



Falkenweg 6  
D-97204 Höchberg  
Tel.: +49 (0) 931 41732340  
[www.koerner-zs.de](http://www.koerner-zs.de)

---

## Statischer Nachweis

Auftragsnr.: 23078

Projekt:

Geodätische Kuppel  
 $D = 11 \text{ m}$

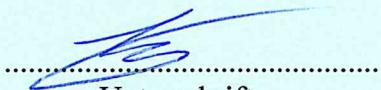
Auftraggeber:

Brantjes & Huneck

Planverfasser:

06.02.2024

Datum



Unterschrift

Die Statik gilt vorbehaltlich einer Prüfung und Genehmigung.

Nur gültig und rechtsverbindlich als Original mit Unterschrift – Kopien sind rechtswidrig!

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

Kopie  
0 Inhaltsverzeichnis

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **0 Inhaltsverzeichnis**

Seite:

**0 / 1**

Lfd-Nr. 2



Seite:

0 / 1-2

**0 Inhaltsverzeichnis****1 Allgemeines**

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| 1.1 Baubeschreibung       | 1 / 1   |
| 1.2 Berechnungsgrundlagen | 1.1 / 1 |
| 1.3 Baustoffe             | 1.2 / 1 |
|                           | 1.3 / 1 |

**2 Belastungsannahmen**

- |                    |           |
|--------------------|-----------|
| 2.1 Eigenlasten    | 2 / 1     |
| 2.2 Ersatzlast     | 2.1 / 1   |
| 2.3 Windlasten     | 2.2 / 1   |
| 2.4 Schneelasten   | 2.3 / 1-3 |
| 2.5 Verkehrslasten | 2.4 / 1   |
|                    | 2.5 / 1   |

**3 Beanspruchungen**

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| 3.1 Vorbemerkungen                | 3 / 1     |
| 3.2 Struktur- und Belastungsdaten | 3.1 / 1-3 |
| 3.3 Schnittgrößen                 | 3.2 / 1-9 |
| 3.4 Lagerkräfte                   | 3.3 / 1-4 |
|                                   | 3.4 / 1-6 |

**4 Nachweise**

- |  |            |
|--|------------|
| 4.1 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit | 4 / 1      |
| 4.2 Nachweis der Bodenverankerung              | 4.1 / 1-15 |
| 4.3 Nachweis der Unterpallungen                | 4.2 / 1-5  |
|  | 4.3 / 1    |

**5 Zeichnungen**

5 / 1-3

**Anhang A** Ballastierung

A1-A5

**Anhang B** Lüftungsklappe

B1-B2

**Anhang C** Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis der Plane

C1-C14

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

# Körner

## 1 Allgemeines

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **1 Allgemeines**

Seite:

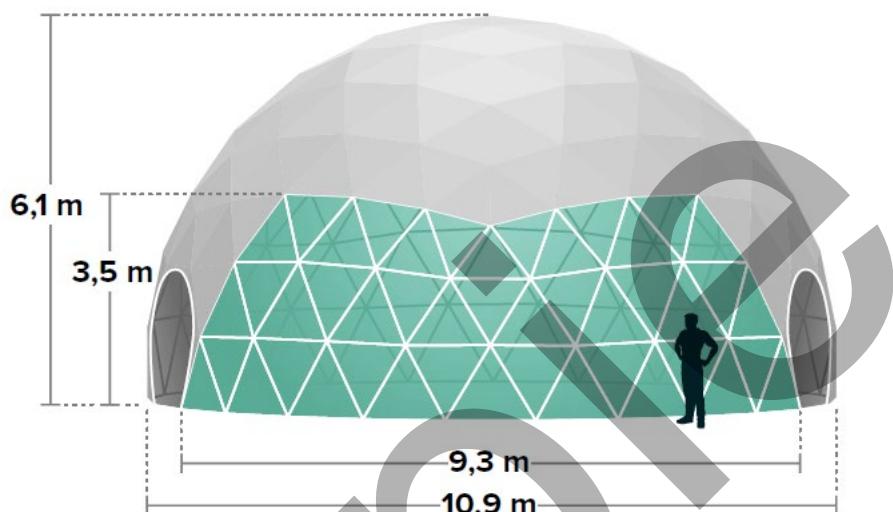
**1 / 1**

Lfd-Nr. 4



## **1.1 Baubeschreibung**

Gegenstand des nachfolgenden Statischen Nachweises ist eine geodätische Kuppel mit einem Durchmesser der Grundfläche von 11 m. Die Höhe der Kuppel beträgt 6,1 m. Die Kuppel besitzt drei Ein- bzw. Ausgänge.



Quelle: Bild des Herstellers Firma Domes Europe B.V.

Die Tragstruktur besteht aus zu Dreiecken angeordneten Stahlrohren, welche durch Schrauben miteinander verbunden sind. Das Stahlgerüst wird von einer Plane überspannt, die am unteren Ring der Kuppel angeschlagen wird. Die Lagesicherheit der Kuppel kann entweder durch Verankerung mit Stabankern oder durch Ballastierung erreicht werden.

Der Nachweis der Kuppel erfolgt als Fliegender Bau nach DIN EN 13782.

Montagezustände werden in der vorliegenden Statik nicht nachgewiesen.



## **1.2 Berechnungsgrundlagen**

DIN EN 13782 Fliegende Bauten, Zelte (06/2015)

DIN EN 1990 Grundlagen der Tragwerksplanung (12/2010)  
-2 Technische Regeln für die Ausführung  
von Stahltragwerken (10/2011)

DIN EN 1991 Einwirkungen auf Tragwerke  
-1-1 Eigengewicht (12/2010)  
-1-3 Schneelasten (12/2010)  
-1-4 Windlasten (12/2010)

DIN EN 1993 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten  
-1-1 Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln  
für den Hochbau (12/2010)  
-1-8 Bemessung von Anschlüssen (12/2010)  
-1-11 Bemessung und Konstruktion von Tragwerken  
mit Zuggliedern aus Stahl (12/2010)

Unter Beachtung der jeweils zugehörigen und gültigen Nationalen Anhänge.



### **1.3 Baustoffe**

Stahl: S235 ( $t \leq 40\text{mm}$ )       $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$   
 $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$

Schrauben: Güte 8.8       $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$   
 $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$

Plane: PVC-beschichtetes Polyestergewebe nach DIN 18204 Teil 1  
mit einer Reißfestigkeit von 2600 N/5cm (Kette) bzw. 2500 N/5cm  
(Schuss)  
Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis siehe Anhang C

Stabanker: Ø 2,5 cm x 90 cm

Kopie

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

## **2 Belastungsannahmen**

Kopie

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **2 Belastungsannahmen**

Seite:

**2 / 1**

Lfd-Nr. 8



## **2.1 Eigenlasten**

Das Eigengewicht der Plane wird mit  $g_k = 0,007 \text{ kN/m}^2$  berücksichtigt.

### Stahltragwerk:

Das Eigengewicht der Stahlteile im Tragwerk wird, falls bemessungsrelevant, durch das vorhandene Volumen und der Dichte von Stahl ( $7,85 \text{ kg/dm}^3$ ) berücksichtigt.

Kopie



## **2.2 Ersatzlast**

[nach DIN 13782 Kap.7.3]

Die Stabilität ist mit einer vertikalen Ersatzlast von 0,1 kN/m<sup>2</sup> nachzuweisen.  
Diese Last ist mit keinen anderen Lasten außer dem Eigengewicht zu überlagern.

Kopie



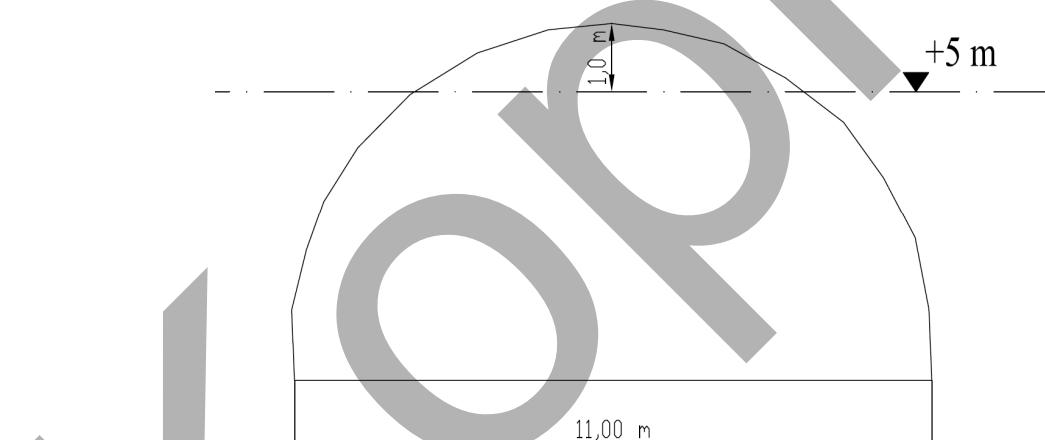
## 2.3 Windlasten

[nach DIN EN 13782 Kap. 7.4.2]

Die Berechnung erfolgt für Standorte mit  $v_{ref} \leq 28 \text{ m/s}$  und den Windlasten nach Tab. 1:

Bezugshöhe $z_e$ m	Böengeschwindigkeitsdruck $q_p(z_e)$ kN/m <sup>2</sup>
$z_e \leq 5$	0,50
$5 < z_e \leq 10$	0,60
$10 < z_e \leq 15$	0,66
$15 < z_e \leq 20$	0,71
$20 < z_e \leq 25$	0,76

Vereinfacht wird mit einem über die Dachfläche gemittelten Böengeschwindigkeitsdruck gerechnet.



Gesamtoberfläche:

$$O_{ges} \approx \frac{4 \cdot \pi \cdot (11,0 \text{ m} / 2)^2}{2} = 190 \text{ m}^2$$

Oberfläche oberhalb 5 m Höhe:  $O_{z>5m} \approx \pi \cdot 1,1 \text{ m} \cdot (4 \cdot 5,5 \text{ m} - 1,1 \text{ m}) = 72 \text{ m}^2$

Oberfläche unterhalb 5 m Höhe:  $O_{z\leq5m} \approx 190 \text{ m}^2 - 72 \text{ m}^2 = 118 \text{ m}^2$

Über die gesamte Dachfläche gemittelter Böengeschwindigkeitsdruck:

