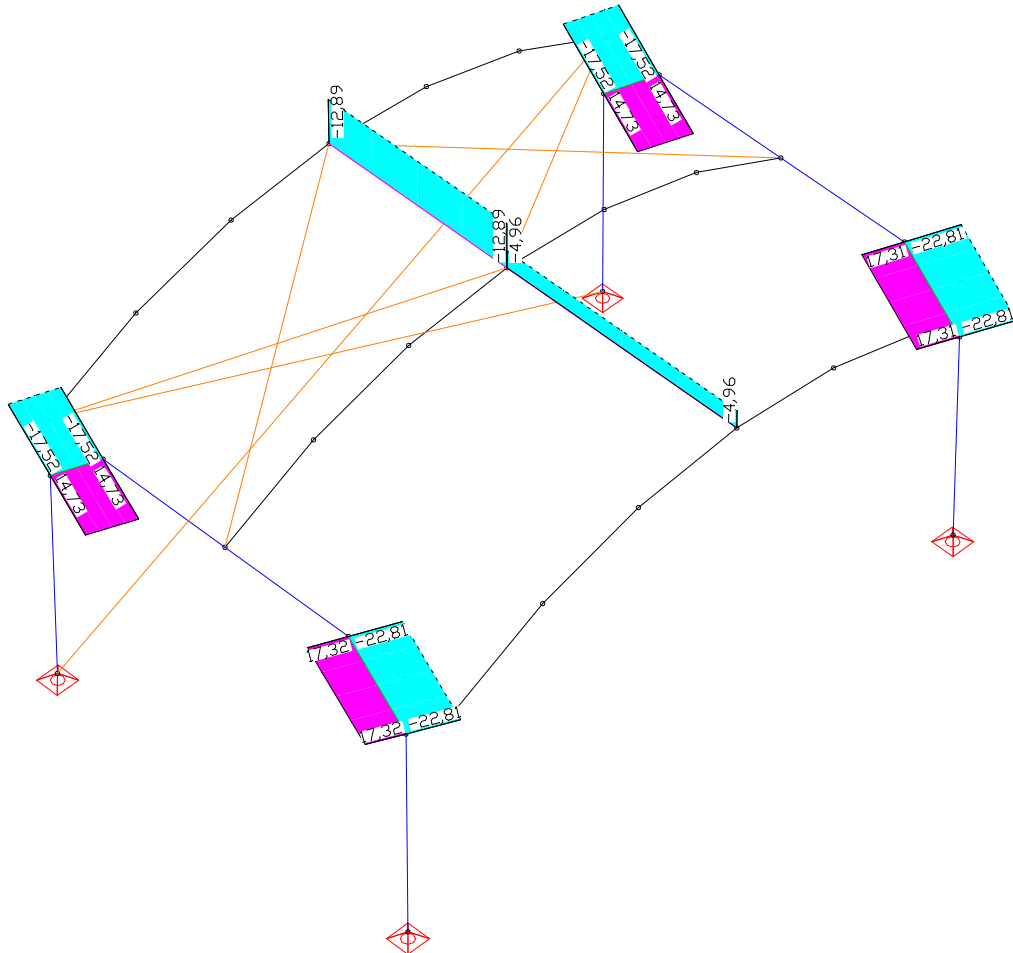
V_{z,Ed}:



LCC 95: Selected Internal forces min,max Qz [kN]
Value range (subsystem, min/max): -7,82/9,17 [kN]

Pipes / Rundrohre:

N_{Ed}:

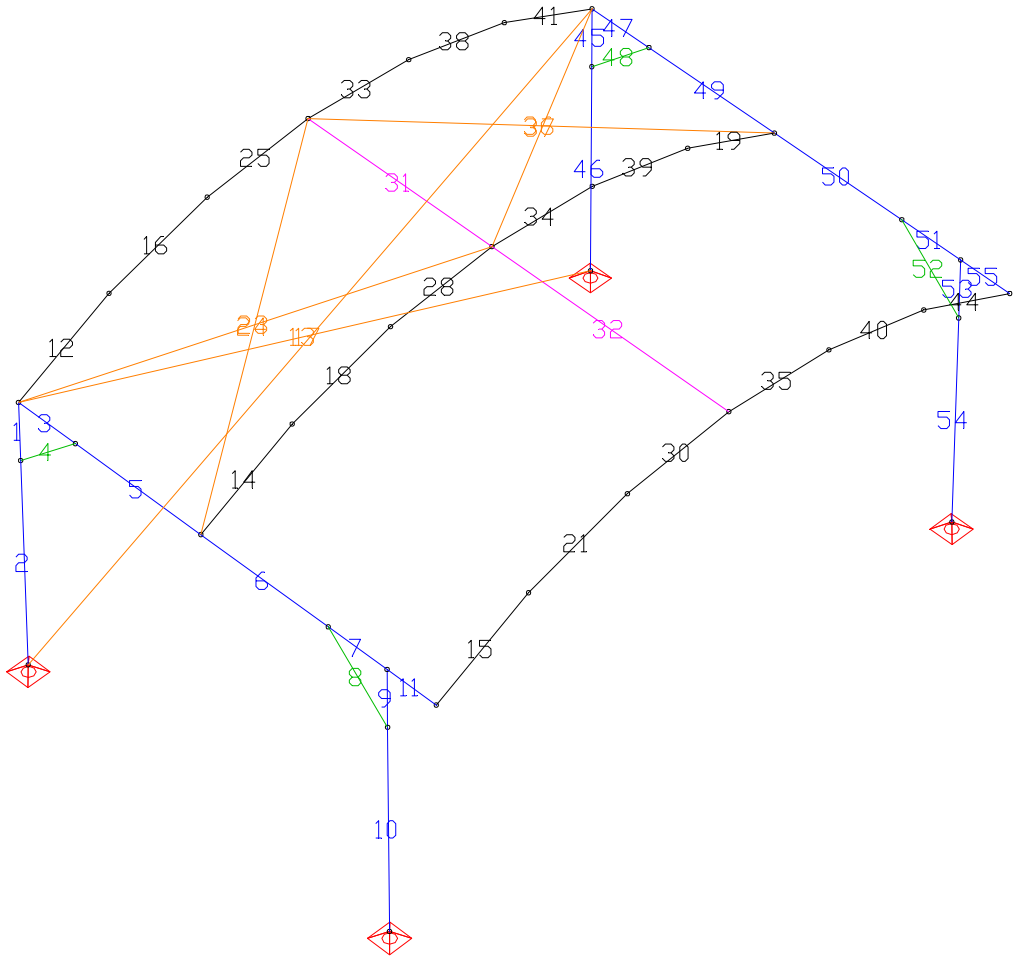


LCC 95: Selected Internal forces min,max N_x [kN]
 Value range (subsystem, min/max): -22,81/17,32 [kN]

5 PROOFS / NACHWEISE

5.1 GENERAL PROOFS / ALLGEMEINE NACHWEISE

Beam numbers / Stabnummern:



Beam numbers

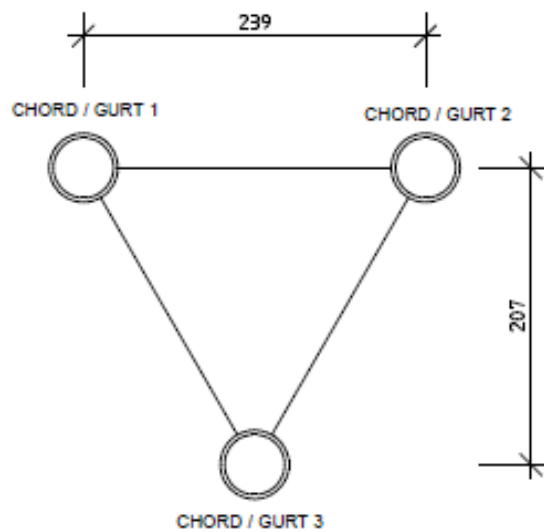
5.1.1 PROLYTE H30D:

Proof of bearing capacity / Nachweis der Tragfähigkeit:

decisive / maßgebend :

Internal forces beam 28

Location	Load case	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]
	K95	-10,58	2,80	0,70	0,15	1,24	0,06
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	0,76	-6,99	-0,07	-0,01	0,59	-0,01
	·	-6,03	9,12	0,73	0,15	3,29	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,72	6,32	0,77	0,16	1,52	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,71	6,31	0,76	0,16	1,51	0,07
	·	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	·	-6,03	9,12	0,73	0,15	3,29	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,71	6,31	0,76	0,16	1,51	0,07



$$N_{\text{chord},1,\text{Ed}} = -6,03/3 - 9,12/(2 \times 0,207) - 0,73/0,239 = -27,09 \text{ kN}$$

$$N_{\text{chord},2,\text{Ed}} = -6,03/3 - 9,12/(2 \times 0,207) + 0,73/0,239 = -20,98 \text{ kN}$$

$$N_{\text{chord},3,\text{Ed}} = -6,03/3 + 9,12/0,207 = 42,05 \text{ kN}$$

$$\max \eta = 42,05 / 48,19 = 0,873 < 1,0 \checkmark$$

M-V-Interaction / M-V-Interaktion:

$$V_{\text{chord},1,\text{Ed}} = 0,15/2 + 3,29/4 \times 1/\tan(60) = 0,550 \text{ kN}$$

$$V_{\text{chord},2,\text{Ed}} = 0,15/2 - 3,29/4 \times 1/\tan(60) = -0,400 \text{ kN}$$

$$V_{\text{chord},3,\text{Ed}} = 3,29/2 = 1,645 \text{ kN}$$

decisive / maßgebend:

$$\Delta M_{\text{chord},3,\text{Ed}} = 0,05 \times 1,645 = 0,0823 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{chord},\text{Ed}} = 42,05 \times 10^1 / 4,241 + 0,0823 \times 10^3 / 4,493 = 117,5$$

$$\sigma_{\text{chord},\text{Ed}} / \sigma_{\text{Rd},\text{haz}} = 117,5 / 113,64 = 1,03 \leq 1,03 \checkmark$$

Proof against buckling / Knicknachweis:

1. Buckling vertical to the arch plane / Knicken senkrecht zur Bogenebene

Buckling vertical to the arch plane only occurs on the front and the rear arch./
Knicken in Bogenebene tritt nur am vorderen und hinteren Bogen auf.

$$l = 8,42 \text{ m}; \quad \beta \approx 1,0; \quad L_{cr} = 1,0 \times 8,42 = 8,42 \text{ m}$$

$$N_{cr,d} = (\pi / 8,42)^2 \times 70000 \times 1,0571 \times 10^{-5} / 1,1 \times 10^3 = 93,64 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{(144,6 / 93,64)} = 1,243$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,243 - 0,1) + 1,243^2] = 1,387$$

$$\chi_{min} = 1 / (1,387 + \sqrt{(1,387^2 - 1,243^2)}) = 0,500$$

decisive / maßgebend:

Internal forces beam 25

Location	Load case	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]
	K95	-15,65	0,95	-0,44	-1,35	0,34	-0,04
	·	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	·	-2,19	-6,76	-1,90	-2,14	-0,08	-0,19
	·	-9,33	4,02	0,54	0,11	2,55	0,05
	·	-1,34	-4,99	-1,97	-1,89	0,17	-0,19
	·	-14,31	-2,31	0,70	0,19	0,47	0,06
	·	-2,17	-6,74	-1,89	-2,14	-0,08	-0,19
	·	-14,31	-2,31	0,70	0,19	0,47	0,06
	·	-5,42	-0,01	-0,93	-1,45	-0,39	-0,09
	·	-11,68	3,33	-0,99	-0,87	2,76	-0,09
	·	-2,17	-6,74	-1,89	-2,14	-0,08	-0,19
	·	-14,31	-2,31	0,70	0,19	0,47	0,06

$$[N_{Ed} / (\chi_{min} \times N_{Rd})]^{0,8} + [(M_{y,Ed} / M_{y,Rd})^{1,7} + (M_{z,Ed} / M_{z,Rd})^{1,7}]^{0,6} < 1,0:$$

$$[2,19 / (0,500 \times 144,6)]^{0,8} + [(6,76 / 9,98)^{1,7} + (1,90 / 11,52)^{1,7}]^{0,6} = 0,769 < 1,0 \checkmark$$

2. Buckling in arch plane / Knicken in Bogenebene

$$s = 8,88/2 = 4,44\text{m}; \quad \beta \approx 1,1; \quad L_{cr} = 1,1 \times 4,44 = 4,84\text{m}$$

$$N_{cr,d} = (\pi / 4,84)^2 \times 70000 \times 1,0573 \times 10^{-5} / 1,1 \times 10^3 = 283,5 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{(144,6 / 283,5)} = 0,714$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (0,714 - 0,1) + 0,714^2] = 0,816$$

$$\chi_{min} = 1 / (0,816 + \sqrt{(0,816^2 - 0,714^2)}) = 0,825$$

decisive / maßgebend:

Internal forces beam 28

Location	Load case	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]
	K95	-10,58	2,80	0,70	0,15	1,24	0,06
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	0,76	-6,99	-0,07	-0,01	0,59	-0,01
	·	-6,03	9,12	0,73	0,15	3,29	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,72	6,32	0,77	0,16	1,52	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,71	6,31	0,76	0,16	1,51	0,07
	·	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	·	-6,03	9,12	0,73	0,15	3,29	0,07
	·	4,27	-4,69	-0,65	-0,13	0,52	-0,06
	·	-7,71	6,31	0,76	0,16	1,51	0,07

$$[N_{Ed} / (\chi_{min} \times N_{Rd})]^{0,8} + [(M_{y,Ed} / M_{y,Rd})^{1,7} + (M_{z,Ed} / M_{z,Rd})^{1,7}]^{0,6} < 1,0:$$

$$[6,03 / (0,825 \times 144,6)]^{0,8} + [(9,12 / 9,98)^{1,7} + (0,73 / 11,52)^{1,7}]^{0,6} = 1,01 < 1,03 \checkmark$$

No further proof / Kein weiterer Nachweis.

