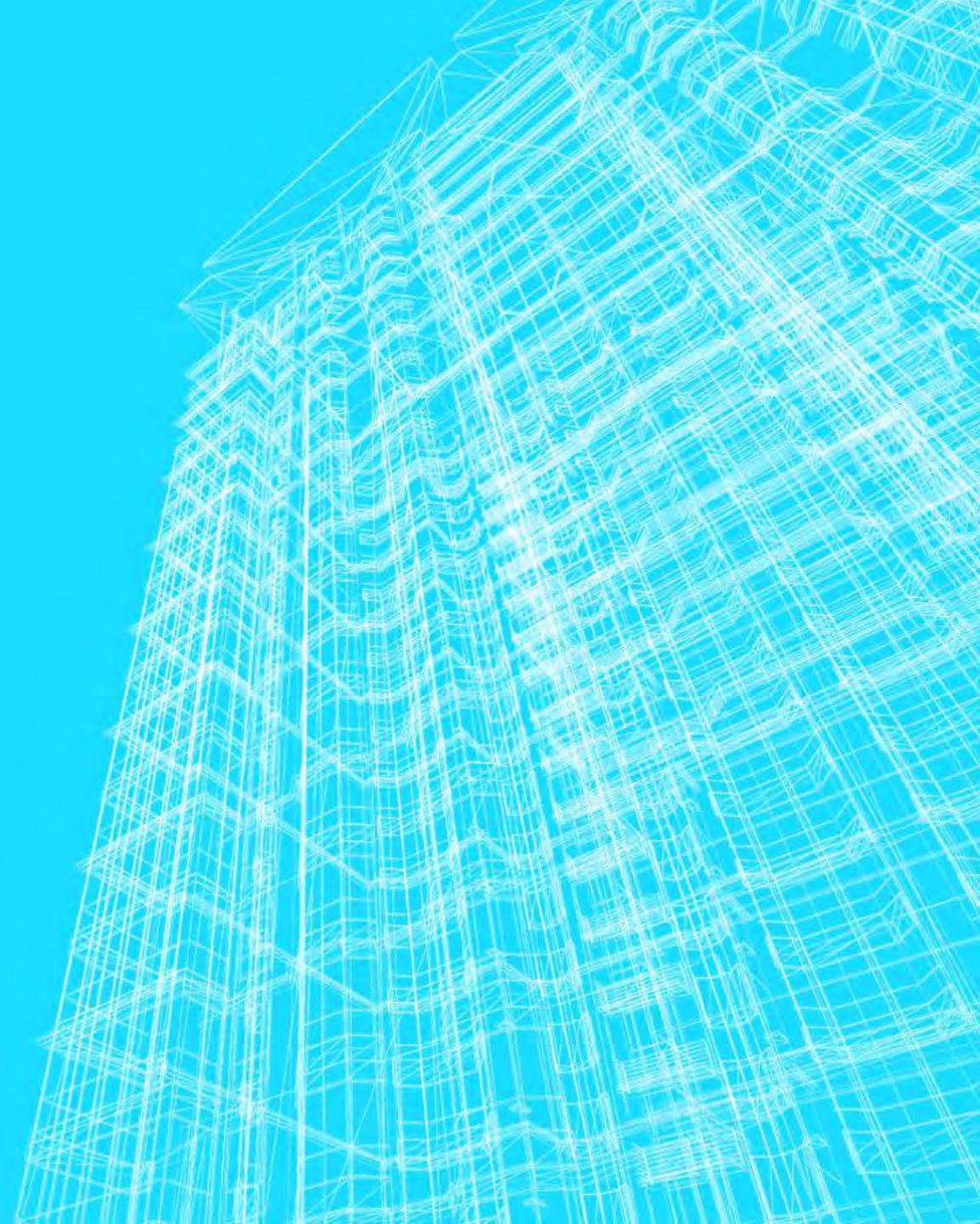


TKH- ABSCHLUSSPROJEKT WS21/22

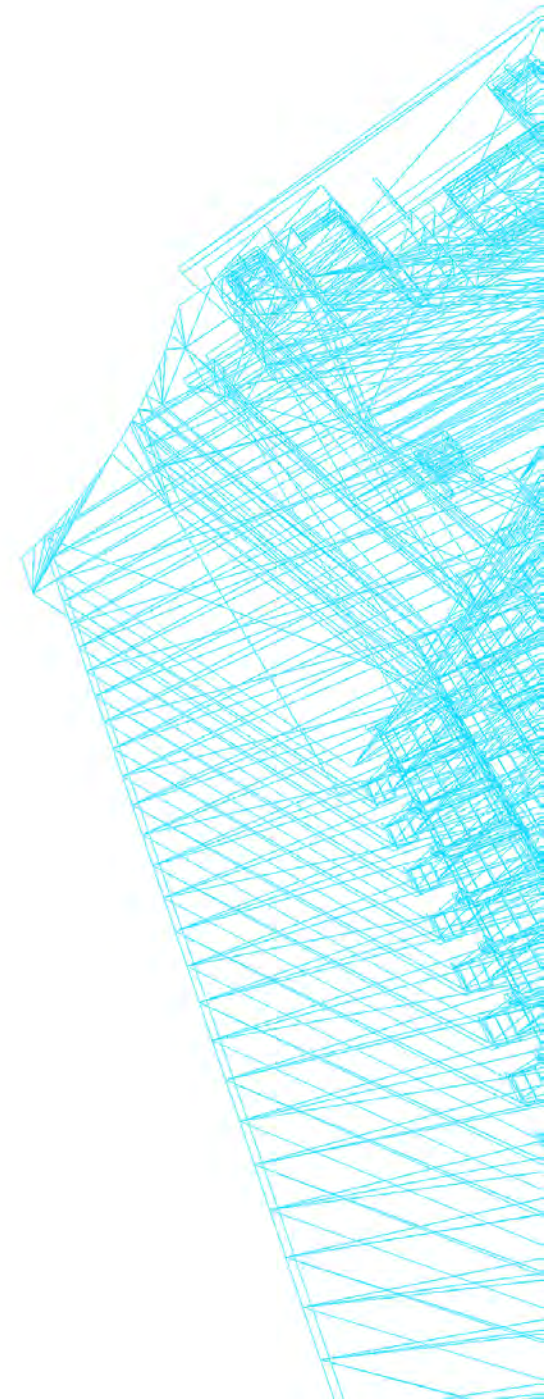
PLATZÜBERDACHUNG ZWISCHEN DER BLUEBOX UND DEM H-GEBÄUDE

Adel Echresh

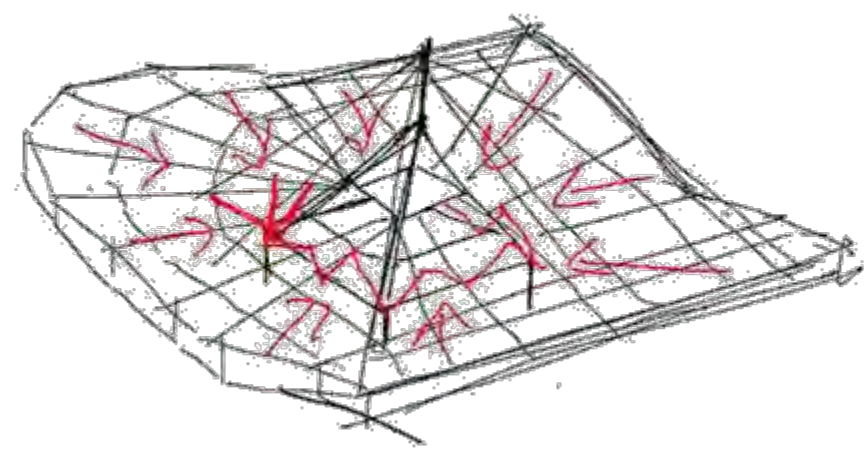
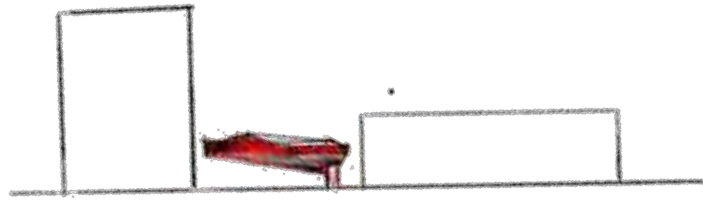
018305902



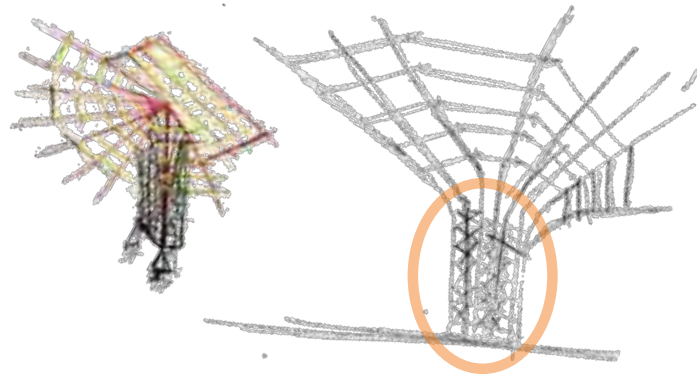
SCHRITT 1



ENTWURF

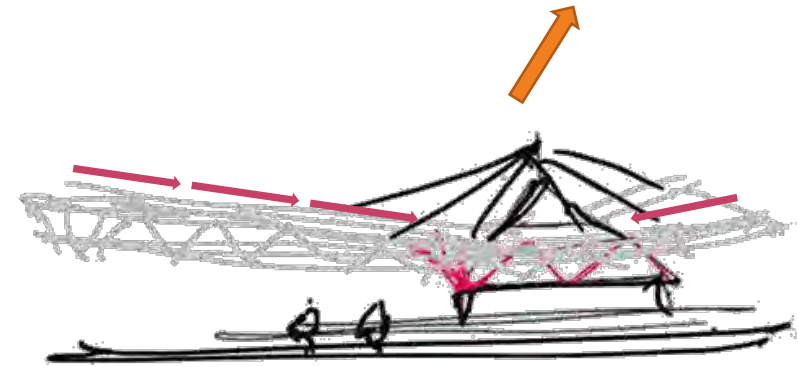


GENEIGTES DACH/ SCHNEESACK

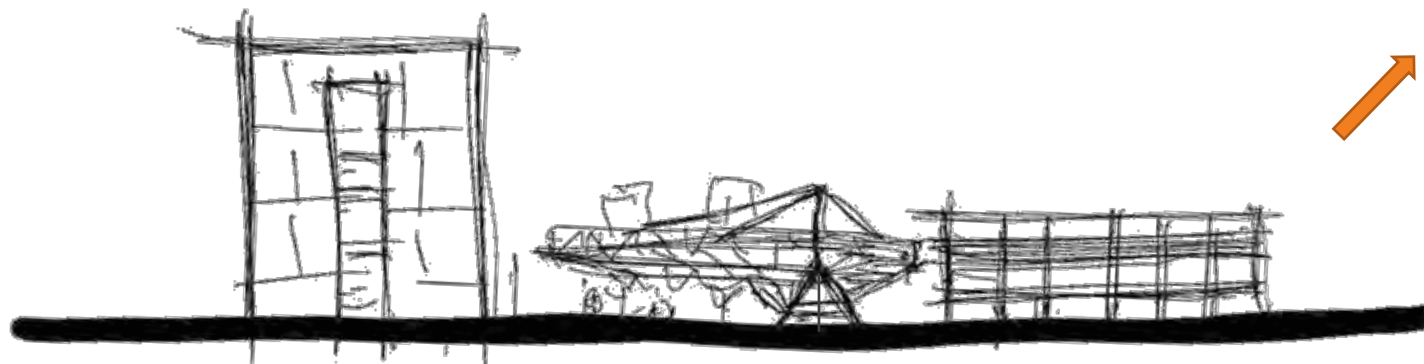


ERSTER ENTWURF

SCHWACHSTELLE IM AUFLAGERBEREICH



GEDANKE ÜBER LASTENABTRAG

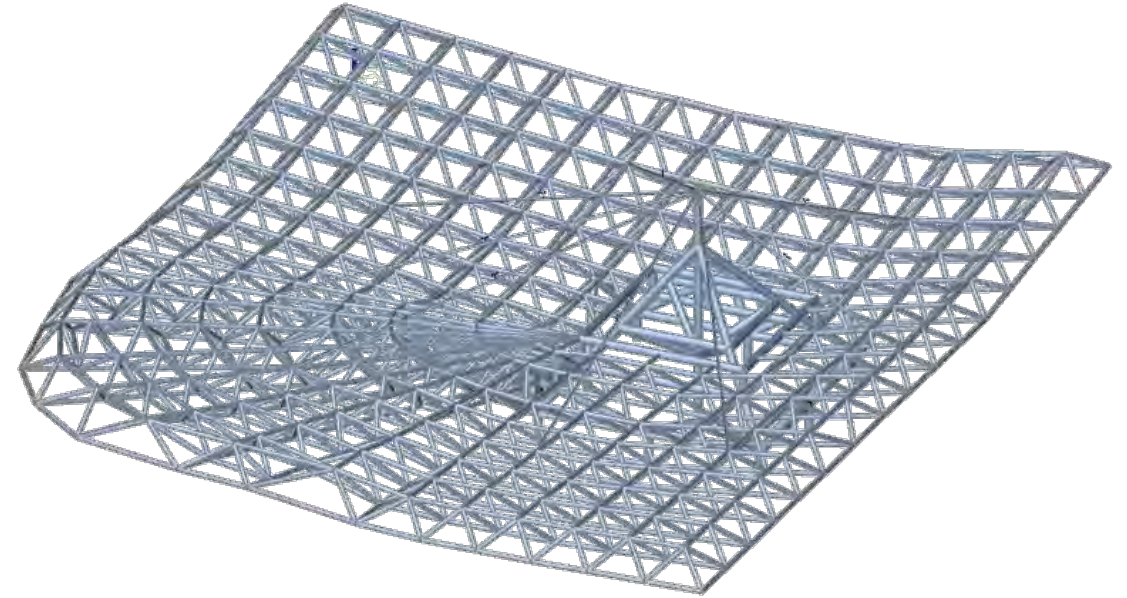


FINALER ENTWURF

STRUKTUR

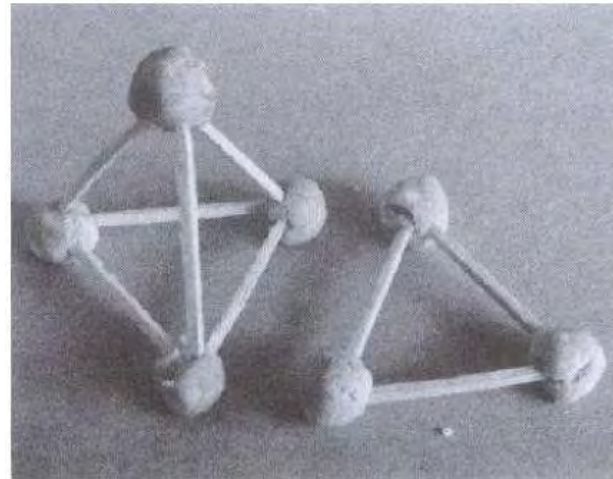
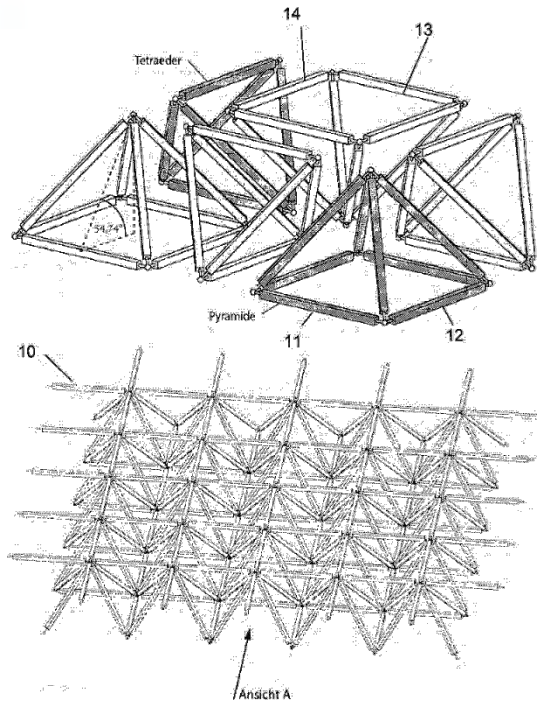
Die Struktur der Überdachung besteht komplett aus rein verzinktem Stahl (S355). Die strukturellen Auflager bilden Rohrprofile mit dem gleichen Durchmesser B237x65, die eine Pyramidenform mit einem zentralen Rohr, das sowohl in erster Linie für die Entlastung der auftretenden Lasten am Dach als auch für die Stabilität der Pyramidenkonstruktion sorgt.

Darüber hinaus wird das Dach zusätzlich durch acht von der Spitze des zentralen Rohres abgesspannte Seile getragen.

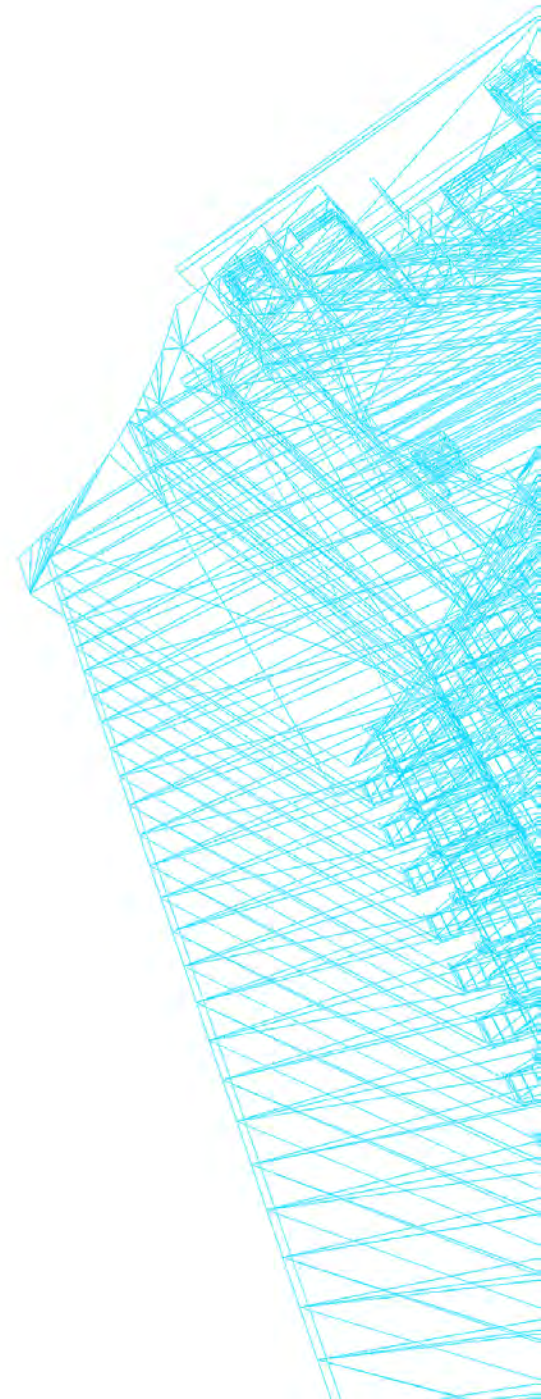


STRUKTUR DES DACHES

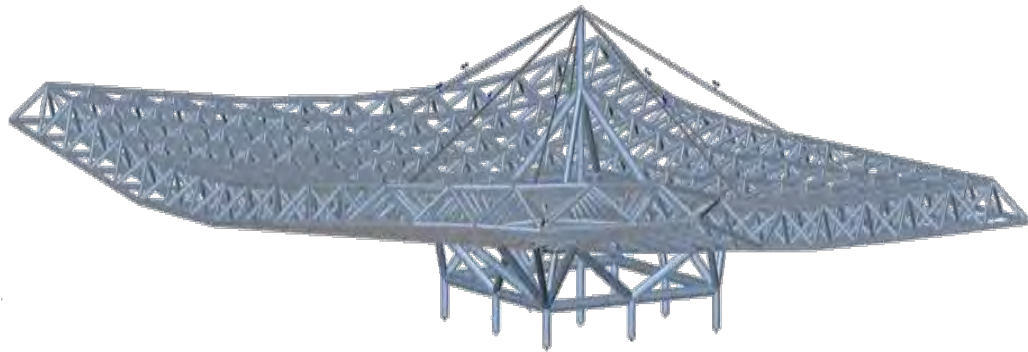
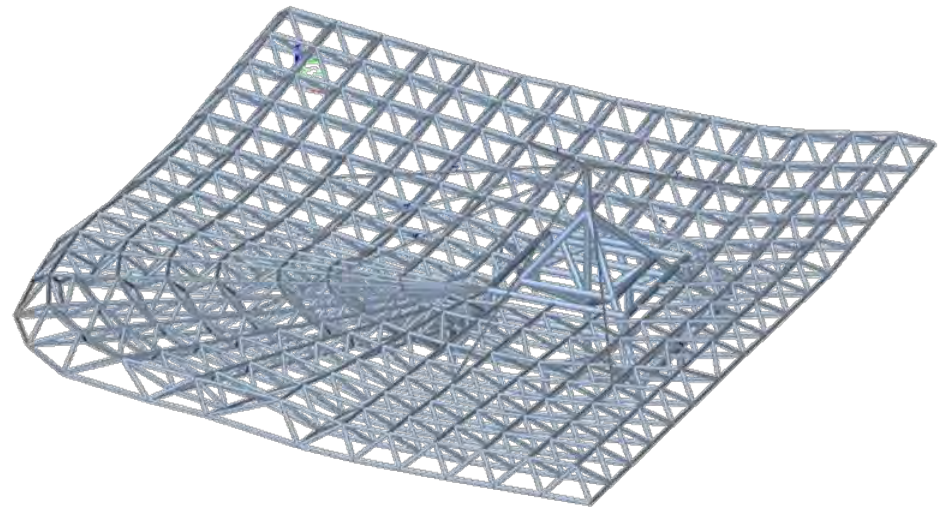
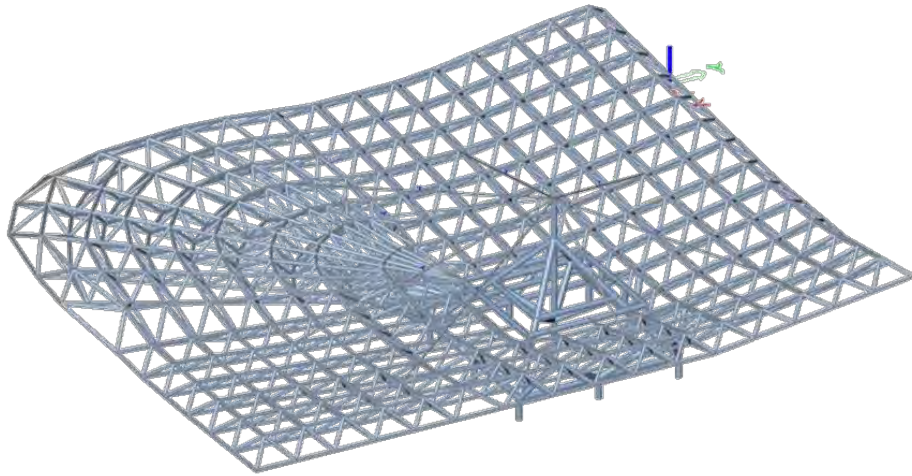
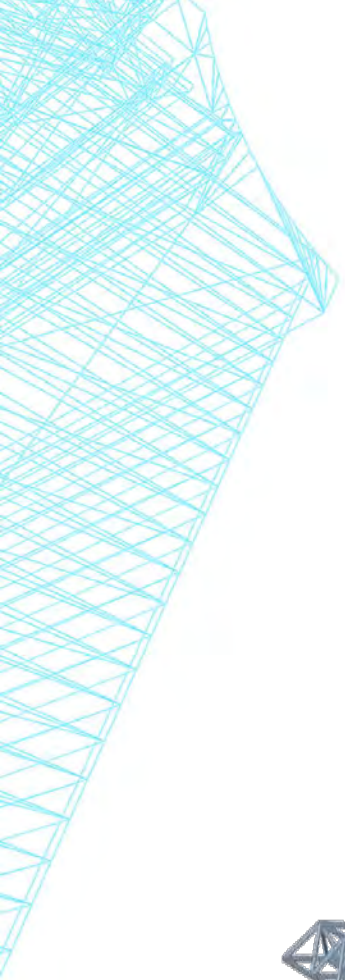
Als Konstruktion des Daches wurden Stahlrohre, die an den Enden zugespitzt sind, verwendet und diese wurden zu statischen Konstruktionen mit kugelförmigen Verbindungselementen (gelenkige Verbindungen), die gewisse Winkeleinstellungen bei der Konstruktion vorgeben (Mero-Knoten), verbunden. Da die einzelnen Konstruktionselemente vorgefertigt und die Verbindungen schnell fixierbar sind, kann das Mero-Fachwerk einfach transportiert und vor Ort montiert werden.