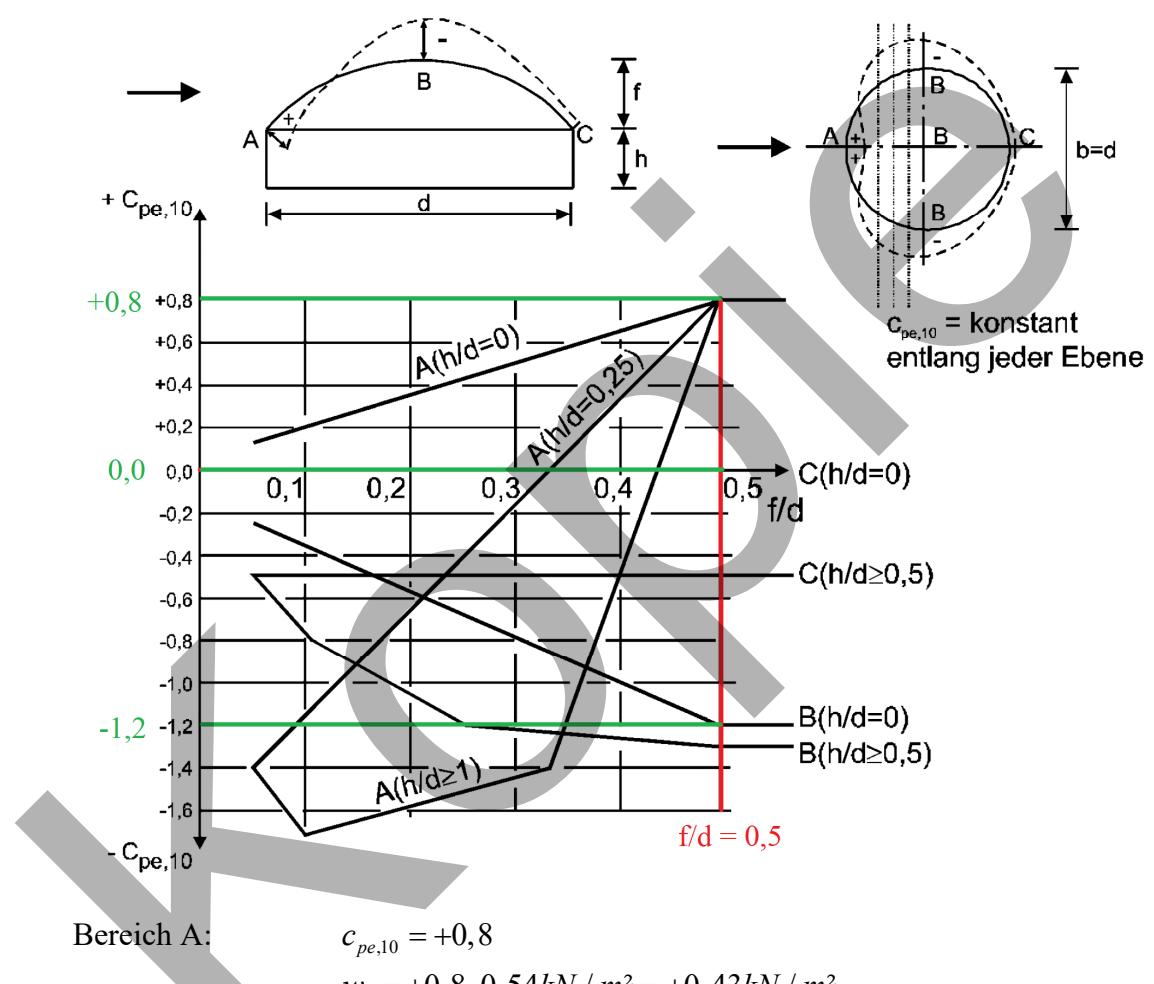
$$q_{p,mittel} = \frac{118 \text{ m}^2 \cdot 0,50 \text{ kN / m}^2 + 72 \text{ m}^2 \cdot 0,60 \text{ kN / m}^2}{190 \text{ m}^2} = 0,54 \text{ kN / m}^2$$

Außendruck:

nach DIN EN 1991-1-4 Kapitel 7.2.8

$$f/d = 6,1m / 11,0m = 0,55 \approx 0,5$$

$$h/d = 0,0m / 11,0m = 0,00$$



Bereich A:  $c_{pe,10} = +0,8$

$$w_e = +0,8 \cdot 0,54kN / m^2 = +0,43kN / m^2$$

Bereich B:  $c_{pe,10} = -1,2$

$$w_e = -1,2 \cdot 0,54kN / m^2 = -0,65kN / m^2$$

Bereich C:  $c_{pe,10} = 0,0$

$$w_e = 0,0 \cdot 0,54kN / m^2 = 0,00kN / m^2$$

Innendruck:

Nach DIN EN 13782 ist bei runden Zeltkonstruktionen ein Innendruckbeiwert  $c_{pi} = -0,25$  (Unterdruck) zu berücksichtigen.

$$w_e = -0,25 \cdot 0,54 \text{ kN/m}^2 = -0,14 \text{ kN/m}^2$$

## Anmerkung:

Die Standsicherheit wird für die geschlossene Zelthalle nachgewiesen. Daher ist bei aufkommendem starkem Wind das Zelt geschlossen zu halten.

Kopie



## 2.4 Schneelasten

[nach DIN EN 13782 Kap. 7.4.3]

Schneelasten werden nicht angesetzt.

Die Kuppel darf in der Regel nur während der schneefreien Jahreszeit aufgestellt werden. Wird die Kuppel ausnahmsweise in der kalten Jahreszeit aufgestellt, so ist anfallender Schnee sofort zu räumen, oder die Kuppel ist so stark zu beheizen, dass der Schnee sofort abschmilzt.

Kopie

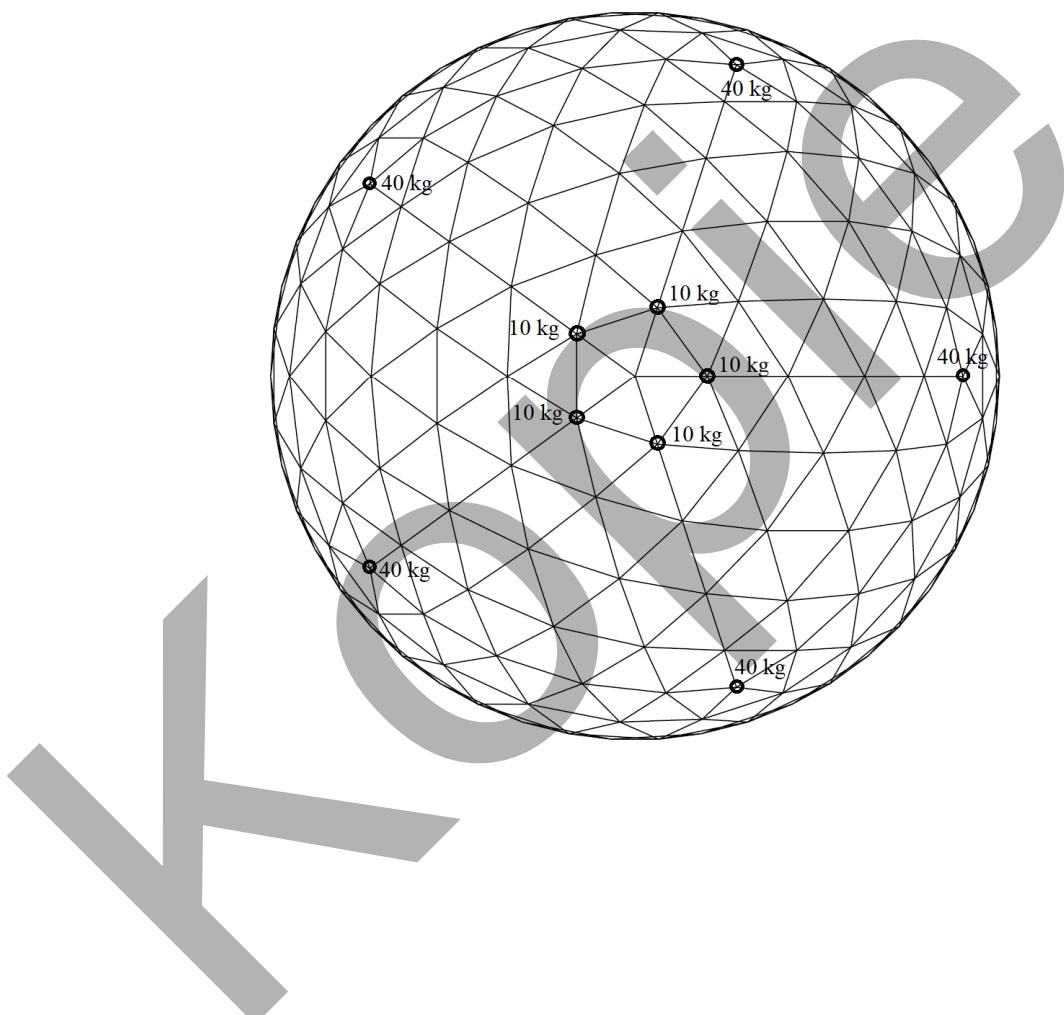


## 2.5 Verkehrslasten

Am Tragwerk werden folgende Zusatzlasten für Licht, Ton etc. berücksichtigt:

im obersten Ring: 50 kg  
im dritten Ring von unten: 200 kg

Die Lasten werden gemäß nachfolgender Skizze gleichmäßig verteilt auf das Tragwerk aufgegeben.



Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

Körner  
3 Beanspruchungen

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **3 Beanspruchungen**

Seite:

**3 / 1**

Lfd-Nr. 16



### 3.1 Vorbemerkungen

Die Schnittgrößen bzw. Lagerkräfte werden mit Hilfe eines FEM-Modells ermittelt.

Ausdruckprotokoll des FEM-Programms siehe nachfolgende Seiten:

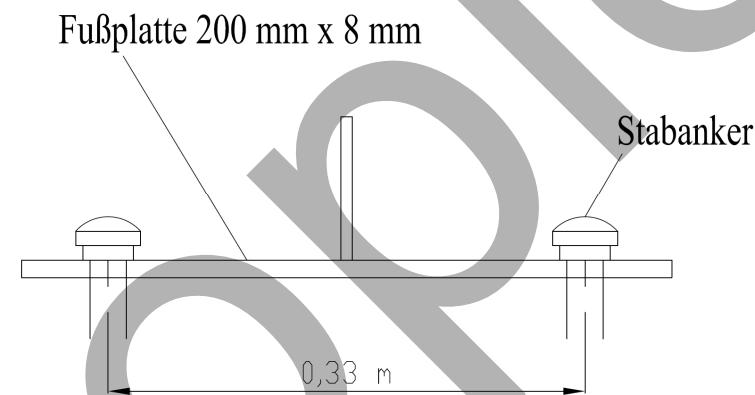
Kapitel 3.2: Strukturdaten + Belastung

Kapitel 3.3: Schnittgrößen

Kapitel 3.4: Lagerkräfte

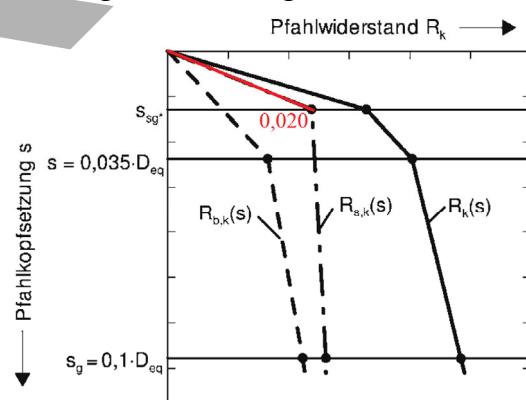
Um unrealistisch große Lagerkräfte bei starrer Lagerung zu vermeiden, werden den Auflagern folgende Federsteifigkeiten zugewiesen:

Federsteifigkeit der Lager in vertikaler Richtung:



Vertikale Ankertragfähigkeit:  $Z_{v,d} = 6,5 \cdot 2,5\text{cm} \cdot 80\text{cm} = 1300\text{N}$

Abschätzung der Grenzhebung in Anlehnung an EA-Pfähle:2007:



$$s_{sg,z} = 1,30 \cdot 0,020 \cdot 2,5\text{cm} = 0,07\text{cm}$$

Steifigkeit eines Ankers:

$$c_{z,1} = \frac{1,30\text{kN}}{0,0007\text{m}} = 1857\text{kN/m}$$



Steifigkeit der Fußplatte:

$$I = \frac{20\text{cm} \cdot (1,2\text{cm})^4}{12} = 3,46\text{cm}^4$$

$$f = \frac{1,0\text{kN} \cdot (33\text{cm})^3}{48 \cdot 21000\text{kN/cm}^2 \cdot 3,46\text{cm}^4} = 0,01\text{cm}$$

$$c_{z,2} = \frac{1,0\text{kN}}{0,0001\text{m}} = 10000\text{kN/m}$$

(Steifigkeit für t = 12 mm, ausgeführt t = 8mm, sichere Seite da aufgrund der größeren Steifigkeit größere Auflagerkräfte entstehen.)

Gesamtsteifigkeit in vertikaler Richtung:

$$c_{z,ges} = \frac{1}{\frac{1}{2 \cdot 1857\text{kN/m}} + \frac{1}{10000\text{kN/m}}} = 2710\text{kN/m}$$

Vereinfacht wird dieselbe Steifigkeit auch bei Beanspruchung des Lagers auf Druck verwendet.

Federsteifigkeit der Lager in horizontaler Richtung:

Vertikale Ankertragfähigkeit:  $Z_{h,d} = 17,0 \cdot 2,5\text{cm} \cdot 80\text{cm} = 3400\text{N}$ 

Gemäß DIN EN 13782 Kapitel 9.6 können Verschiebungen bis zu 2 cm auftreten. Auf der sicheren Seite wird nur mit einer Verschiebung von 1 cm gerechnet.