5.1.2 PROLYTE H30V Main Grid:

Proof of bearing capacity / Nachweis der Tragfähigkeit:

decisive / maßgebend :

Internal forces beam 6

Location	Load case	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]
	K95	-3,45	-3,77	0,91	-1,32	-5,26	-0,00
	·	0,20	-1,58	0,06	-0,04	-0,88	0,00
	·	-2,90	-10,39	1,26	-0,66	-7,26	0,03
	·	-1,38	7,05	-1,04	1,50	4,76	-0,03
	·	-0,60	3,67	-1,34	0,79	3,66	-0,01
	·	-2,76	-8,99	1,79	-1,00	-5,68	0,02
	·	-2,86	-4,47	1,47	-1,68	-4,02	-0,00
	·	-1,38	7,05	-1,04	1,50	4,76	-0,03
	·	-3,10	-9,67	1,23	-0,64	-7,46	0,02
	·	-1,38	7,05	-1,04	1,50	4,76	-0,03
	·	-1,38	7,05	-1,04	1,50	4,76	-0,03
	·	-0,32	-2,56	0,61	-0,35	-3,33	0,04

$$N_{\text{chord,Ed}} = 2,90 / 4 + (10,39 + 1,26) / (2 \times 0,239) = 25,10 \text{ kN}$$

$$N_{\text{chord,Ed}} / N_{\text{chord,Rd}} = 25,10 / 48,19 = 0,521 < 1,0 \checkmark$$

M-V-Interaction / M-V-Interaktion:

The proof is done for the most unfavourable location /

Der Nachweis wird für die ungünstigste Stelle geführt:

$$\Delta M_{\text{Ed}} = 0,25 \times \sqrt{(0,66^2 + 7,26^2)} \times 0,05 = 0,091 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\text{chord,Ed}} = 25,10 \times 10^1 / 4,241 + 0,091 \times 10^3 / 4,493 = 79,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{chord,Ed}} / \sigma_{\text{Rd,haz}} = 79,46 / 113,64 = 0,699 < 1,0 \checkmark$$

Buckling is not decisive, no more proof /

Knicken nicht maßgebend, kein weiterer Nachweis.

5.1.3 PROLYTE H30V Tower:

Proof against buckling / Knicknachweis:

Front columns / Vordere Stützen

$$\beta \leq 2,5 \quad L_{cr} = 2,5 \times 3,90 = 9,75\text{m} \quad i = 0,1112 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda} = 9,75 / 0,1112 \times 1/\pi \times \sqrt{(250/70000)} = 1,668$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,668 - 0,1) + 1,668^2] = 2,048$$

$$\chi_{min} = 1 / (2,048 + \sqrt{(2,048^2 - 1,668^2)}) = 0,309$$

decisive / maßgebend:

Internal forces beam 10

Location	Load case	Nx [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]
	K95	-16,36	0,18	7,73	-2,77	0,13	0,00
	*	7,07	1,16	-8,47	1,03	1,02	0,00
	*	-2,50	-1,05	1,71	-2,08	-0,87	0,00
	*	-0,63	1,19	-7,35	0,66	1,01	0,00
	*	2,49	1,16	-9,27	1,29	1,02	0,00
	*	-11,29	0,17	9,13	-3,23	0,13	-0,00
	*	-11,29	0,17	9,13	-3,23	0,13	-0,00
	*	1,45	-0,00	-4,67	1,35	0,00	0,00
	*	-10,21	-1,03	2,83	-2,44	-0,88	0,00
	*	7,07	1,16	-8,47	1,03	1,02	0,00
	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

$$[N_{Ed} / (\chi_{min} \times N_{Rd})]^{0,8} + [(M_{y,Ed} / M_{y,Rd})^{1,7} + (M_{z,Ed} / M_{z,Rd})^{1,7}]^{0,6} < 1,0:$$

$$[16,36 / (0,309 \times 192,78)]^{0,8} + [(0,18/23,04)^{1,7} + (7,73/23,04)^{1,7}]^{0,6} = 0,684 < 1,0 \checkmark$$

No further proof. / Kein weiterer Nachweis.

5.1.4 Compressive strut roof / Druckstrebe Dach

Beam / Stab 31:

$$\beta = 1,0 \quad L_{cr} < 2,71 \text{ m}$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times 70000 \times 1,541 \times 10^{-7}) / 2,71^2 \times 10^3 = 14,50 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{((5,781 \times 250 \times 10^{-1}) / 14,50)} = 3,157$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (3,157 - 0,1) + 3,157^2] = 5,789$$

$$\chi = 1 / (5,789 + \sqrt{(5,789^2 - 3,157^2)}) = 0,094$$

$$N_{b,Rd} = 0,094 \times 5,781 \times 250 / 1,1 \times 10^{-1} = 12,35 \text{ kN}$$

$$\eta = 12,89 / 12,35 \approx 1,03 \checkmark$$

Beam / Stab 32:

$$\beta = 1,0 \quad L_{cr} < 3,42 \text{ m}$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times 70000 \times 1,541 \times 10^{-7}) / 3,42^2 \times 10^3 = 9,102 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{((5,781 \times 250 \times 10^{-1}) / 9,102)} = 3,985$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (3,985 - 0,1) + 3,985^2] = 8,829$$

$$\chi = 1 / (8,829 + \sqrt{(8,829^2 - 3,985^2)}) = 0,060$$

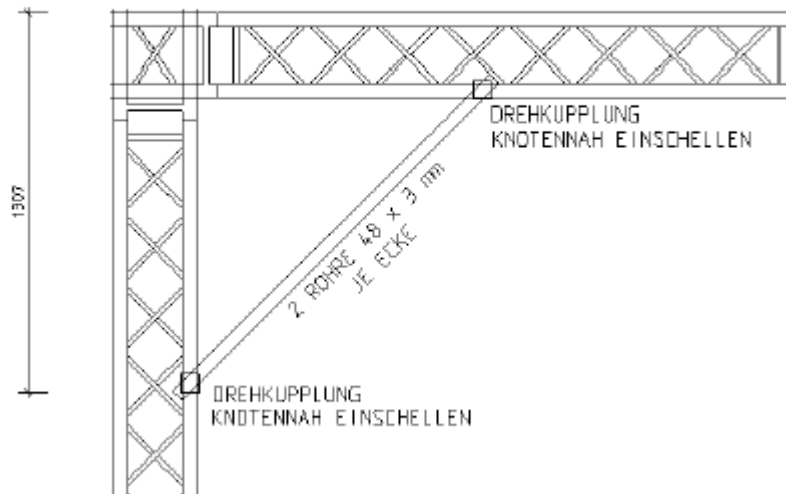
$$N_{b,Rd} = 0,060 \times 5,781 \times 250 / 1,1 \times 10^{-1} = 7,88 \text{ kN}$$

$$\eta = 4,96 / 7,88 = 0,629 < 1 \checkmark$$

5.1.4 Proof corner reinforcement / Nachweis Eckaussteifung

The corners are stiffened by two diagonal struts (in each corner) /
Die Ecken werden durch zwei Diagonalen (pro Ecke) ausgesteift:

PRINZIPIALARSTELLUNG ECKAUSSTEIFUNG



5.1.4.1 Proof of the pipes / Nachweis der Rundrohre:

$$L_{cr} < 1,50 \text{ m}$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times 70000 \times 107,8 \times 10^3) / 1500^2 \times 10^{-3} = 33,10 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{((424,1 \times 140 \times 10^{-3}) / 33,10)} = 1,339$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (1,339 - 0,1) + 1,339^2] = 1,520$$

$$\chi = 1 / (1,520 + \sqrt{(1,520^2 - 1,339^2)}) = 0,447$$

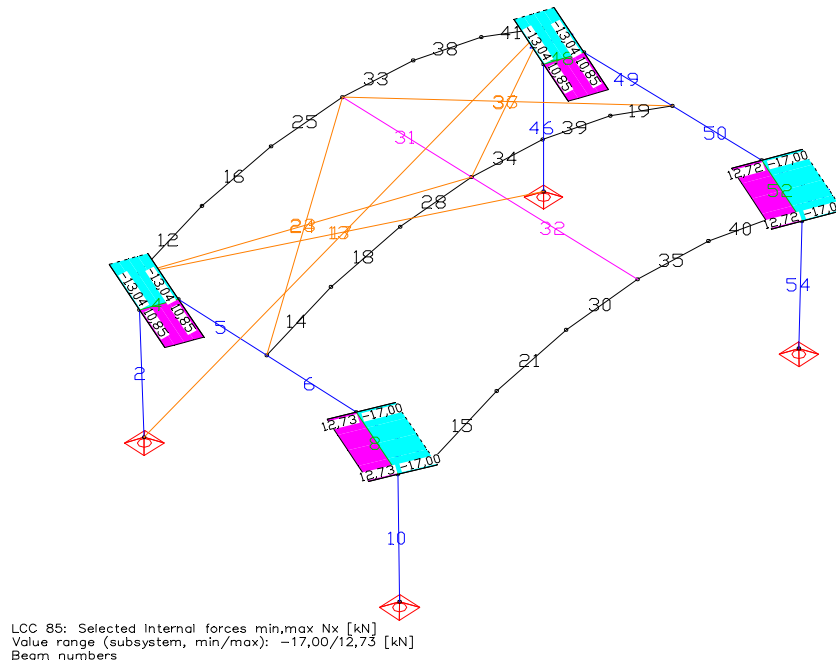
$$N_{b,Rd} = 0,447 \times 424,1 \times 140 / 1,1 \times 10^{-3} = 24,13 \text{ kN}$$

$$\eta = 22,81 / (2 \times 24,13) = 0,473 < 1 \checkmark$$

5.1.4.2 Proof of the clamps / Nachweis Schellen:

chosen / gewählt: DOUGHTY SWL 750
or equal / oder gleichwertig

N_k:



$$I_{\text{eff}} = 0,85 + 0,239/2 = 0,970$$

$$\rightarrow N_{\text{Ed}} = 0,85/0,97 \times 17,0 = 14,90$$

$$\eta = 14,90 / (2 \times 7,50) = 0,993 < 1 \checkmark$$

5.1.4.3 Proof of the local chord bending / Nachweis der lokalen Gurtbiegung:

$$N_{\text{H,Ed}} = 22,81 / 2 \times \cos(45) = 8,06 \text{ kN}$$

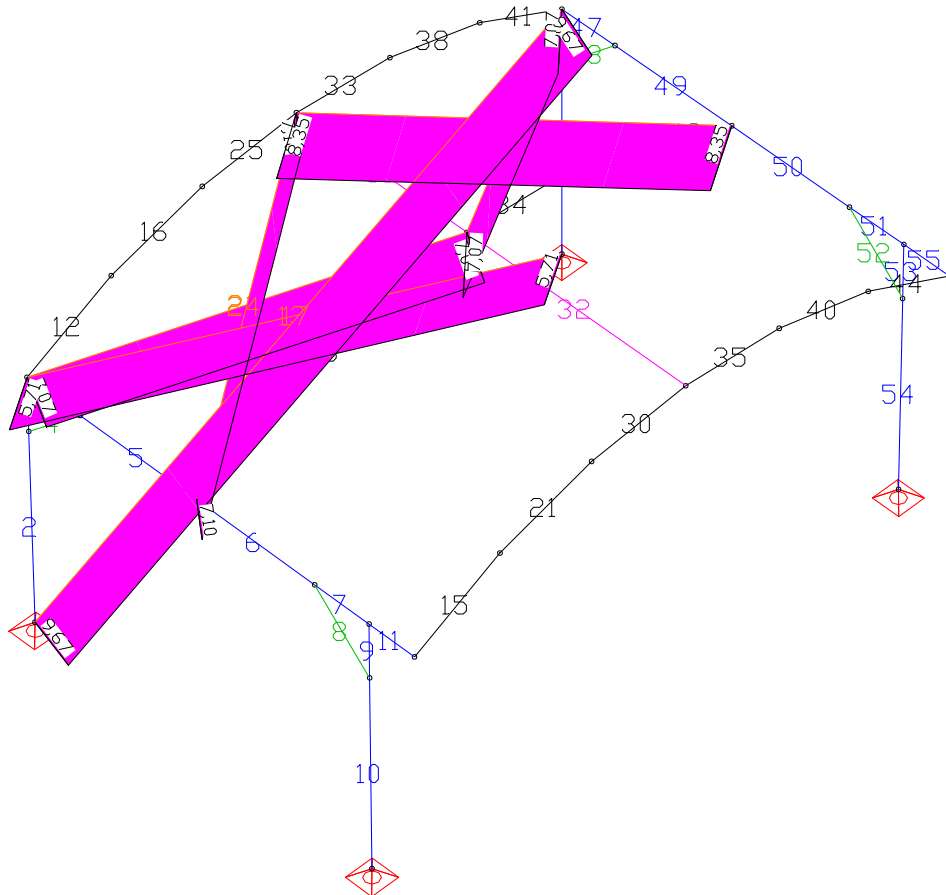
$$\Delta M_{\text{Ed}} = 8,06 \times 0,05/2 = 0,202 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{\text{Gurt,Ed}} = 25,10 \times 10 / 4,241 + 0,202 \times 10^3 / 4,493 = 104,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = 104,1 / 113,64 = 0,916 < 1 \checkmark$$

No further proof / Kein weiterer Nachweis.

5.1.5 Guy wires / Seile



LCC 85: Selected Internal forces min,max Nx [kN]
 Value range (subsystem, min/max): 0,00/9,67 [kN]
 Beam numbers

**Seil Ø8 mm z.B. Seilklasse 6x19 1770 N/mm² with steel inlay/
 mit Stahleinlage**

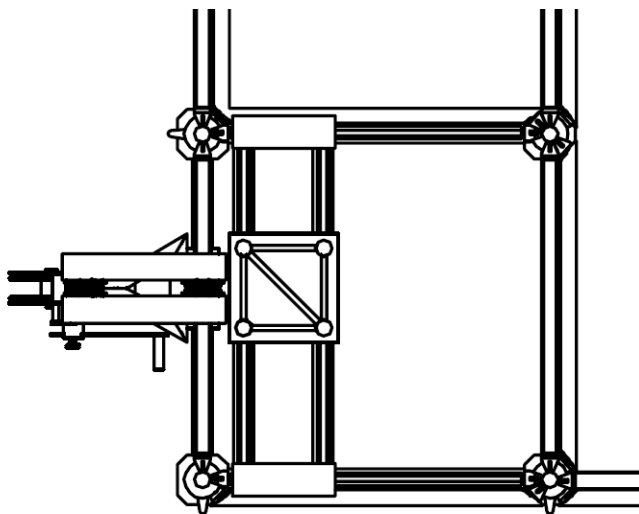
Gebrauchszahl 3,5 zul Z = 40,7 / 3,5 = 11,63 kN
 Spanschloß M 12 zul Z = 9,90 kN
 DIN 1480

$\eta = 9,67 / 9,90 = 0,977 < 1 \checkmark$

5.1.6 Connection tower to Layher podium / Anschluss Stütze an Layher-Podest:

Each tower is mounted onto two Layher event bars using CCS6 half conical coupler:/
 Jede Stütze wird mittels CCS6 Halbkonus Kupplungen auf zwei Layher Eventriegeln befestigt:

Top view / Draufsicht:



$$R_{x,d} = 1,79 \text{ kN}$$

$$R_{z,d} = 16,57 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} \leq 16,57 / 4 \times (1,0 - 0,239) / 2 \\ = 1,576 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Rd} \leq 1,79 / 4 \times (1,0 - 0,239) / 2 \\ = 0,170 \text{ kNm}$$

Bearing capacity / Tragfähigkeit:

Layher Event bar: RHP 120 x 50 x 6

$$W_{pl,y} = 6,68 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \quad W_{pl,z} = 3,50 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$M_{pl,y,Rd} = 6,68 \times 10^{-5} \times 235 = 15,70 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,z,Rd} = 3,50 \times 10^{-5} \times 235 = 8,22 \text{ kNm}$$

with / mit $V_{y,Ed} \ll 0,5 V_{pl,y,Rd}$; $V_{z,Ed} \ll 0,5 \times V_{pl,z,Rd}$:

$$\alpha = \beta = 1,66$$

$$\eta = [1,576 / 15,70]^{1,66} + [0,170 / 8,22]^{1,66} = 0,024 \ll 1 \checkmark$$

No further proof / Kein weiterer Nachweis

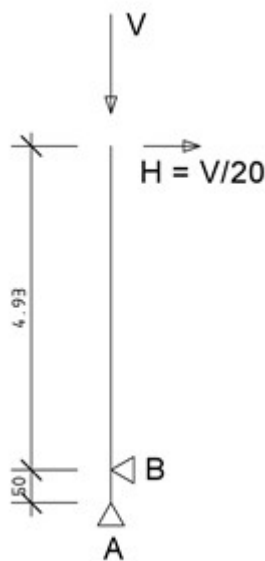
5.2 PROOF OF THE LIFTING TOWERS / NACHWEIS DER HEBETÜRME

5.2.1 Proof of the tower / Nachweis der Stütze

The lifting towers have the same load like the towers in final state, a horizontal load of $V/20$ is taken into account: /

Die Hebetürme haben die selbe Last wie die Türme im Endzustand, es wird eine Horizontallast von $V/20$ angesetzt:

Statical system / Statisches System:



$$V = \max N_{Ed} = 16,57 \text{ kN}$$

$$H = 16,57 / 20 = 0,829 \text{ kN}$$

Internal forces truss / Schnittgrößen Traverse H30D:

$$M_{y,Ed} = 0,829 \times 4,93 = 4,087 \text{ kNm}$$

$$\max N_{\text{chord},Ed} = 16,57/3 + 4,087/0,207 = 25,27 \text{ kN}$$

$$\eta = 25,27 / 48,19 = 0,524 < 1 \checkmark$$

M-V-Interaction not decisive /
M-V-Interaktion nicht maßgebend

Proof of buckling / Nachweis Knicksicherheit:

$$\beta \leq 2,0 \quad L_{cr} = 2,0 \times 4,93 = 9,86 \text{ m} \quad i = 0,0911 \text{ m}$$

$$\bar{\lambda} = 9,86/0,0911 \times 1/\pi \times \sqrt{(250/70000)} = 2,059$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,2 \times (2,059 - 0,1) + 2,059^2] = 2,815$$

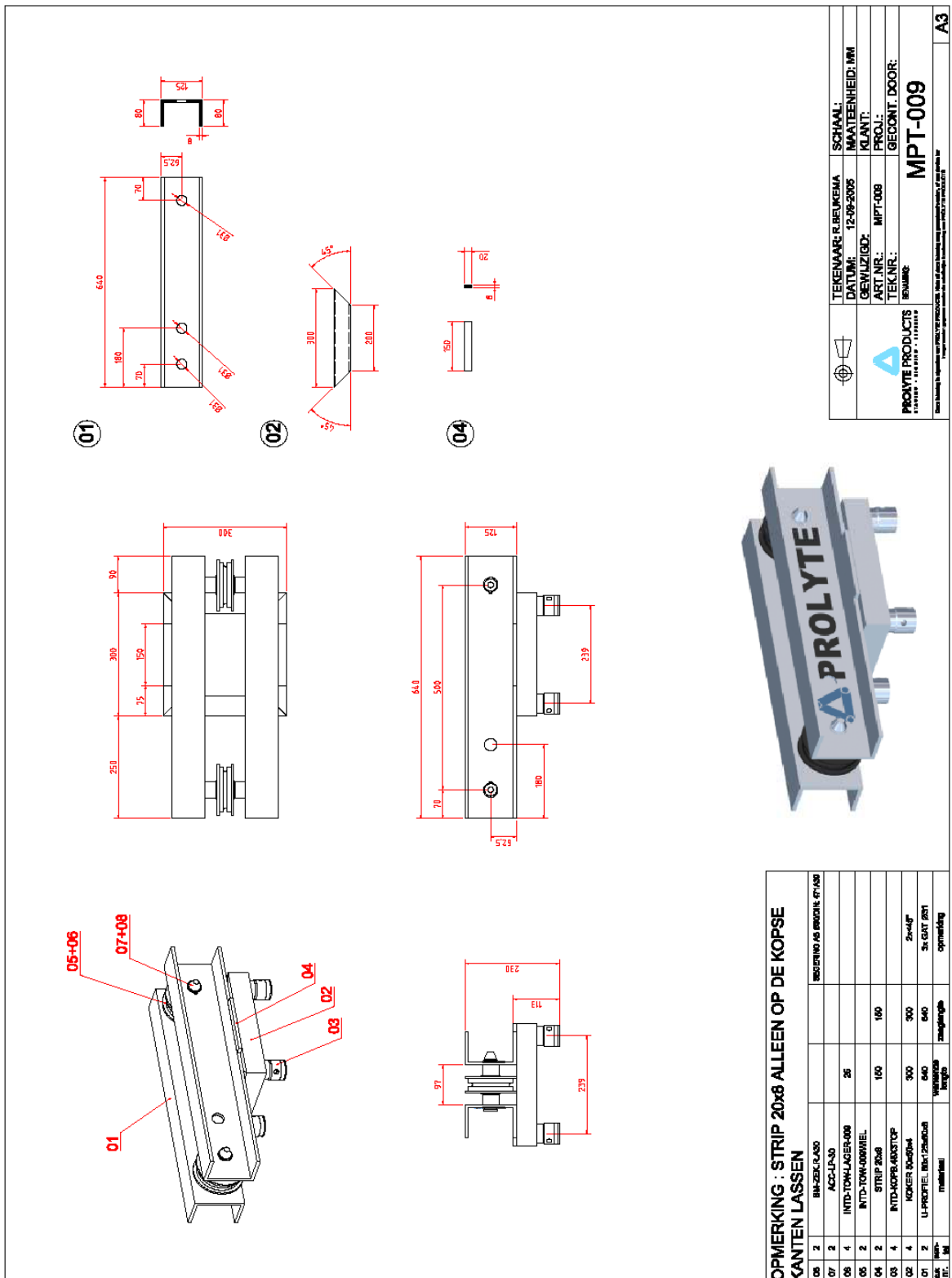
$$\chi_{\min} = 1 / (2,815 + \sqrt{(2,815^2 - 2,059^2)}) = 0,211$$

$$[N_{Ed} / (\chi_{\min} \times N_{Rd})]^{0,8} + [(M_{y,Ed} / M_{y,Rd})^{1,7}]^{0,6} < 1,0:$$

$$[16,57 / (0,211 \times 144,6)]^{0,8} + [(4,087 / 9,98)^{1,7}]^{0,6} = 1,02 < 1,03 \checkmark$$

5.2.2 Proof of the MPT top section / Nachweis des MPT Topteils

The following calculation is taken from the original structural report 702 MPT roof / Die Nachfolgende Berechnung entstammt der Original Statik 702 des MPT Roofs



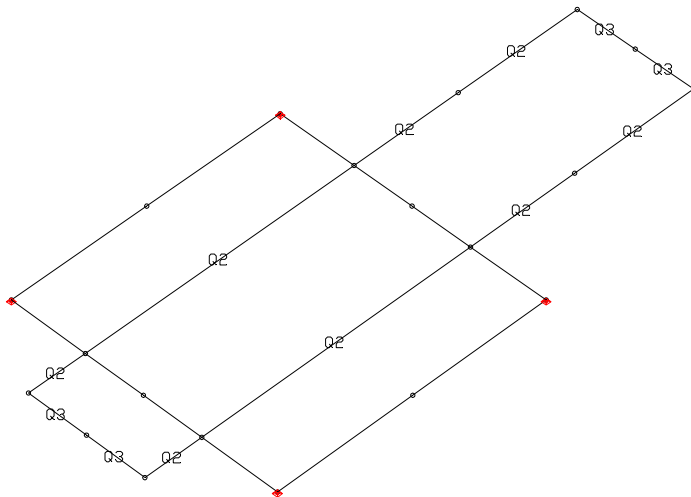
Two loadcases will be determined:

1. Lifting of the roof
2. deadhang of he roof

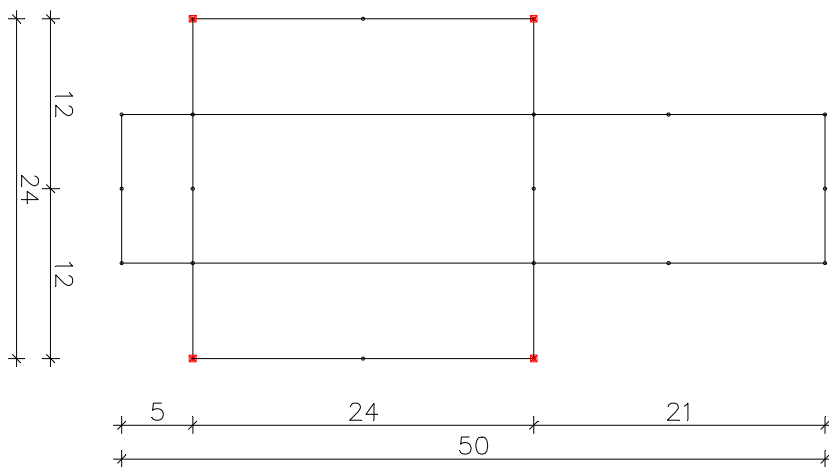
Es werden 2 Lastfälle untersucht:

1. Heben des Daches
2. Sicherung des Daches

System:

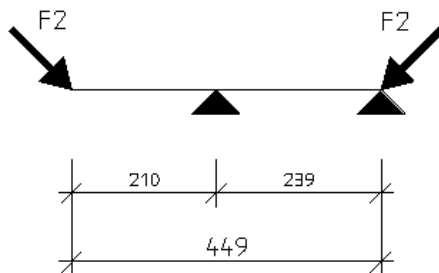
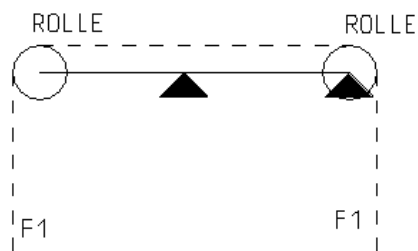
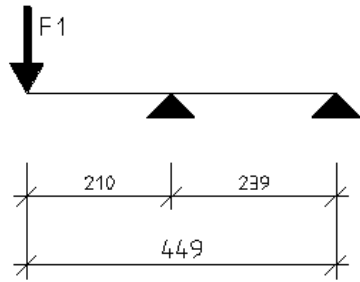


Querschnittsnummern (>1)



1. Lifting of the roof / Heben des Daches

Unit load: $F1 = 10,0 \text{ kN}$

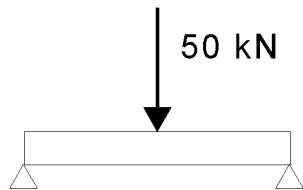


$$F2 = 10,0 / \sin 45 = 14,14 \text{ kN}$$

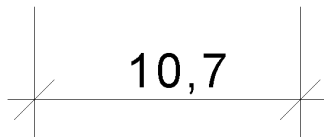
bolts / Bolzen

System:

Unit load 50 kN



BOLZEN d = 30 mm Güte 8.8



$$M_{y,d} = 1.5 \times 50 \times 10,7/4 = 200,6 \text{ kNcm}$$

$$Q_{z,d} = 1.5 \times 50 = 75 \text{ kN}$$

Material: Bolzen \AA 30 mm Güte 8.8

perm. trans. force / zul. Querkraft: $V_{a,R,d} = 0,55 \times A_m \times f_{u,b,k} / \gamma_M = 281,6 \text{ kN}$

perm. bending moment / zul. Moment: $M_{R,d} = 0,8 \times W_{pl} \times f_{y,b,k} / \gamma_M = 209,5 \text{ kNcm}$

$$W_{pl} = 4 \times r^3 / 3 = 4,5 \text{ cm}^3$$

$$A = 7,07 \text{ cm}^2$$

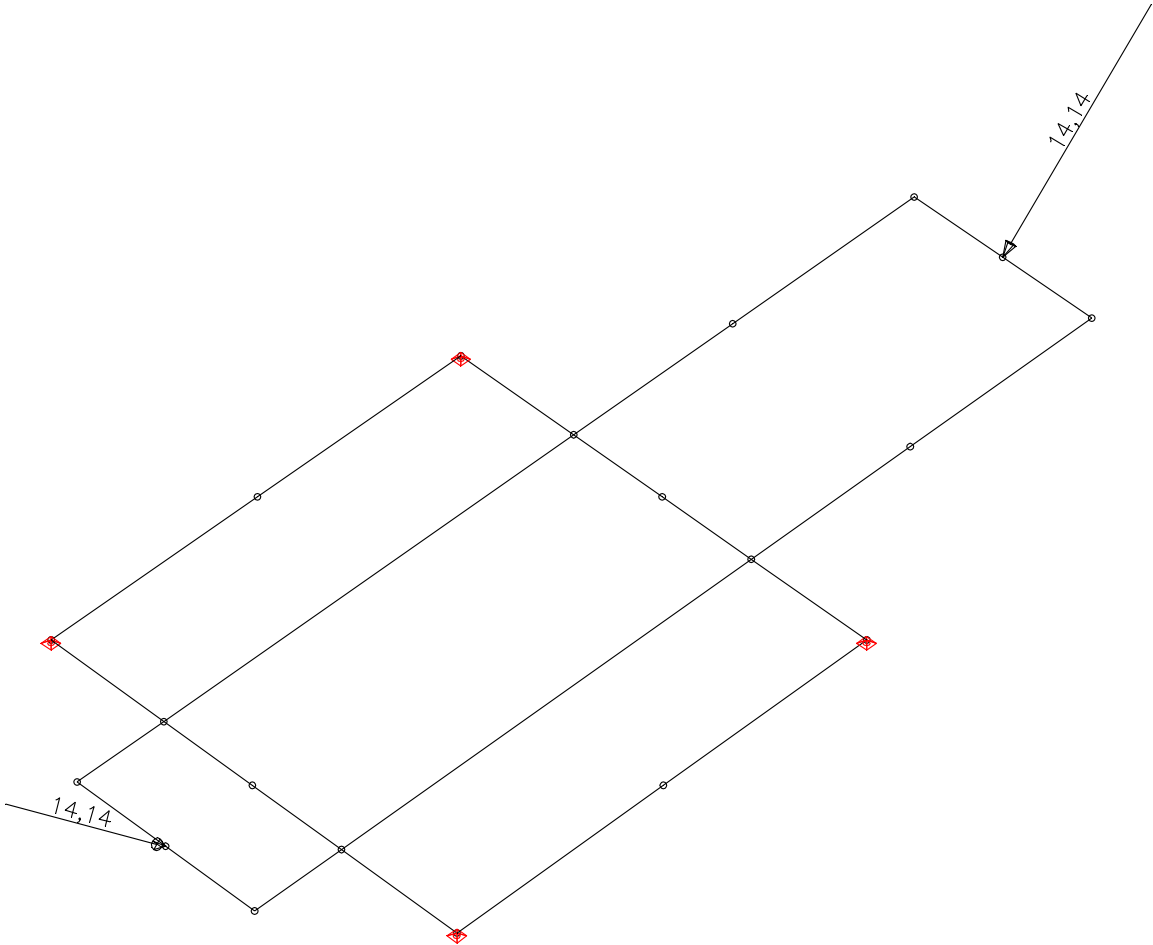
$$f_{y,b,k} = 640 \text{ N/mm}^2, \quad f_{u,b,k} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta = (((75/2) / 281,6)^2 + (200,6 / 209,45)^2)^{0.5} = 0,967 < 1,0$$