SCHRITT 2



DREIDIMENSIONALES STATISCHES SYSTEM

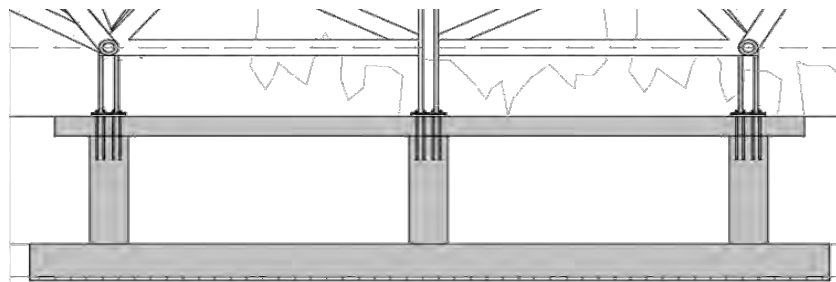


AUFLAGER

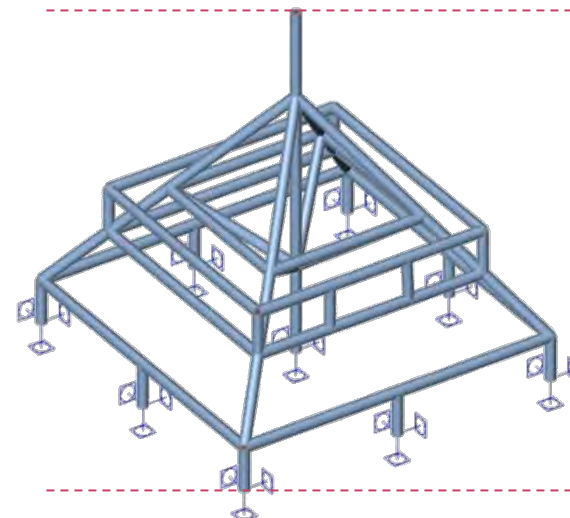
Die gesamte Konstruktion bzw. der Auflagerbereich von 8x8m steht auf einem Streifenfundament.

Das zentrische Rohr besteht aus vier jeweils 2m langen Stäben, die biegesteif miteinander verbunden sind.

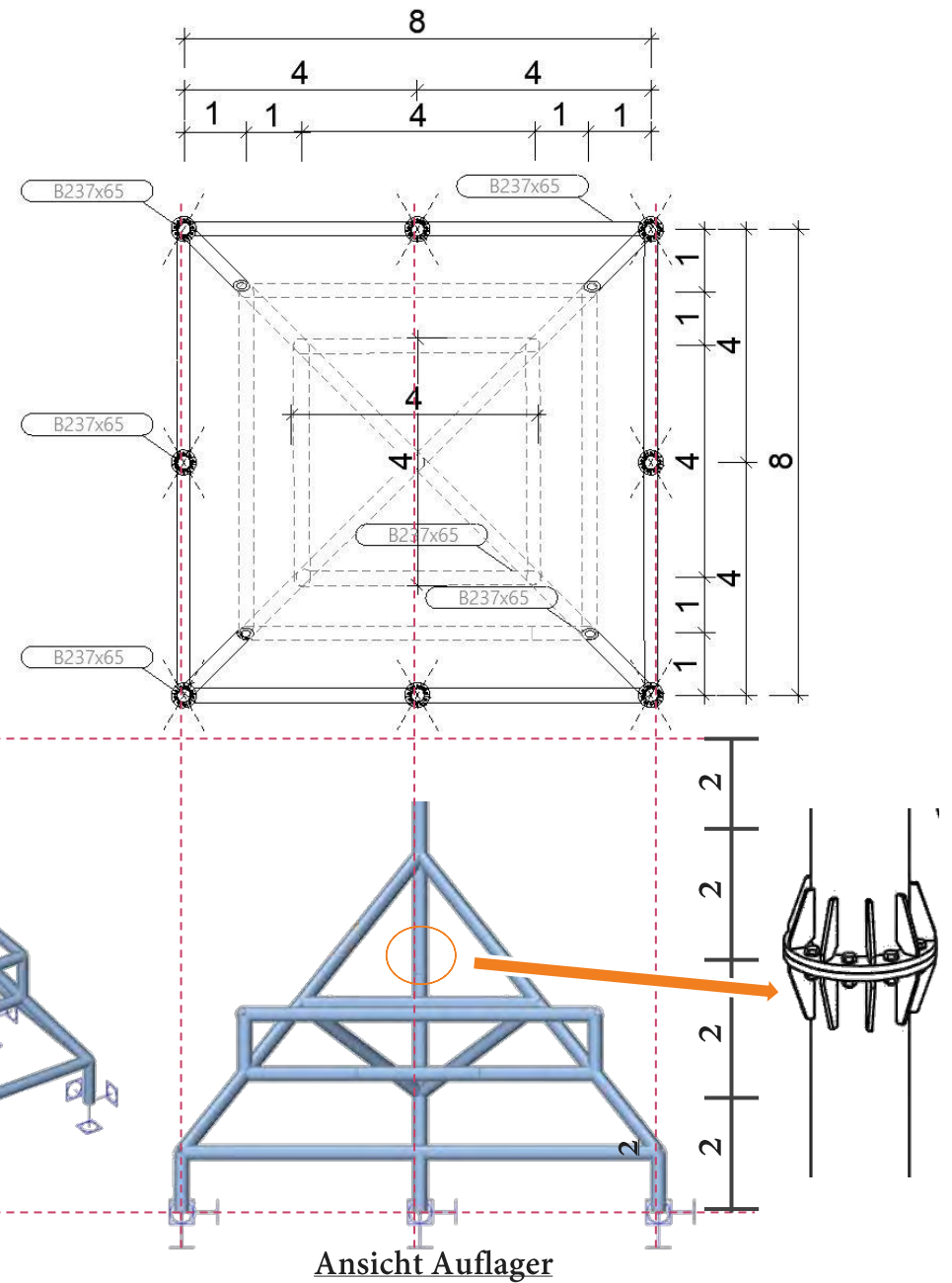
Darüber hinaus sind alle Fußpunkte im Streifenfundament durch Gewindebolzen eingespannt verankert.



Schnitt Fundament-Auflager



Perspektiv Auflager



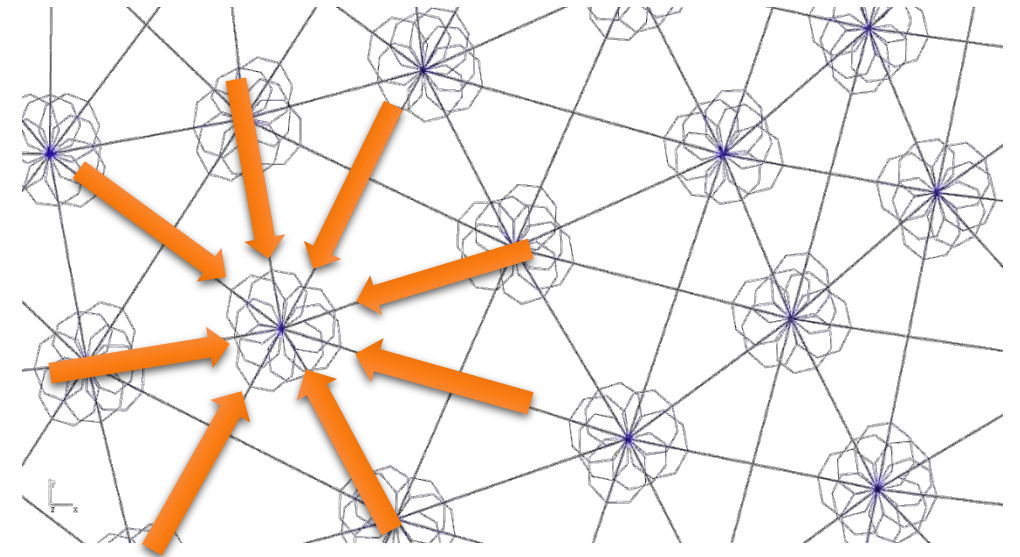
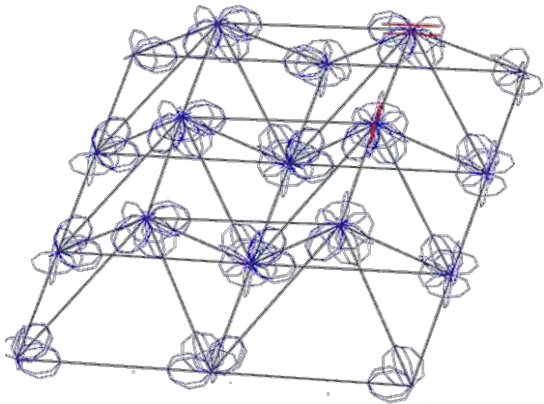
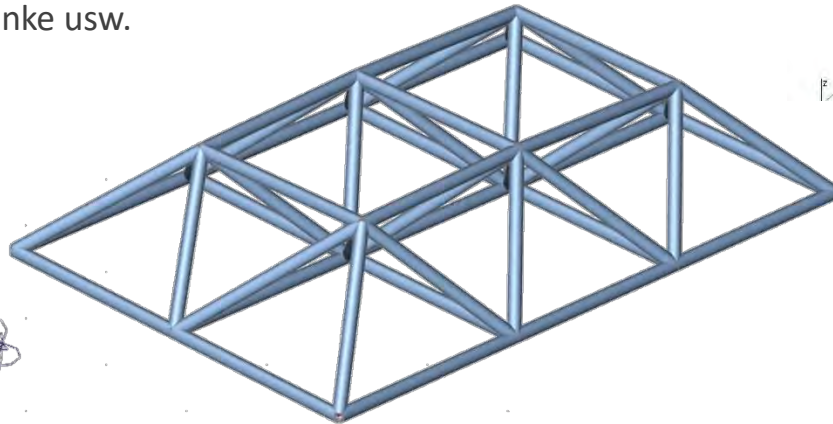
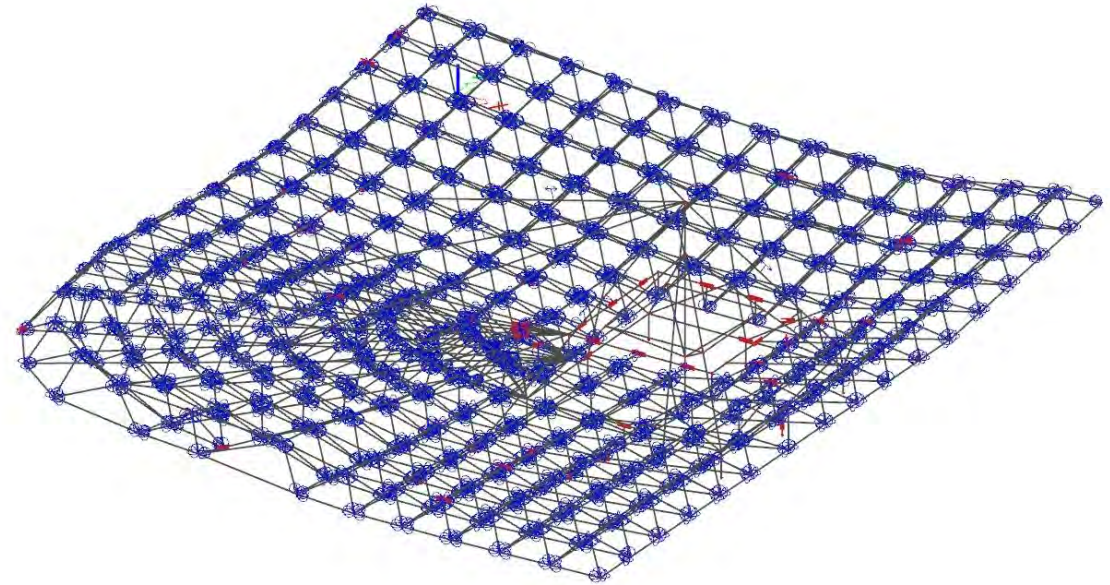
Ansicht Auflager

GELENKE

Bei einer Konstruktion für große Spannweiten wie dem Mero-Raumfachwerk werden alle Stahlrohre (B139,7 x 40) an den Mero-Kugeln gelenkig miteinander verbunden.

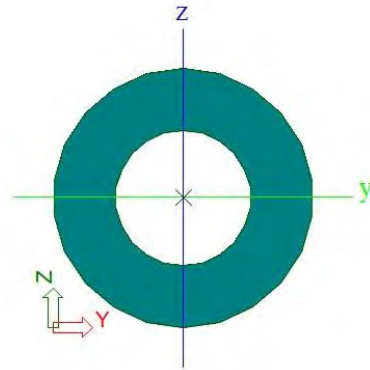
Die Mero-Kugeln bestehen aus Baustahl S355, als Schmiedeteile oder gedreht.

Hierbei wurde beachtet:
8 Stäbe 7 Gelenke
7 Stäbe 6 Gelenke usw.



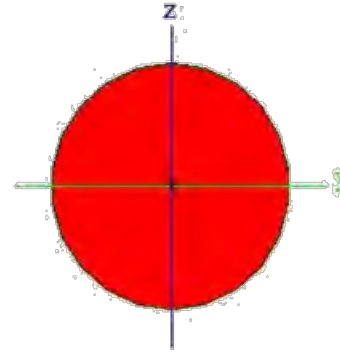
GEWÄHLTE QUERSCHNITTE

Name	CS2
Typ	RO273X65
Stabformtyp	Dünnwandig
Anfangsform	Nicht verfügbar
Quellen- und Typbe...	
Quellenbeschreibung	Stahl im Hochbau / 14...
Typbeschreibung	Kreishohlprofil
Parameter	
Material	S 355
Rundrohr	RO273X65
Filter der Querschnittsbi...	Alle Querschnitte
Allgemein	
Anzeigefarbe	Normalfarbe
Farben	
Herstellung	gewalzt
Knicklinien	
Bearbeitung der Knickli...	<input type="checkbox"/>
Biegeknicken y-y	a
Biegeknicken z-z	a

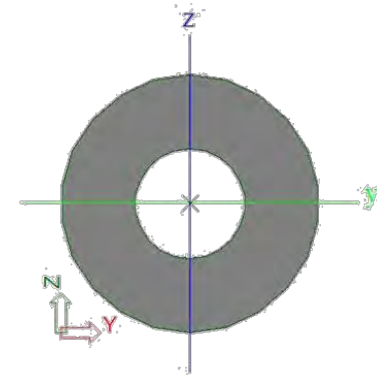


Querschnitt : RD 70
Baustahl : S355
Zulässige Spannung : 32.7 kN

Name	CS5
Typ	RD70
Stabformtyp	Dickwandig
Anfangsform	Nicht verfügbar
Quellen- und Typbe...	
Quellenbeschreibung	Stahl im Hochbau / 14...
Typbeschreibung	Rundstabprofil
Parameter	
Material	S 355
Vollständiges Kreisprofil	RD70
Filter der Querschnittsbi...	Alle Querschnitte
Allgemein	
Anzeigefarbe	Normalfarbe
Farben	
Herstellung	gewalzt
Knicklinien	
Bearbeitung der Knickli...	<input type="checkbox"/>
Biegeknicken y-y	c
Biegeknicken z-z	c



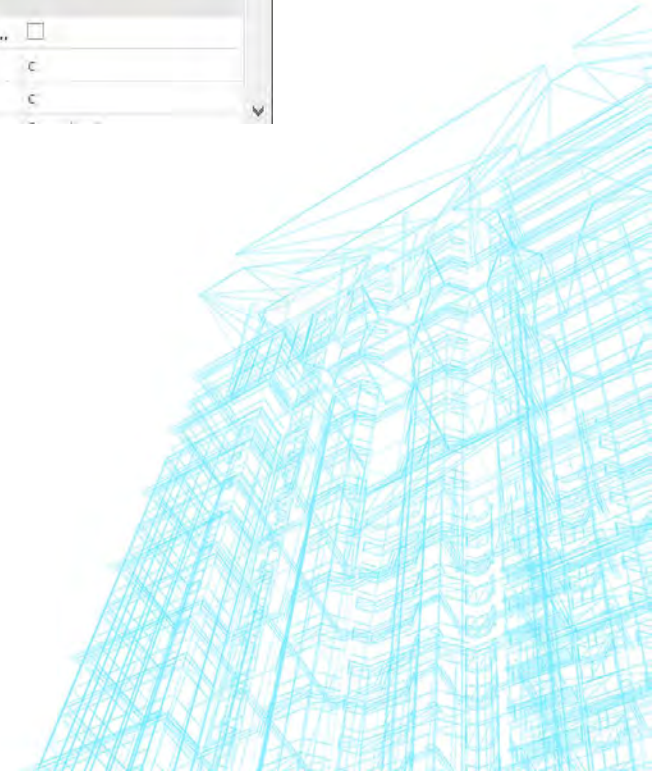
Name	CS4
Typ	RO139.7X40
Stabformtyp	Dünnwandig
Anfangsform	Nicht verfügbar
Quellen- und Typbe...	
Quellenbeschreibung	Stahl im Hochbau / 14...
Typbeschreibung	Kreishohlprofil
Parameter	
Material	S 355
Rundrohr	RO139.7X40
Filter der Querschnittsbi...	Alle Querschnitte
Allgemein	
Anzeigefarbe	Normalfarbe
Farben	
Herstellung	gewalzt
Knicklinien	
Bearbeitung der Knickli...	<input type="checkbox"/>
Biegeknicken y-y	a
Biegeknicken z-z	a



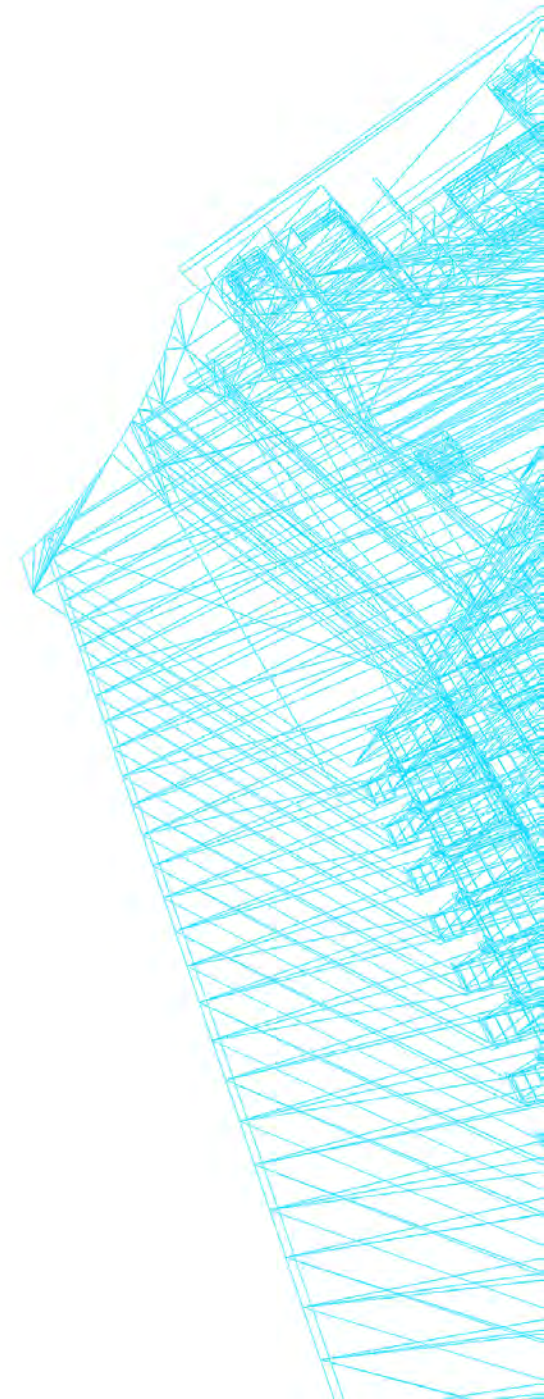
Querschnitt : 139,7 x 40
Baustahl : S355
Zulässige Spannung : 32.7 kN

Querschnitt : 237x65
Baustahl : S355
Zulässige Spannung : 32.7 kN

Bei Auswahl der Querschnitte wurden Faktoren wie z.B. die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Die gewählten Querschnitte sind bis zu 97% ausgelastet.