Steifigkeit eines Ankers:  $c_{x,y,1} = \frac{3,40\text{kN}}{0,01\text{m}} = 340\text{kN/m}$ Steifigkeit der Fußplatte:  $c_{x,y,2} \approx \infty$ 

Gesamtsteifigkeit in horizontaler Richtung:

$$c_{xy,ges} = \frac{1}{\frac{1}{2 \cdot 340\text{kN/m}} + \frac{1}{\infty}} = 680\text{kN/m}$$



Im Berechnungsmodell wird die Plane in den Knotenpunkten durch auf Zug ausfallende Kontaktstäbe an die Stahlkonstruktion angebunden. Den Kontaktstäben wird ein Reibbeiwert von  $\mu = 0,40$  für PVC / Stahl für die Querkraftübertragung zugewiesen.

## 2. Näherungswerte (Zusammenstellung aus älterer Literatur)

Beton auf Sand und Kies .....	0,60–0,35	Hirnholz auf Langholz, in Faserrichtung des Langholzes .....	0,43
Beton auf Lehm und Ton .....	0,35–0,25	Stahl auf Stein und Kies .....	0,45
Beton auf Stahl .....	0,45–0,30	Stahl auf Sand .....	0,48
Mauerwerk (rau) auf Sand/Kies .....	0,60	Stahl auf Stahl, wenig fettig .....	0,13
Mauerwerk (glatt) auf Sand/Kies .....	0,30	Stahl auf Stahl, trocken .....	0,15
Mauerwerk (rau) auf nassem Ton .....	0,30	Stahl auf Gusseisen .....	0,33
Mauerwerk (glatt) auf nassem Ton.....	0,20	Gummi auf Stahl, trocken/nass .....	0,35/0,15
Mauerwerk auf Beton .....	0,76	Faserpressstoff auf Stahl, trocken .....	0,25–0,35
Holz auf Metall .....	0,60	PVC auf Stahl, trocken/nass .....	0,40/0,25
Holz auf Stein .....	0,60	Polyurethan auf Stahl, trocken/nass .....	0,45/0,35
Holz auf Holz .....	0,50	Keramik auf Stahl, trocken/nass .....	0,45/0,35

Quelle: Schneider: Bautabellen für Ingenieure, 19. Auflage



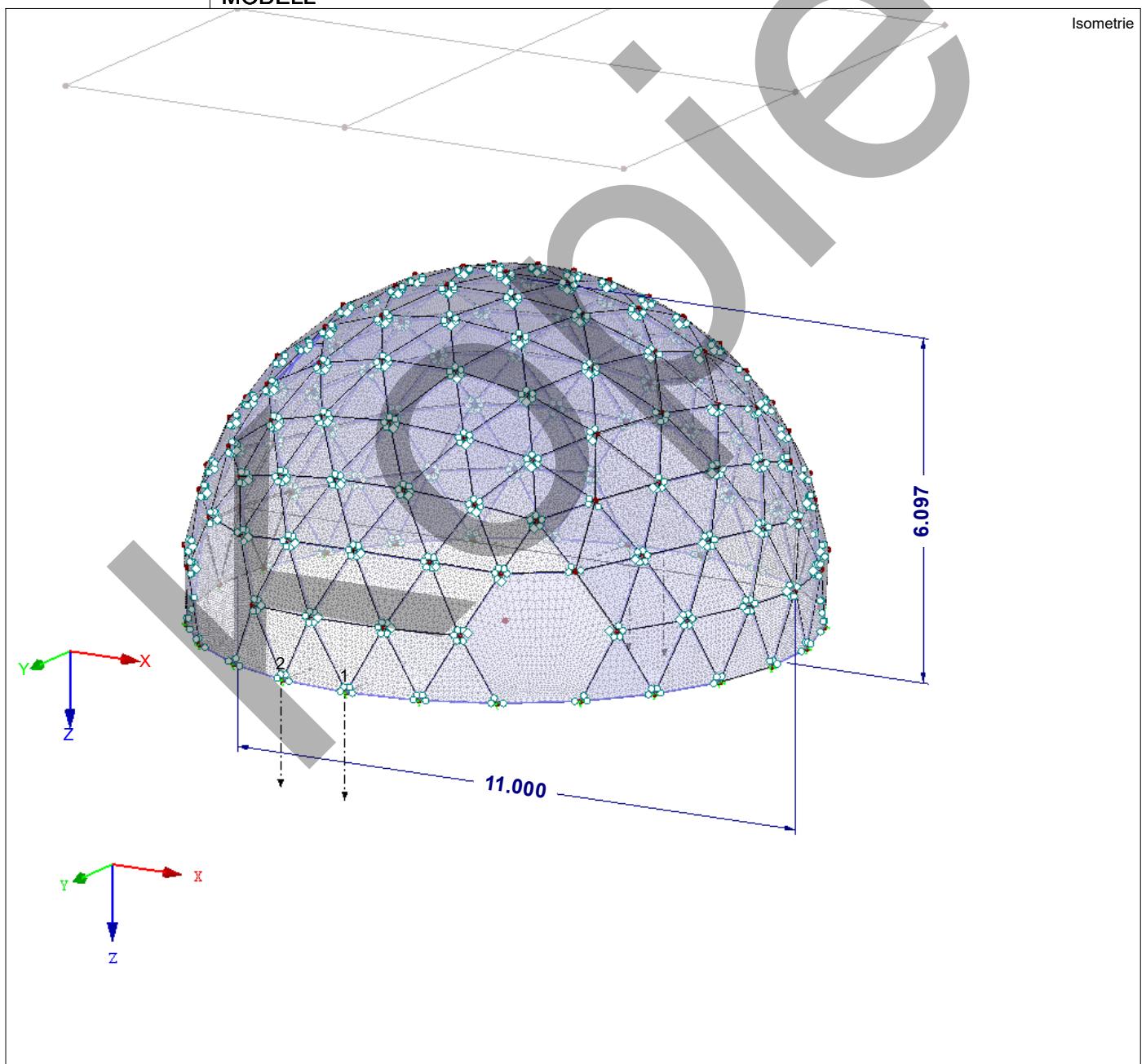
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ MODELL-BASISANGABEN

Allgemein	Modellname : Geodätische Kuppel d = 11m
Modelltyp	: 3D
Positive Richtung der globalen Z-Achse	: Nach unten
Klassifizierung der Lastfälle und Kombinationen	: Nach Norm: EN 1990 Nationaler Anhang: DIN - Deutschland
Optionen	<input type="checkbox"/> RF-Formfindung - Ermittlung von initialen Gleichgewichtsformen für Membran- und Seilkonstruktionen <input type="checkbox"/> RF-ZUSCHNITT <input type="checkbox"/> Rohrleitungsanalyse <input type="checkbox"/> CQC-Regel anwenden <input type="checkbox"/> CAD/BIM-Modell ermöglichen
Erdbeschleunigung g	: 10.00 m/s <sup>2</sup>

## ■ MODELL





Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ FE-NETZ-EINSTELLUNGEN

	Allgemein	Angestrebte Länge der Finiten Elemente	$l_{FE}$	: 0.100 m
		Maximaler Abstand zwischen Knoten und Linie um in die Linie zu integrieren	$\varepsilon$	: 0.001 m
		Maximale Anzahl der FE-Netz-Knoten (in Tausenden)		: 500
	Stäbe	Anzahl Teilungen von Stäben mit Seil, Bettung, Voute oder plastischer Charakteristik		: 10
		<input checked="" type="checkbox"/> Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw. Durchschlagproblem intern teilen		
		<input checked="" type="checkbox"/> Teilung der Stäbe durch den Knoten, der auf den Stäben liegt		
	Flächen	Maximales Verhältnis der FE-Viereck-Diagonalen	$\Delta_D$	: 1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	$\alpha$	: 0.50 °
		Form der Finiten Elemente:		: Nur Dreiecke <input checked="" type="checkbox"/> Gleiche Quadrate generieren, wo möglich

## ■ 1.3 MATERIALIEN

Mat. Nr.	Modul E [kN/m <sup>2</sup> ]	Modul G [kN/m <sup>2</sup> ]	Querdehnzahl v [-]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wärmedehnz. $\alpha$ [1/°C]	Teilsich.-Beiwert $\gamma_M$ [-]	Material-Modell
1	Saint Claire LAC 650 SL Membran			0.007	1.95E-04	1.00	Orthotrop elastisch 2D...
2	Baustahl S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12 2.10000E+08 Baustahl S 235	80769200.00	0.300	78.500	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch

## ■ 1.3.5 MATERIALIEN - MATERIALMODELL - ORTHOTROP ELASTISCH 2D

Mat. Nr.	Elastizitätsmodul [kN/m <sup>2</sup> ] E <sub>x</sub> E <sub>y</sub>	Schubmodul [kN/m <sup>2</sup> ] G <sub>yz</sub> G <sub>xz</sub> G <sub>xy</sub>	Querdehnzahl [-] v <sub>xy</sub> v <sub>yx</sub>
1	Saint Claire LAC 650 SL 276.00   137.00	92.00   92.00   92.00	0.500   0.248

## ■ 1.7 KNOTENLAGER

Lager Nr.	Knoten Nr.	Achsenystem	Stütze in Z	U <sub>x</sub>	U <sub>y</sub>	U <sub>z</sub>	Lagerung bzw. Feder	φ <sub>x</sub>	φ <sub>y</sub>	φ <sub>z</sub>
1	11,16,23,30,32,34,49, 61,73,93,105,118,146, 153,183,202,211,226, 237,246,263,267,271, 288,294	Global X,Y,Z	<input type="checkbox"/>	Feder	Feder	Feder	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## ■ 1.7.2 KNOTENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Knoten Nr.	Wegfeder [kN/m] C <sub>u,X'</sub> C <sub>u,Y'</sub> C <sub>u,Z'</sub>	Drehfeder [kNm/rad] C <sub>φ,X'</sub> C <sub>φ,Y'</sub> C <sub>φ,Z'</sub>
1	in nächster Reihe: 11,16,23,30,32,34,49,61,73,93,105,118,146,153,183,202,211,226,237,246,263,267,271,288,294	680.000   680.000   2710.000	-   -   -

## ■ 1.13 QUERSCHNITTE

Quers. Nr.	Mater. Nr.	$I_t$ [cm <sup>4</sup> ] A [cm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ] A <sub>y</sub> [cm <sup>2</sup> ]	$I_z$ [cm <sup>4</sup> ] A <sub>z</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Hauptachsen $\alpha'$ [°]	Drehung $\alpha'$ [°]	Gesamtabmessungen [mm] Breite b	Höhe h
1	Rohr 31.8/2/K 2	4.18   1.87	2.09   0.94	2.09   0.94	0.00	0.00	31.8	31.8

## ■ 1.14 STABENDGELENKE

Gelenk Nr.	Bezugs-system	Axial/Quer-Gelenk bzw. Feder[kN/m]	Momentengelenk bzw. Feder[kNm/ra]	Kommentar
1	Lokal x,y,z Nichtlinearität	<input type="checkbox"/> Reibung N Reibung N...  <input type="checkbox"/> Reibung N Reibung N...	<input type="checkbox"/> -  <input type="checkbox"/> -  <input type="checkbox"/> -	
2	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1.000	<input type="checkbox"/> 1.000

## ■ 1.20 STABNICHTLINEARITÄTEN

Nichtl. Nr.	An Stäben Nr.	Typ der Nichtlinearität	Symbol	Wert	Einheit	Kommentar
1	2-6-8-14,18-29,32-36, 39-43,45,46,49-62, 64-67,70-72,75-77,80-88, 91-98,101-108,110,111, 114,115,117-123,126,1'	Plastisches Gelenk	N <sub>pl</sub>	30.00	kN	