bearing U-Profile F 22

$$A_t = 8 \times 30 = 240 \text{ mm}^2 \text{ per U-Profile}$$

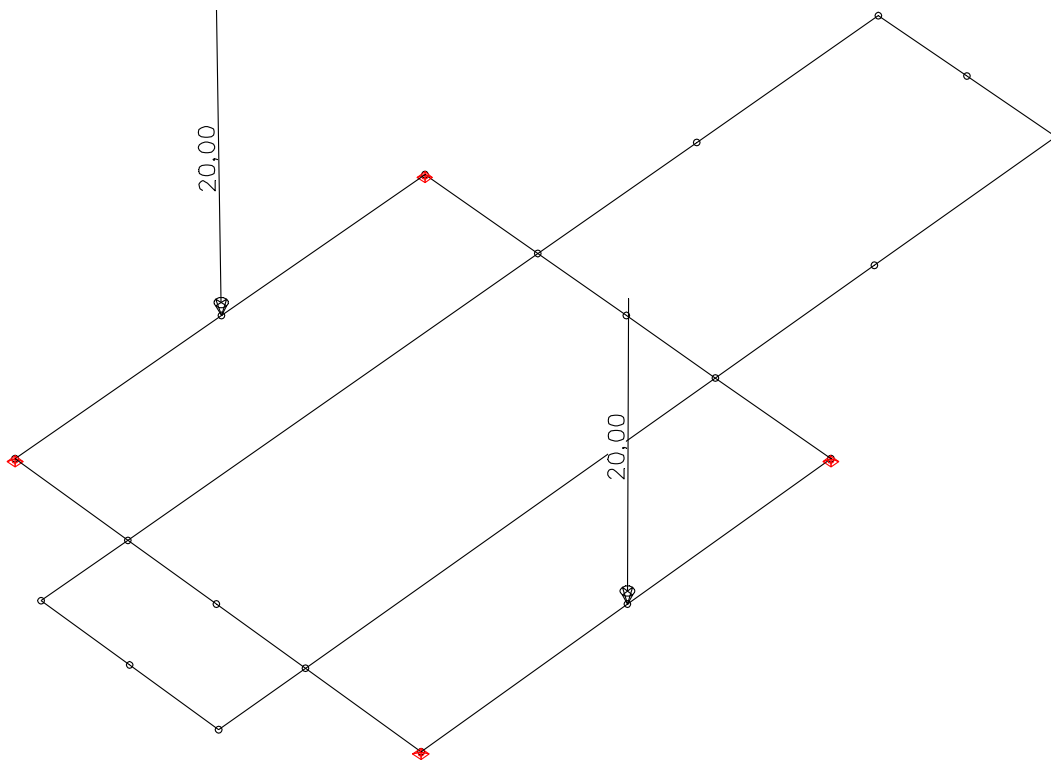
$$\dots = 50/2 / 2,4 = 10,41 \text{ kN/cm}^2 < 12,5 \text{ kN/cm}^2$$



LF 1: Belastung, Lifting

2. Dead hang of the roof / Sicherung des Daches

Unit load: $F_3 = 2 \times 20,0 \text{ kN}$

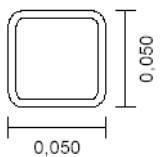
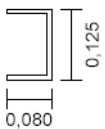
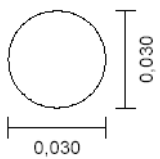


LF 2: Belastung, dead hang

Systemkenngrößen

- 20 Knoten
- 24 Stäbe
- 4 Festhaltungen
- 0 Koppelungen
- 3 Materialkennwerte
- 3 Querschnittswerte
- 1 Lastfälle
- 0 LF-Kombinationen
- 5 Ergebnisorte in den Stäben

Querschnittswerte

1	Bibliothek 	QRO 50 x 50 x 4 (EN 10219-2) Schwerpunkt [m] $y_s = 0,000$ $z_s = 0,000$ Fläche [m ²] $A = 6,9500e-04$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_x = 4,0420e-07$ $I_y = 2,3700e-07$ $I_1 = 2,3700e-07$ $I_z = 2,3700e-07$ $I_2 = 2,3700e-07$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$
2	Polygon 	Schwerpunkt [m] $y_s = 0,035$ $z_s = 0,091$ Fläche [m ²] $A = 2,1520e-03$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_x = 4,5891e-08$ $I_y = 5,2507e-06$ $I_1 = 5,2507e-06$ $I_z = 1,3595e-06$ $I_2 = 1,3595e-06$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$
3	Polygon 	Güte 8.8 Schwerpunkt [m] $y_s = -0,000$ $z_s = 0,000$ Fläche [m ²] $A = 7,0233e-04$ Trägheitsmomente [m ⁴] $I_x = 1,0000e-06$ $I_y = 3,9253e-08$ $I_1 = 3,9253e-08$ $I_z = 3,9253e-08$ $I_2 = 3,9253e-08$ Hauptachsenwinkel [Grad] $\Phi = 0,000$

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]	Verschiedenes
1	1	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	$f_c = 1e+006$ [MN/m ²] $f_t = 1e+006$
2	2	Frei	70000	27000	1,00e-05	27,000	$f_c = 1e+006$ [MN/m ²] $f_t = 1e+006$
3	3	Stahl	210000	81000	1,20e-05	78,500	$f_{yk} = 640$ [MN/m ²]

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Lifting
2	dead hang

Summe der aufgebrauchten Lasten und Auflagerreaktionen

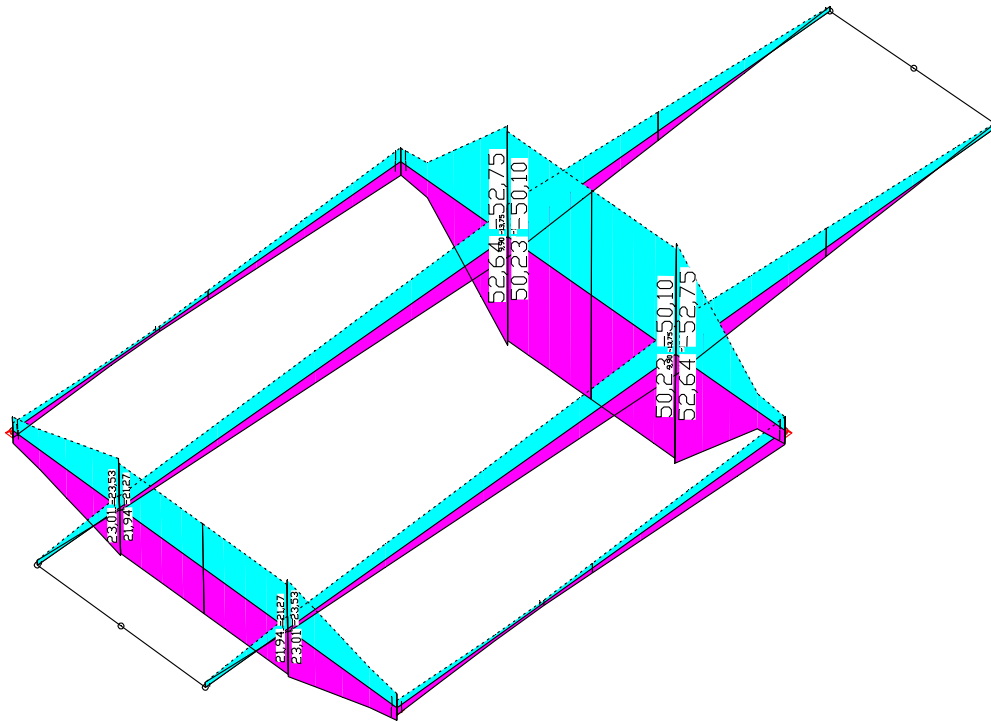
LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Lifting	0,000	0,000	20,000
	Auflagerreaktionen	0,000	-0,000	20,000
2	dead hang	0,000	0,000	40,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	40,000

Lastdaten Lastfall 1: Lifting

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
	von	bis						
1	1	1	-10,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00
2	21	21	10,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00

Lastdaten Lastfall 2: dead hang

LfdNr	Knotenlast (KNL)		Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
	von	bis						
1	17	17	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00
2	18	18	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	0,00



LF 1: Lifting
 Ausgewählte Spannungen min,max Sigma.x [MN/m²]
 Wertebereich (Teilsystem, min/max): -52,75/52,64 [MN/m²]

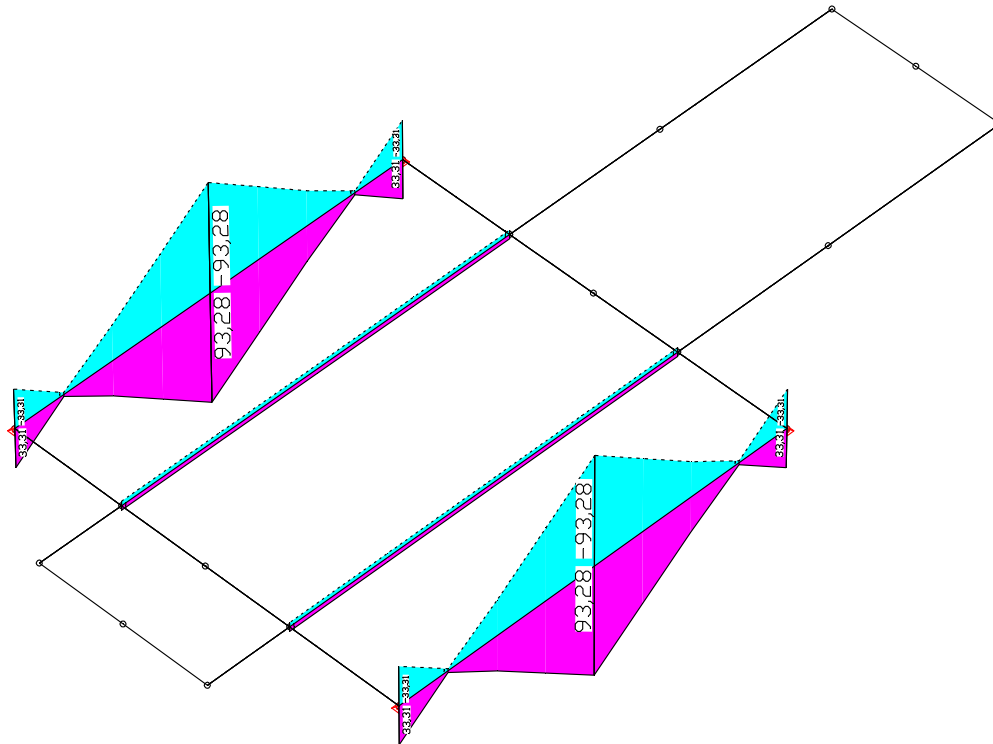
allowable stress: 80 MN/m² (heat affected zone)

allowable lifting load:

Factor 1,2 for dynamic load increase

Faktor 1,2 für dynamische Lasterhöhung

$$10,0 \times 80/52,75 / 1,2 = 12,5 \text{ kN}$$



LF 2: dead hang
 Ausgewählte Spannungen min,max Sigma.x [MN/m²]
 Wertebereich (Gesamtsystem, min/max): -93,28/93,28 [MN/m²]

allowable stress: 80 MN/m² (heat affected zone)

allowable dead hang load:

$$2 \times 20,0 \times 80/93,28 = 34,0 \text{ kN}$$

Bearing capacity according to DIN EN 1999 can be assumed as 1.4 times the allowable load /

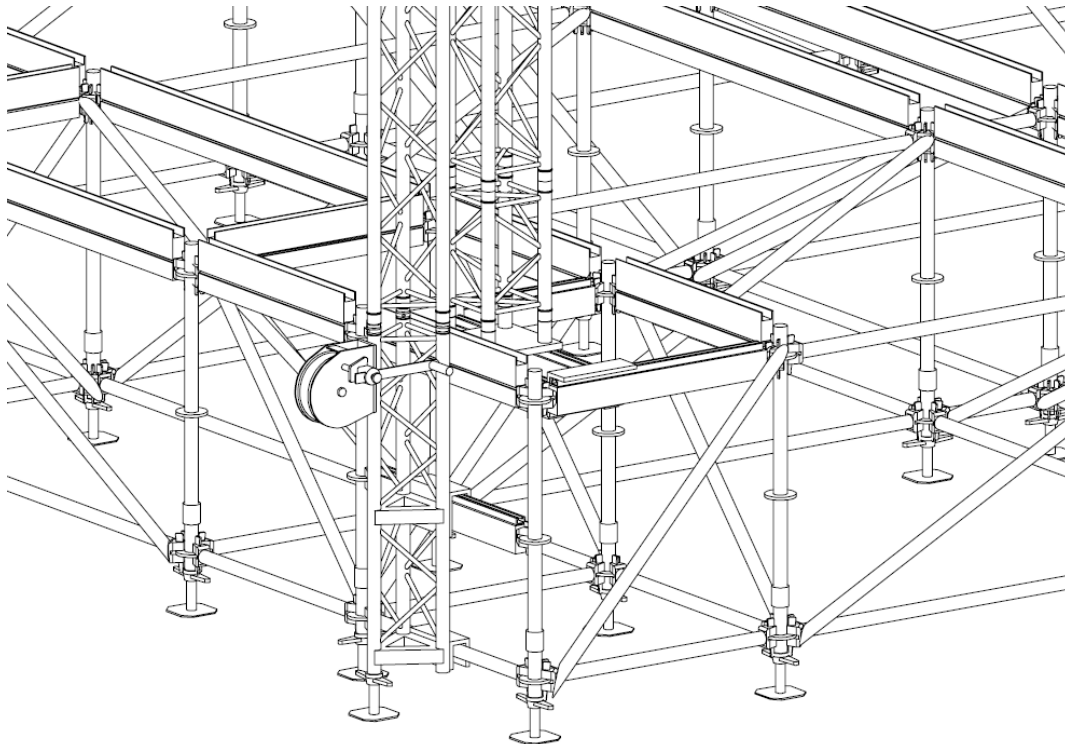
Tragfähigkeit nach DIN EN 1999 kann angenommen werden als das 1,4-fache der zulässigen Last:

$$\min N_{Rd} \approx 1,4 \times 12,5 = 17,5 \text{ kN}$$

$$\eta = 16,57 / 17,5 = 0,947 < 1,0 \checkmark$$

5.2.3 Connection to Layher podium / Anbindung an das Layher Podest:

Detail:



The upper connection is designed to bear horizontal and vertical loads, the lower connection bears only horizontal loads resulting from the fixing. / Die obere Anbindung trägt horizontale und vertikale, die untere Verbindung nur horizontale Lasten aus der Einspannung ab.