SCHRITT 3

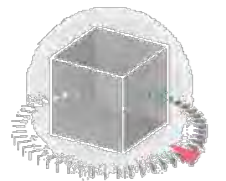
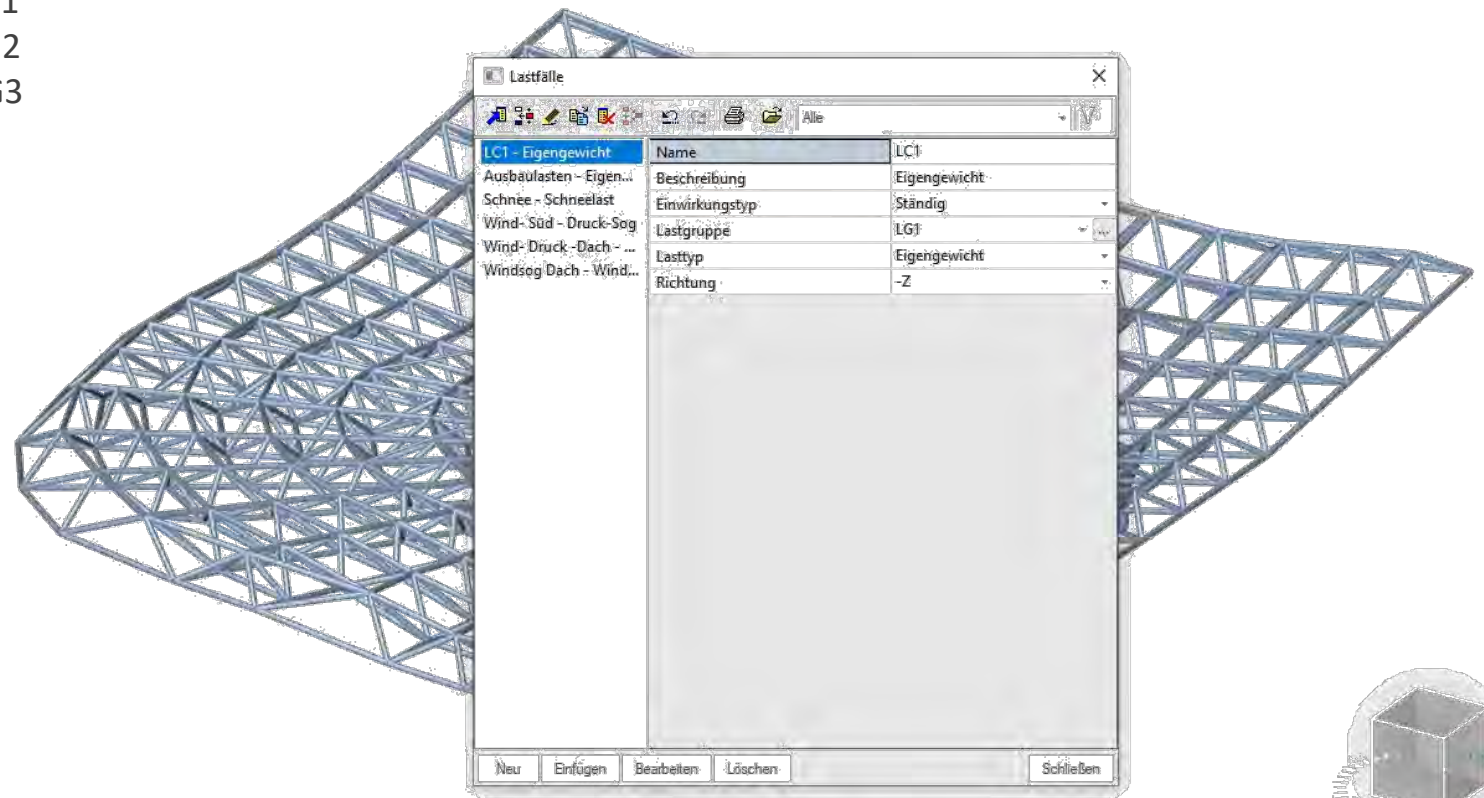


LASTEN

Bildung der Lastfälle

Hierbei wurden die verschiedenen Lastgruppen wie folgt gebildet:

- Eigengewicht & Ausbaulast LG1
- Schneelast LG2
- Wind-Süd LG3
- Winddruck Dach
- Windsog Dach



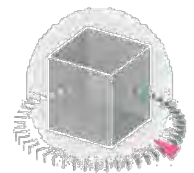
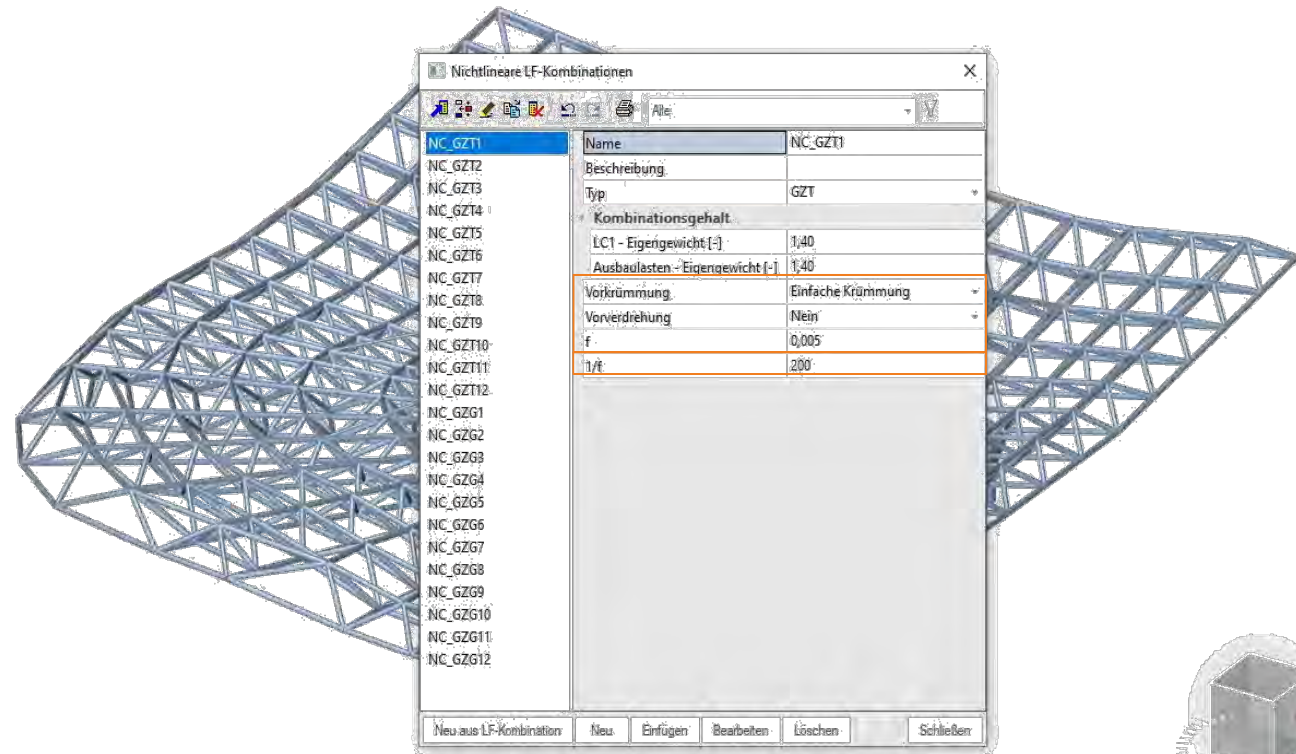
LASTEN

Bildung der NL-Lastfallkombinationen

Linearen Schiefstellung (5mm/m)
Einer Vorkrümmung ($h/200$)

12 NL LF-Kombinationen Grenzzustand der Tragfähigkeit **GZT**

12 NL LF-Kombinationen Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit **GZG**



LASTEN

AUSBAULAST

PV-Anlage $0,25\text{kN/m}^2 + 0,1\text{ kN/m}^2$ (Unterkonstruktion) = **$0,35\text{ kN/m}^2$**

PV-Anlage $0,35\text{kN/m}^2 \times \text{LEB 1 (2m/2= 1m)}$ = **$0,35\text{kN/m}^2$**

Glas Dicke: 2cm $25\text{kN/m}^3 \times 0,02$ = **$0,50\text{ kN/m}^2$**

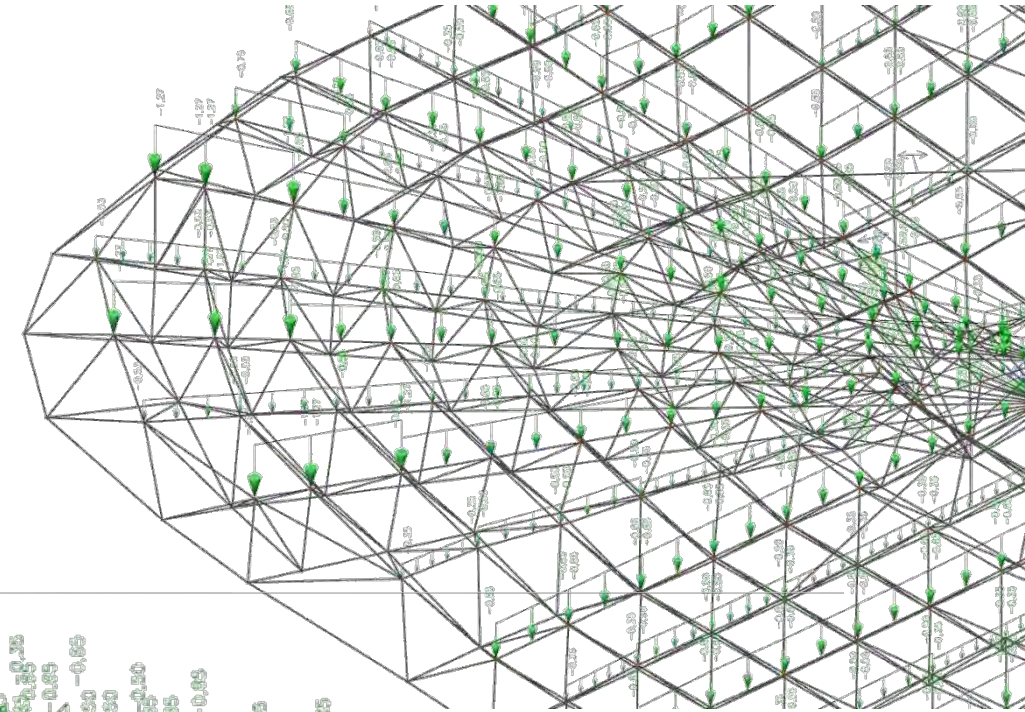
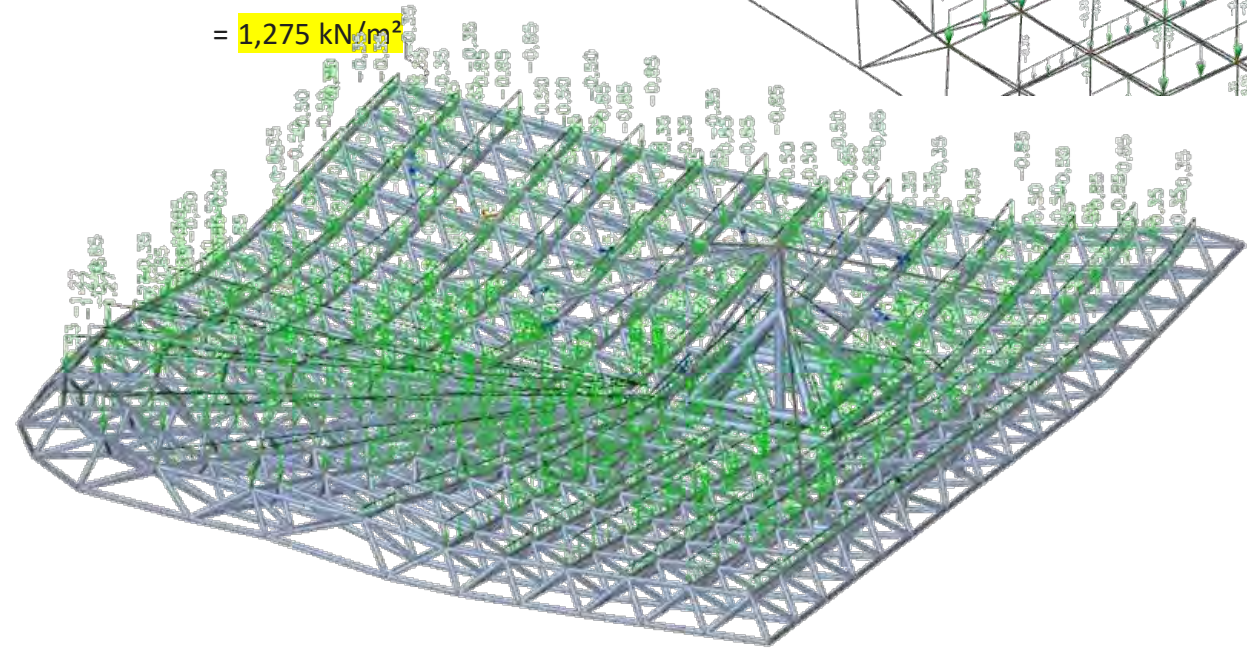
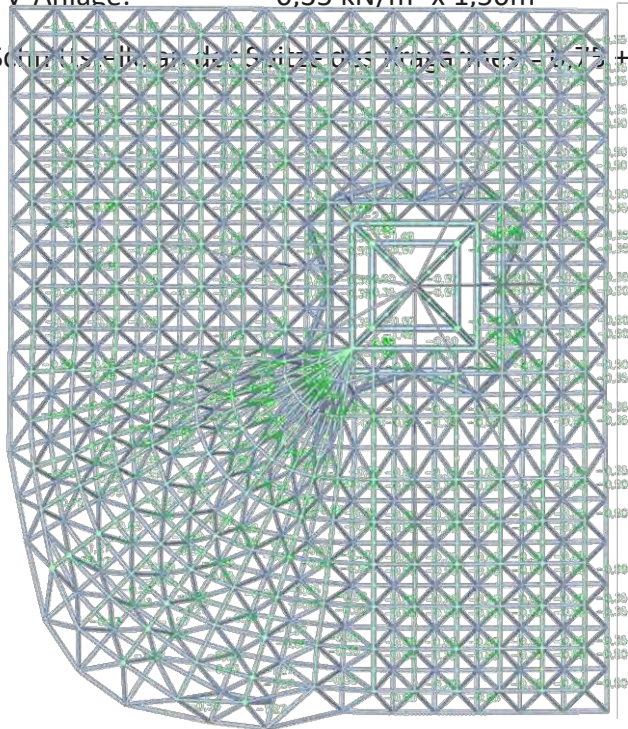
Glas $0,50\text{ kN/m}^2 \times \text{LEB 1 (2m/2= 1m)} =$ = **$0,50\text{ KN/m}^2$**

Schnittstelle: Glas + PV-Anlage $0,50\text{kN/m}^2 + 0,35\text{ kN/m}^2$ = **$0,85\text{ kN/m}^2$**

Spitze des Kragarmes $0,50/\text{m}^2 \times \text{LEB (3m/2 = 1,5m)}$ = **$0,75\text{ kN/m}^2$**

PV-Anlage: $0,35\text{ kN/m}^2 \times 1,50\text{m}$ = **$0,525\text{ kN/m}^2$**

Schnittstelle an der Spitze des Kragarmes $= 0,75 + 0,525$ = **$1,275\text{ kN/m}^2$**





LASTEN

AUSBAULAST

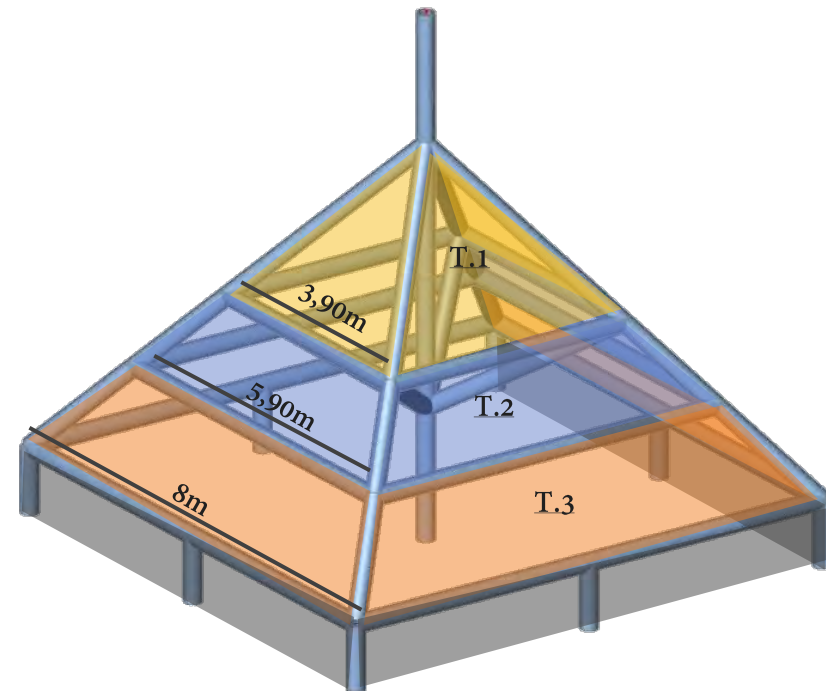
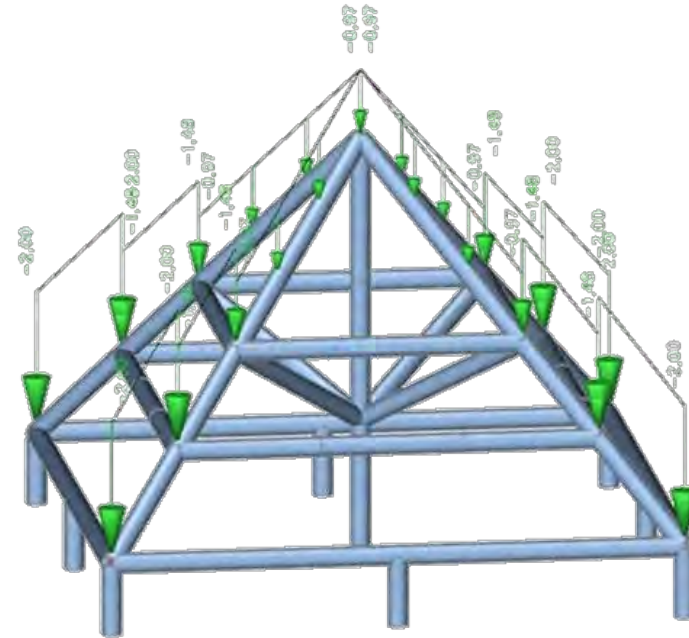
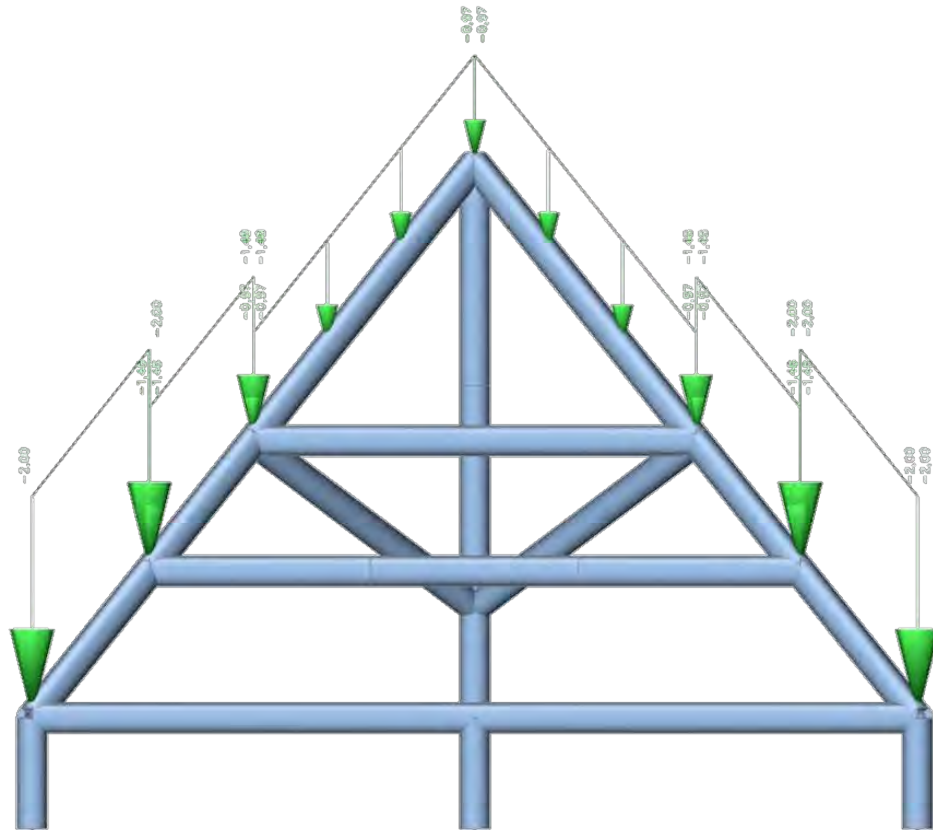
Pyramide:

Glas Dicke: 2cm $25\text{kN/m}^3 \times 0,02 = 0,50 \text{ kN/m}^2$

Teil 1 : $0,50 \text{ kN/m}^2 \times 1,95\text{m} (3,90\text{m}/2) = 0,975 \text{ kN/m}^2$

Teil 2 : $0,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,95\text{m} (5,90\text{m}/2) = 1,475 \text{ kN/m}^2$