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 1.20 STABNICHTLINEARITÄTEN

Nichtl. Nr.	An Stäben Nr.	Typ der Nichtlinearität	Nichtlinearität-Parameter Symbol	Wert	Einheit	Kommentar
	127,129-141,143,144, 148-150,153-164, 169-175,179-197, 200-202,205-207,209, 210,213-216,219-227, 230,231,233,234, 237-257,259,261,263, 265,267,269,271,273, 275-294,297,298,300, 301,304-312,315-318, 321,322,324-326, 329-331,334-352, 356-362,367-378, 381-383,387,388, 390-402,404,405, 408-414,416,417,420, 421,423-430,433-440, 443-451,454-456, 459-461,464-467, 469-482,485,486, 488-492,495-499, 502-513,517-523,525-529					
2	1,7,15-17,30,31,37,38, 44,47,48,63,68,69,73, 74,78,79,89,90,99,100, 109,112,113,116,124, 125,128,142,145-147, 151,152,165-168, 176-178,198,199,203, 204,208,211,212,217, 218,228,229,232,235, 236,258,260,262,264, 266,268,270,272,274, 295,296,299,302,303, 313,314,319,320,323, 327,328,332,333, 353-355,363-366,379, 380,384-386,389,403, 406,407,415,418,419, 422,431,432,441,442, 452,453,457,458,462, 463,468,483,484,487, 493,494,500,501, 514-516,524,530	Ausfall bei Zug	V <sub>y,pl</sub> V <sub>z,pl</sub> M <sub>T,pl</sub> M <sub>y,pl</sub> M <sub>z,pl</sub>	10.00 10.00 10.00 10.00 10.00	kN kN kNm kNm kNm	

## ■ 2.1 LASTFÄLLE

Last-fall	LF-Bezeichnung	EN 1990   DIN Einwirkungskategorie	Aktiv	Eigengewicht - Faktor in Richtung X Y Z		
LF1	Eigengewicht	Ständig	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000	0.000	1.000
LF2	Ersatzlast	Ständig/Nutzlast	<input type="checkbox"/>			
LF3	Außendruck in X	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF4	Außendruck in -Y	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF5	Außendruck in +Y	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF6	Innendruck	Wind	<input type="checkbox"/>			
LF7	Anhängelasten	Andere	<input type="checkbox"/>			

## ■ 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall		
LK1		LF1 + 1.35*LF2	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Ersatzlast
			2	1.35			
LK2		LF1 + 1.5*LF3	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in X
			2	1.50			
LK3		LF1 + 1.5*LF4	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in -Y
			2	1.50			
LK4		LF1 + 1.5*LF5	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in +Y
			2	1.50			
LK5		LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in X
			2	1.50			
			3	1.50			
LK6		LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Innendruck
			2	1.50			
			3	1.50			
LK7		LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in +Y
			2	1.50			
			3	1.50			
LK8		LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF7	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Innendruck
			2	1.50			
			3	1.50			
LK9		LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF7	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Anhängelasten
			2	1.50			
			3	1.50			
LK10		LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF7	1	1.00	LF1	Eigengewicht	Außendruck in -Y
			2	1.50			
			3	1.50			
LK11		LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	1	1.00	LF1	Eigengewicht	



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 2.5 LASTKOMBINATIONEN

Last-kombin.	BS	Lastkombination Bezeichnung	Nr.	Faktor	Lastfall
LK12		LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	2	1.50	LF3
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.00	LF1
LK13		LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	2	1.50	LF4
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.00	LF1
LK14		1.35*LF1 + 1.35*LF2	1	1.35	LF1
			2	1.35	LF2
LK15		1.35*LF1 + 1.5*LF3	1	1.35	LF1
LK16		1.35*LF1 + 1.5*LF4	1	1.35	LF1
LK17		1.35*LF1 + 1.5*LF5	1	1.35	LF1
LK18		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1
LK19		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1
LK20		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1
LK21		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
LK22		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
LK23		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
LK24		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
LK25		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
LK26		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	1	1.35	LF1
			2	1.50	LF5
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7

## ■ 2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

Ergebn.-kombin.	Bezeichnung	Belastung
EK1		LK1 oder bis LK26



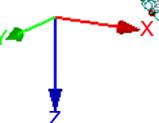
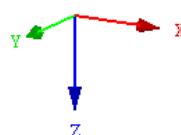
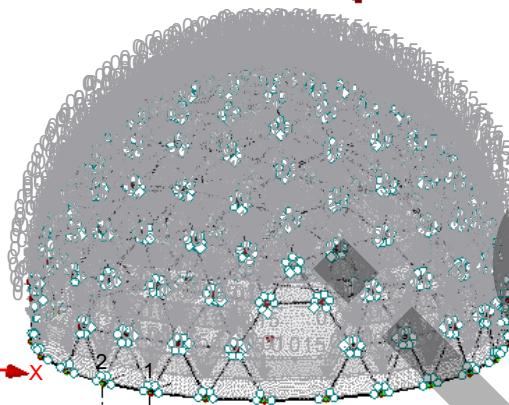
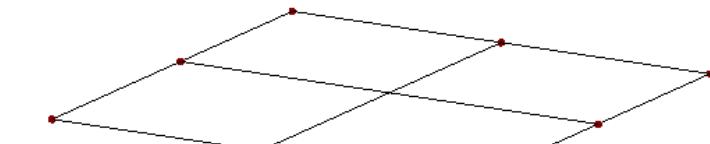
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ LF1: EIGENGEWICHT

LF1 : Eigengewicht  
Belastung [kN/m]

Isometrie

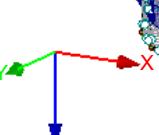
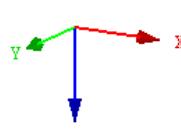
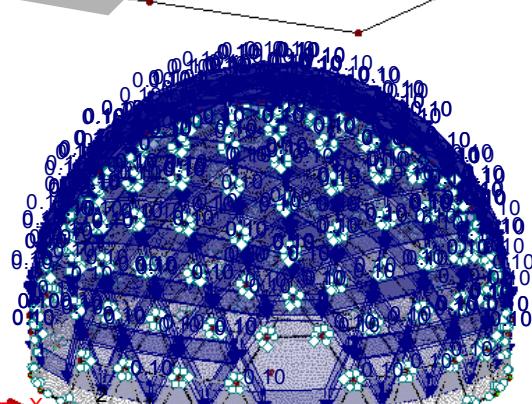
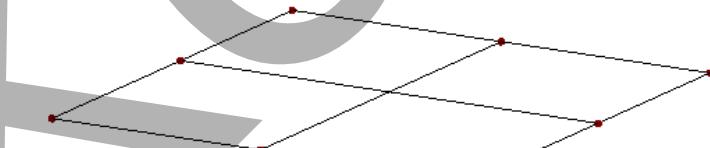
LF2  
Ersatzlast

## ■ 3.4 FLÄCHENLASTEN

LF2: Ersatzlast

LF2 : Ersatzlast  
Belastung [kN/m^2]

Isometrie





Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

LF3  
Außendruck in X

## ■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

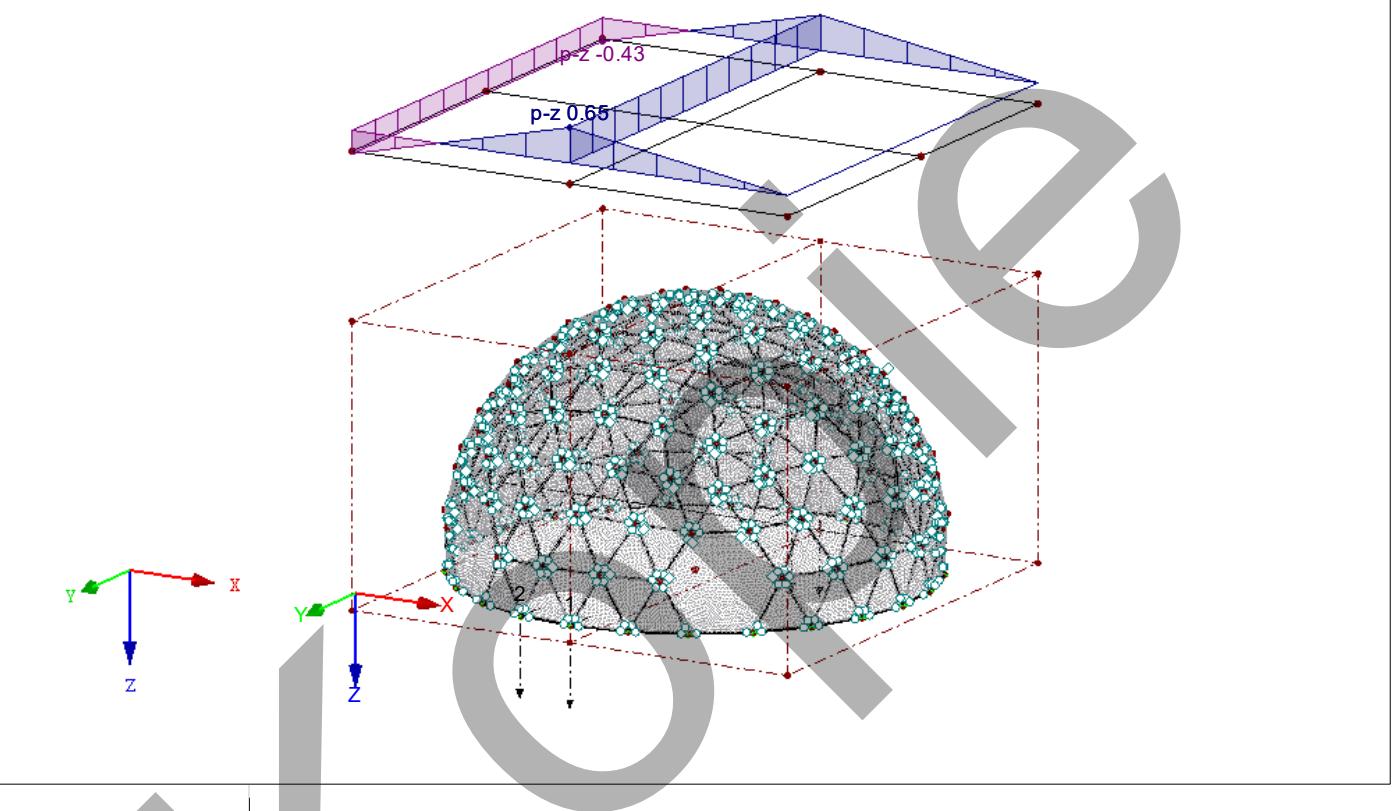
LF3: Außendruck in X

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1		XY	Linear X	z	p <sub>1</sub>	-0.43	kN/m <sup>2</sup>	-0.054	-10.915	
2		XY	Linear X	z	p <sub>2</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	5.445	0.054	
					p <sub>1</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	5.445	0.054	
					p <sub>2</sub>	0.00	kN/m <sup>2</sup>	10.945	-10.915	

## ■ LF3: AUSSENDRUCK IN X

LF3 : Außendruck in X  
Belastung [kN/m<sup>2</sup>]

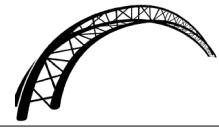
Isometrie

LF4  
Außendruck in -Y

## ■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF4: Außendruck in -Y

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1		XY	Linear Y	z	p <sub>1</sub>	-0.43	kN/m <sup>2</sup>	10.945	0.054	
2		XY	Linear Y	z	p <sub>2</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	-0.054	-5.813	
					p <sub>1</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	-0.054	-5.813	
					p <sub>2</sub>	0.00	kN/m <sup>2</sup>	10.945	-10.915	



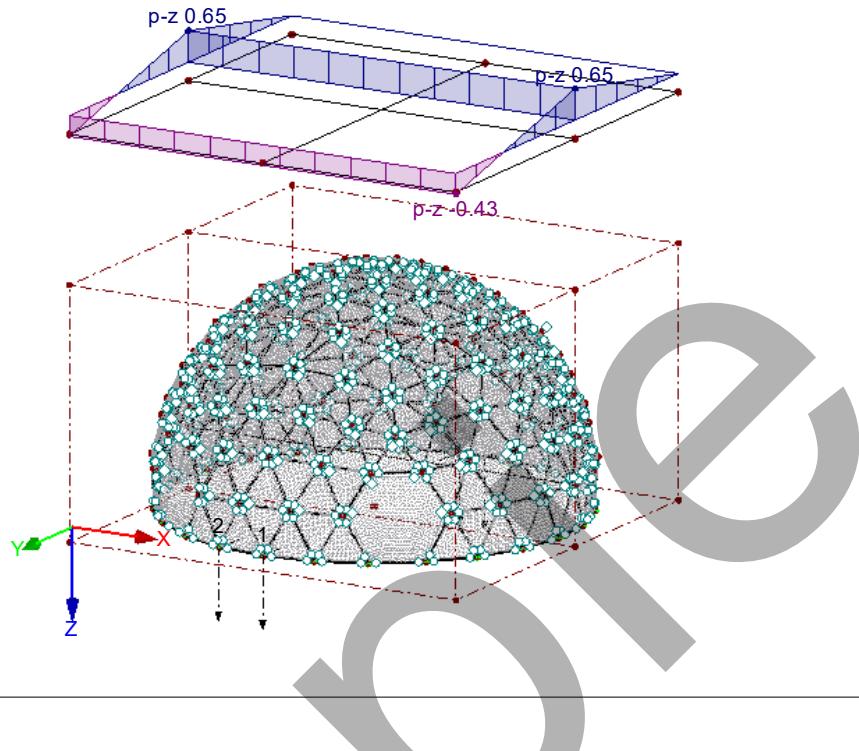
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ LF4: AUSSENDRUCK IN -Y