Upper connection / Obere Verbindung:

$$F_{H,Ed} = 0,829 \times 5,43 / 0,5 = 9,0 \text{ kN}$$

$$F_{V,Ed} = 16,57 \times 2/3 = 11,05 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} \approx 11,05/2 \times 0,381 = 2,11 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} \approx 9,0/2 \times 0,381 = 1,72 \text{ kNm}$$

Layher Event bar: RHP 120 x 50 x 6

with / mit $V_{y,Ed} \ll 0,5 V_{pl,y,Rd}$; $V_{z,Ed} \ll 0,5 \times V_{pl,z,Rd}$:

$$\alpha = \beta = 1,66$$

$$\eta = [2,11 / 15,70]^{1,66} + [1,72 / 8,22]^{1,66} = 0,110 < 1 \checkmark$$

Layher standard pole / Layher Standard Stiele

$$M_{Ed} = 9,0/2 \times 1,0/4 = 1,125 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 16,57/3 + 1,072 \times 1,072/2 \times (1,1 \times 0,4 + 1,35 \times 5) = 9,655 \text{ kN}$$

$$\chi_{min} = 0,85 \text{ (see chapter / siehe Kapitel 7.2.2)}$$

$$\chi_{min} \times N_{R,d} / 1,1 = 112,1 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} = 6084 \times 320/1,0 \times 10^{-6} = 1,947 \text{ kNm}$$

$$C_{my} = 1,0 \quad \rightarrow \quad k_{yy} = 1 \times (1,0 + (0,7 - 0,2) \times 9,655/112,1) = 1,04$$

$$\eta = 9,655 / 112,1 + 1,04 \times 1,125/(1,947/1,1) = 0,747 < 1 \quad \checkmark$$

Lower connection / Untere Verbindung:

$$F_{H,Ed} = 9,0 - 0,829 = 8,17 \text{ kN}$$

The horizontal force is partially overcompressed /
Die Horizontalkraft ist teilweise überdrückt:

$$F_{V,Ed} = 16,57 / 3 = 5,52 \text{ kN}$$

$$\text{with / mit } \mu = 0,4: \quad F_{H,Ed} = 8,17 - 0,4 \times 5,52 = 5,96 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 5,96 / 2 \times 0,381 = 1,135 \text{ kNm}$$

Layher Tube 48 x 3:

$$W_{pl} = 6084 \text{ mm}^3$$

$$M_{pl,Rd} = 6084 \times 235/1,0 \times 10^{-6} = 1,430 \text{ kNm}$$

$$\eta = 1,135 / 1,430 = 0,794 < 1 \quad \checkmark$$

No further proof / Kein weiterer Nachweis.

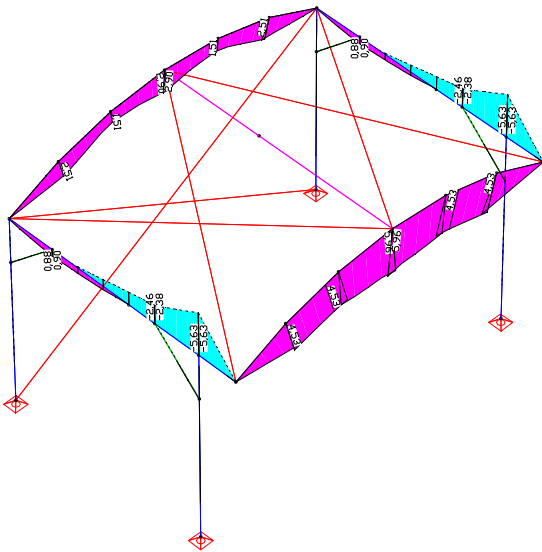
5.3 Permissible live load system 6x4 / Zulässige Nutzlast System 6x4

The permissible live load is determined with a comparative calculation. Only internal forces resulting to live load are compared to those of the bigger stage. /

Die zulässigen Nutzlasten werden über eine Vergleichsrechnung ermittelt, es werden nur die Schnittgrößen aus Nutzlast mit denen der größeren Bühne verglichen.

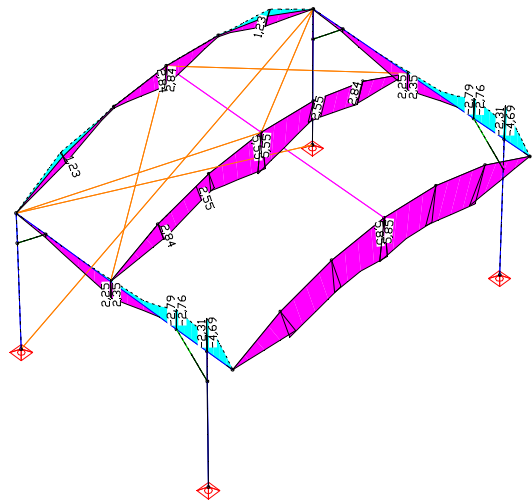
$M_{y,Ed}$:

System 6x4:



LCC 100: Internal forces min,max My [kNm]
Value range (overall system, min/max): -5,63/5,96 [kNm]

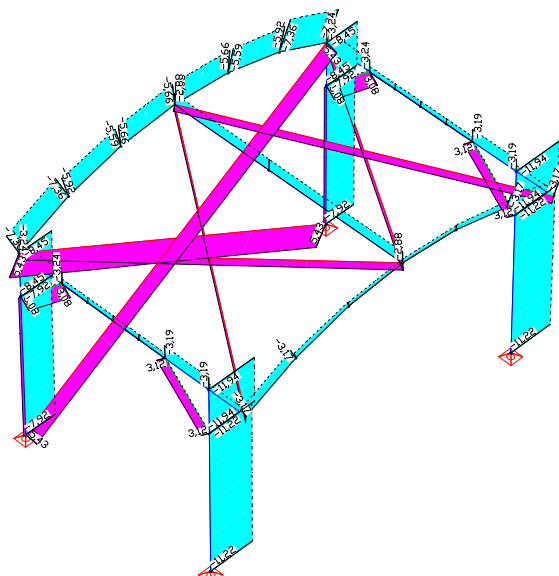
System 8x6:



LCC 100: Internal forces min,max My [kNm]
Value range (overall system, min/max): -4,69/5,85 [kNm]

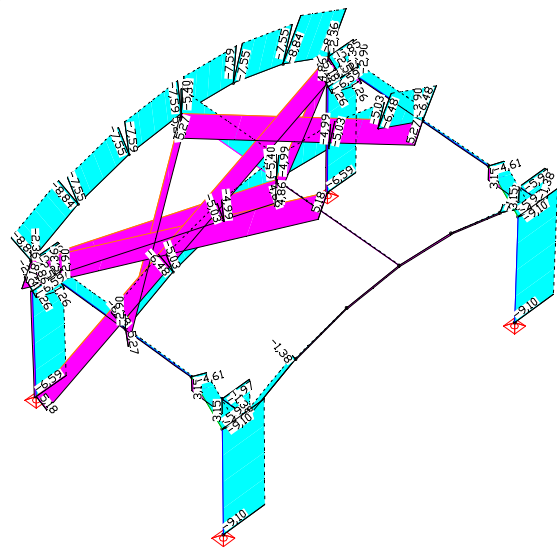
N_{Ed} :

System 6x4:



LCC 100: Internal forces min,max Nx [kN]
Value range (overall system, min/max): -11,94/5,43 [kN]

System 8x6:



LCC 100: Internal forces min,max Nx [kN]
Value range (overall system, min/max): -9,10/5,27 [kN]

The changed usage of the single elements can be estimated in the following way: /
Die geänderte Ausnutzung der einzelnen Elemente kann wie folgt abgeschätzt werden:

Roof arches / Dachbögen:

$$\eta_{6x4} \approx M_{y,6x4} / M_{y,8x6} \times \eta_{8x6} = 5,96/5,85 \times 0,769 = 0,783 < 1 \checkmark$$

Main Grid:

$$\eta_{6x4} \approx M_{y,6x4} / M_{y,8x6} \times \eta_{8x6} = 5,64 / 4,69 \times 0,699 = 0,841 < 1 \checkmark$$

Tower:

$$\eta_{6x4} \approx N_{6x4} / N_{8x6} \times \eta_{8x6} = 11,22 / 9,10 \times 0,684 = 0,843 < 1 \checkmark$$

Guy Wires / Seile:

$$\eta_{6x4} \approx N_{6x4} / N_{8x6} \times \eta_{8x6} = 5,43 / 5,18 \times 0,977 = 1,02 < 1,03 \checkmark$$

These results are safe because the load reduction due to wind is not taken into account. No further proof. /

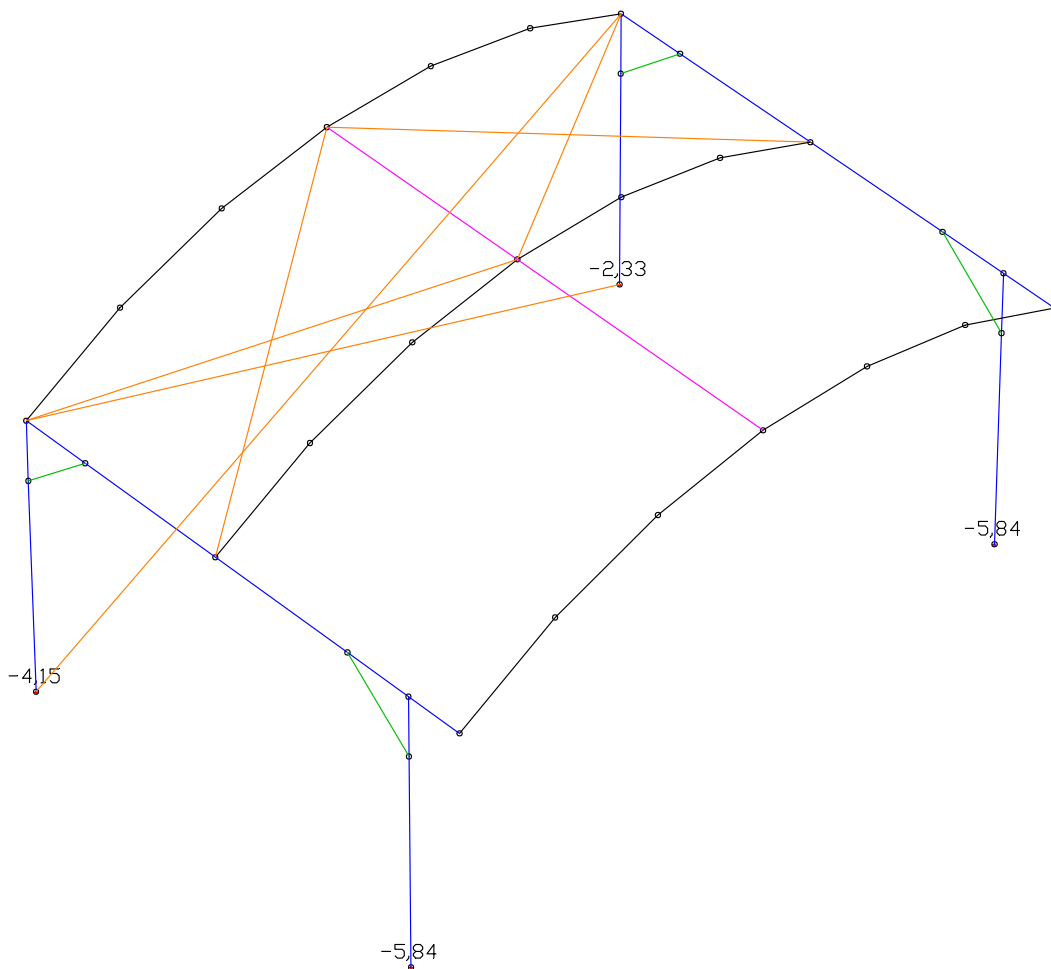
Die obigen Resultate liegen auf der sicheren Seite, da die Lastreduktion infolge Wind nicht berücksichtigt wurde. Kein weiterer Nachweis.

6 BALLAST LOAD / BALLASTIERUNG

6.1 Lifting / Abheben:

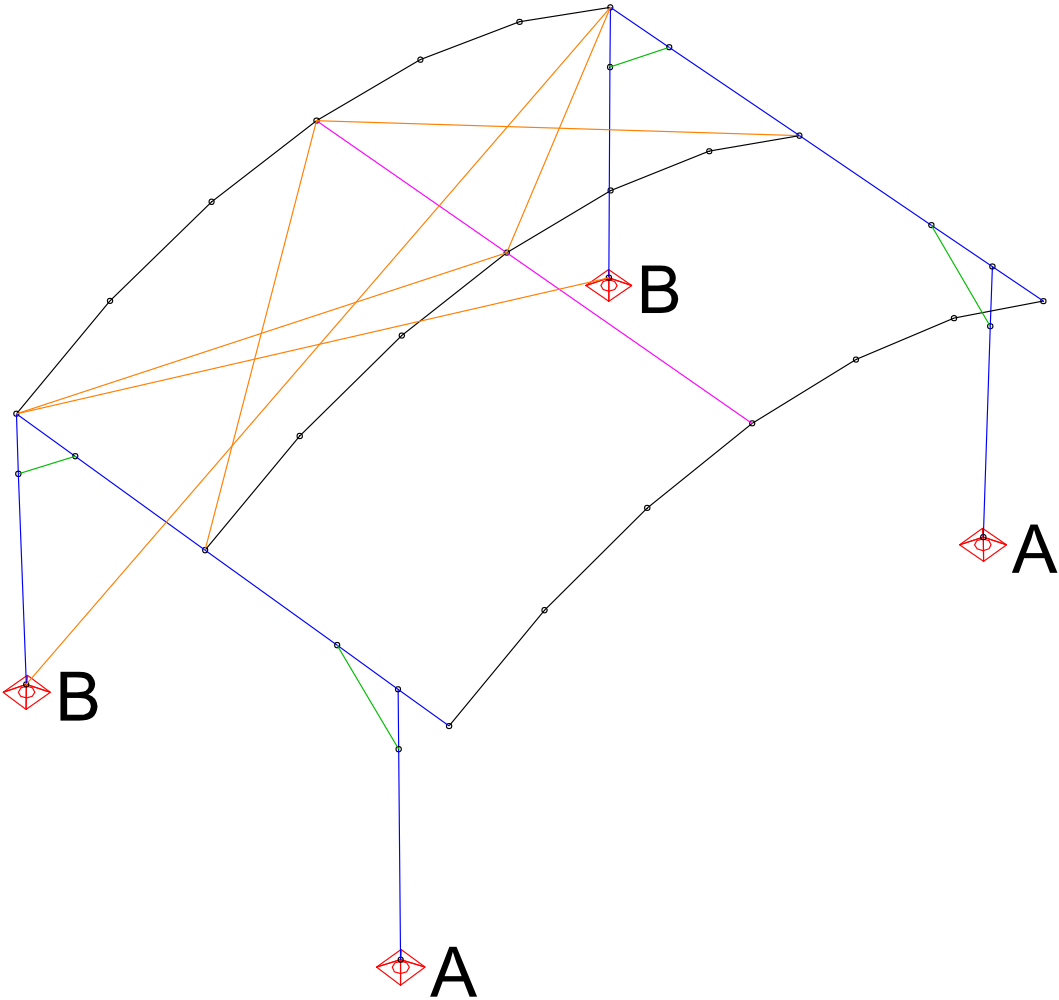
All lifting loads have to be locally secured by ballast. /
Alle abhebenden Kräfte müssen lokal durch Ballast gesichert werden.