Teil 3 : $0,50 \text{ kN/m}^2 \times 4 (8,00\text{m}/2) = 2,00 \text{ kN/m}^2$



- Teil 1
- Teil 2
- Teil 3
- Teil 4

LASTEN

SCHNEE

$0,65 \times 0,8$ (Formbeiwert) = $0,52 \text{ kN/m}$

Bei einem Drittel des Daches muss der Formbeiwert von 0,8 verdoppelt werden, denn Schnee rutscht aufgrund der Dachneigung in die Richtung der Auflager und i.d.R. sammelt sich an der tiefsten Stelle der Überdachung. Daher lautet die Berechnung:

$$1,6 \times 0,65 = 1,04 \text{ kN/m}$$

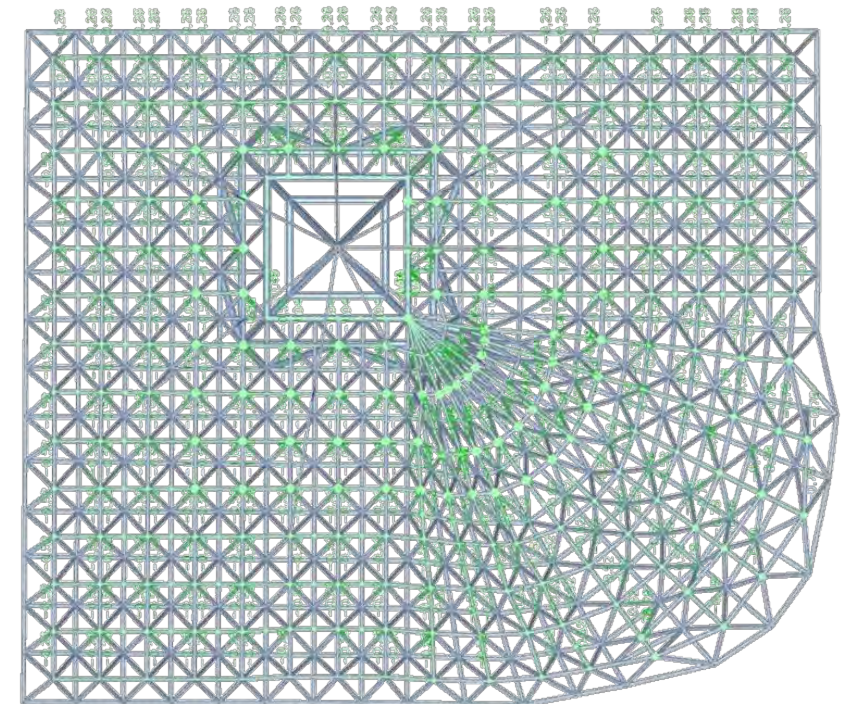
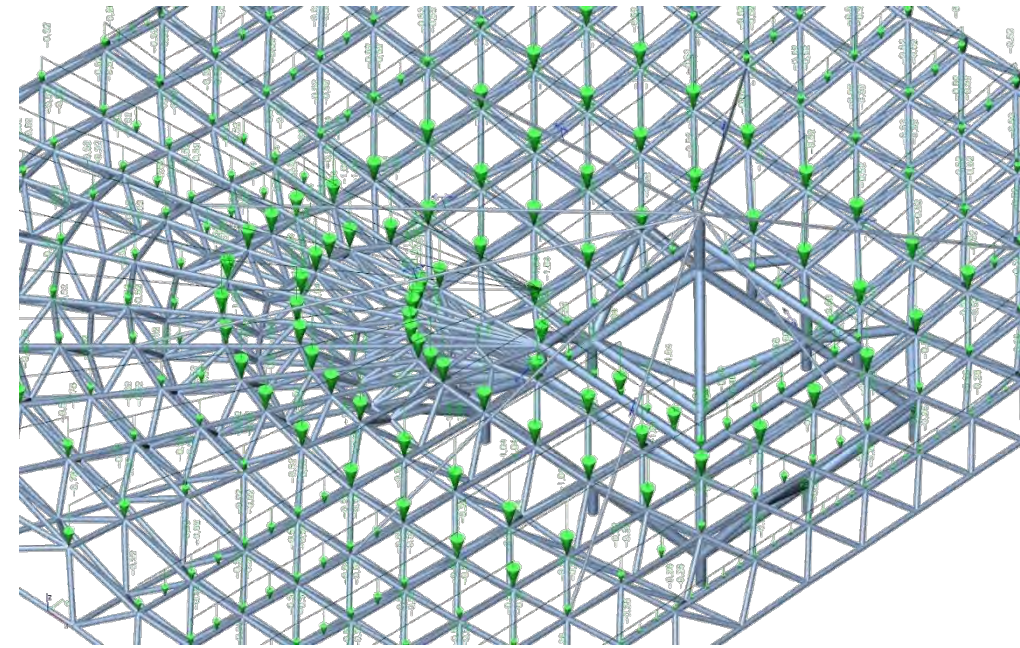
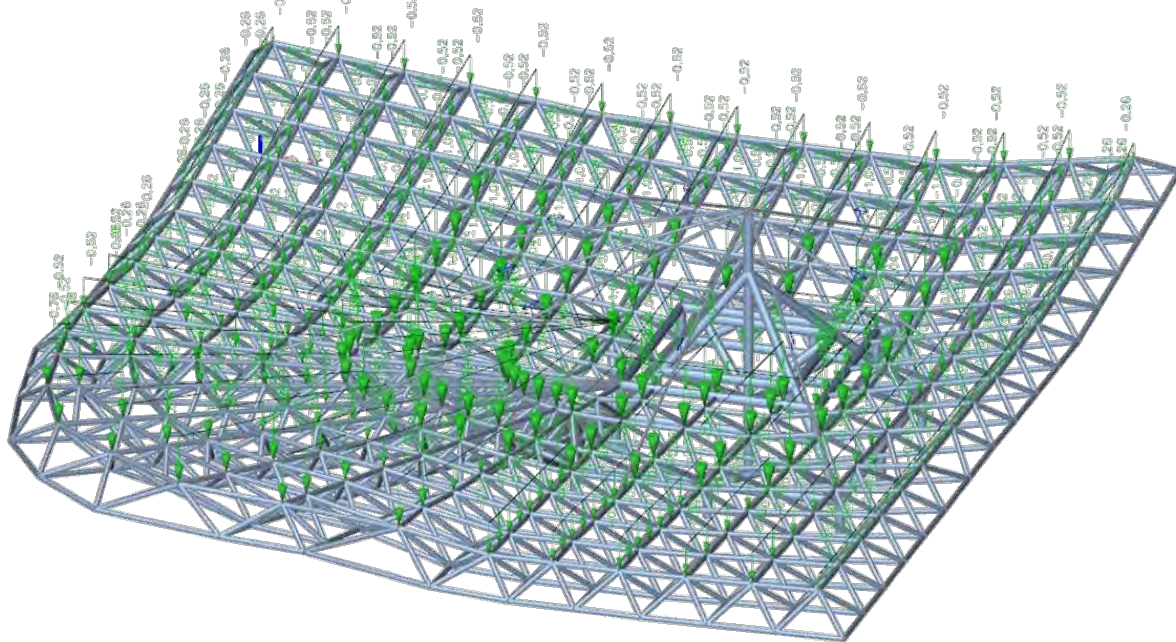
$$0,52 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m (2m/2 LEB)} = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$1,04 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m LEB} = 1,04 \text{ kN/m}$$

$$0,52 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 \text{ (3m/2 LEB)} = 0,78 \text{ kN/m}$$

$$\text{Pyramide} = 0,52 \times 2 \text{ m} = 1,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{Randbereich-Pyramide} = 1,04 \times 0,575 \text{ (1,15/2)} = 0,598 \text{ kN/m}$$



LASTEN

WINDLAST

Betrachtete Windrichtung: **Wind-Süd**

Winddruck-Süd

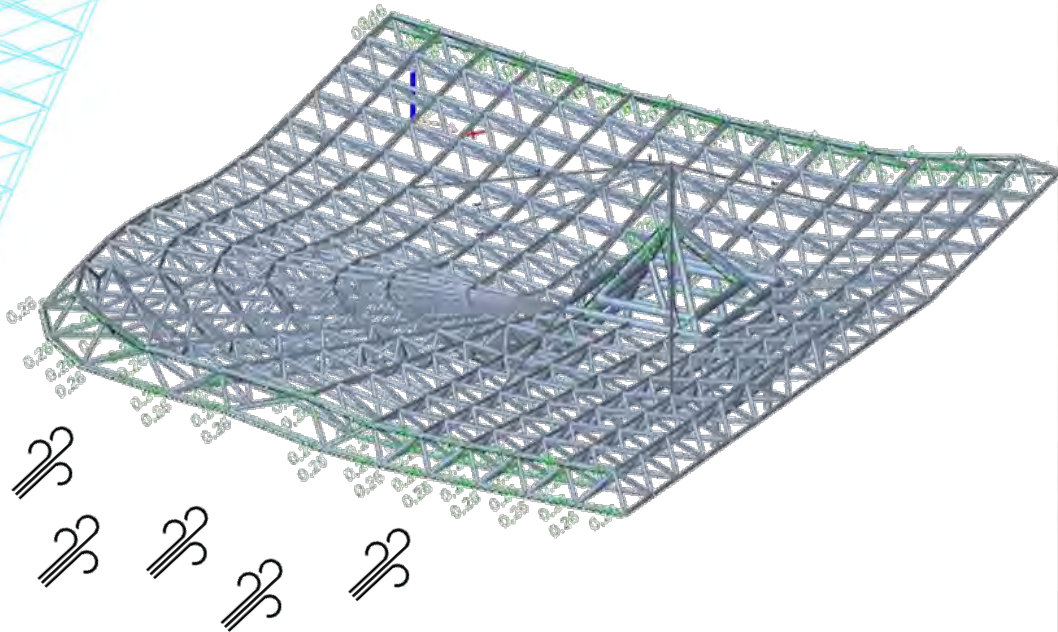
$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times A = \text{LEB} = 1,30 \text{ Konstruktionshöhe} / 2 = \underline{0,65}$$

$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,65 \text{ m} = \underline{0,26 \text{ kN/m}^2}$$

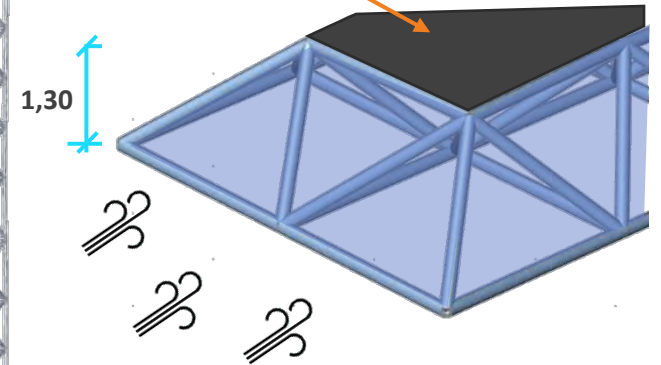
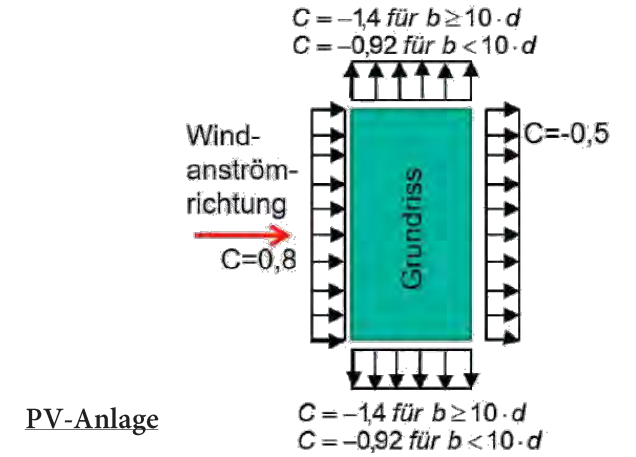
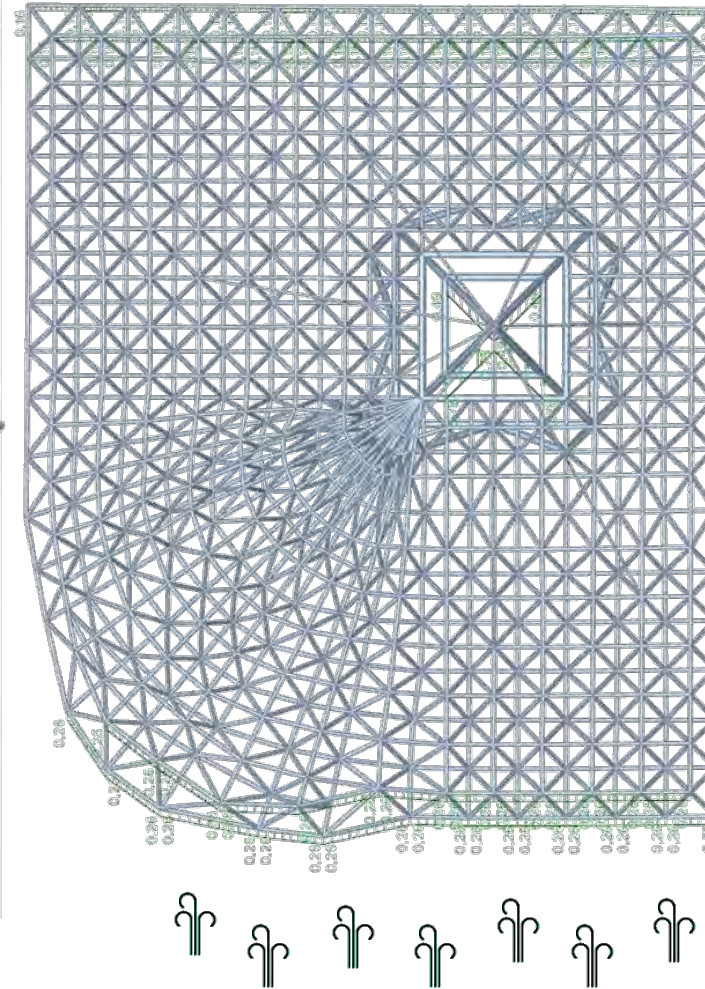
Windsog-Süd

$$0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,65 \text{ m} = \underline{0,1625 \text{ kN/m}^2}$$

$$F_w = c \cdot q \cdot A$$



Anströmrichtung SÜD



Die Konstruktion des Daches wurde hier als geschlossene Fläche betrachtet.

LASTEN

WINDLAST

Betrachtete Windrichtung: **Wind-Süd**

Winddruck-Süd

Winddruck – Süd – Pyramide (T.1)

$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,95 \text{ (3,90m/2)} = \underline{0,78 \text{ kN/m}^2}$$

Windsog – Süd – Pyramide

$$0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 1,95 \text{ (3,90m/2)} = \underline{0,4875 \text{ kN/m}^2}$$

Winddruck – Süd – Pyramide (T.2)

$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,95 \text{ (5,90m/2)} = \underline{1,18 \text{ kN/m}^2}$$

Windsog – Süd – Pyramide

$$0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 2,95 \text{ (5,90m/2)} = \underline{0,725 \text{ kN/m}^2}$$

Winddruck – Süd – Pyramide (T.3)

$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 4 \text{ (8,00m/2)} = \underline{1,60 \text{ kN/m}^2}$$

Windsog – Süd – Pyramide

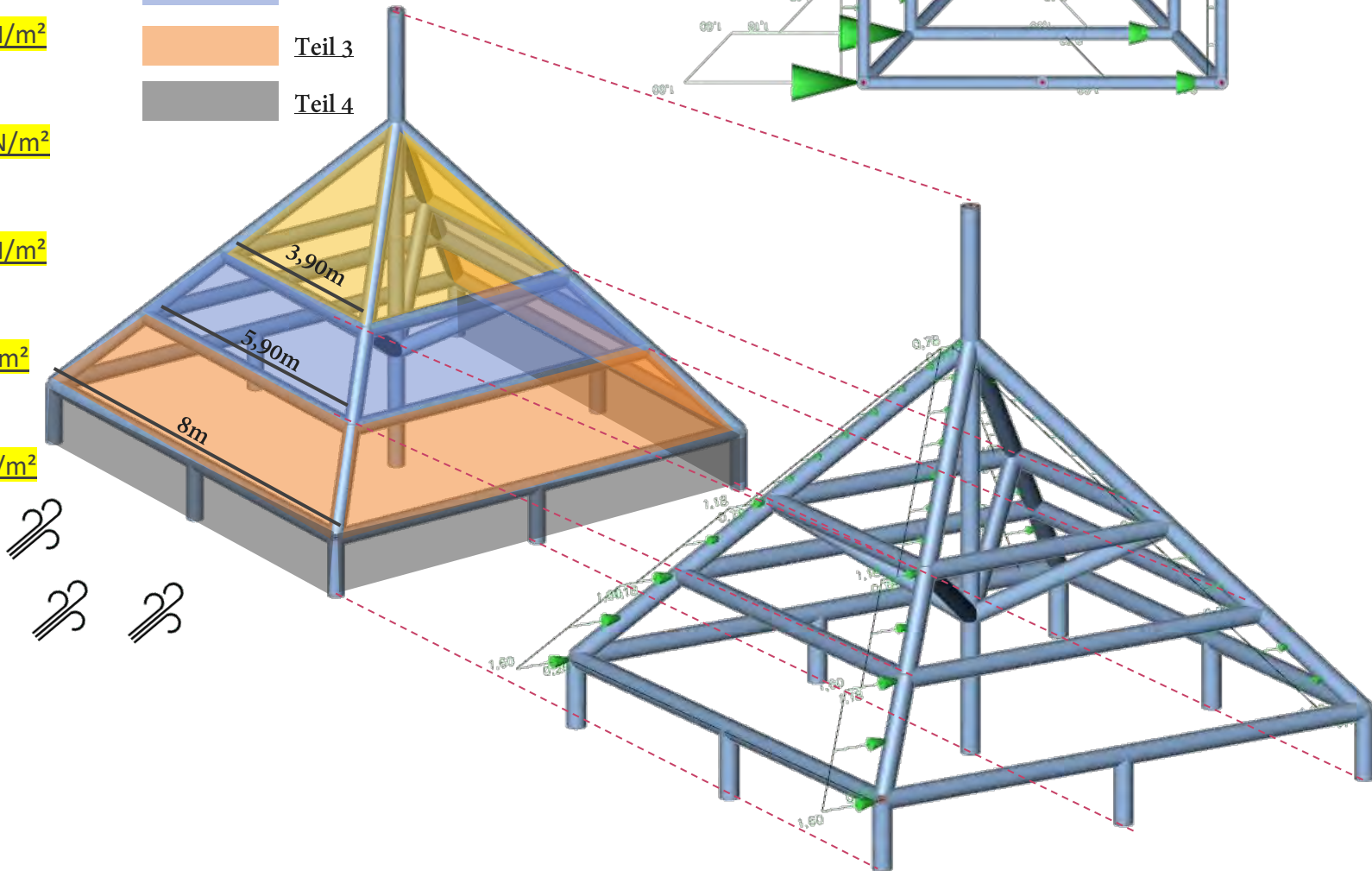
$$0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 4 = \underline{1,00 \text{ kN/m}^2}$$

Winddruck – Süd – Pyramide (T.4)

$$0,8 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,5 = \underline{0,20 \text{ kN/m}^2}$$

Windsog – Süd – Pyramide

$$0,5 \times 0,5 \text{ kN/m}^2 \times 4 = \underline{0,125 \text{ kN/m}^2}$$



LASTEN

WINDDRUCK-DACH

Dachneigung tiefste Stelle 6° - höchste Stelle 8°

Die Windlasten sind für den möglichst extremsten Fall auf die Dachkonstruktion angesetzt worden, so dass das Dach je Seite mit den entsprechenden Lasten, wie hier berechnet und dargestellt, versehen werden.

Freistehendes Dach c-Wert =

$$0,6 + 0,2 = 0,8 \text{ kN}$$

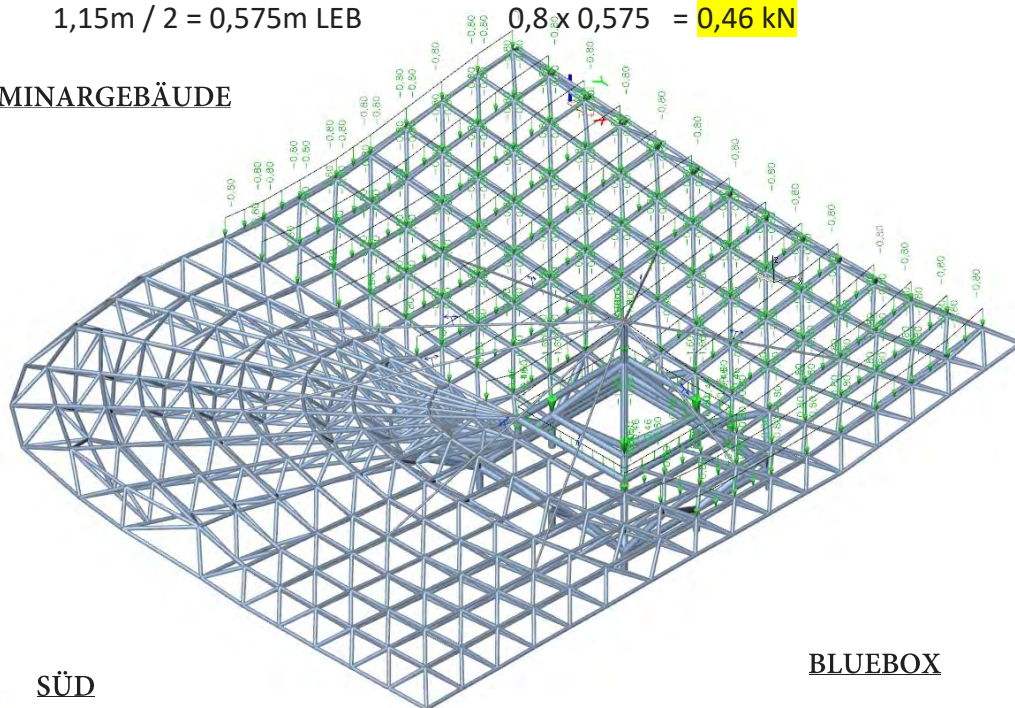
$$2\text{m} / 2 = 1\text{m LEB} \quad 0,8 \times 1\text{m} = 0,8 \text{ kN}$$

$$\text{Pyramide} = 3,90 / 2 = 1,95 \text{ m LEB} \quad 0,8 \times 2 = 1,56 \text{ kN}$$

Pyramide am Randbereich :

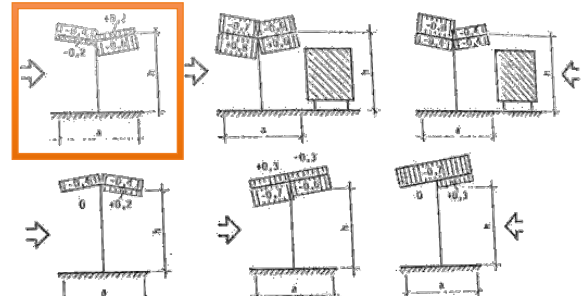
$$1,15\text{m} / 2 = 0,575\text{m LEB} \quad 0,8 \times 0,575 = 0,46 \text{ kN}$$

SEMINARGEBAUDE

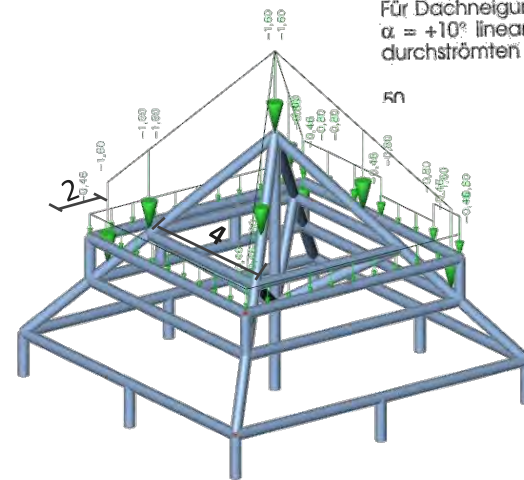


BLUEBOX

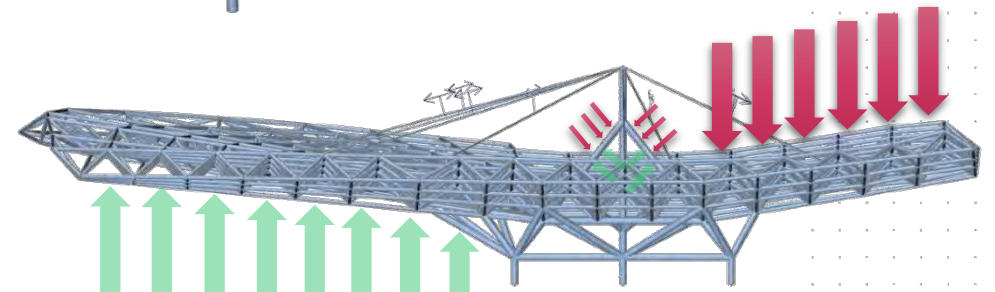
5.5 FREI STEHENDE DÄCHER c-Werte



Für Dachneigungen $-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$ darf zwischen den Druckbeiwerten für $\alpha = +10^\circ$ linear interpoliert werden; in den Beiwerten ist eine mögliche Wegerdurchströmter Fläche unterhalb des Daches bis zu 15 % berücksichtigt.



Winddruck



Windsog

Ansicht OST



LASTEN

WINDSOG-DACH

Dachneigung tiefste Stelle 6° - höchste Stelle 8° Grad .

Die Windlasten sind für den möglichst extremsten Fall auf die Dachkonstruktion angesetzt worden, so dass das Dach je Seite mit den entsprechenden Lasten, wie hier berechnet und dargestellt, versehen werden.