LF4 : Außendruck in -Y  
Belastung [kN/m<sup>2</sup>]

Isometrie

LF5  
Außendruck in +Y

## ■ 3.8 FREIE RECHTECKKLASTEN

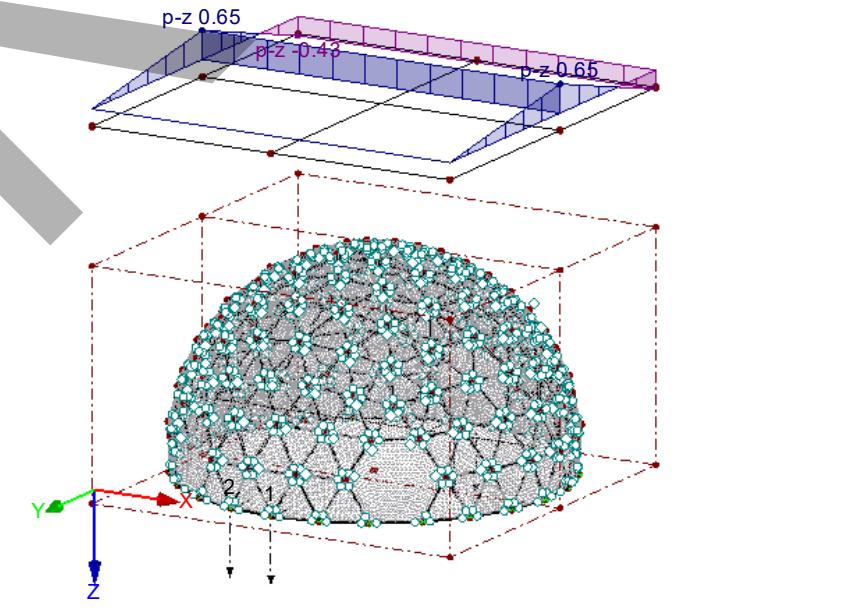
LF5: Außendruck in +Y

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	Lastposition X [m]	Y [m]	Z [m]
1			XY	Linear Y	z	p <sub>1</sub>	0.00	kN/m <sup>2</sup>	10.945	0.054
2			XY	Linear Y	z	p <sub>2</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	-0.054	-5.813
					p <sub>1</sub>	0.65	kN/m <sup>2</sup>	-0.054	-5.813	
					p <sub>2</sub>	-0.43	kN/m <sup>2</sup>	10.945	-10.915	

## ■ LF5: AUSSENDRUCK IN +Y

LF5 : Außendruck in +Y  
Belastung [kN/m<sup>2</sup>]

Isometrie





Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

LF6  
Innendruck

## ■ 3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

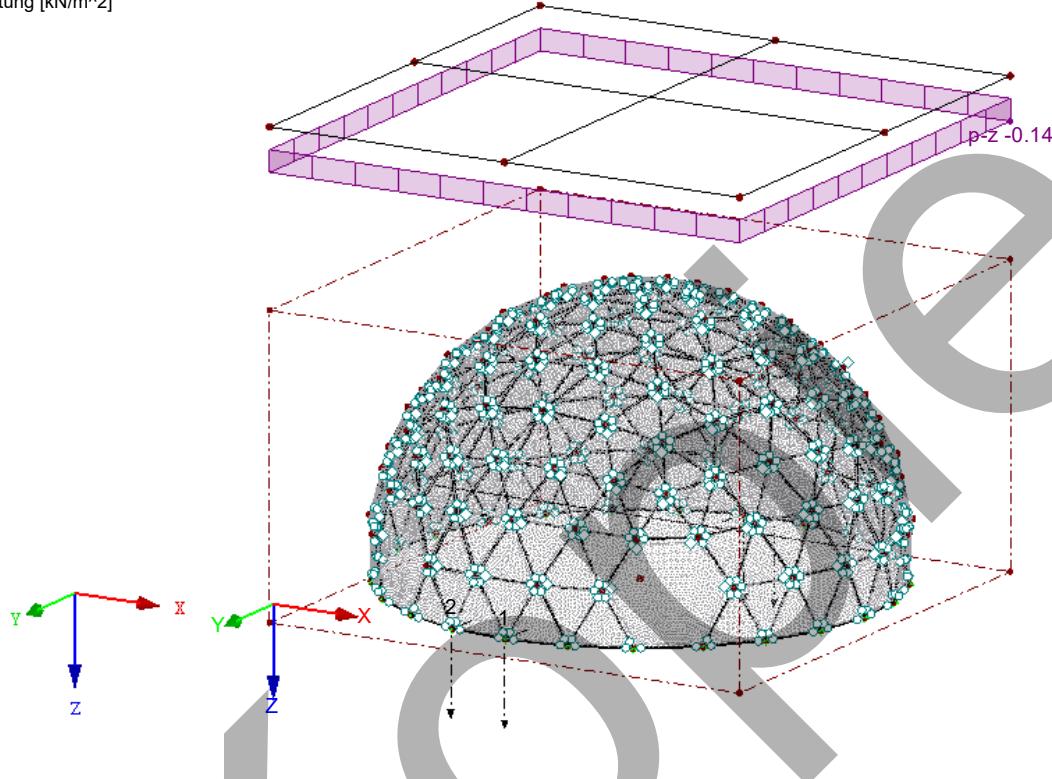
LF6: Innendruck

Nr.	An Flächen Nr.	Projekt.	Last-verteilung	Last-Richtung	Symbol	Lastgröße Wert	Einheit	X [m]	Y [m]	Z [m]
1		XY	Konstant	z	p	-0.14	kN/m <sup>2</sup>	10.945	-10.915	-0.054

## ■ LF6: INNENDRUCK

LF6 : Innendruck  
Belastung [kN/m<sup>2</sup>]

Isometrie

LF7  
Anhängelasten■ 3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE  
- KOORDINATESYSTEM

LF7: Anhängelasten

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten-system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P <sub>x</sub> / P <sub>U</sub>	P <sub>y</sub> / P <sub>V</sub>	P <sub>z</sub> / P <sub>W</sub>	M <sub>x</sub> / M <sub>U</sub>	M <sub>y</sub> / M <sub>V</sub>	M <sub>z</sub> / M <sub>W</sub>
1	119,128,136,148, 159	0   Globales XYZ	0.000	0.000	0.100	0.000	0.000	0.000
2	25,68,174,207,249	0   Globales XYZ	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000



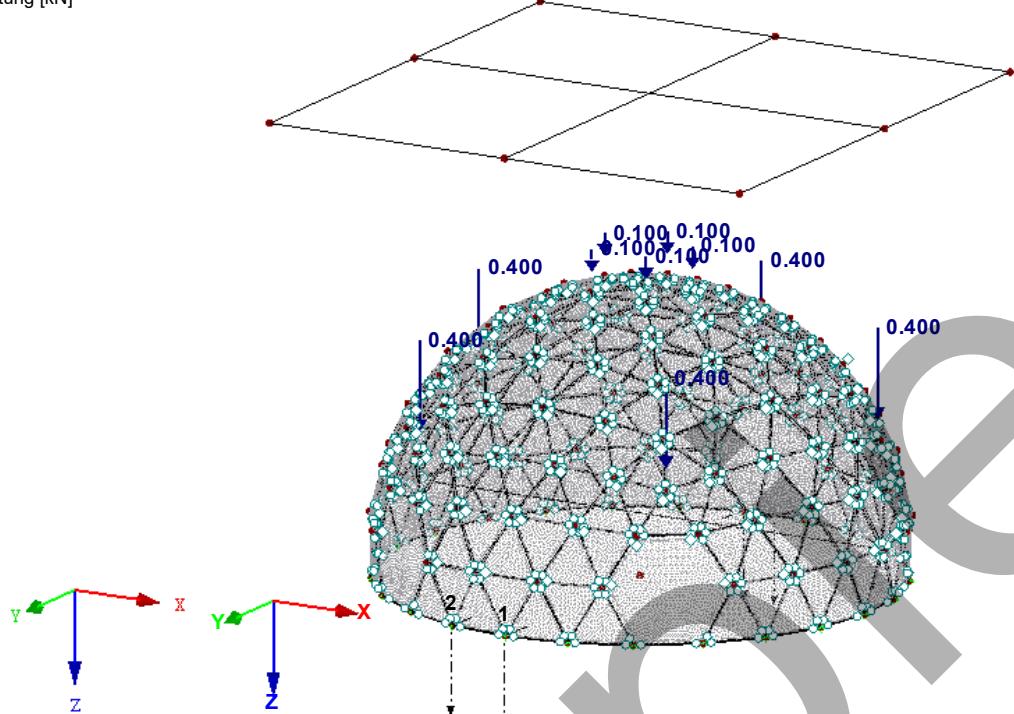
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ LF7: ANHÄNGELASTEN

LF7 : Anhängelasten  
Belastung [kN]

Isometrie





Projekt:

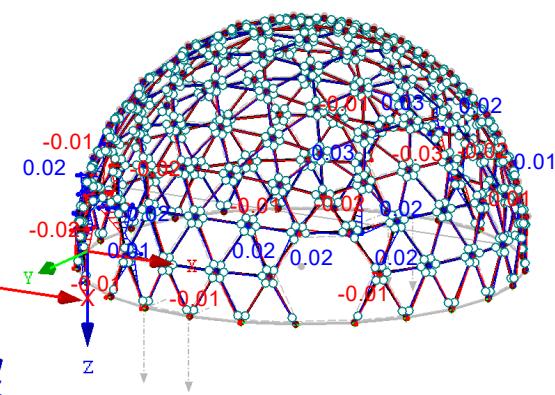
Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ RO 31,8 X 2

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen M-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

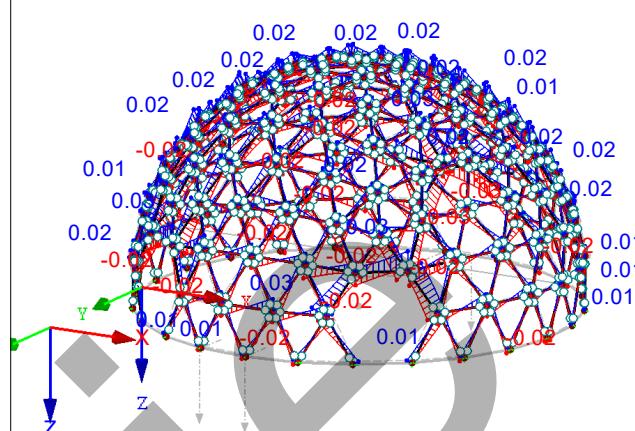


Stäbe Max M-z: 0.03, Min M-z: -0.03 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

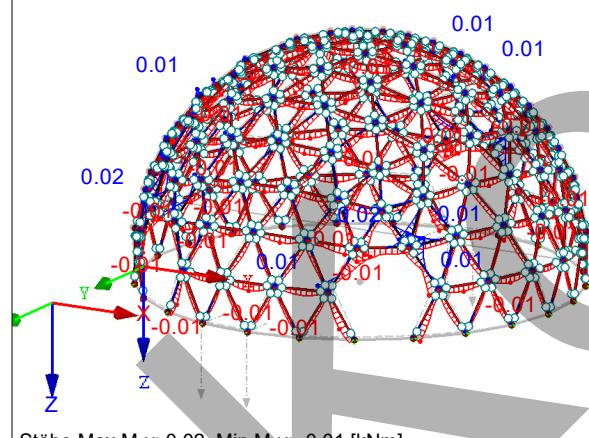


Stäbe Max V-z: 0.03, Min V-z: -0.03 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen M-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