SYSTEM 8x6



LFK 85: Auflagerreaktionen im Lokalsystem min Rz(l) [kN]

Chosen ballast / Gewählter Ballast



Support / Auflager	A	B
Ballast	600 kg	450 kg

SYSTEM 6x4:

The lifting forces are multiplied with a factor representing the changed dimensions: /
Die abhebenden Kräfte werden mit einem Größenfaktor abgemindert:

Wind on front / Wind von vorne:

$$L \times B + (H \times L \times H/2) / (B_{\text{Layer}}/2):$$

$$6,888 \times 4,388 + 4,130^2 \times 6,888 / 4,144 = 58,6 \text{ m}^2$$

$$8,956 \times 6,455 + 4,877^2 \times 8,956 / 6,216 = 92,1 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow 58,6/92,1 \times 5,84 = 3,72 \text{ kN}$$

Wind on side / Wind auf die Seite:

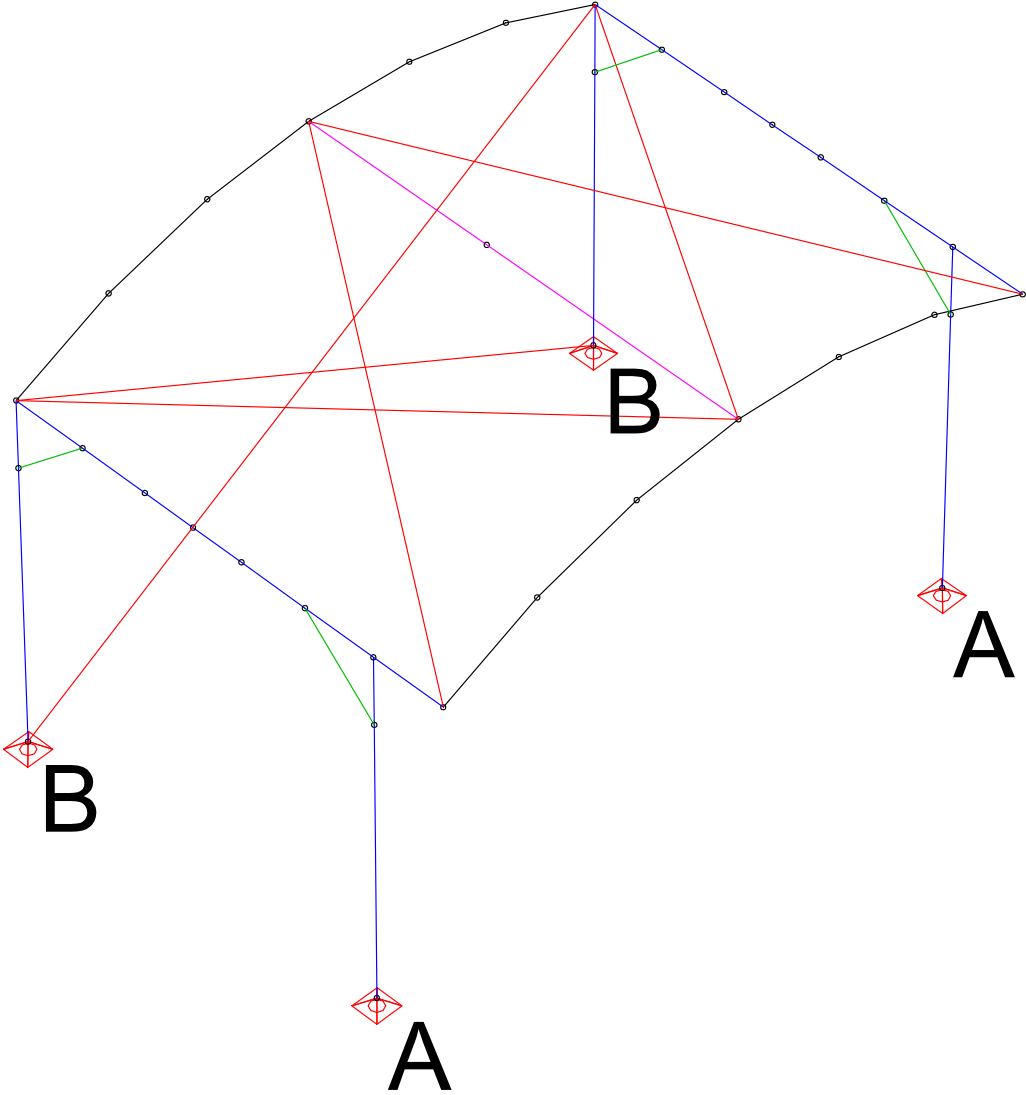
$$L \times B + (H \times B \times H/2) / (L_{\text{Layer}}/2):$$

$$6,888 \times 4,388 + 4,130^2 \times 4,388 / 6,216 = 42,3 \text{ m}^2$$

$$8,956 \times 6,455 + 4,877^2 \times 6,455 / 8,806 = 75,2 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow 42,3/75,2 \times 4,15 = 2,33 \text{ kN}$$

Chosen ballast / Gewählter Ballast

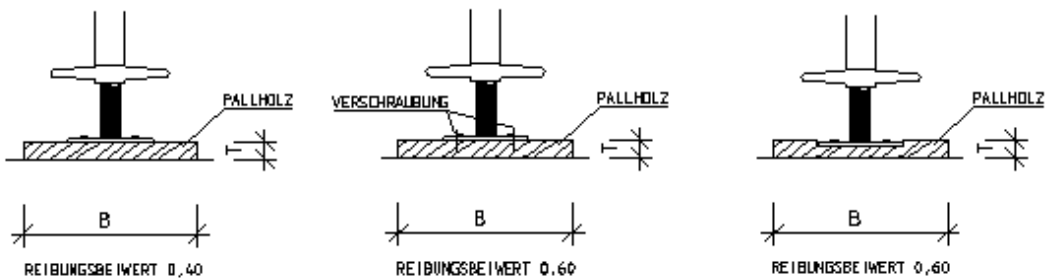


Support / Auflager	A	B
Ballast	400 kg	250 kg

6.2 Proof against sliding and tipping / Nachweis der Gleit- und Kippsicherheit:

The frictional coefficient depends on how the foot is designed: /
 Der Reibungsbeiwert hängt von der Ausbildung der Fußpunkte ab:

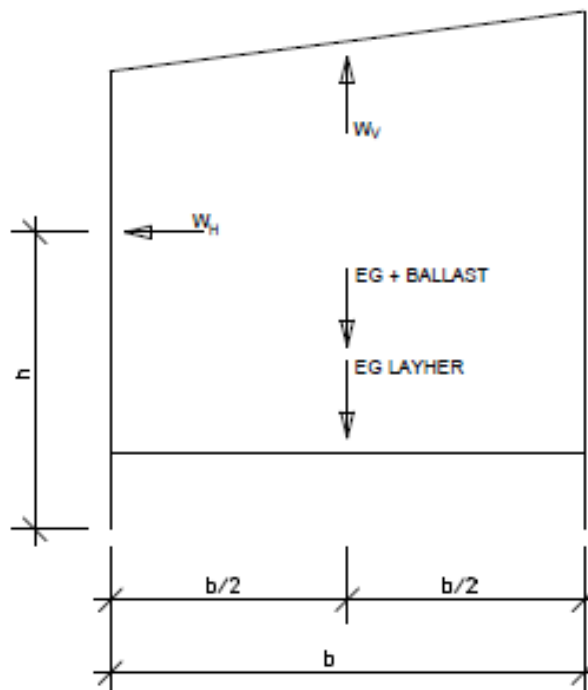
Examples / Beispiele:



0.40 (steel to wood to concrete/sand/gravel)
 (Stahl auf Holz auf Beton/Kies/Sand)

0.60 (steel to rubber to wood to concrete/sand/gravel)
 (Stahl auf Gummi auf Holz auf Beton/Kies/Sand)

The proof is done for the system as a whole, decisive is wind $\beta = 0^\circ$ /
 Der Nachweis erfolgt für das Gesamtsystem, maßgebend ist Wind $\beta = 0^\circ$:
 System:



SYSTEM 8x6:

Self weight / Eigengewicht:

EG Layher: $V_1 = 6,216 \times 8,806 \times 0,4 = 21,90 \text{ kN}$

EG Truss: $V_2 = 3,672 \text{ kN}$

Wind load / Windlast:

decisive / maßgebend LC101: $W_H = 10,454 \text{ kN}; \quad W_V = 15,106 \text{ kN}$

Wind on Layher podium / Wind auf Layher-Podest:

$W_{H,2} = 1,0 \times 8,806 \times 1,3 \times 0,455 = 5,209 \text{ kN}$

$\Sigma W_H = 10,454 + 5,209 = 15,663$

$\Sigma v \times \mu \times V = 21,9 + 3,672 - 1,2 \times 15,106 = 7,445 \text{ kN}$

Necessary ballast load / Erforderlicher Ballast

$\mu = 0,4: \quad 1,2 \times 15,663 / 0,4 - 7,445 = 39,54 \text{ kN}$

$\mu = 0,6: \quad 1,2 \times 15,663 / 0,6 - 7,445 = 23,88 \text{ kN}$

Chosen / Gewählt:

$\mu = 0,4: \quad 40 - 21 = 19,0 \text{ kN}$

$$\Sigma v \times \mu \times V / \Sigma v \times H = [(21,9 + 3,67 + 40 - 1,2 \times 15,11) \times 0,4] / 15,66 = 1,21$$
$$> 1,20 \quad \checkmark$$

$\mu = 0,6: \quad 24 - 21 = 3,0 \text{ kN}$

$$\Sigma v \times \mu \times V / \Sigma v \times H = [(21,9 + 3,67 + 24 - 1,2 \times 15,11) \times 0,6] / 15,66 = 1,21$$
$$> 1,20 \quad \checkmark$$

Proof against tipping / Nachweis der Kippsicherheit:

$$\Sigma v \times M_{St} / \Sigma v \times M_k:$$

$$[(21,9 + 3,67 + 24 - 1,2 \times 15,11) \times 6,216/2] / [15,66 \times 6,581/2] = 1,90$$
$$> 1,20 \quad \checkmark$$

SYSTEM 6x4:

Self weight / Eigengewicht:

EG Layher: $V_1 = 6,734 \times 4,144 \times 0,4 = 11,16 \text{ kN}$

EG Truss: $V_2 = (6,734 \times 4,388 \times 4,130) / (8,806 \times 6,455 \times 4,877) \times 3,672 = 1,616 \text{ kN}$

Wind load / Windlast:

$W_{H,1} = (4,130 \times 6,888) / (4,877 \times 8,956) \times 10,454 = 6,809 \text{ kN};$

$W_V = (6,734 \times 4,388) / (8,806 \times 6,455) \times 15,106 = 7,853 \text{ kN}$

Wind on Layher podium / Wind auf Layher-Podest:

$W_{H,2} = 1,0 \times 6,734 \times 1,3 \times 0,455 = 3,983 \text{ kN}$

$\Sigma W_H = 6,809 + 3,983 = 10,792$

$\Sigma v \times \mu \times V = 11,2 + 1,62 - 1,2 \times 7,85 = 3,4 \text{ kN}$

Necessary ballast load / Erforderlicher Ballast

$\mu = 0,4: \quad 1,2 \times 10,79 / 0,4 - 3,4 = 28,97 \text{ kN}$

$\mu = 0,6: \quad 1,2 \times 10,79 / 0,6 - 3,4 = 18,18 \text{ kN}$

Chosen / Gewählt:

$\mu = 0,4: \quad 29 - 13 = 16,0 \text{ kN}$

$$\Sigma v \times \mu \times V / \Sigma v \times H = [(11,16 + 1,62 + 29 - 1,2 \times 7,85) \times 0,4] / 10,79 = 1,20$$
$$\geq 1,20 \checkmark$$

$\mu = 0,6: \quad 18,5 - 13 = 5,5 \text{ kN}$

$$\Sigma v \times \mu \times V / \Sigma v \times H = [(11,16 + 1,62 + 18,5 - 1,2 \times 7,85) \times 0,6] / 10,79 = 1,22$$
$$> 1,20 \checkmark$$

Proof against tipping / Nachweis der Kippsicherheit:

$\Sigma v \times M_{St} / \Sigma v \times M_k:$

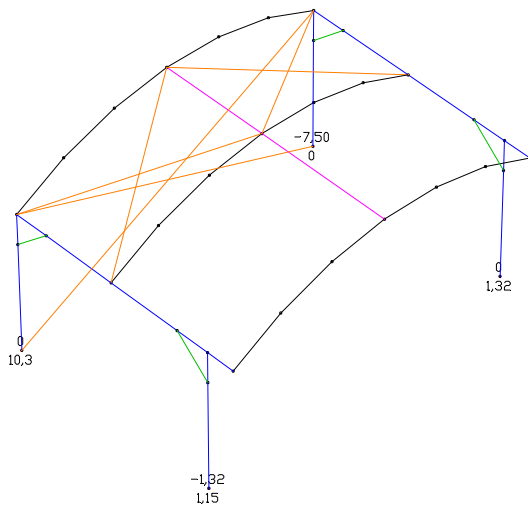
$$[(11,16 + 1,62 + 18,5 - 1,2 \times 7,85) \times 4,144 / 2] / [10,792 \times 5,813 / 2] = 1,44$$
$$> 1,20 \checkmark$$