Freistehendes Dach c-Wert =

0,4 kN

2m / 2 = 1m LEB

0,4 x 1m = **0,40 kN**

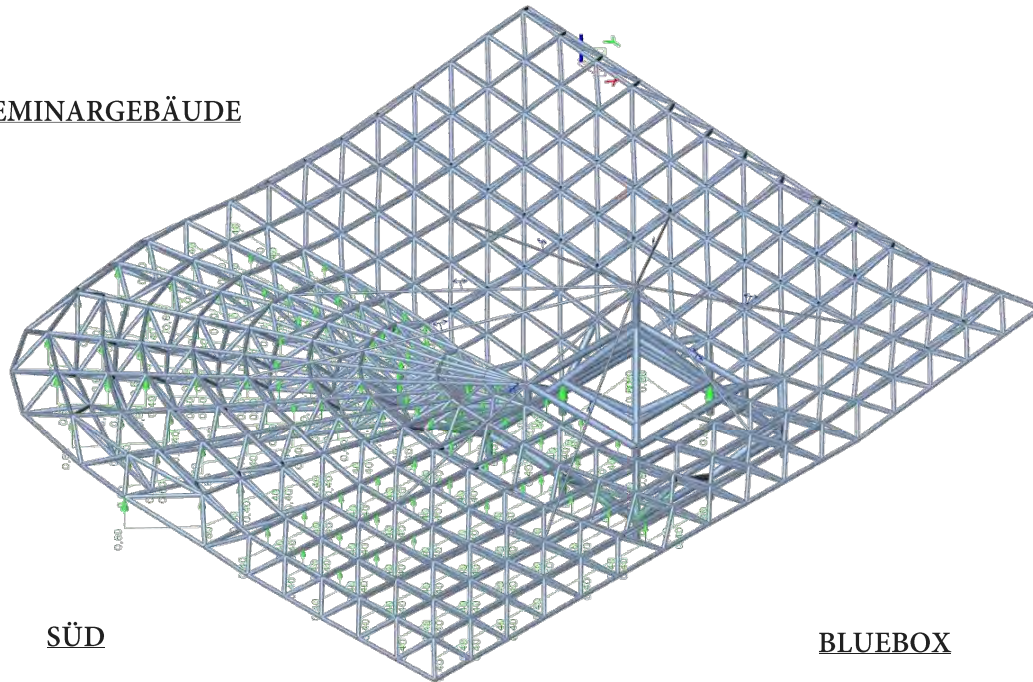
Spitze des Kragarmes : 3m / 2 = 1,50m LEB

0,4 x 1,50m = **0,60 kN**

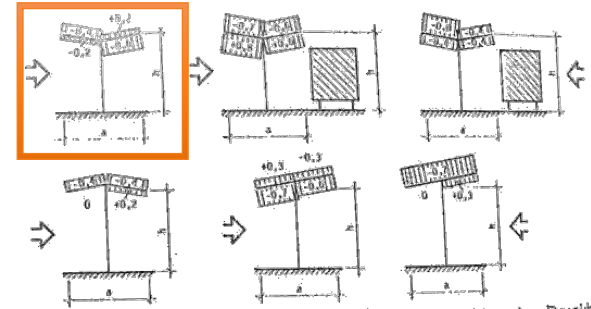
Pyramide = 3,90m / 2 = 1,95m LEB

0,4 x 1,95 = **0,78 kN**

SEMINARGEBAUDE

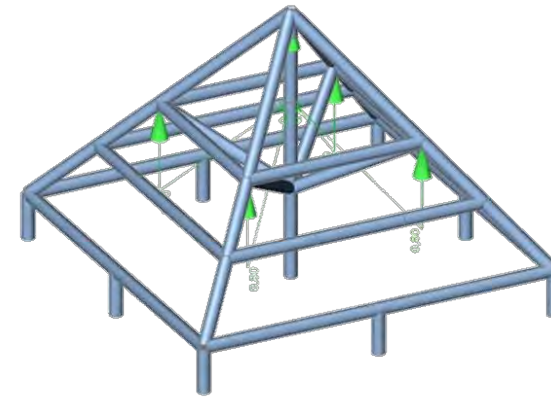


5.5 FREI STEHENDE DÄCHER c-Werte

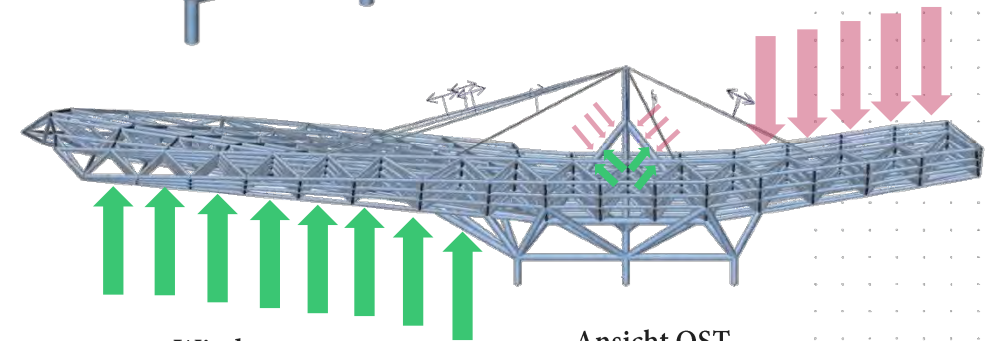


Für Dachneigungen $-10^\circ \leq \alpha \leq +10^\circ$ darf zwischen den Druckbeiwerten für $\alpha = +10^\circ$ linear interpoliert werden; in den Beiwerten ist eine mögliche Vergrößerung durchströmter Fläche unterhalb des Daches bis zu 15 % berücksichtigt.

EN



Winddruck



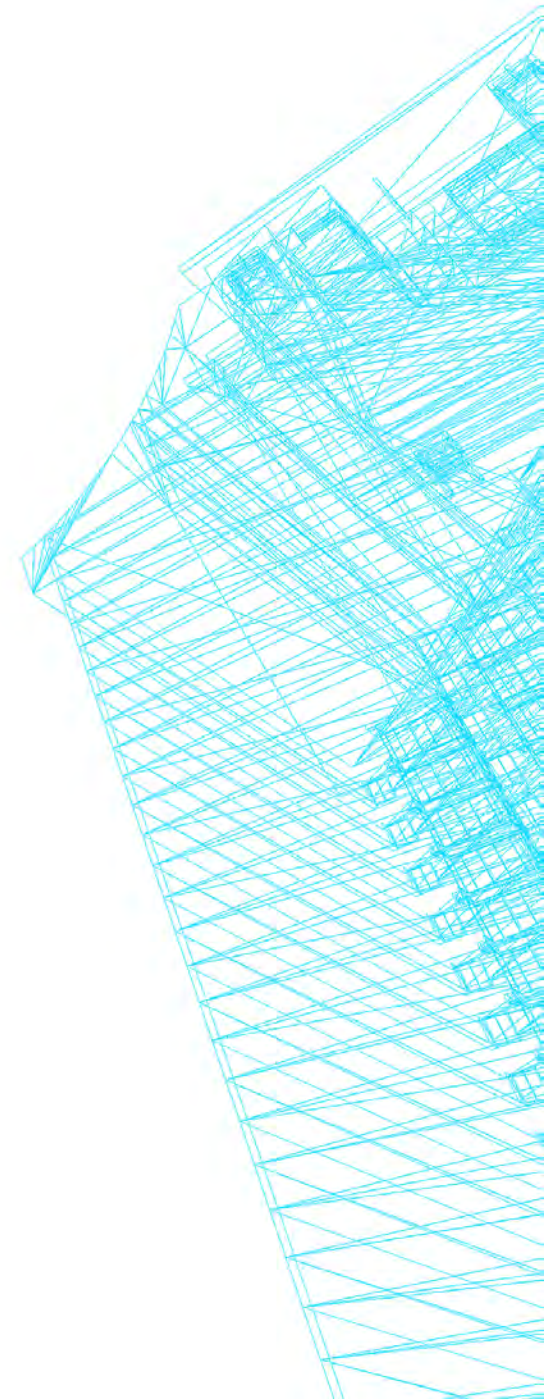
Windsog

Ansicht OST

SÜD

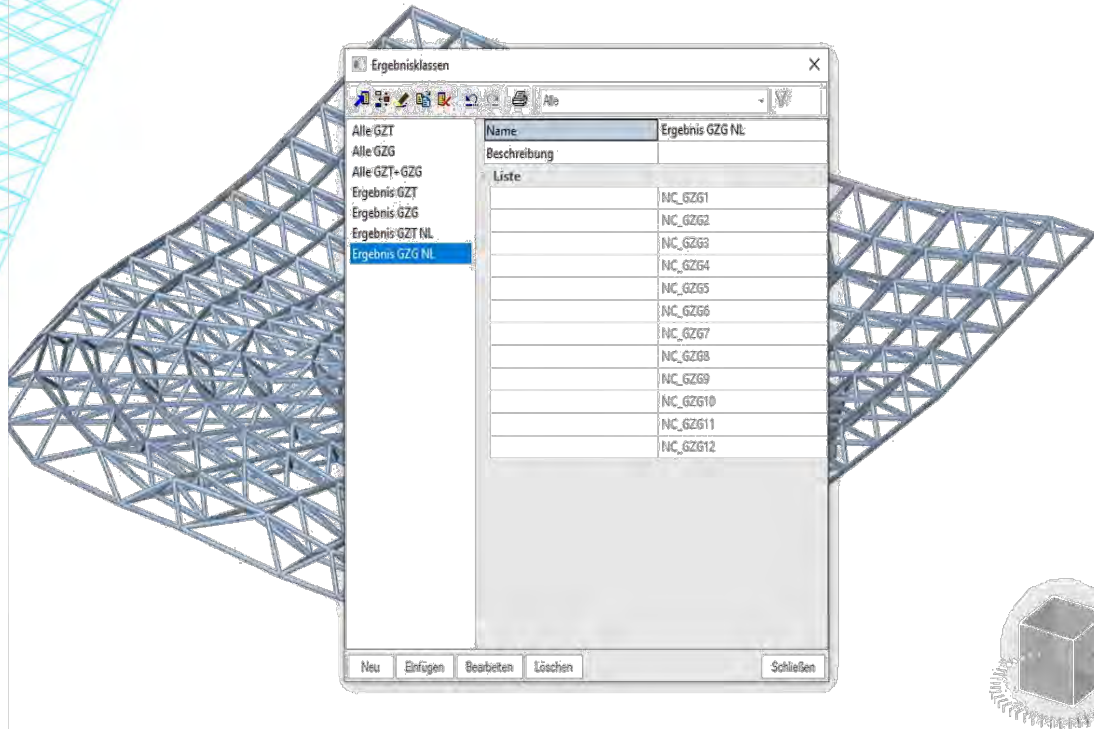
BLUEBOX

SCHRITT 4

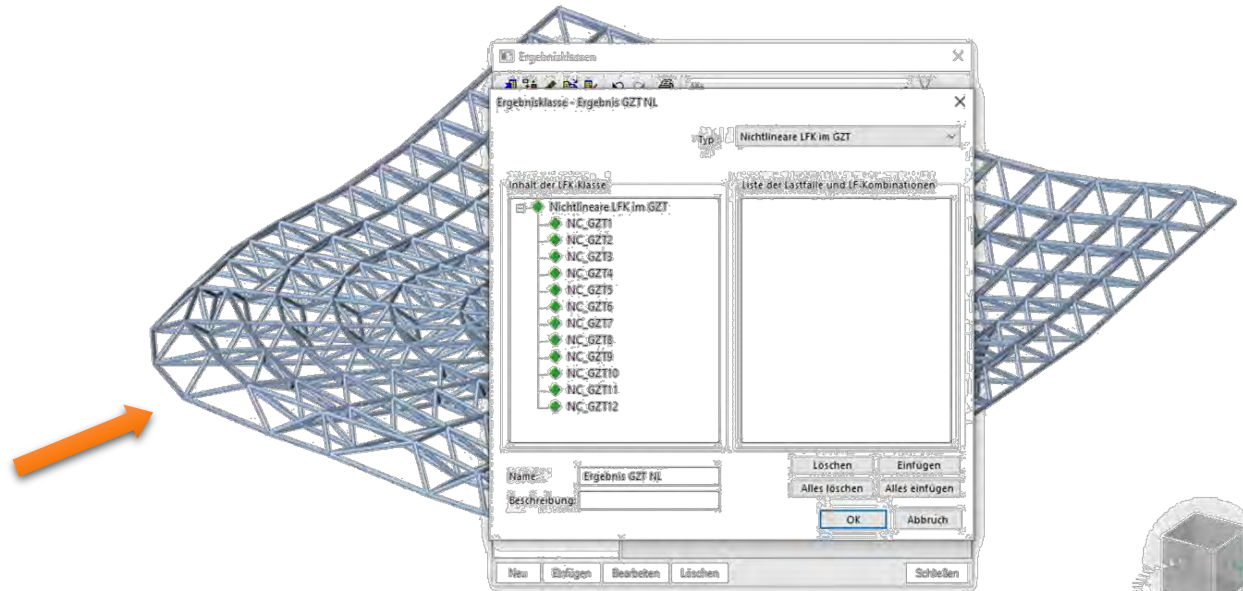


LASTEN

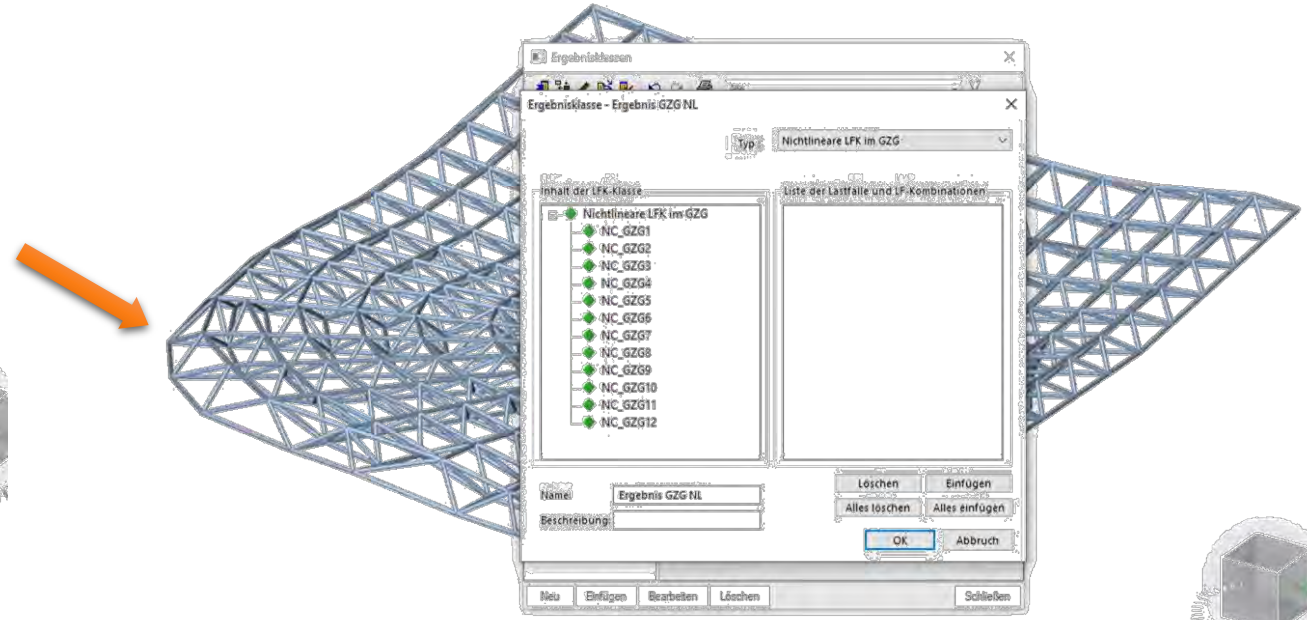
Bildung der EGK NL LFK im GZT & GZG



Ergebnisklassen

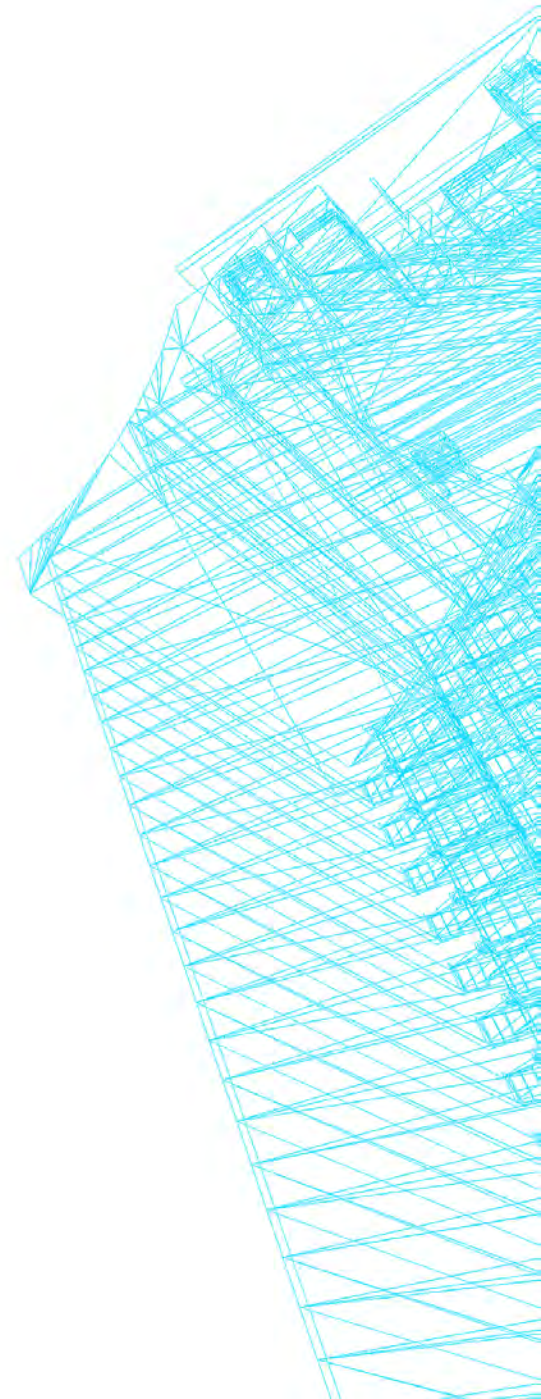


Ergebnisklassen LFK im GZT



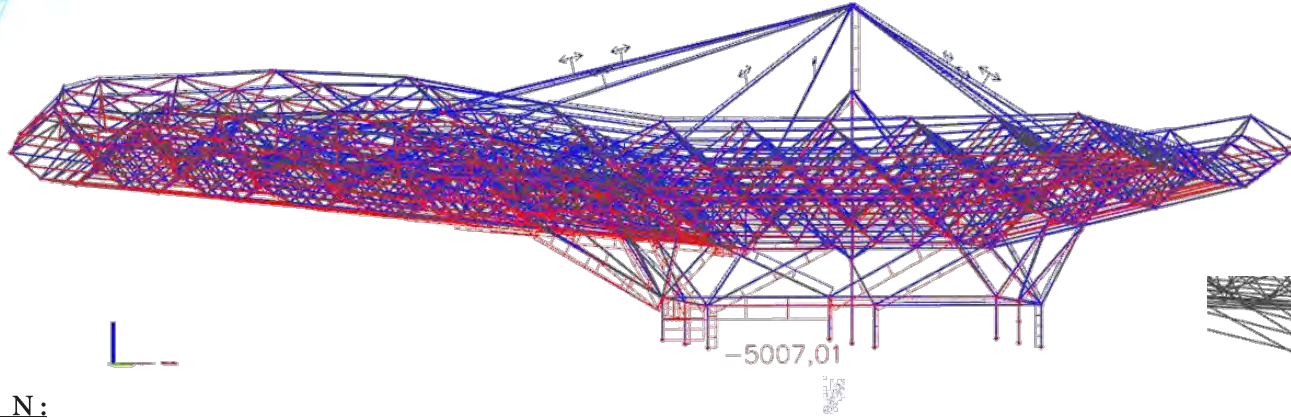
Ergebnisklassen LFK im GZG

SCHRITT 5



MAßGEBENDE SCHNITTGRÖßEN (NORMALKRAFT „N“)

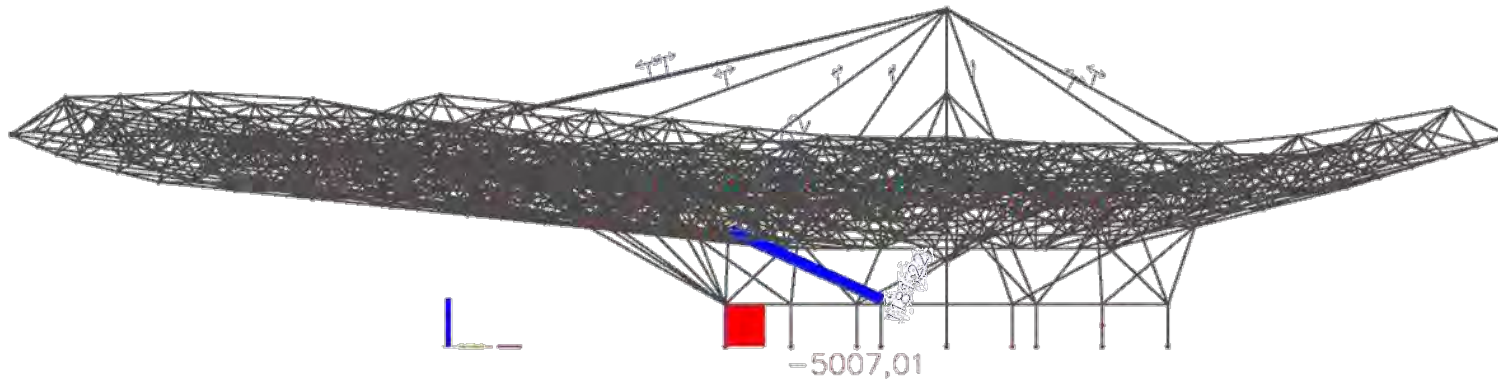
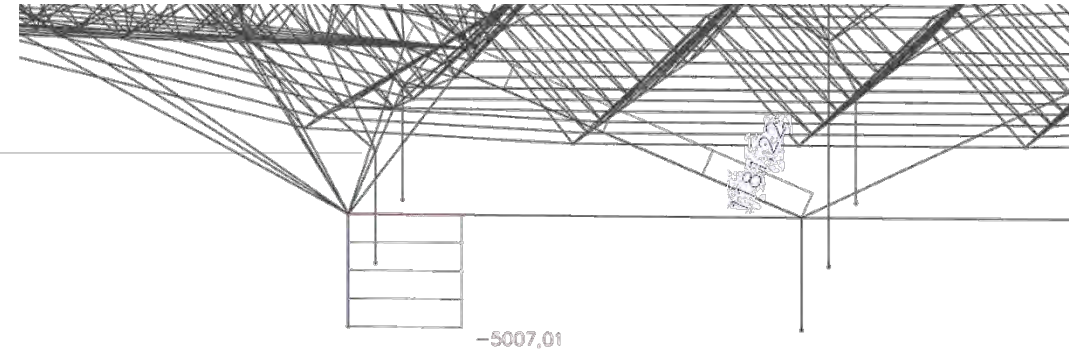
Folglich wird der Verlauf für die Normalkraft (in Stabachse), Querkraft (lotrecht zur Stabachse) und das Moment (Verdrehung) mit den Extremwerten nach Theorie II. Ordnung dargestellt. Die maßgebenden Schnittgrößen werden im Grenzzustand der Tragfähigkeit gemessen. Diese dokumentieren das Wirken von Kräften und Drehmomenten innerhalb der einzelnen Stäbe der belasteten Struktur.