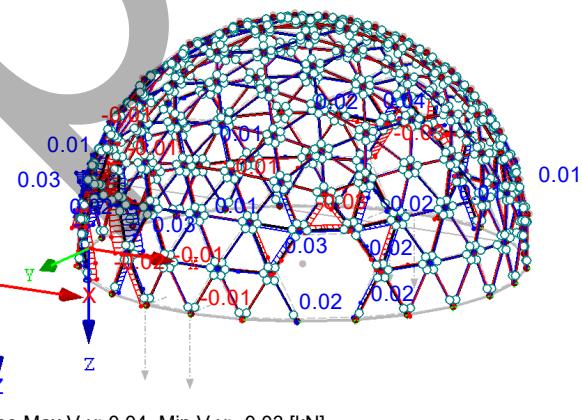


Stäbe Max M-y: 0.02, Min M-y: -0.01 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



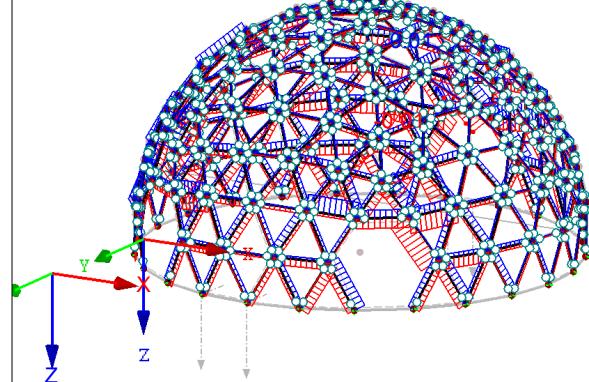
Stäbe Max V-y: 0.04, Min V-y: -0.03 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-T

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



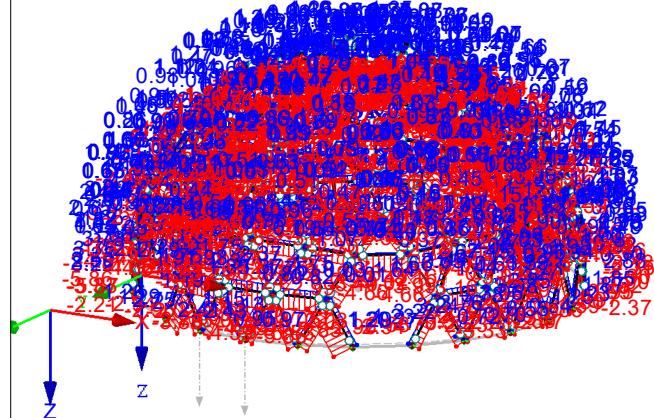
Stäbe Max M-T: 0.01, Min M-T: -0.01 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max N: 3.78, Min N: -6.33 [kN]



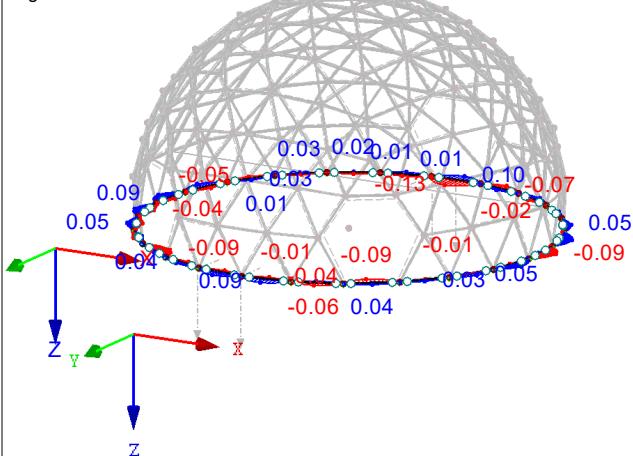
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ RO 31,8 X 2 IM UNTEREN RING

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen M-z

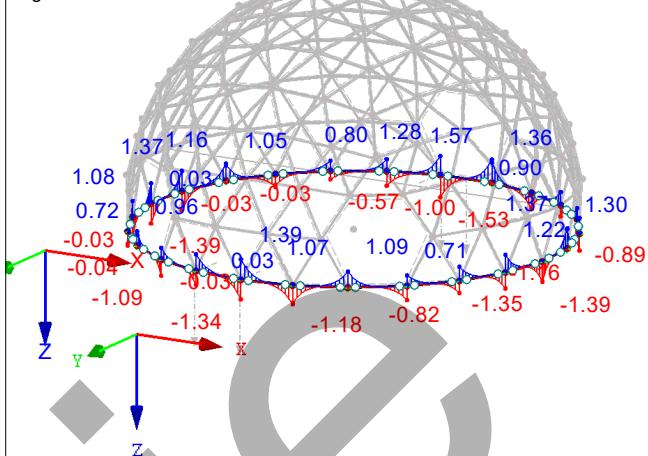
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



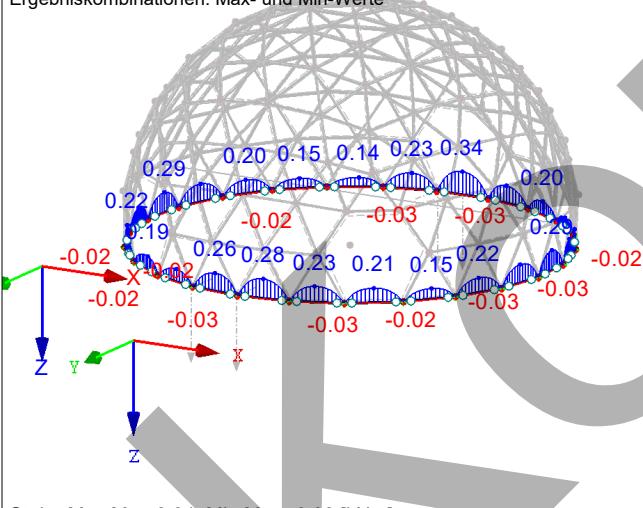
Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen M-y

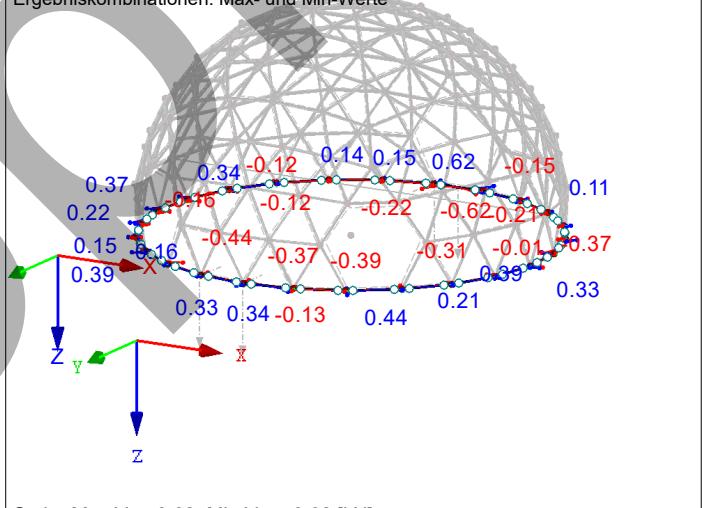
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



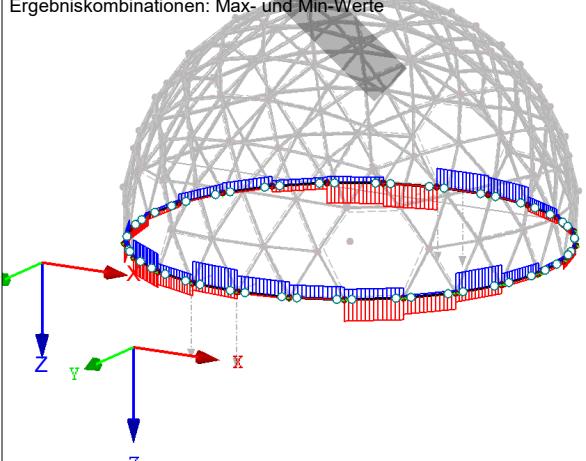
Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen M-T

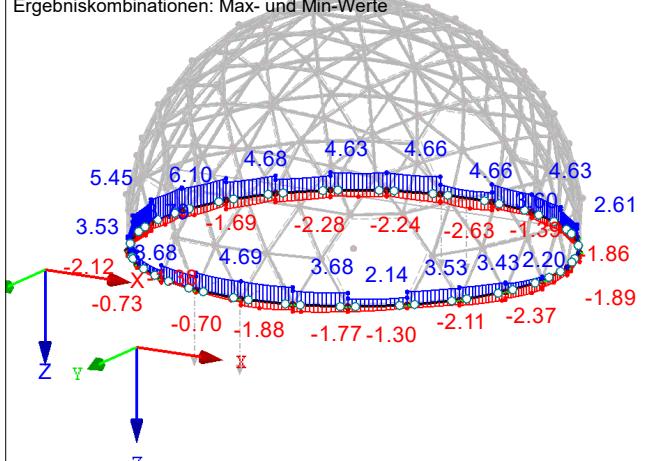
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26  
Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte





Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

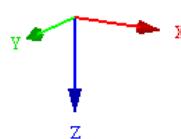
## ■ KONTAKTSTÄBE

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



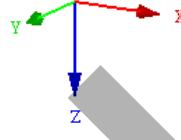
Stäbe Max N: 0.00, Min N: -2.18 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



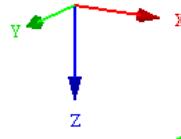
Stäbe Max V-y: 0.30, Min V-y: -0.32 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max V-z: 0.38, Min V-z: -0.48 [kN]



Projekt:

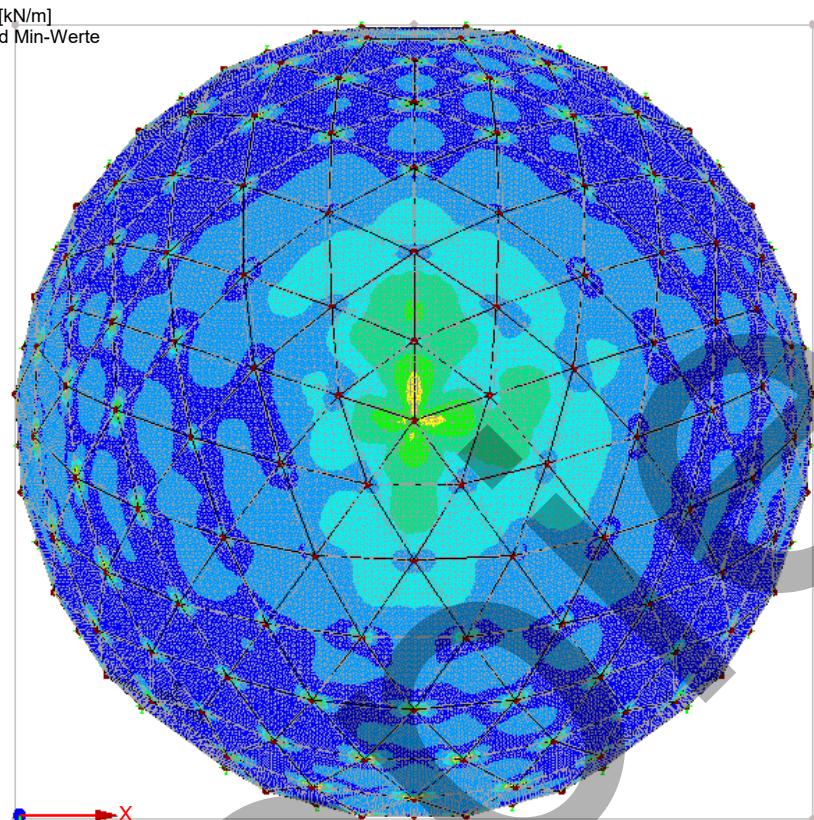
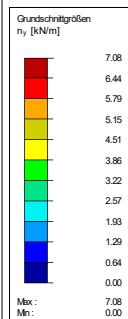
Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ PLANE