7 LAYHER PODIUM / LAYHER PODEST

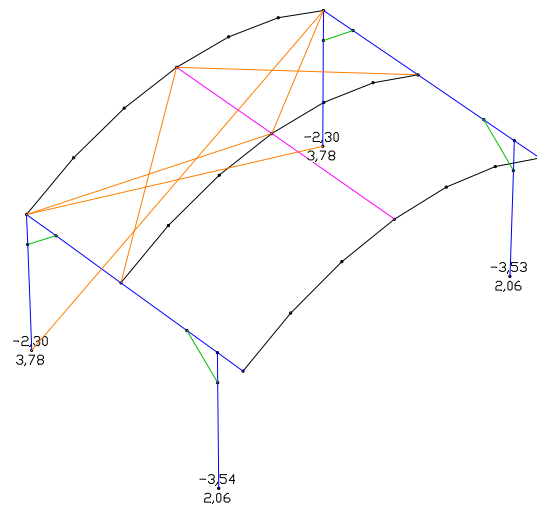
7.1 Diagonals / Diagonalen:

resulting from / resultierend aus:

tower / Stütze:



LCC 85: Support reactions in the local system min,max Rx() [kN]



LCC 85: Support reactions in the local system min,max Ry() [kN]

$$F_{H,tower,x} = 10,3 \text{ kN}$$

$$F_{H,tower,y} = 3,78 \text{ kN}$$

live load podium / Nutzlast Podest:

$$H = V/10:$$

$$F_{H,liveloading,x} = 8,806/2 \times 2,072/2 \times 5,0/10 = 2,28 \text{ kN}$$

$$F_{H,liveloading,y} = 6,216/2 \times 1,036/2 \times 5,0/10 = 0,81 \text{ kN}$$

wind on podium / Wind auf Podest:

$$F_{H,wind,x} = 2,072/2 \times 0,20 = 0,207 \text{ kN}$$

$$F_{H,wind,y} = 1,036/2 \times 0,20 = 0,104 \text{ kN}$$

$$\max F_{H,x,Ed} = 1,35 \times (10,3 + 2,28 + 0,207) = 17,26 \text{ kN}$$

$$\max F_{H,y,Ed} = 1,35 \times (3,78 + 0,81 + 0,104) = 6,34 \text{ kN}$$

Horizontal force is distributed onto two diagonals /
Die Horizontalkraft verteilt sich auf zwei Diagonalen:

Angel / Winkel α : $\arctan(1,0 / 2,072) = 25,8^\circ$

$$\max F_{V,Ed} = 17,26 / (2 \times \cos(25,8)) = 9,59 \text{ kN}$$

$$N_{V,Rd} = 16,8 \text{ kN}$$

$$\eta = 9,59 / 16,8 = 0,571 < 1,0 \checkmark$$

max. spindle extension / Maximale Ausspindelhöhe:

$$\max H = \max \{17,26 / (1,35 \times 7); 6,34 / (1,35 \times 6)\} = 1,83 \text{ kN} \triangleq \underline{2,0 \text{ kN}}$$

$$\max V < 16,57 / 1,1 + 1,036/2 \times 1,036/2 \times 5,0 = 16,4 \text{ kN}$$

$$< 2,072 \times 2,072 \times 5,0 = \underline{21,5 \text{ kN}}$$

$$H_{\text{Spindel}} \leq 25 \text{ cm}$$

7.2 Standard poles / Standard Stiele:

Buckling is decisive / Knicken ist maßgebend:

$$\beta = 0,90$$

$$L_{cr} = 0,9 \times 1,0 = 0,90 \text{ m}$$

$$N_{cr} = (\pi^2 \times 210000 \times 1,16 \times 10^5) / (0,90 \times 10^3)^2 \times 10^{-3} = 296,5 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{((454,4 \times 320 \times 10^{-3}) / 296,5)} = 0,700$$

$$\text{KSL a: } \alpha = 0,21$$

$$\phi = 0,5 \times [1 + 0,21 \times (0,700 - 0,2) + 0,700^2] = 0,800$$

$$\kappa = 1 / (0,800 + \sqrt{(0,800^2 - 0,700^2)}) = 0,85$$

$$N_{b,Rd} = 0,85 \times 454,4 \times 320 / 1,1 \times 10^{-3} = 112,1 \text{ kN}$$

$$\max N_{Ed} = 1,35 \times 2,072^2 \times 5,0 = 28,97 \text{ kN}$$

$$\eta = 28,97 / 112,1 = 0,258 < 1,0 \checkmark$$

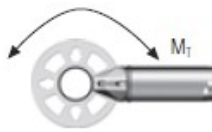
No further proof. / Kein weiterer Nachweis.

7.3 Bearing capacity Layher system / Tragfähigkeit Layhersystem

Ultimate capacities

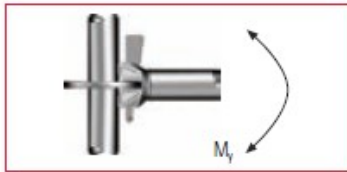
Stress capacity values* of the Allround ledger and the diagonal brace.

Z-8.22-64: K 2000+



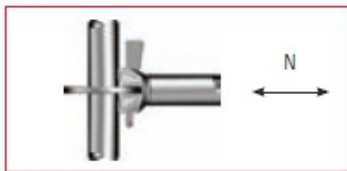
$M_{T,Rd} = \pm 52.9 \text{ kNm}$

Connection moment



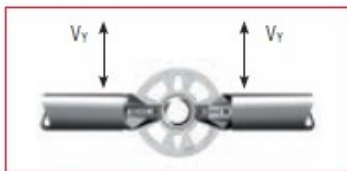
Connection moment
 $M_{Y,Rd} = \pm 101.0 \text{ kNm}$

Normal force

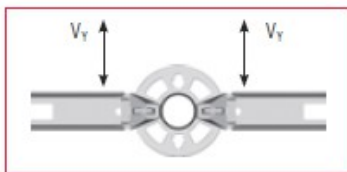


$N_{Rd} = \pm 31.0 \text{ kN}$

Horizontal force

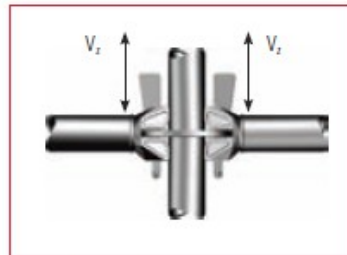


D-ledger: $V_{Y,Rd} = \pm 10.0 \text{ kN}$



U-ledger: $V_{Y,Rd} = \pm 5.9 \text{ kN}$

Vertical force



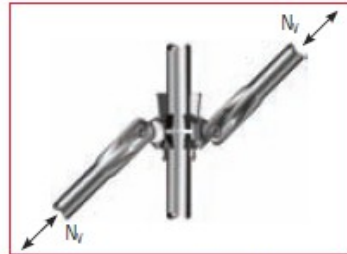
Vertical shear force single connection

$V_{z,Rd} = \pm 26.4 \text{ kN}$

Vertical shear force per rosette

$\Sigma V_{z,Rd} = \pm 105.6 \text{ kN}$

Axial force, diagonal brace



Normal force in the vertical diagonal brace for a bay height of 2.0 m for K 2000+:

	Compression								Tension
Bay length (m)	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07	4.14	all bay lengths
$N_{V,Rd}$ (kN)	-16.6	-16.8	-15.5	-14.7	-12.4	-10.2	-8.4	-5.3	+17.9

The K 2000+ connector can be combined with the connector of Variant II. Higher stress capacities as per approval.

Normal force in the vertical diagonal brace for a bay height of 2.0 m for Variant II:

	Compression								Tension
Bay length (m)	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07	4.14	all bay lengths
$N_{V,Rd}$ (kN)	-8.4	-8.4	-8.4	-8.4	-8.4	-8.4	-8.4	-5.3	+8.4

When K 2000+ is used with Variant II, higher stress capacities are approved.

Approved load bearing capacities

Z-8.22-64: K 2000+, steel, values are permissible loads.



Tab. 1 Load bearing capacity of ledgers

Bay length [m]	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07
Evenly distributed load (q) [kN/m]	22.07	10.44	6.54	5.26	3.12	2.06	1.46
Point load (P) in the middle of the bay [kN]	7.43	5.21	4.17	3.77	2.96	2.42	2.06

Tab. 2 Load bearing capacity of diagonal braces, K 2000+

Baywidth [m]	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07
Diagonal brace Load capacity max. D [kN]	+11.93 - 11.1	+11.93 - 11.2	+11.93 - 10.33	+11.93 - 9.8	+11.93 - 8.3	+11.93 - 6.8	+11.93 - 5.6

Variant II, steel



Tab. 3 Load bearing capacity of ledgers

Bay length [m]	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07
Evenly distributed load (q) [kN/m]	22.07	8.81	4.63	3.48	1.79	1.07	0.70
Point load (P) in the middle of the bay [kN]	7.43	5.21	4.13	3.51	2.40	1.80	1.40

Tab. 4 Load bearing capacity of diagonal braces

Bay width [m]	0.73	1.09	1.40	1.57	2.07	2.57	3.07
Diagonal brace Load capacity max. D [kN]	± 5.6	± 5.6	± 5.6	± 5.6	± 5.6	± 5.6	± 5.6

K 2000+, also Variant II



Tab. 5 Load bearing capacity of U-transom (U), ledger, reinforced (V), round ledger (O)

Type of ledger and length [m]	U 0.73	U-V 1.09	U-V 1.40	O-V 1.09	O-V 1.28
Evenly distributed load (q) [kN/m]	19.01	17.34	10.42	21.82	15.56
Point load (P) in the middle of the bay [kN]	6.10	8.76	6.84	11.00	9.34



Tab. 6 Load bearing capacity of U-bridging ledgers

Type of bridging ledger [m]	1.57	2.07	2.57	3.07
Evenly distributed load (q) [kN/m]	15.16	8.65	5.12	3.59
Point load (P) in the middle of the bay [kN]	7.97	6.92	5.25	5.24

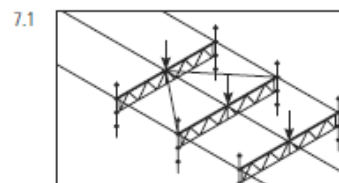


Tab. 7 Load bearing capacity of U-lattice beams, K 2000+

Length [m]	2.07	2.57	3.07	4.14	5.14	6.14
Evenly distributed load (q) [kN/m]**	17.3	12.5	10.2	7.3	5.2	4.3
Point load (P) in the middle of the bay [kN]**	25.1	26.6	8.2 ¹⁾ 19.5 ²⁾	16.2	15.9	10.9

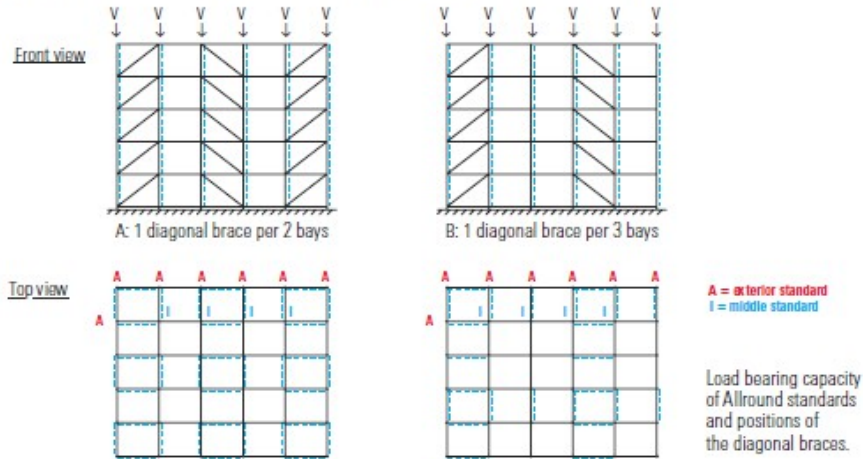
¹⁾ Single point load exactly in the middle of the beam (= between the two middle posts)
²⁾ Single point load above one of the middle posts

- * U-lattice beams completely covered with decking elements, secured with lock against lift-off.
- ** U-lattice beams completely covered with decking elements, secured with lock against lift-off. Alternatively the top chords of the beams – except U-lattice beam 2.57 m – can be braced by a bracing structure from tubes and couplers, connected to the posts of the beams.
 Example: bracing of the U-lattice beam 4.14 m, as per drawing 7.1



Load bearing capacity of Allround standards

Permissible loads for K 2000+ and Variant II.



Load bearing capacity of Allround standards
(The values are permissible loads)

Height of lift: 2 m
A = 1 diagonal brace per 2 bays
B = 1 diagonal brace per 3 bays

1. Erection with adjustable base plate 80 (Ref.: 4002.080)

- max. spindle extension: $h \leq 25$ cm
- with scaffold brace to base of spindle in the diagonal bays



Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	33.9	29.6	43.5	38.9	45.7	43.1	45.9	43.8	45.4	43.7	44.8	43.2

Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	33.9	29.6	40.8	38.9	40.3	39.5	39.5	39.0	39.5	38.1	38.1	37.7

2. Erection with adjustable base plate 60 (Ref.: 4001.060) (max. $h \leq 5$ cm)

- or
- Erection with base plate (Ref.: 4001.000)



Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	34.0	29.6	43.3	38.9	45.4	43.0	45.4	43.8	44.7	43.6	43.9	43.0

Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	34.0	29.6	41.0	38.9	40.6	39.8	39.7	39.3	38.8	38.6	38.1	37.9

3. Erection with adjustable base plate 60 (Ref.: 4001.060)

- max. spindle extension: $h \leq 25$ cm
- with scaffold brace to base of spindle in the diagonal bays



Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	33.9	29.6	39.0	34.8	41.6	37.7	43.0	39.2	43.7	40.3	43.7	40.8

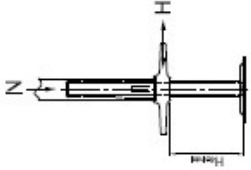
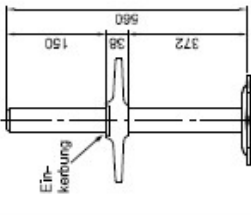
Bay width [m]	0.73		1.09		1.57		2.07		2.57		3.07	
Positioning of diagonal braces	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
max. vertical load V_1 [kN]	33.9	29.6	39.0	34.8	40.3	37.7	39.3	38.7	38.4	37.8	37.7	37.2

Permissible loads (N_k with related H_k) and max. spindle extensions (H_{Spindel}):

17.01.2013

Zulässige Belastung von Layher Gerüstspindeln

Fußspindel 60 (Art.-Nr. 4001.060)

		Ersatzquerschnittswerte des Gewindes $A = 3,84 \text{ cm}^2$ $W_d = 2,61 \text{ cm}^3$ $1,25 W_d = 3,26 \text{ cm}^3$ $W_{pl} = 3,26 \text{ cm}^3$ $I = 3,74 \text{ cm}^4$ Material: EN 10210 - S235JRH → Rollgewinde: $f_{yk} = 280 \text{ N/mm}^2$
-------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ausspindellänge H_{Spindel} [cm]	zulässige Vertikallast N [kN] * bei gleichzeitiger Wirkung einer Horizontallast H														zulässige Horizontallast H [kN] wenn N = 0
	H = 0,5 kN	H = 1,0 kN	H = 1,5 kN	H = 2,0 kN	H = 2,5 kN	H = 3,0 kN	H = 3,5 kN	H = 4,0 kN	H = 4,5 kN	H = 5,0 kN	H = 5,5 kN	H = 6,0 kN			
0	41	41	40	40	39	39	39	38	38	37	36	35	35	26,3	
5	40	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	7,8	
10	39	38	37	36	34	33	30	29	28	26	25	-	-	4,6	
15	38	36	35	33	31	29	27	24	-	-	-	-	-	3,2	
20	36	34	32	29	27	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	
25	34	31	28	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	
30	31	27	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	
35	27	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	
37	25	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	

*Die zulässigen Vertikallasten wurden berechnet unter Anwendung des Berechnungsmodells nach EN 12811-1, Abs. 10.2.3.2. Zur Erfassung der Biegesteifigkeit des Ständerrohres und Anteile aus Theorie II. Ordnung wurde ein Raumgitter mit 2,0 m Lagenhöhe und 2,57 m Ständerabstand berücksichtigt.