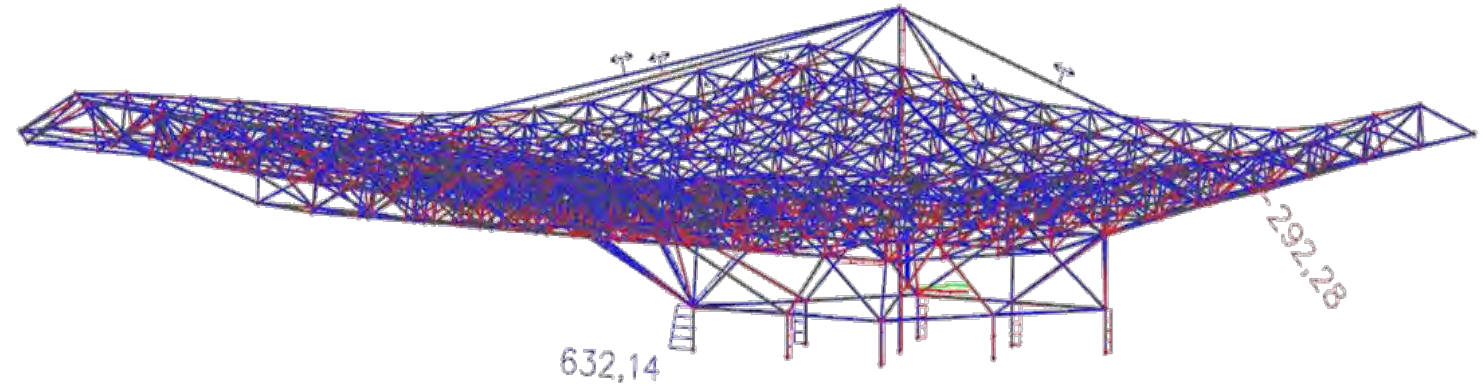
Normalkraft N:

Extremwert Zug : 5007,1 kN

Extremwert Druck : 1181,22 kN



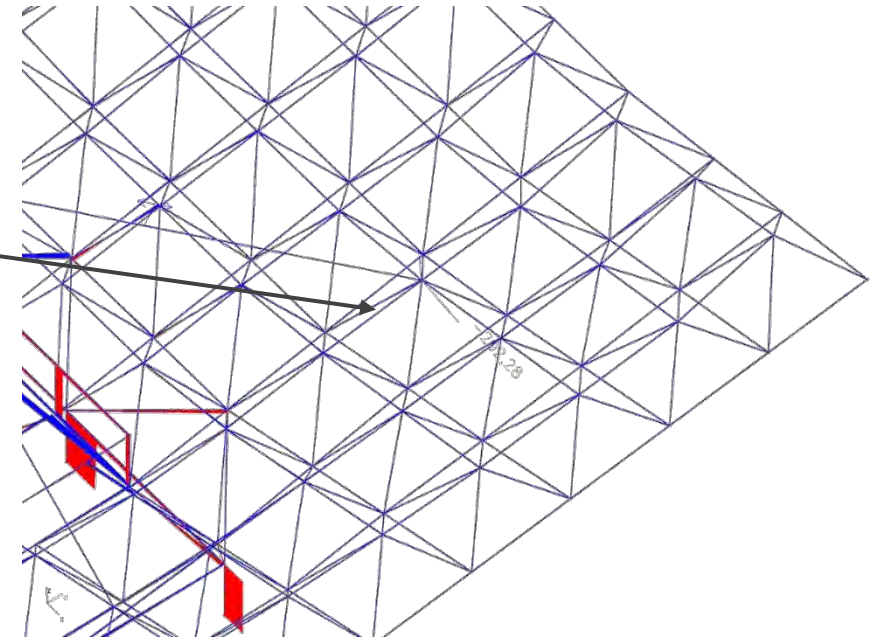
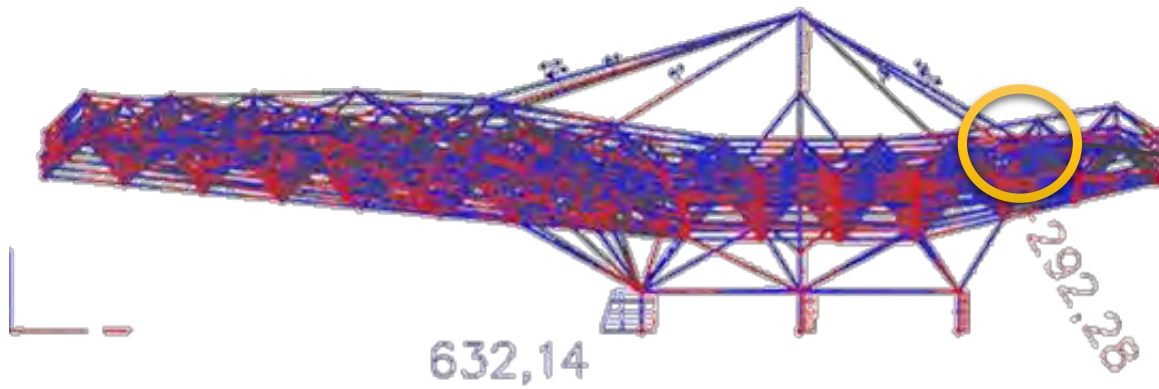
MAßGEBENDE SCHNITTGRÖßEN (QUERKRAFT „Vz“)



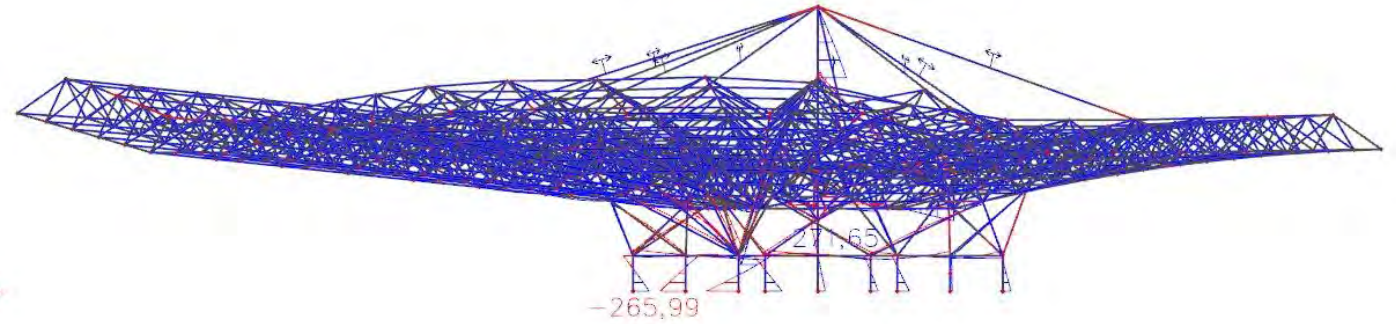
Querkraft Vz:

Extremwert Zug : 292,28 kN

Extremwert Druck : 632,14 kN

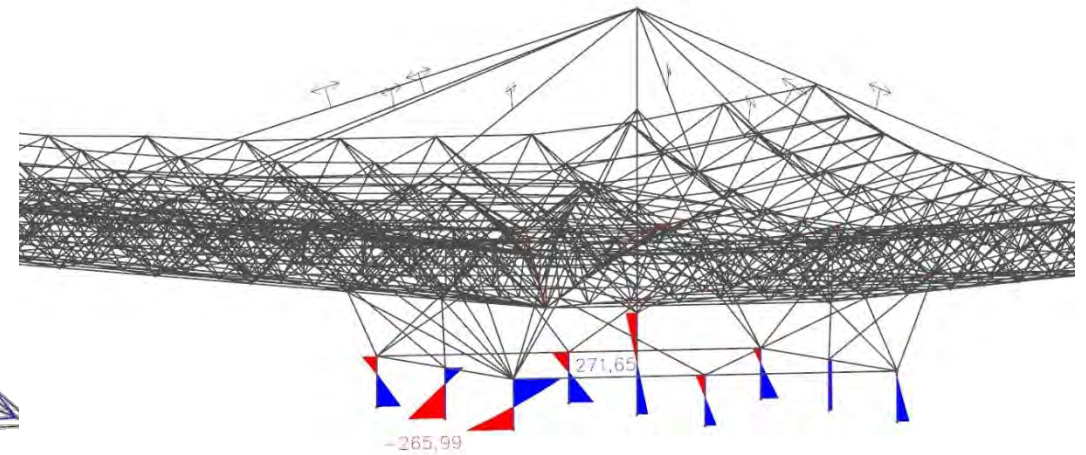
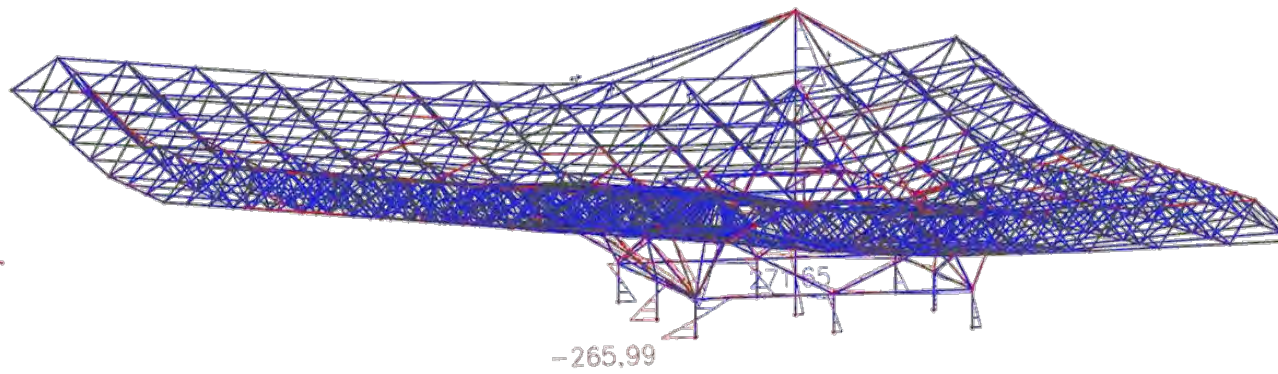


MAßGEBENDE SCHNITTGRÖßEN (MOMENTKRAFT „My“)



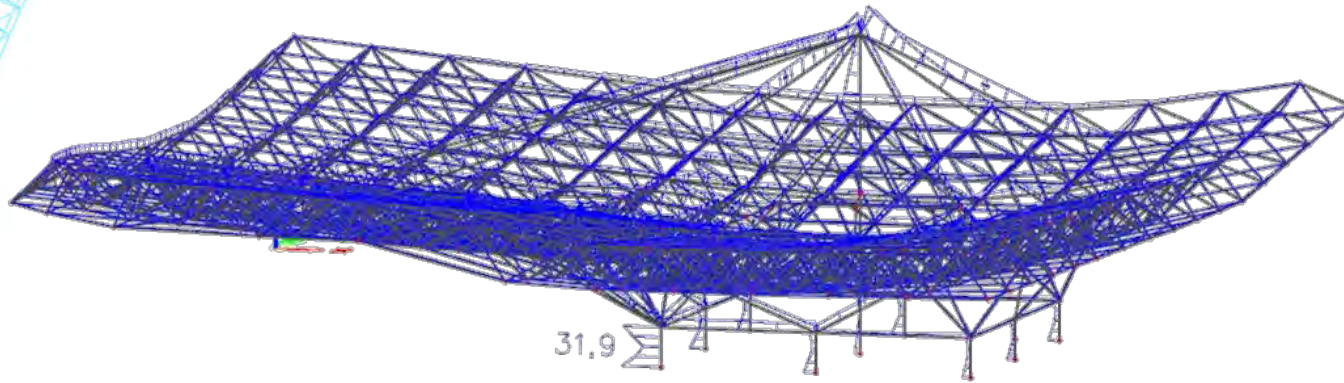
Momentkraft M_y :
Extremwert Zug : 265,99 kN

Extremwert Druck : 271,65 kN



SPANUNGSVERLAUF

Der Spannungsverlauf der belasteten Struktur zeigt die auftretenden Spannungen innerhalb der Bauteile und gibt Auskunft über die Tragfähigkeit der Struktur. Dabei gibt es festgelegte Grenzwerte für jedes Bauteil, gemäß des genauen Materials. Diese Grenzwerte dürfen nicht überschritten werden, da sonst der Zusammenbruch der Struktur droht. Je näher jedoch der vorliegende Wert an dem Grenzwert liegt, desto wirtschaftlicher ist die vorliegende Konstruktion.

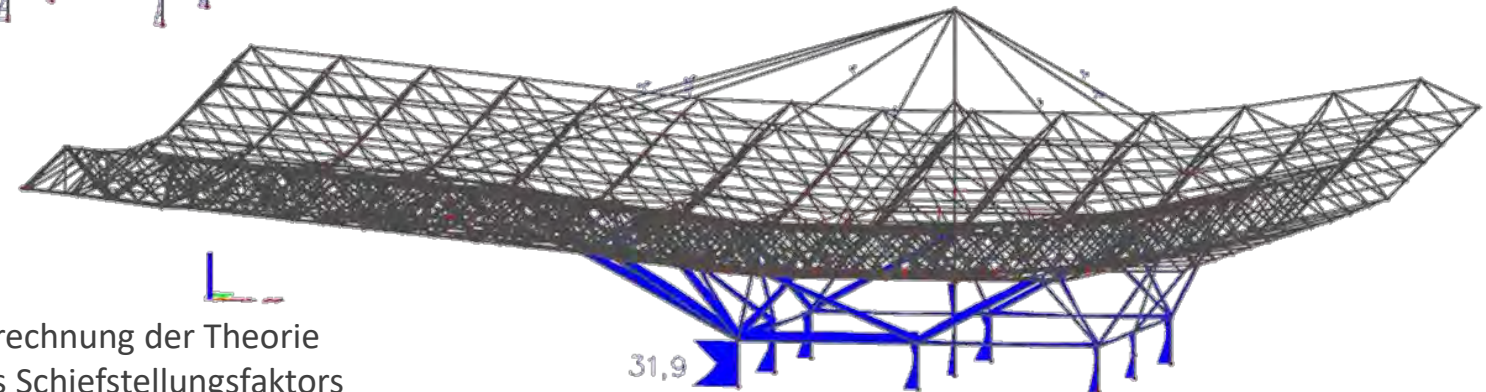


$$\sigma = 31,9 \text{ kN/cm}^2 < 32,7 \text{ kN/cm}^2$$

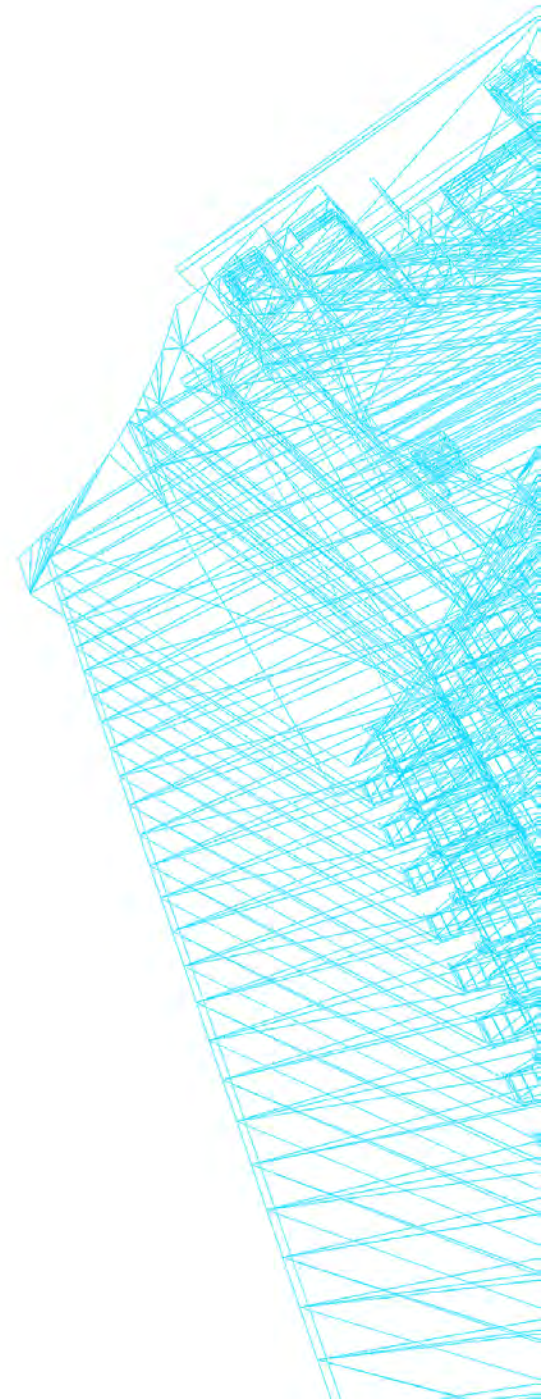
der Spannungsnachweis ist somit erbracht!

Der Knickspannungsnachweis ist bereits durch die Berechnung der Theorie II. Ordnung und der damit verbundenen Angabe eines Schiefstellungsfaktors von 5mm/m erbracht worden!

Die gewählten Querschnitte stellen eine wirtschaftliche Lösung dar, da diese die Struktur bis zu 97,55 % auslasten.



SCHRITT 6



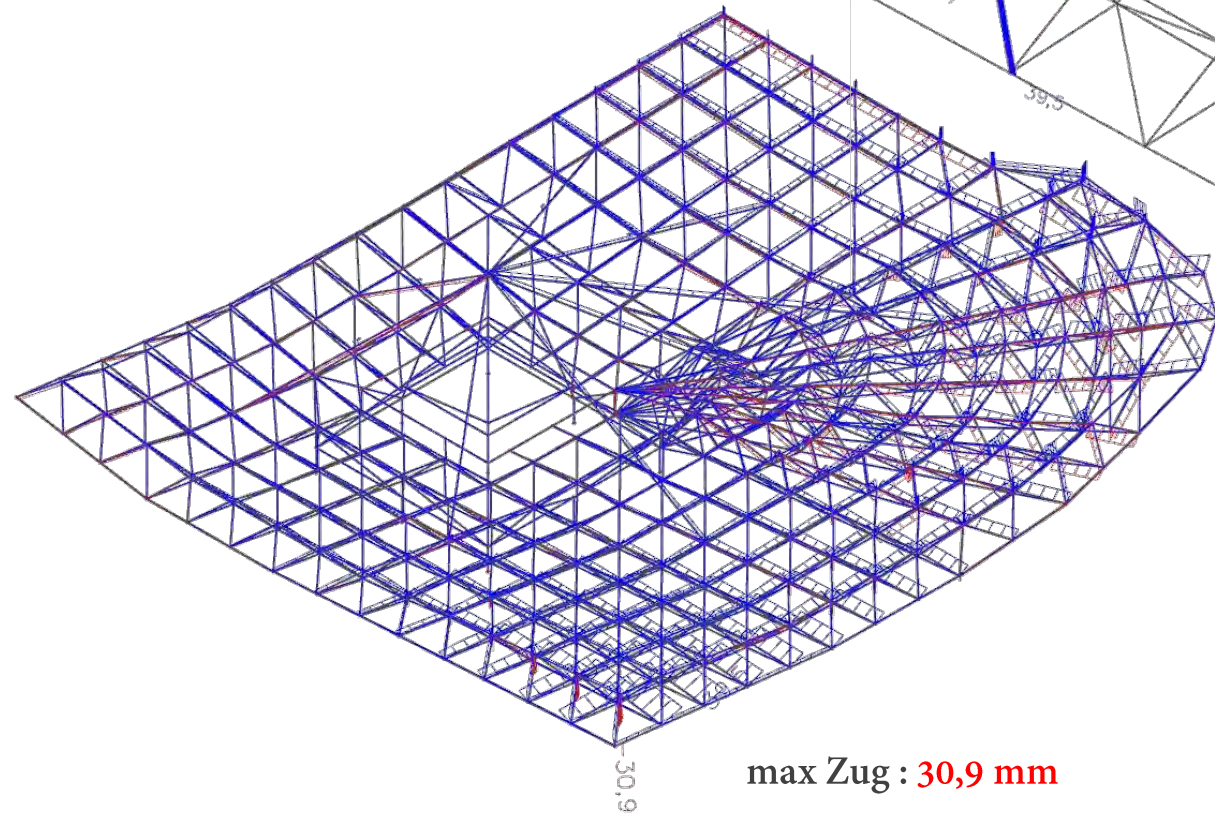
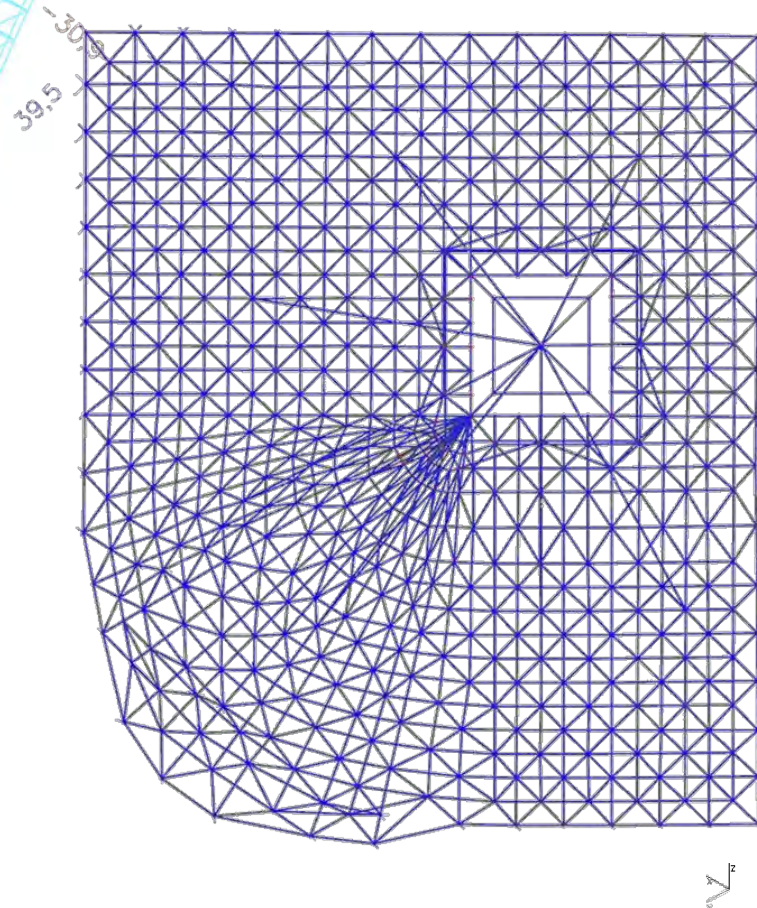
VERFORMUNG IM GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG)

Maßgebende Verformung (U_x)

U_x-global ist kleiner 1/200 der Höhe über dem Auflagerniveau.