EK1 : LK1 oder bis LK26

Flächen Grundschnittgrößen n-y [kN/m]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

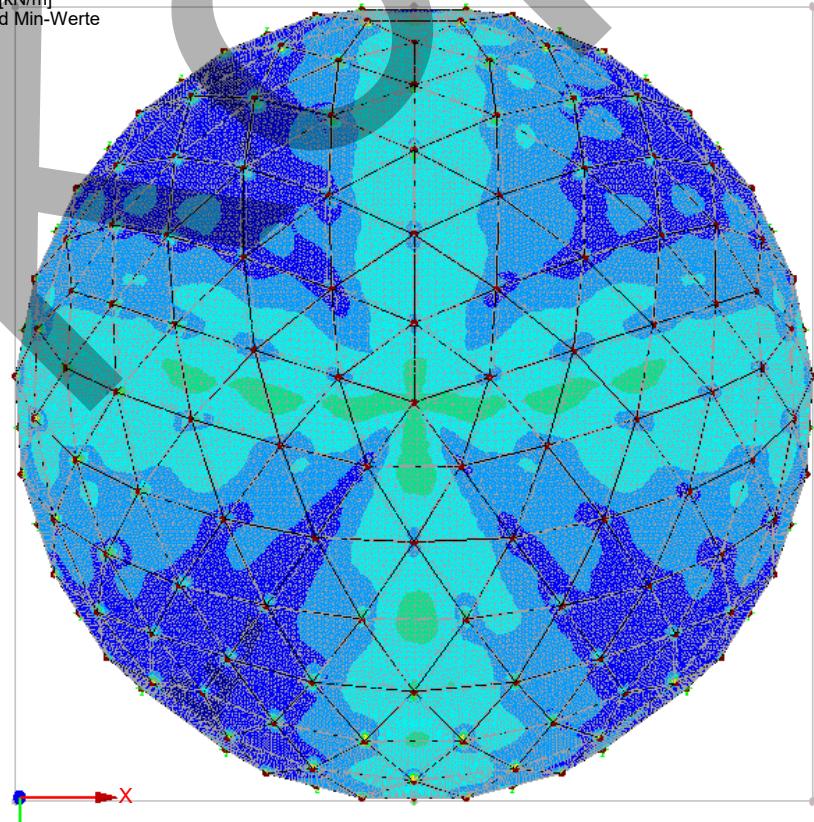
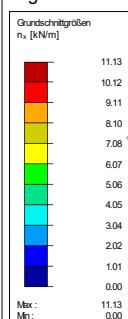


Max n-y: 7.08, Min n-y: 0.00 kN/m

EK1 : LK1 oder bis LK26

Flächen Grundschnittgrößen n-x [kN/m]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte



Max n-x: 11.13, Min n-x: 0.00 kN/m



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
<b>Lastfall LF1 - Eigengewicht</b>				
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Z	9.39	kN		
Summe Lagerkräfte in Z	9.39	kN		Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.001	kNm		Im Schwerpunkt des Modells (X: 5.445, Y: -5.497, Z: -3.041 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-19.3	mm		FE-Netzknoten Nr. 19061 (X: 9.552, Y: -4.893, Z: -4.210 m)
Max. Verschiebung in Y	-19.3	mm		FE-Netzknoten Nr. 10548 (X: 4.746, Y: -1.349, Z: -4.184 m)
Max. Verschiebung in Z	25.9	mm		FE-Netzknoten Nr. 11545 (X: 5.445, Y: -2.639, Z: -5.322 m)
Max. Verschiebung vektoriell	30.0	mm		FE-Netzknoten Nr. 11641 (X: 5.445, Y: -2.236, Z: -5.051 m)
Max. Verdrehung um X	-1.8	mrad		FE-Netzknoten Nr. 24335 (X: 7.581, Y: -0.494, Z: -1.416 m)
Max. Verdrehung um Y	-1.3	mrad		FE-Netzknoten Nr. 22488 (X: 1.387, Y: -1.891, Z: -1.416 m)
Max. Verdrehung um Z	-1.1	mrad		FE-Netzknoten Nr. 24332 (X: 7.756, Y: -0.656, Z: -1.767 m)
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%		FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung			Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung				Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			
Anzahl der Iterationen	9			
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14			
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.413E+01			
Determinante der Steifigkeitsmatrix	8.329E+4853			
Unendlich-Norm	27			
		3.355E+14		
<b>Lastfall LF2 - Ersatzlast</b>				
Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Z	21.09	kN		
Summe Lagerkräfte in Z	21.09	kN		Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	0.840	kNm		Im Schwerpunkt des Modells (X: 5.445, Y: -5.497, Z: -3.041 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	-42.4	mm		FE-Netzknoten Nr. 19050 (X: 9.496, Y: -4.886, Z: -4.275 m)
Max. Verschiebung in Y	48.9	mm		FE-Netzknoten Nr. 25387 (X: 5.478, Y: -10.838, Z: -0.333 m)
Max. Verschiebung in Z	62.7	mm		FE-Netzknoten Nr. 9858 (X: 4.327, Y: -5.041, Z: -5.980 m)
Max. Verschiebung vektoriell	71.3	mm		FE-Netzknoten Nr. 8166 (X: 3.539, Y: -8.068, Z: -5.039 m)
Max. Verdrehung um X	-3.9	mrad		FE-Netzknoten Nr. 24333 (X: 7.698, Y: -0.602, Z: -1.650 m)
Max. Verdrehung um Y	-2.7	mrad		FE-Netzknoten Nr. 22485 (X: 1.595, Y: -1.774, Z: -1.767 m)
Max. Verdrehung um Z	-3.1	mrad		Stab Nr. 374, x: 0.424 m
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%		FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung			Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung				Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			
Anzahl der Iterationen	137			
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14			
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	2.159E+02			
Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.804E+4952			
Unendlich-Norm	51			
		3.355E+14		
<b>Lastfall LF3 - Außendruck in X</b>				
Summe Belastung in Richtung X	15.71	kN		
Summe Lagerkräfte in X	15.71	kN		Abweichung 0.00%
Summe Belastung in Richtung Y	0.01	kN		
Summe Lagerkräfte in Y	0.01	kN		Abweichung -0.00%
Summe Belastung in Richtung Z	-26.48	kN		
Summe Lagerkräfte in Z	-26.48	kN		Abweichung 0.00%
Resultierende der Reaktionen um X	-1.153	kNm		Im Schwerpunkt des Modells (X: 5.445, Y: -5.497, Z: -3.041 m)
Resultierende der Reaktionen um Y	38.139	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Resultierende der Reaktionen um Z	-0.556	kNm		Im Schwerpunkt des Modells
Max. Verschiebung in X	110.9	mm		FE-Netzknoten Nr. 22713 (X: -0.010, Y: -5.133, Z: -0.926 m)
Max. Verschiebung in Y	-137.8	mm		FE-Netzknoten Nr. 25337 (X: 5.494, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
Max. Verschiebung in Z	-63.6	mm		FE-Netzknoten Nr. 11574 (X: 5.445, Y: -2.897, Z: -5.464 m)
Max. Verschiebung vektoriell	138.6	mm		FE-Netzknoten Nr. 25337 (X: 5.494, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
Max. Verdrehung um X	14.5	mrad		FE-Netzknoten Nr. 22934 (X: 3.193, Y: -0.602, Z: -1.650 m)
Max. Verdrehung um Y	28.6	mrad		Stab Nr. 256, x: 1.435 m
Max. Verdrehung um Z	-19.5	mrad		Stab Nr. 257, x: 0.636 m
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%		FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
Berechnungstheorie	III. Ordnung			Newton-Raphson
Steifigkeitsreduzierung				Querschnitte, Stäbe, Flächen
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			
Anzahl der Iterationen	83			
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.215E+14			
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.357E+03			



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	9.847E+5048		
	Unendlich-Norm	3.355E+14		

### Lastfall LF4 - Außendruck in -Y

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Y	-17.31	kN		
Summe Lagerkräfte in Y	-17.31	kN	Abweichung 0.00%	
Summe Belastung in Richtung Z	-25.65	kN		
Summe Lagerkräfte in Z	-25.65	kN	Abweichung 0.00%	
Resultierende der Reaktionen um X	41.014	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:5.445, Y:-5.497, Z:-3.041 m)	
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Max. Verschiebung in X	-73.2	mm	FE-Netzknoten Nr. 26201 (X: 8.380, Y: -0.999, Z: -1.128 m)	
Max. Verschiebung in Y	-120.4	mm	FE-Netzknoten Nr. 11931 (X: 5.445, Y: -0.049, Z: -1.512 m)	
Max. Verschiebung in Z	-60.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 6530 (X: 2.628, Y: -6.028, Z: -5.289 m)	
Max. Verschiebung vektoriell	125.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 26201 (X: 8.380, Y: -0.999, Z: -1.128 m)	
Max. Verdrehung um X	-22.3	mrad	Stab Nr. 526, x: 0.000 m	
Max. Verdrehung um Y	-13.0	mrad	Stab Nr. 119, x: 1.435 m	
Max. Verdrehung um Z	-9.1	mrad	FE-Netzknoten Nr. 22709 (X: 2.445, Y: -1.204, Z: -2.233 m)	
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)	
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson	
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen	
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			
Anzahl der Iterationen	37			
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14			
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.601E+03			
Determinante der Steifigkeitsmatrix	6.352E+5049			
Unendlich-Norm	3.354E+14			

### Lastfall LF5 - Außendruck in +Y

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Y	14.11	kN	Abweichung 0.00%	
Summe Lagerkräfte in Y	14.11	kN		
Summe Belastung in Richtung Z	-27.10	kN	Abweichung 0.00%	
Summe Lagerkräfte in Z	-27.10	kN	Abweichung 0.00%	
Resultierende der Reaktionen um X	-35.303	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:5.445, Y:-5.497, Z:-3.041 m)	
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Max. Verschiebung in X	-58.5	mm	FE-Netzknoten Nr. 2400 (X: 0.382, Y: -5.861, Z: -2.709 m)	
Max. Verschiebung in Y	160.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)	
Max. Verschiebung in Z	-62.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 7481 (X: 3.088, Y: -5.464, Z: -5.568 m)	
Max. Verschiebung vektoriell	160.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)	
Max. Verdrehung um X	-22.4	mrad	Stab Nr. 4, x: 0.000 m	
Max. Verdrehung um Y	19.5	mrad	Stab Nr. 256, x: 1.435 m	
Max. Verdrehung um Z	8.0	mrad	Stab Nr. 256, x: 1.435 m	
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)	
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson	
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen	
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			
Anzahl der Iterationen	23			
Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14			
Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.027E+03			
Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.454E+5048			
Unendlich-Norm	3.347E+14			

### Lastfall LF6 - Innendruck

Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN		
Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN		
Summe Belastung in Richtung Z	12.95	kN	Abweichung 0.00%	
Summe Lagerkräfte in Z	12.95	kN	Abweichung 0.00%	
Resultierende der Reaktionen um X	0.542	kNm	Im Schwerpunkt des Modells (X:5.445, Y:-5.497, Z:-3.041 m)	
Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells	
Max. Verschiebung in X	77.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 2249 (X: 0.314, Y: -3.778, Z: -1.550 m)	
Max. Verschiebung in Y	108.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)	
Max. Verschiebung in Z	70.6	mm	FE-Netzknoten Nr. 13460 (X: 6.134, Y: -7.594, Z: -5.622 m)	
Max. Verschiebung vektoriell	109.3	mm	FE-Netzknoten Nr. 1210 (X: 8.618, Y: -1.172, Z: -1.128 m)	
Max. Verdrehung um X	6.8	mrad	Stab Nr. 414, x: 0.000 m	
Max. Verdrehung um Y	-9.7	mrad	Stab Nr. 256, x: 0.000 m	
Max. Verdrehung um Z	3.0	mrad	Stab Nr. 119, x: 1.435 m	
Maximale Flächenverzerrung	0.000	%	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)	
Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson	
Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen	
Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>			
Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>			
Anzahl der Laststufen	5			