(-) Bei dieser Kombination von Ausspindellänge und Horizontallast ist die Biegebeanspruchbarkeit der Spindel überschritten.

Wilhelm Layher GmbH + Co. KG, Ochsenbacher Straße 56, D-74363 Güglingen-Ebensbach

8 CAPACITY OF THE TRUSSES / TRAGFÄHIGKEITEN DER TRAVERSEN

PROLYTE H30V

DEADWEIGHT TRUSS / EIGENGEWICHT TRAVERSE

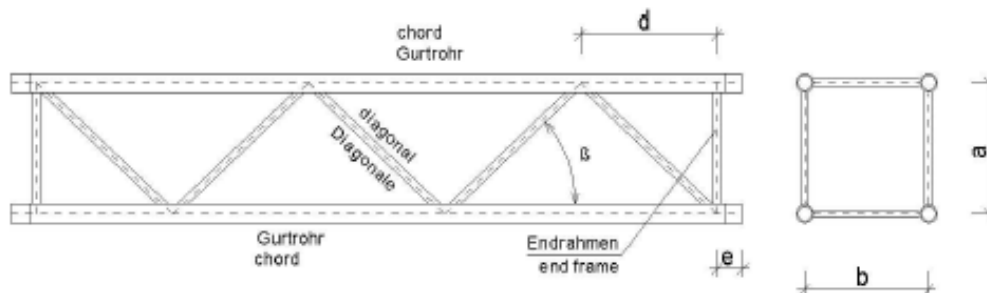
6,3 kg/m

CROSS SECTION TUBES / QUERSCHNITTSWERTE ROHRE

	D [mm]	t [mm]	A [cm ²]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	i [cm]
chords/ Gurte	48,000	3,000	4,241	4,493	10,783	21,568	1,595
diagonals vertical/ Diagonale vertikal	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
diagonals horizontal/ Diagonale horizontal	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
end frame/ Endrahmen	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500

TRUSS GEOMETRY/ TRAVERSENGEOMETRIE

Height / Höhe	a [cm]	23,90
Width / Breite	b [cm]	23,90
Distance diagonals vertical / Abstand Diagonalen vertikal	d[cm]	23,90
Angle diagonals vertical / Winkel Diagonalen vertikal	β _v	45,00
Distance diagonals horizontal / Abstand Diagonalen horizontal	d[cm]	23,90
Angle diagonals horizontal / Winkel Diagonalen horizontal	β _h	45,00
	e[cm]	5,00



CROSS SECTION TRUSS/ QUERSCHNITTSWERTE GESAMTTRAVERSE

$$A = 4 \times A_{\text{single tube/Einzrohr}}$$

$$I = 0,85 \times (4 \times I_{\text{single tube/Einzrohr}} + 4 \times A_{\text{single tube/Einzrohr}} \times (a/2)^2)$$

$$i = (I / A)^{1/2}$$

The moments of inertia are reduced for 15% due to the resilient connection between chords and diagonals./
Die Trägheitsmomente werden aufgrund der nachgiebigen Verbindung Gurte-Diagonalen um 15 % abgemindert.

A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	i _y [cm]	i _z [cm]	I _y [cm ⁴]
16,96	2095,86	2095,86	11,12	11,12	500

PROLYTE H30V

MATERIAL

chords, diagonals/ Gurtrohre, Diagonalen:

characteristic values of 0,2% proof strength $f_{0,2}$ and ultimate tensile strength f_u
 according to EC9/ charakteristische Werte für Streckgrenze f_y und Zugfestigkeit f_u gemäß EC9
 (see tab. 3.2b; 8.8⁽¹⁾) / siehe Tabelle 3.2b; 8.8⁽¹⁾)

EN AW 6082 T6	[N/mm ²]	normal stress/ Normalspannung	shear stress/ Schubspannung
		$\sigma_{R,d} = f / \gamma_{(M1,M2)}$	$\tau_{R,d} = f / (\gamma_{(M1,M2)} \times \sqrt{3})$
$f_{0,2}$: t > 5mm	260,0	236,4	136,5
$f_{0,2}$: t > 5mm	310,0		
$f_{0,2}$: t < 5mm	250,0	227,3	131,2
$f_{0,2}$: t < 5mm	290,0		
$f_{0,2HR}$	125,0	113,6	65,6
$f_{0,2HR}$	185,0		
$f_u^{(1)}$	190,0	152,0	87,8

partial safety factors for ultimate limit states/ Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragfähigkeit

γ_{M1}	1,10
γ_{M2}	1,25

(see tab. 6.1/ siehe Tabelle 6.1)

SUMMARY / ZUSAMMENFASSUNG

normal force chord / Normalkraft Gurte:	$N_{R,d} = \pm$	48,19 kN
normal force in the fittings / Normalkraft Verbinder:	$N_{R,d} = \pm$	53,70 kN
normal force diagonal vertical / Normalkraft Diagonale vertikal:	$N_{R,d} = \pm$	10,00 kN
normal force diagonal horizontal / Normalkraft Diagonale horizontal:	$N_{R,d} = \pm$	10,00 kN

The values shown above are design values and not permissible/ characteristic values./
 Die oben gezeigten Werte sind Beanspruchbarkeiten und keine zulässigen/ charakteristischen Werte!

**DESIGN INTERNAL FORCES COMPLETE TRUSS /
 BEMESSUNGSSCHNITTGRÖSSEN GESAMTTRAVERSE**

bending moment/Biegemoment:	$M_{y,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times$	0,239 =	23,04 kNm
bending moment/Biegemoment:	$M_{z,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times$	0,239 =	23,04 kNm
normal force/Normalkraft:	$N_{R,d} = 4 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} =$		192,78 kN
transversal force/Querkraft	$V_{z,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin$	45,00 ° =	14,14 kN
transversal force/Querkraft	$V_{y,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin$	45,00 ° =	14,14 kN

The values shown above are design values and not permissible/ characteristic values./
 Die oben gezeigten Werte sind Beanspruchbarkeiten und keine zulässigen/ charakteristischen Werte!

INTERACTION MOMENT-TRANSVERSAL FORCE / MOMENTEN-QUERKRAFT-INTERAKTION

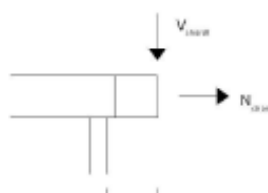
In case of occurrence of bending moment and transversal force the following term has to be analysed:
 Bei Auftreten von Moment und Querkraft, ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$V_{d, \text{chord-Gurt}} = 0,25 \times V_{d, \text{total/gesamt}}$$

$$M_{d, \text{chord/Gurt}} = V_{d, \text{chord/Gurt}} \times e$$

$$e^* = 5,00$$

$$\sigma = M_{d, \text{chord/Gurt}} / W + N_{d, \text{chord/Gurt}} / A < 113,64 \text{ MN/m}^2$$



PROLYTE H30D

DEADWEIGHT TRUSS / EIGENGEWICHT TRAVERSE

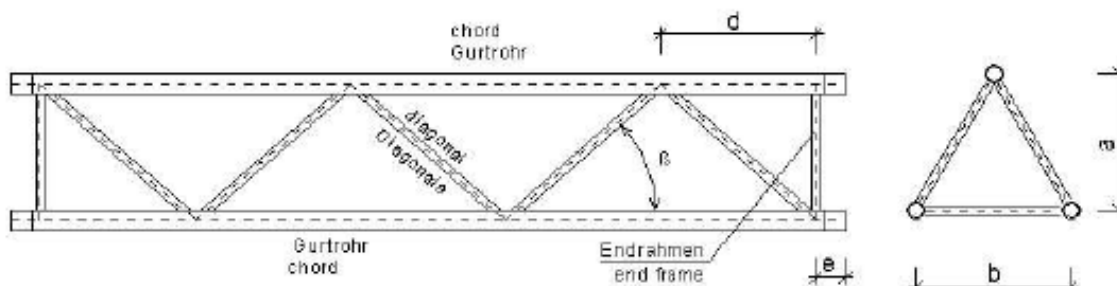
5 kg/m

CROSS SECTION TUBES / QUERSCHNITTSWERTE ROHRE

	D [mm]	t [mm]	A [cm ²]	W [cm ³]	I [cm ⁴]	I _y [cm ⁴]	i [cm]
chords/ Gurte	48,000	3,000	4,241	4,493	10,783	21,566	1,595
diagonals vertical/ Diagonale vertikal	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
diagonals horizontal/ Diagonale horizontal	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500
end frame/ Endrahmen	16,000	2,000	0,880	0,275	0,220	0,440	0,500

TRUSS GEOMETRY/ TRAVERSENGEOMETRIE

Height / Höhe	a [cm]	20,70
Width / Breite	b [cm]	23,90
Distance diagonals vertical / Abstand Diagonalen vertikal	d[cm]	23,90
Angle diagonals vertical / Winkel Diagonalen vertikal	β _v	45,00
Distance diagonals horizontal / Abstand Diagonalen horizontal	d[cm]	23,90
Angle diagonals horizontal / Winkel Diagonalen horizontal	β _h	45,00
	e[cm]	5,00



CROSS SECTION TRUSS/ QUERSCHNITTSWERTE GESAMTTRAVERSE

$$A = 3 \times A_{\text{single tube/Einzrohr}}$$

$$I_y = 0,85 \times (3 \times I_{\text{single tube/Einzrohr}} + A_{\text{single tube/Einzrohr}} \times (2 \times (a/3)^2 + (2a/3)^2))$$

$$I_z = 0,85 \times (3 \times I_{\text{single tube/Einzrohr}} + 2 \times A_{\text{single tube/Einzrohr}} \times (b/2)^2)$$

$$i = (I / A)^{0,5}$$

The moments of inertia are reduced for 15% due to the resilient connection between chords and diagonals./

Die Trägheitsmomente werden aufgrund der nachgiebigen Verbindung Gurte-Diagonalen um 15 % abgemindert.

A [cm ²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	i _y [cm]	i _z [cm]	i _r [cm]
12,72	1057,29	1057,10	9,12	9,11	150

PROLYTE H30D

MATERIAL

chords, diagonals/ Gurtrohre, Diagonalen:

characteristic values of 0,2% proof strength $f_{0,2}$ and ultimate tensile strength f_u
 according to EC9/ charakteristische Werte für Streckgrenze f_y und Zugfestigkeit f_u gemäß EC9
 (see tab. 3.2b; 8.8⁽¹⁾) / siehe Tabelle 3.2b; 8.8⁽¹⁾)

EN AW 6082 T6	[N/mm ²]	normal stress/ Normalspannung	shear stress/ Schubspannung
		$\sigma_{R,d} = f / \gamma_{(M1,M2)}$	$\tau_{R,d} = f / (\gamma_{(M1,M2)} \times \sqrt{3})$
$f_{0,2} \cdot t > 5\text{mm}$	260,0	236,4	136,5
$f_{0,2} \cdot t > 5\text{mm}$	310,0		
$f_{0,2} \cdot t < 5\text{mm}$	250,0	227,3	131,2
$f_{0,2} \cdot t < 5\text{mm}$	290,0		
$f_{0,2\text{hor}}$	125,0	113,6	65,6
$f_{0,2\text{hor}}$	185,0		
$f_u^{(1)}$	190,0	152,0	87,8

partial safety factors for ultimate limit states/ Teilsicherheitsbeiwerte für Grenzzustände der Tragfähigkeit

γ_{M1}	1,10
γ_{M2}	1,25

(see tab. 6.1/ siehe Tabelle 6.1)

SUMMARY / ZUSAMMENFASSUNG

normal force chord / Normalkraft Gurte:	$N_{R,d} = \pm$	48,19 kN
normal force in the fittings / Normalkraft Verbinder:	$N_{R,d} = \pm$	53,70 kN
normal force diagonal vertical / Normalkraft Diagonale vertikal:	$N_{R,d} = \pm$	10,00 kN
normal force diagonal horizontal / Normalkraft Diagonale horizontal:	$N_{R,d} = \pm$	10,00 kN

The values shown above are design values and not permissible/ characteristic values./
 Die oben gezeigten Werte sind Beanspruchbarkeiten und keine zulässigen/ charakteristischen Werte!

**DESIGN INTERNAL FORCES COMPLETE TRUSS /
 BEMESSUNGSSCHNITTGRÖSSEN GESAMTTTRAVERSE**

bending moment/Biegemoment:	$M_{y,R,d} = N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times$	0,207 =	9,98 kNm
bending moment/Biegemoment:	$M_{z,R,d} = N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} \times$	0,239 =	11,52 kNm
normal force/Normalkraft:	$N_{R,d} = 3 \times N_{R,d, \text{chord tube/Gurtrohr}} =$		144,58 kN
transversal force/Querkraft	$V_{z,R,d} = 2 \times N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin 60^\circ \times \sin 45,00^\circ =$		12,24 kN
transversal force/Querkraft	$V_{y,R,d} = N_{R,d, \text{diagonal}} \times \sin 45,00^\circ =$		7,07 kN

The values shown above are design values and not permissible/ characteristic values./
 Die oben gezeigten Werte sind Beanspruchbarkeiten und keine zulässigen/ charakteristischen Werte!

INTERACTION MOMENT-TRANSVERSAL FORCE / MOMENTEN-QUERKRAFT-INTERAKTION

In case of occurrence of bending moment and transversal force the following term has to be analysed:
 Bei Auftreten von Moment und Querkraft, ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$V_{d, \text{chord/Gurt}} = 0,50 \times V_{d, \text{belegesamt}}$$

$$M_{d, \text{chord/Gurt}} = V_{d, \text{chord/Gurt}} \times e$$

$$e^* = 5,00$$

$$\sigma = M_{d, \text{chord/Gurt}} / W + N_{d, \text{chord/Gurt}} / A <$$

$$113,64 \text{ MN/m}^2$$