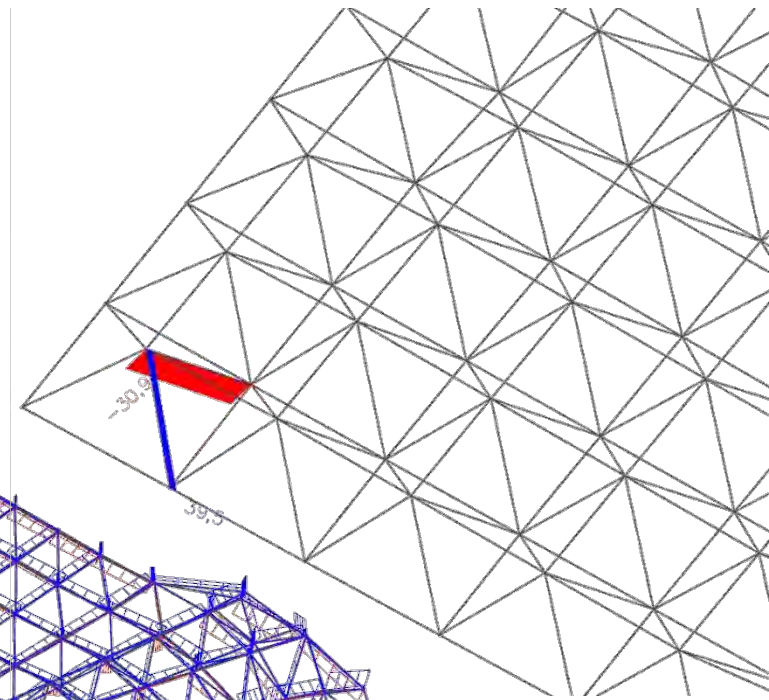
Auflagerneveau : 8m

8000mm / 200 = 40mm



max Zug : 30,9 mm

max Druck: 39,5mm



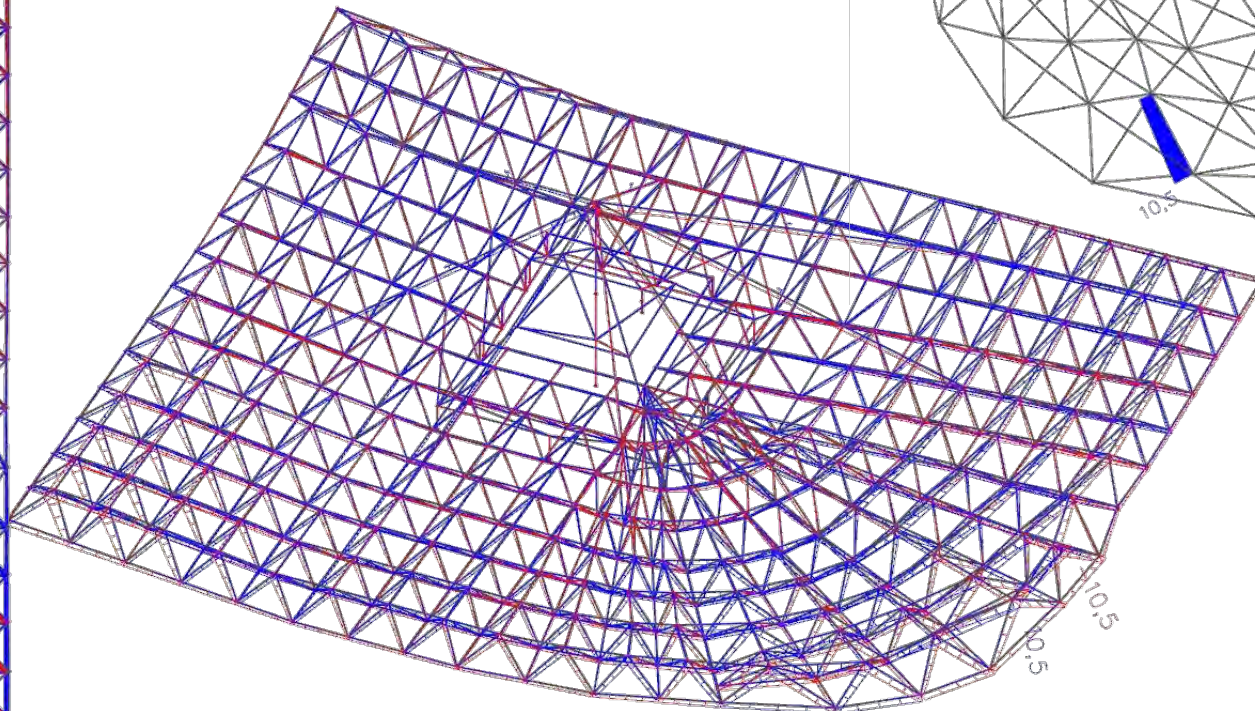
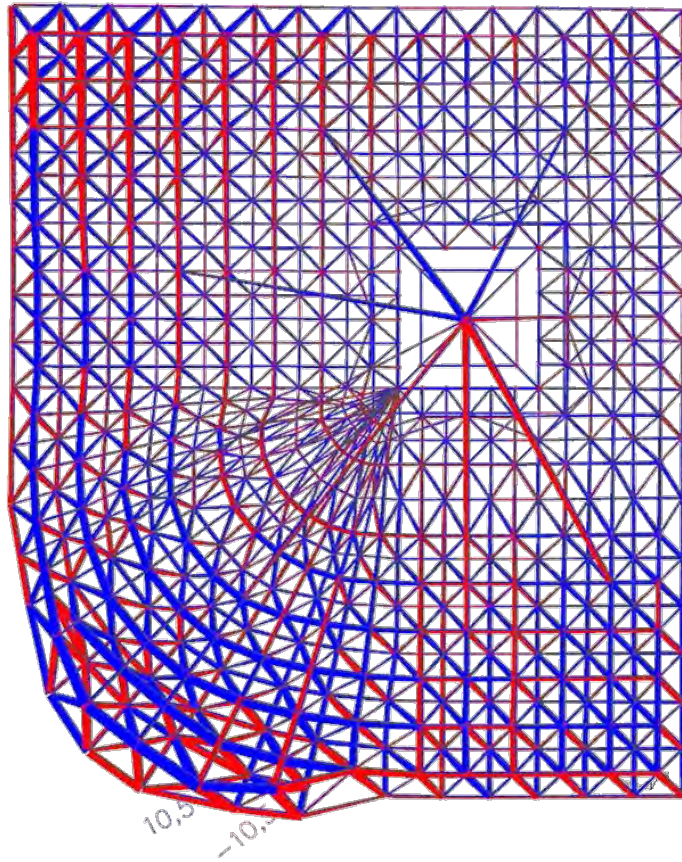
VERFORMUNG IM GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG)

Maßgebende Verformung (U_y)

U_y -global ist kleiner 1/200 der Höhe über dem Auflagerniveau.

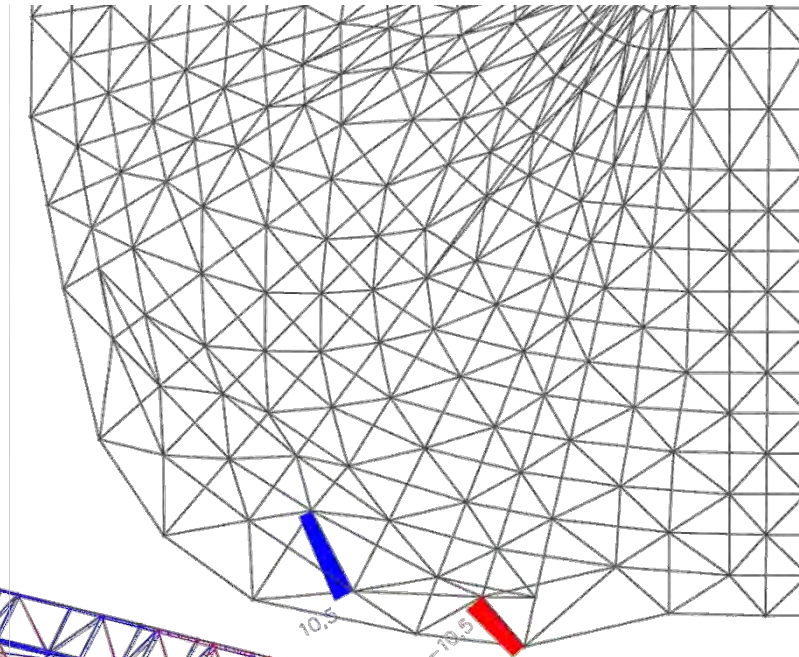
Auflagerneveau : 8m

$8000\text{mm} / 200 = 40\text{mm}$



max Zug : 10,5 mm

max Druck: 10,5mm



VERFORMUNG IM GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT (GZG)

Maßgebende Verformung (Uz)

Empfohlene Maximale Durchbiegung :

Kragträger am Kragarmende :

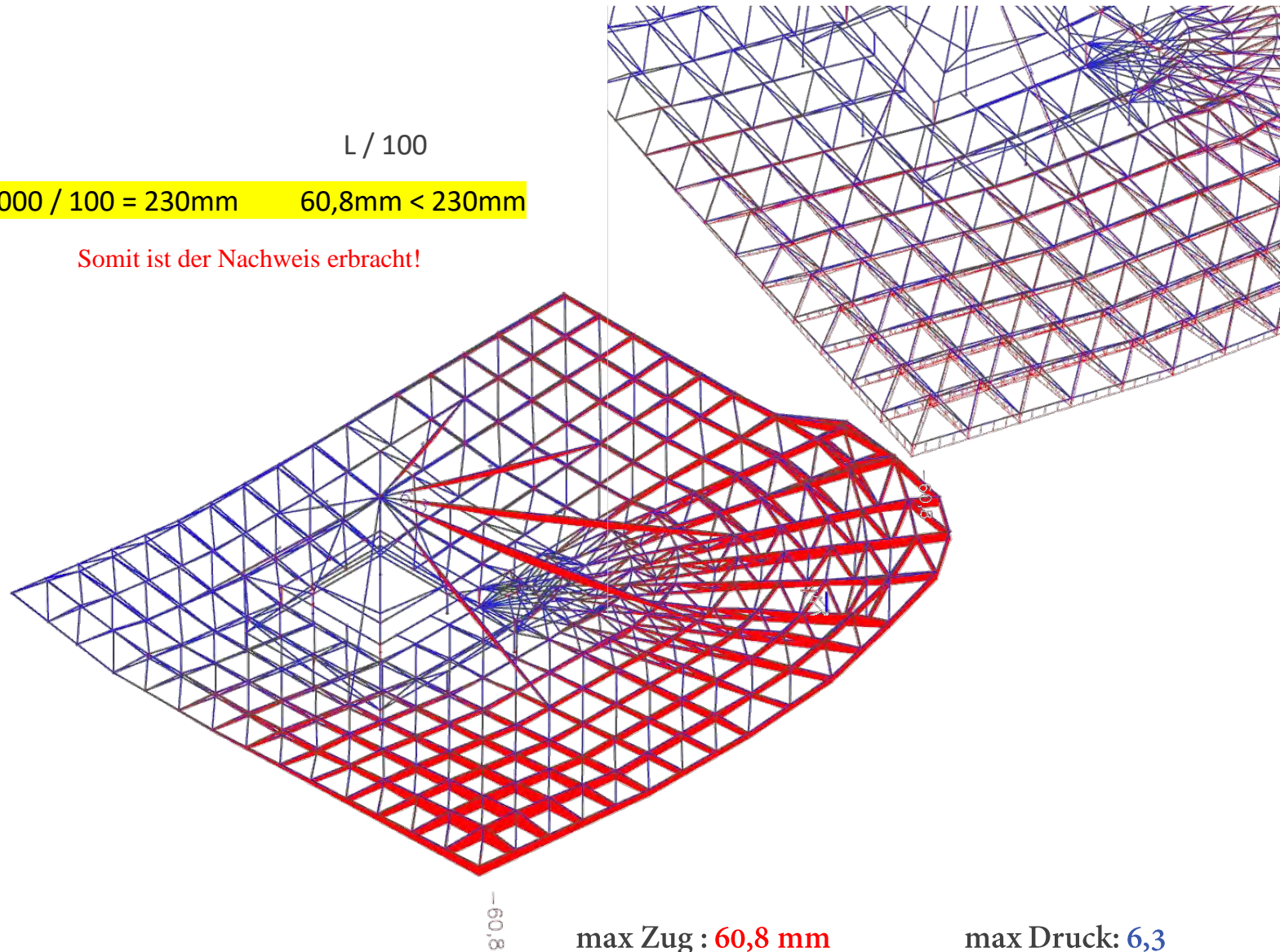
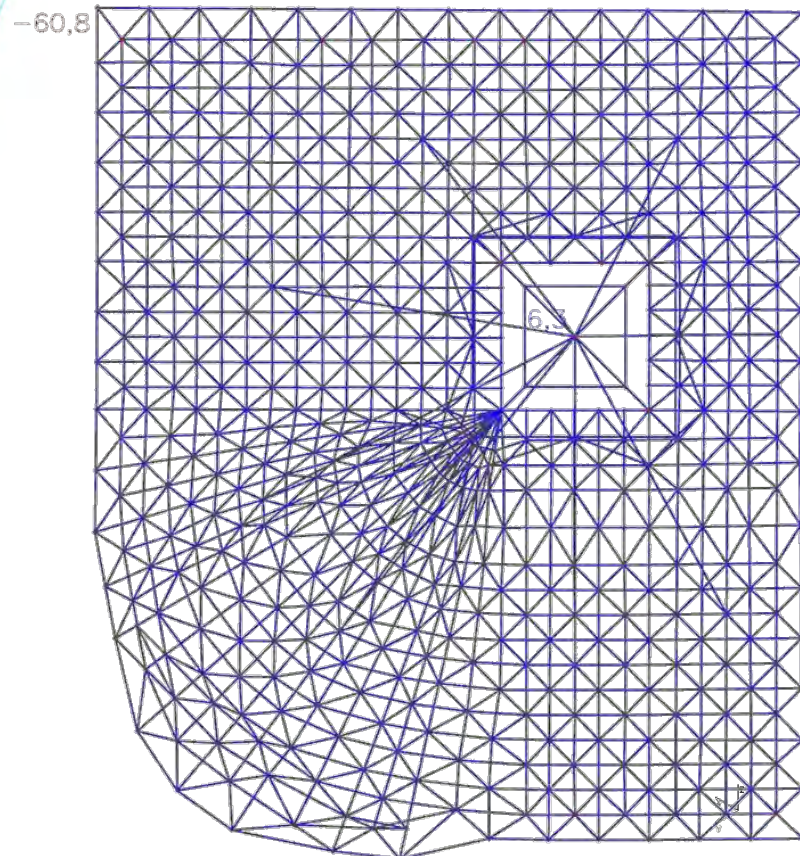
$$L / 100$$

Hier : 23m = 23000mm

$$23000 / 100 = 230\text{mm}$$

$$60,8\text{mm} < 230\text{mm}$$

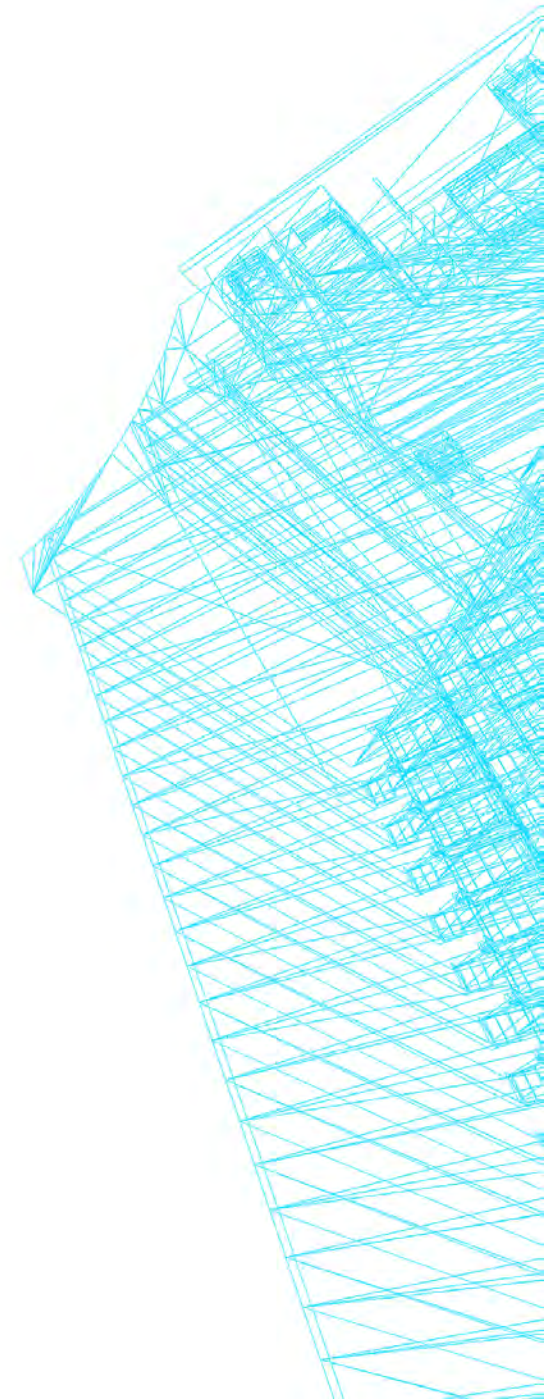
Somit ist der Nachweis erbracht!



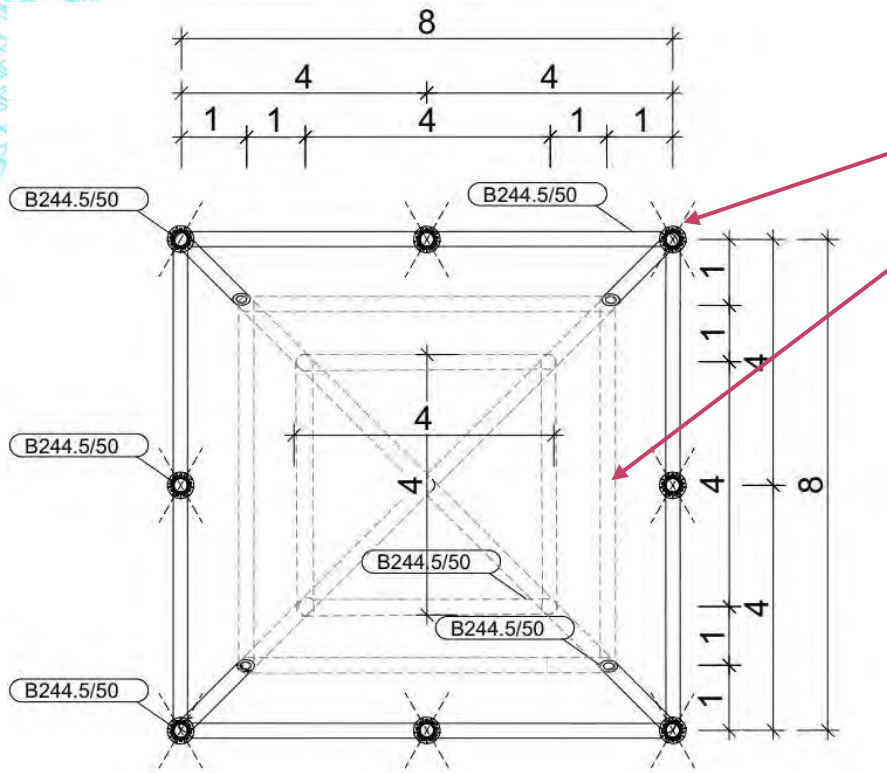
max Zug : 60,8 mm

max Druck: 6,3

SCHRITT 7

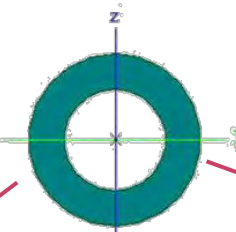


POSITIONSÜBERSICHT (GRUNDRISS)

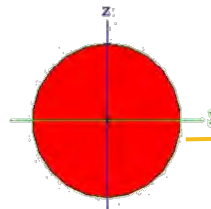


GRUNDRIS - AUFLAGER M 1:50

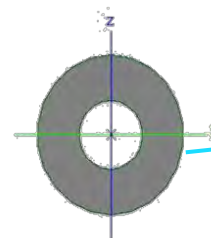
TKH-ABSCHLUSSPROJEKT WS21/22 ADEL ECHRESH



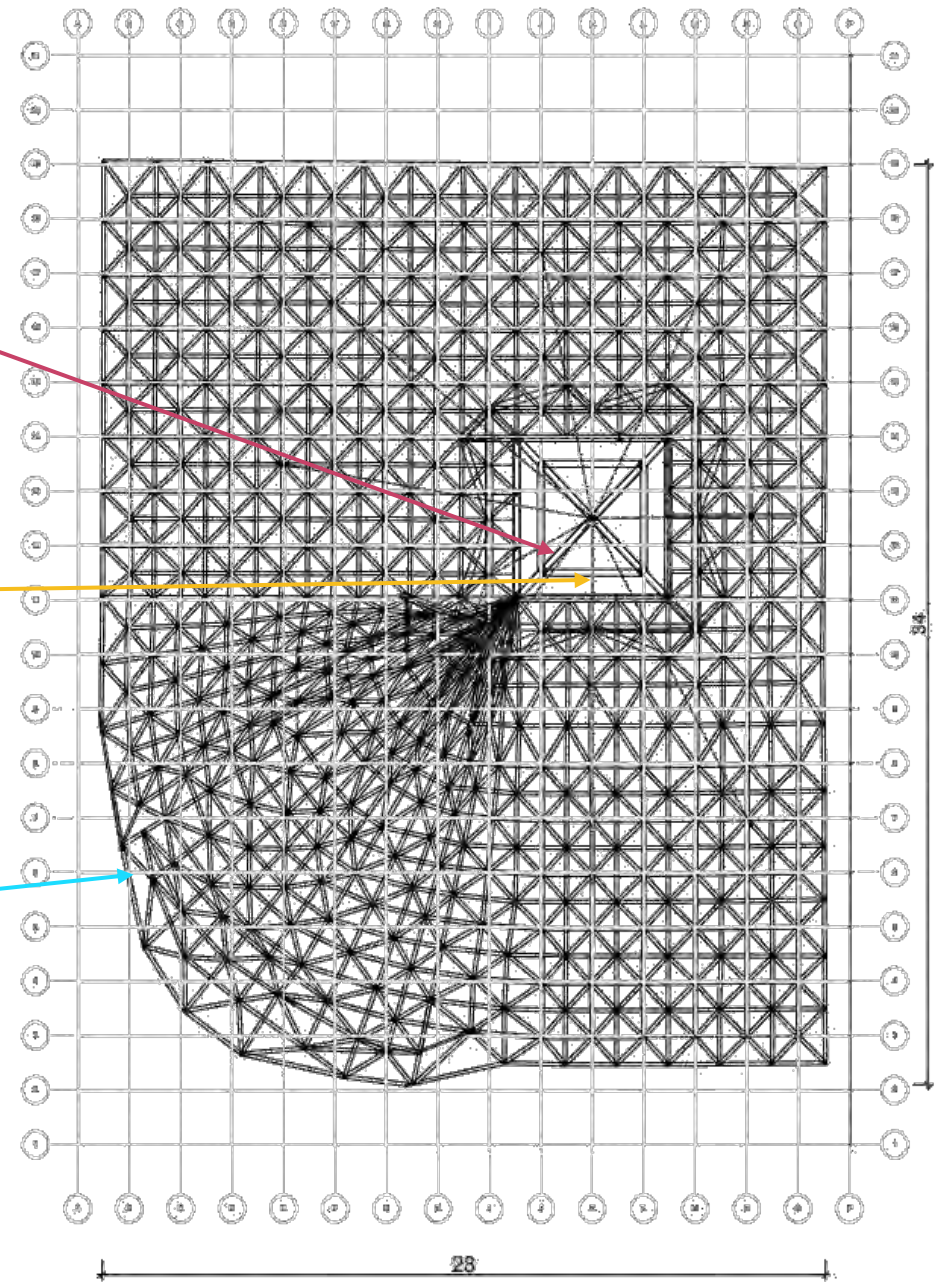
RO 237x65



RD 70mm

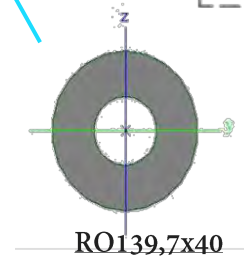
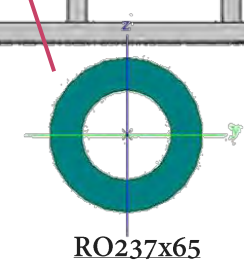
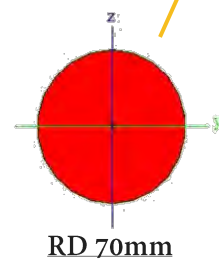
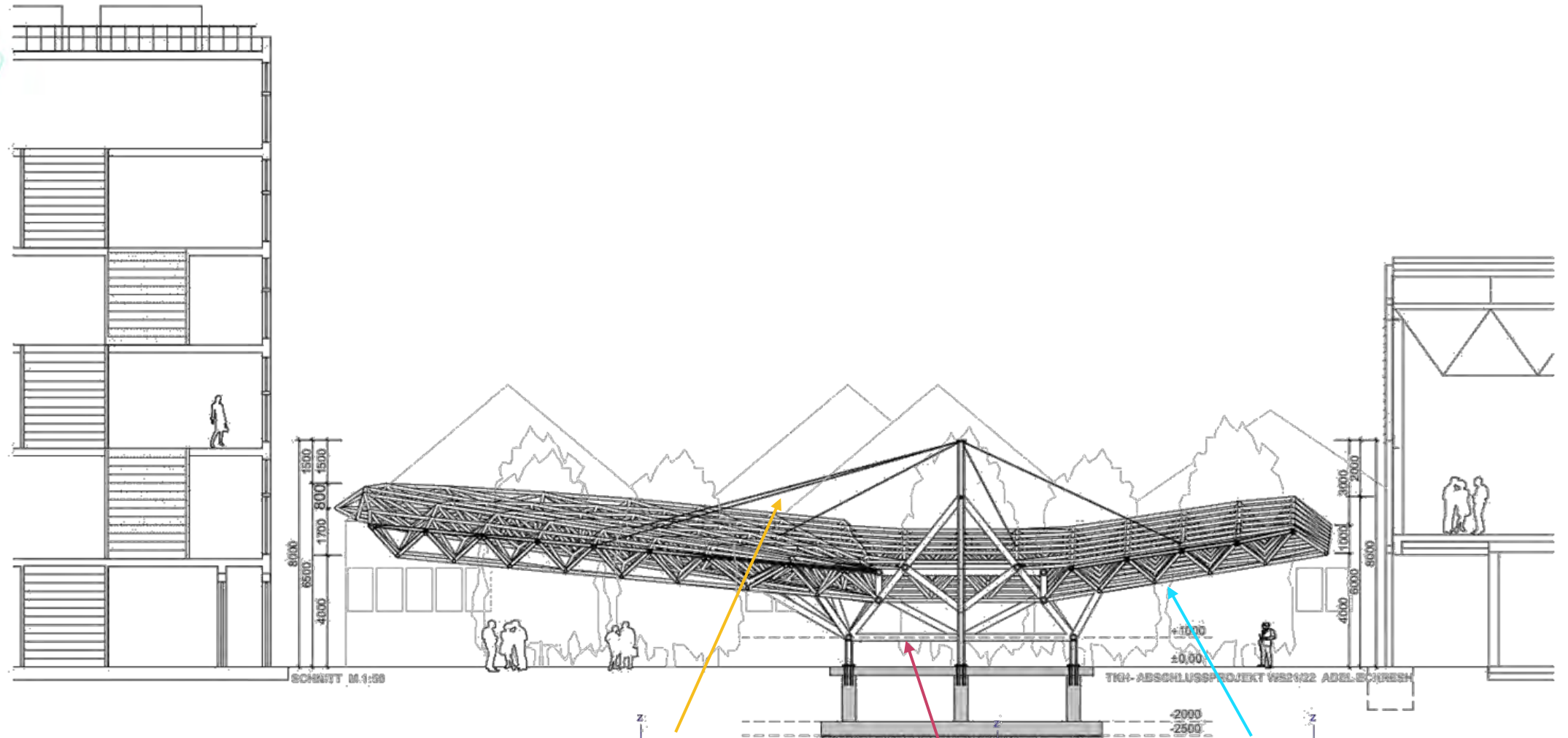


RO139,7x40

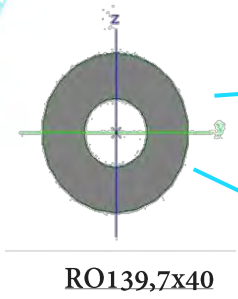
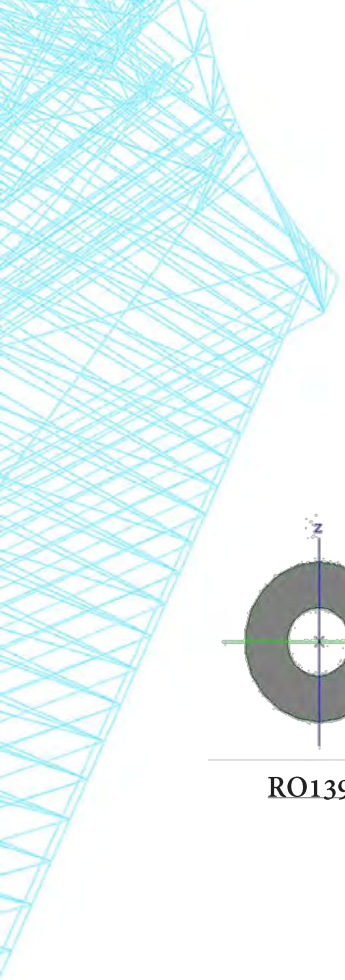


28

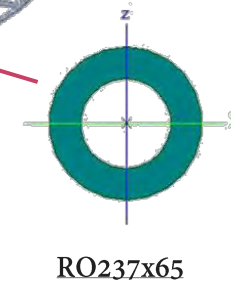
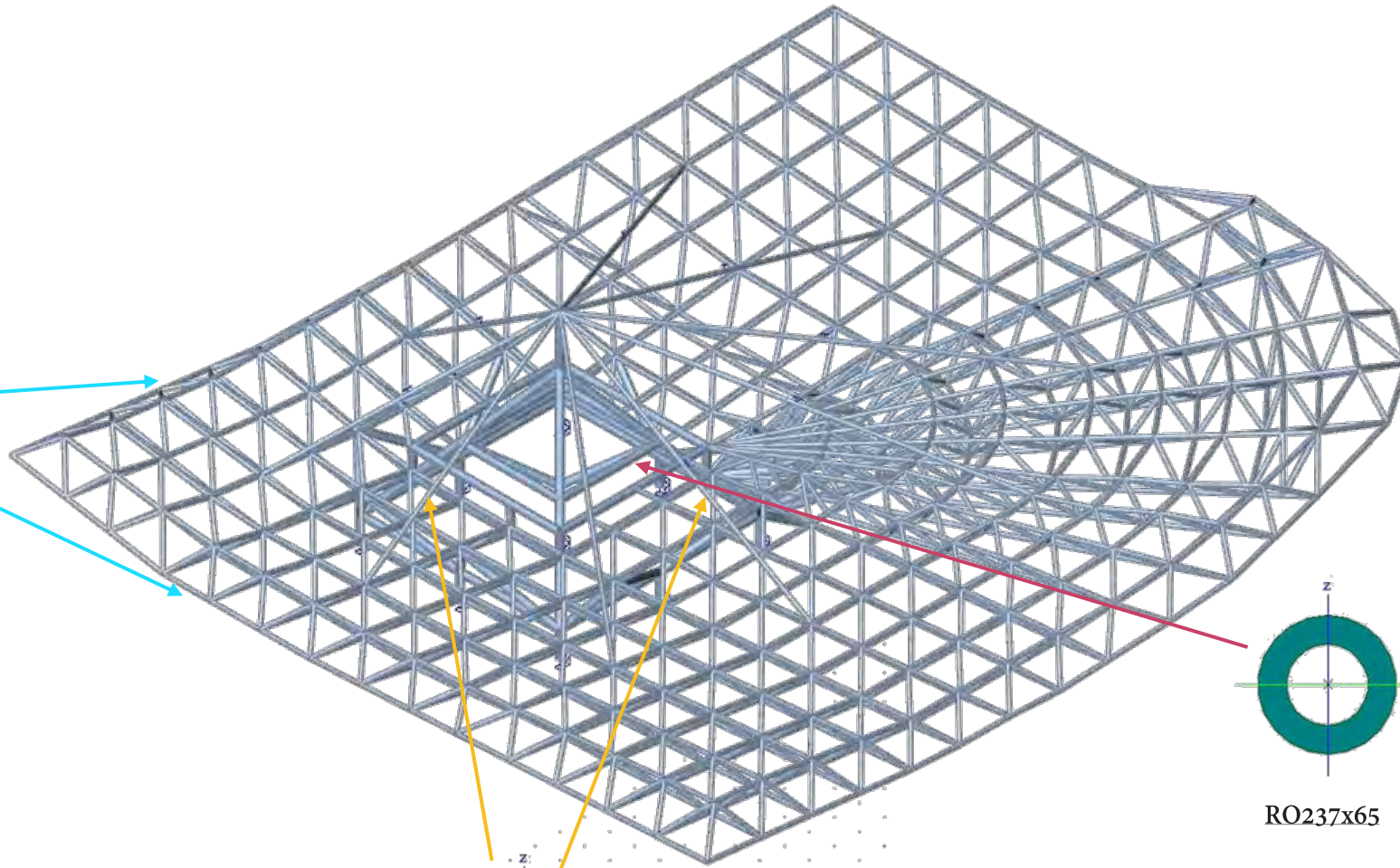
POSITIONSÜBERSICHT (SCHNITT)



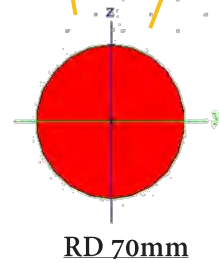
POSITIONSÜBERSICHT (ISOMETRIE)



RO139,7x40

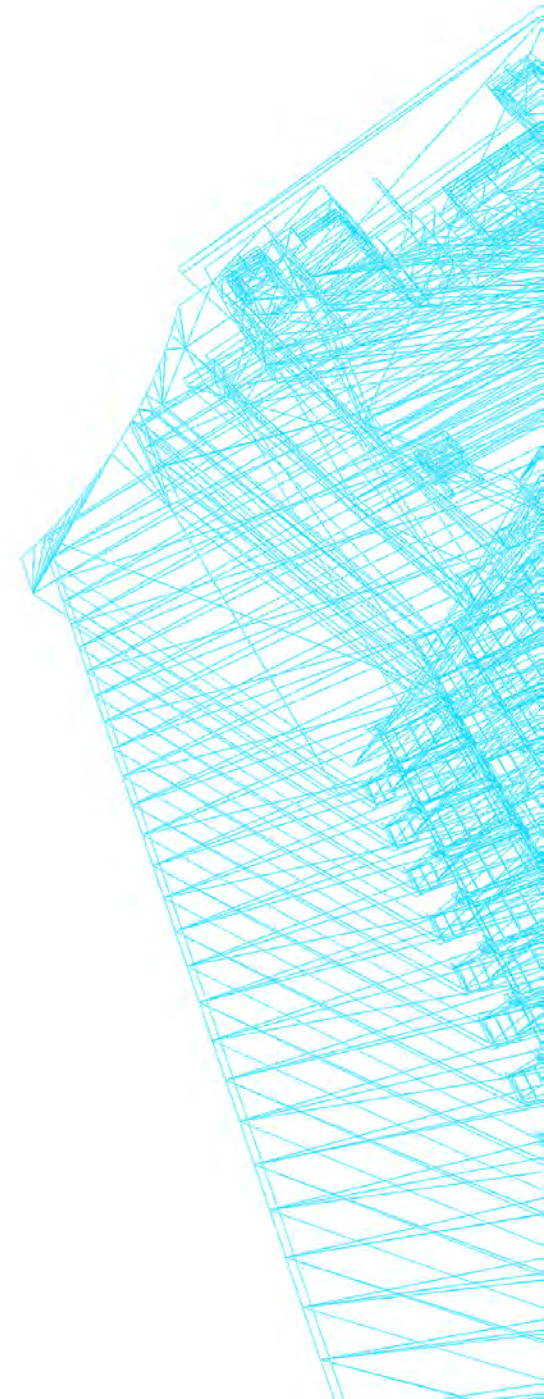


RO237x65



RD 70mm

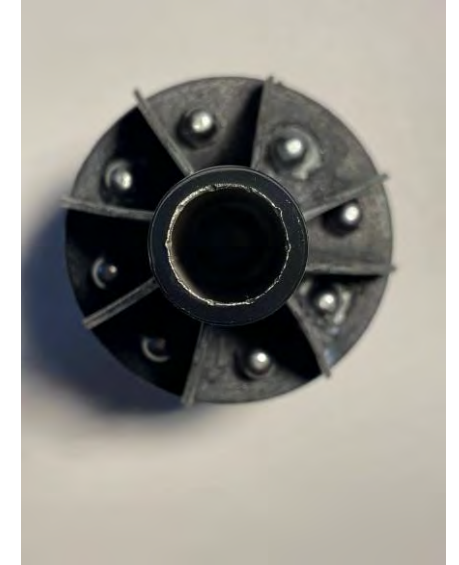
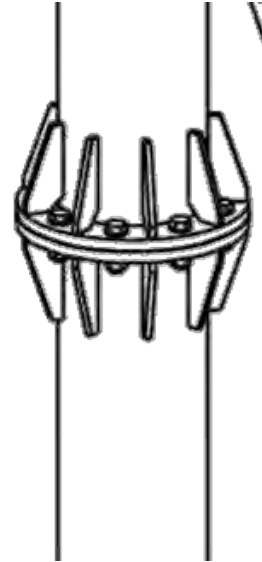
SCHRITT 8



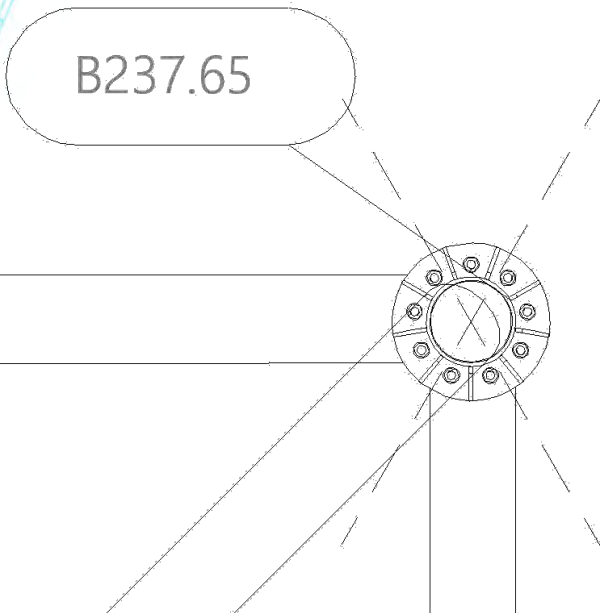
LÖSUNGEN FÜR VERBINDUNGSDETAILS

Anschlussdetail: Zentrischer Stab

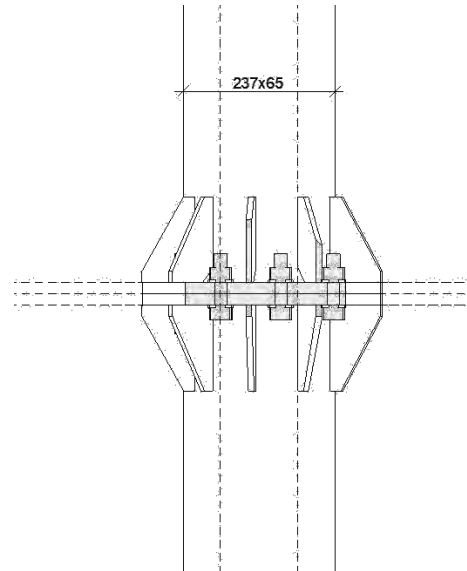
Vertikale Aussteifungslaschen tragen zu Biegesteifigkeit bei. Dieser Anschluss ermöglicht die Teilung des Zentrischen Stabes. Dies vereinfacht das Transport von 8m mittleren Stäben.



Modellbau M 1:10



Grundriss M 1:5



Schnitt M 1:5



LÖSUNGEN FÜR VERBINDUNGSDETAILS

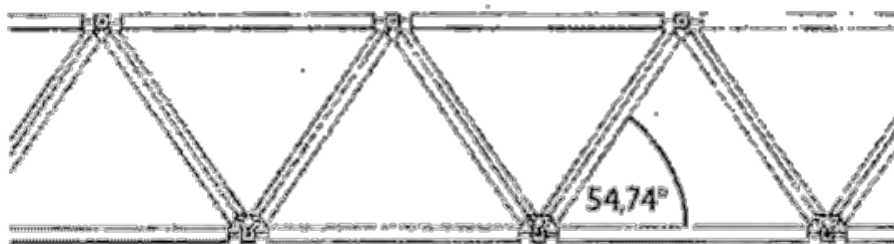
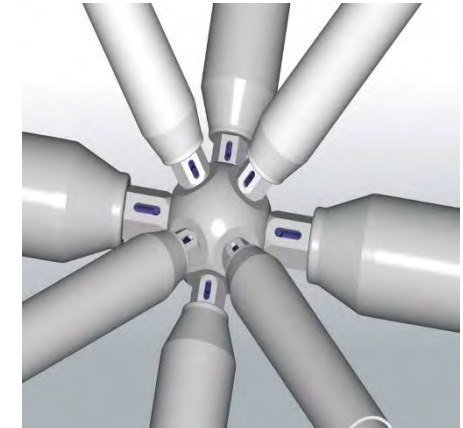
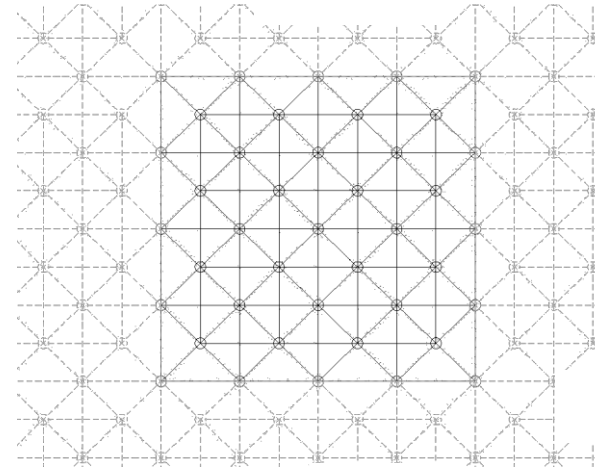
Anschlussdetail: Fachraumwerk- Mero System

Das vorhandene Mero-System kann sowohl Zugkräfte, als auch Druckkräfte aufnehmen, in dem die Zugkräfte:

Werden vom Kegelboden über Kontakt in den Bolzenkopf und vom Bolzen über das Gewinde in das Knotenstück übertragen.

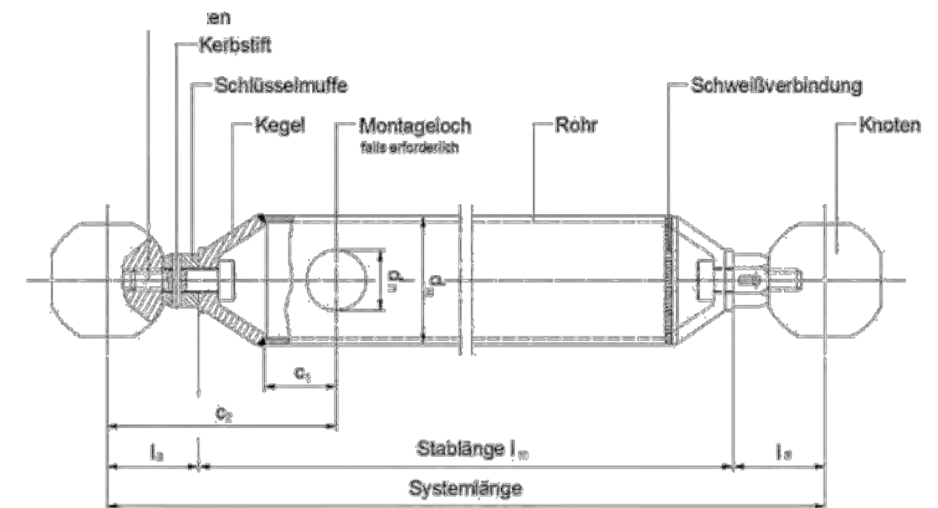
Druckkräfte:

werden von der Kegelstirnfläche über Kontakt in die Schlüsselmuffe und von dieser über Kontakt mit der eben gefräzten Knotenfläche in den Knoten übertragen.



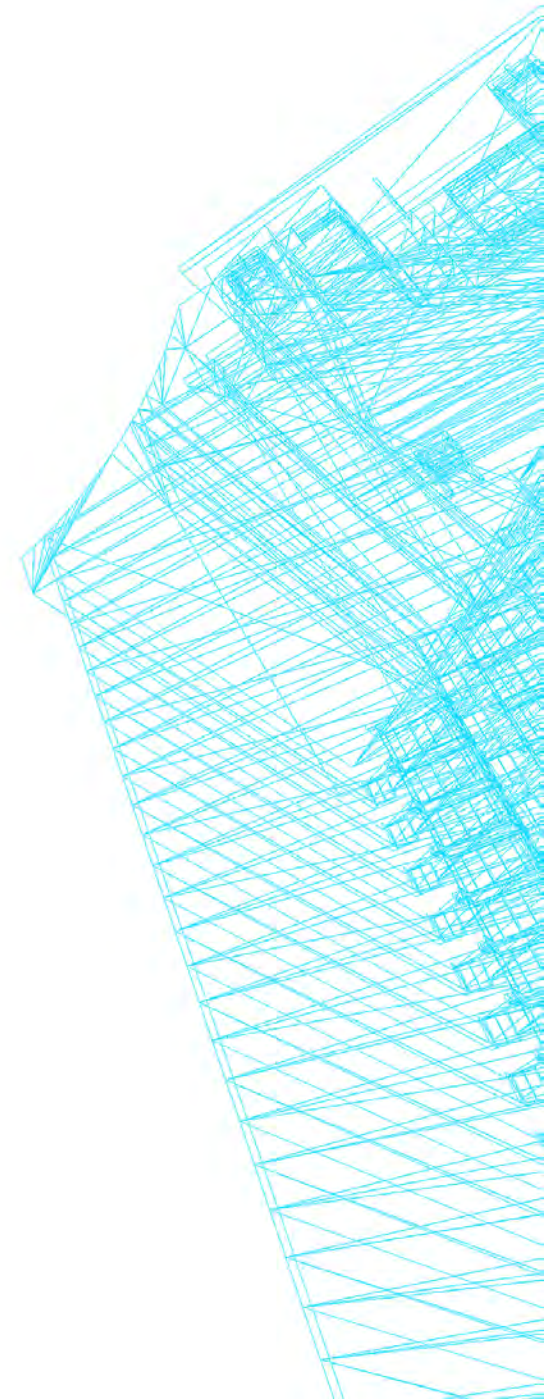
Ansicht

Grundriss



Schnitt

SCHRITT 9



MODELL

Das Modell wurde im Maßstab 1 : 50 gebaut.
Als Material für das Dach (Mero-System) wurde die Streichhölzer gewählt, da diese leichte Bearbeitungsmöglichkeiten haben. Zur Darstellung von Seilen wurde Silber Draht gewählt, welcher die bei der Überdachung lediglich Zugkraft aufnehmen.

Sowohl die Pyramide (Auflagerbereich) als auch die Druckbeanspruchten Stäbe wurde aus Holzstäbschen gebaut.