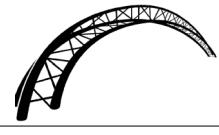


Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
	Anzahl der Iterationen	4		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.227E+03		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	3.092E+5063		
	Unendlich-Norm	88		
		3.355E+14		
<b>Lastfall LF7 - Anhängelasten</b>				
	Summe Belastung in Richtung X	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in X	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Y	0.00	kN	
	Summe Lagerkräfte in Y	0.00	kN	
	Summe Belastung in Richtung Z	2.50	kN	
	Summe Lagerkräfte in Z	2.50	kN	
	Resultierende der Reaktionen um X	0.105	kNm	Abweichung 0.00% Im Schwerpunkt des Modells (X:5.445, Y:-5.497, Z:-3.041 m)
	Resultierende der Reaktionen um Y	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Resultierende der Reaktionen um Z	0.000	kNm	Im Schwerpunkt des Modells
	Max. Verschiebung in X	11.0	mm	FE-Netzknoten Nr. 26010 (X: 8.614, Y: -1.182, Z: -1.289 m)
	Max. Verschiebung in Y	-16.7	mm	FE-Netzknoten Nr. 25399 (X: 5.393, Y: -10.774, Z: -1.289 m)
	Max. Verschiebung in Z	-1.1	mm	FE-Netzknoten Nr. 1210 (X: 8.618, Y: -1.172, Z: -1.128 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	18.8	mm	FE-Netzknoten Nr. 26010 (X: 8.614, Y: -1.182, Z: -1.289 m)
	Max. Verdrehung um X	-0.9	mrad	FE-Netzknoten Nr. 22935 (X: 3.135, Y: -0.656, Z: -1.767 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mrad	FE-Netzknoten Nr. 24779 (X: 9.296, Y: -1.774, Z: -1.767 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.5	mrad	FE-Netzknoten Nr. 22936 (X: 3.077, Y: -0.710, Z: -1.883 m)
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	%	FE-Netzknoten Nr. 0 (X: 0.000, Y: 0.000, Z: 0.000 m)
	Berechnungstheorie	III. Ordnung		Newton-Raphson
	Steifigkeitsreduzierung			Querschnitte, Stäbe, Flächen
	Entlastende Wirkung der Zugkräfte berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Ergebnisse durch LK-Faktor zurückdividieren	<input type="checkbox"/>		
	Anzahl der Laststufen	5		
	Anzahl der Iterationen	23		
	Maximaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.217E+14		
	Minimaler Wert des Elementes der Steifigkeitsmatrix auf der Diagonale	1.141E+01		
	Determinante der Steifigkeitsmatrix	1.236E+4455		
	Unendlich-Norm	02		
		3.355E+14		
<b>Gesamt</b>				
	Max. Verschiebung in X	110.9	mm	LF3, FE-Netzknoten Nr. 22713 (X: -0.010, Y: -5.133, Z: -0.926 m)
	Max. Verschiebung in Y	160.1	mm	LF5, FE-Netzknoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
	Max. Verschiebung in Z	70.6	mm	LF6, FE-Netzknoten Nr. 13460 (X: 6.134, Y: -7.594, Z: -5.622 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	160.7	mm	LF5, FE-Netzknoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
	Max. Verdrehung um X	-22.4	mrad	LF5, Stab Nr. 4, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Y	28.6	mrad	LF3, Stab Nr. 256, x: 1.435 m
	Max. Verdrehung um Z	-19.5	mrad	LF3, Stab Nr. 257, x: 0.636 m
	Sonstige Einstellungen:			
	Anzahl 1D-Finite-Elemente	4996		
	Anzahl 2D-Finite-Elemente	43516		
	Anzahl 3D-Finite-Elemente	0		
	Anzahl FE-Netzknoten	26203		
	Anzahl der Gleichungen	157218		
	Maximale Anzahl Iterationen	999		
	Anzahl der Stabteilungen für Ergebnisverläufe	10		
	Stabteilung Seil-, Bettungs- und Voutenstäbe	10		
	Anzahl der Stabteilungen für das Suchen der Maximalwerte	10		
	Unterteilungen des FE-Netzes für grafische Ergebnisse	0		
	Prozentuelle Anzahl der Iterationen der Methode nach Picard kombiniert mit der Methode nach Newton-Raphson	5	%	
	Ausfallende Stäbe berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Plastische Gelenke berücksichtigen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Optionen:			
	Schubsteifigkeit (Ay, Az) der Stäbe aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Stäbe bei Theorie III. Ordnung bzw.	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Durchschlagproblem teilen			
	Die eingestellten Steifigkeitsänderungen aktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Rotationsfreiheitsgrade ignorieren	<input type="checkbox"/>		
	Kontrolle der kritischen Kräfte der Stäbe	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Unsymmetrischer direkter Gleichungslöser, falls für nichtlineares Modell erforderlich	<input type="checkbox"/>		
	Lösungsmethode für das Gleichungssystem	Gerade		
	Platten-Biegetheorie	Mindlin		
	Solver-Version	64-bit		
	Genauigkeit und Toleranz:			
	Standardeinstellung ändern	<input type="checkbox"/>		
	Nichtlineare Effekte - Aktivieren:			
	Stabendgelenke	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Stabnichtlinearitäten	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Reaktivierung der ausfallenen Stäbe:			
	Verformung der ausfallenden Stäbe überprüfen und ggf. diese reaktivieren	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Maximale Anzahl der Reaktivierungen	3		



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

Zusätzliche Einstellungen:

## ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P <sub>X</sub>	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	
11	LF1	-0.06	-0.01	0.58	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.15	-0.03	1.31	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.27	0.11	-1.11	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.32	-0.91	-3.04	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.61	0.62	-2.09	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.03	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
16	LF1	-0.05	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.12	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.24	-0.08	-1.19	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.27	-0.65	-1.50	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.37	0.89	-2.22	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.01	0.02	0.59	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.02	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
23	LF1	-0.06	-0.01	0.54	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.13	-0.01	1.21	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.29	0.02	-1.17	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.40	-0.81	-2.47	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.62	0.74	-2.40	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.01	0.01	0.60	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.02	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
30	LF1	-0.02	-0.03	0.54	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.05	-0.08	1.25	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.93	0.37	-0.11	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.00	-1.02	-3.15	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.26	0.32	-0.54	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.02	-0.03	0.62	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.01	-0.02	0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
32	LF1	-0.06	-0.02	0.61	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.13	-0.04	1.40	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.14	0.21	-0.88	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.10	-0.99	-3.29	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.44	0.48	-1.34	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.01	-0.01	0.64	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.03	-0.01	0.21	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
34	LF1	-0.05	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.12	0.01	1.11	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.15	-0.22	-1.16	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.15	-0.50	-0.49	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.16	1.01	-1.84	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.02	0.58	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.03	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
49	LF1	0.03	-0.07	-0.21	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.07	-0.16	-0.50	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.75	0.53	2.04	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.11	-0.87	-0.14	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.08	0.12	-1.15	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.06	-0.07	0.21	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.02	-0.04	-0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
61	LF1	-0.04	0.01	0.49	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.10	0.03	1.09	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	1.01	-0.42	-1.02	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.10	-0.37	0.36	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.04	1.06	-1.46	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.03	0.58	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.02	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
73	LF1	0.03	-0.06	-0.23	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.08	-0.14	-0.54	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.75	0.49	-1.07	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.18	-0.82	2.02	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.00	-0.04	-1.13	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.03	-0.08	0.21	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.02	-0.03	-0.19	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
93	LF1	-0.02	0.04	0.41	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.05	0.11	0.92	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.88	-0.64	-0.69	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.04	-0.21	0.73	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.01	1.01	-0.91	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.01	0.05	0.54	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.01	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
105	LF1	0.01	0.02	0.68	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.02	0.04	1.57	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.77	0.36	-3.91	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	-0.08	-0.97	-0.52	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.00	-0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.01	-0.03	0.68	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.00	0.01	0.26	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
118	LF1	0.00	0.09	-0.16	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.01	0.21	-0.35	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.77	-0.74	-1.45	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.00	0.00	-0.83	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.03	0.89	1.34	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.02	0.10	0.23	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.00	0.05	-0.15	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
146	LF1	0.00	0.05	0.81	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.00	0.13	1.85	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.67	0.49	-3.05	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.00	-1.06	-1.03	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.00	-0.02	0.35	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P <sub>X</sub>	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	
146	LF6	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.00	0.03	0.31	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
153	LF1	0.00	0.09	-0.16	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.01	0.21	-0.35	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.58	-0.55	-2.36	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.00	0.00	-0.83	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.03	0.89	1.34	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.02	0.10	0.23	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.00	0.05	-0.15	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
183	LF1	0.02	0.04	0.41	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.05	0.11	0.92	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.39	-0.16	-3.11	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.04	-0.21	0.73	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	-0.01	1.01	-0.90	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.01	0.05	0.54	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.01	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
202	LF1	-0.03	-0.06	-0.23	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.08	-0.14	-0.54	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.39	0.21	-1.17	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.18	-0.82	2.02	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.00	-0.04	-1.12	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.03	-0.08	0.21	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.02	-0.03	-0.19	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
211	LF1	0.04	0.01	0.49	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.10	0.03	1.09	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.27	-0.05	-1.70	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.10	-0.37	0.36	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.04	1.06	-1.46	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.03	0.58	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.02	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
226	LF1	-0.03	-0.07	-0.21	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.07	-0.16	-0.49	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.14	0.00	-1.71	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.11	-0.87	-0.15	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.08	0.12	-1.15	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.06	-0.07	0.21	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	-0.02	-0.04	-0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
237	LF1	0.05	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.12	0.01	1.11	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.22	-0.03	-0.48	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.16	-0.50	-0.49	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.16	1.01	-1.84	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.02	0.58	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.03	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
246	LF1	0.02	-0.03	0.54	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.05	-0.08	1.24	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.03	-0.08	-1.20	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.00	-1.02	-3.14	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.26	0.32	-0.54	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.02	-0.03	0.62	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.01	-0.02	0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
263	LF1	0.06	-0.02	0.61	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.13	-0.04	1.40	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.05	-0.07	-0.06	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.11	-0.99	-3.29	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.44	0.48	-1.34	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.01	-0.01	0.64	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.03	-0.01	0.21	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
267	LF1	0.06	-0.01	0.54	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.13	-0.01	1.21	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.15	-0.04	0.69	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.40	-0.81	-2.47	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.62	0.74	-2.40	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.01	0.01	0.60	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.02	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
271	LF1	0.06	-0.01	0.58	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.15	-0.03	1.31	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.11	-0.05	0.58	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.32	-0.91	-3.04	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.61	0.62	-2.09	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.03	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
288	LF1	0.05	0.00	0.52	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	0.12	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.19	-0.03	0.30	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.27	-0.65	-1.50	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.37	0.89	-2.22	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.01	0.02	0.59	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.02	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
294	LF1	-0.01	0.02	0.68	0.00	0.00	0.00	Eigengewicht
	LF2	-0.02	0.04	1.58	0.00	0.00	0.00	Ersatzlast
	LF3	0.55	0.42	-1.49	0.00	0.00	0.00	Außendruck in X
	LF4	0.08	-0.97	-0.52	0.00	0.00	0.00	Außendruck in -Y
	LF5	0.00	-0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	Außendruck in +Y
	LF6	-0.01	0.03	0.68	0.00	0.00	0.00	Innendruck
	LF7	0.00	0.01	0.26	0.00	0.00	0.00	Anhängelasten
Σ Lager	LF1	0.00	0.00	9.39				
Σ Lasten	LF1	0.00	0.00	9.39				
Σ Lager	LF2	0.00	0.00	21.09				
Σ Lasten	LF2	0.00	0.00	21.09				
Σ Lager	LF3	15.71	0.01	-26.48				
Σ Lasten	LF3	15.71	0.01	-26.48				
Σ Lager	LF4	0.00	-17.31	-25.65				
Σ Lasten	LF4	0.00	-17.31	-25.65				



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

**■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE**

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P <sub>X</sub>	P <sub>Y</sub>	P <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	
Σ Lager	LF5	0.00	14.11	-27.10				
Σ Lasten	LF5	0.00	14.11	-27.10				
Σ Lager	LF6	0.00	0.00	12.95				
Σ Lasten	LF6	0.00	0.00	12.95				
Σ Lager	LF7	0.00	0.00	2.50				
Σ Lasten	LF7	0.00	0.00	2.50				

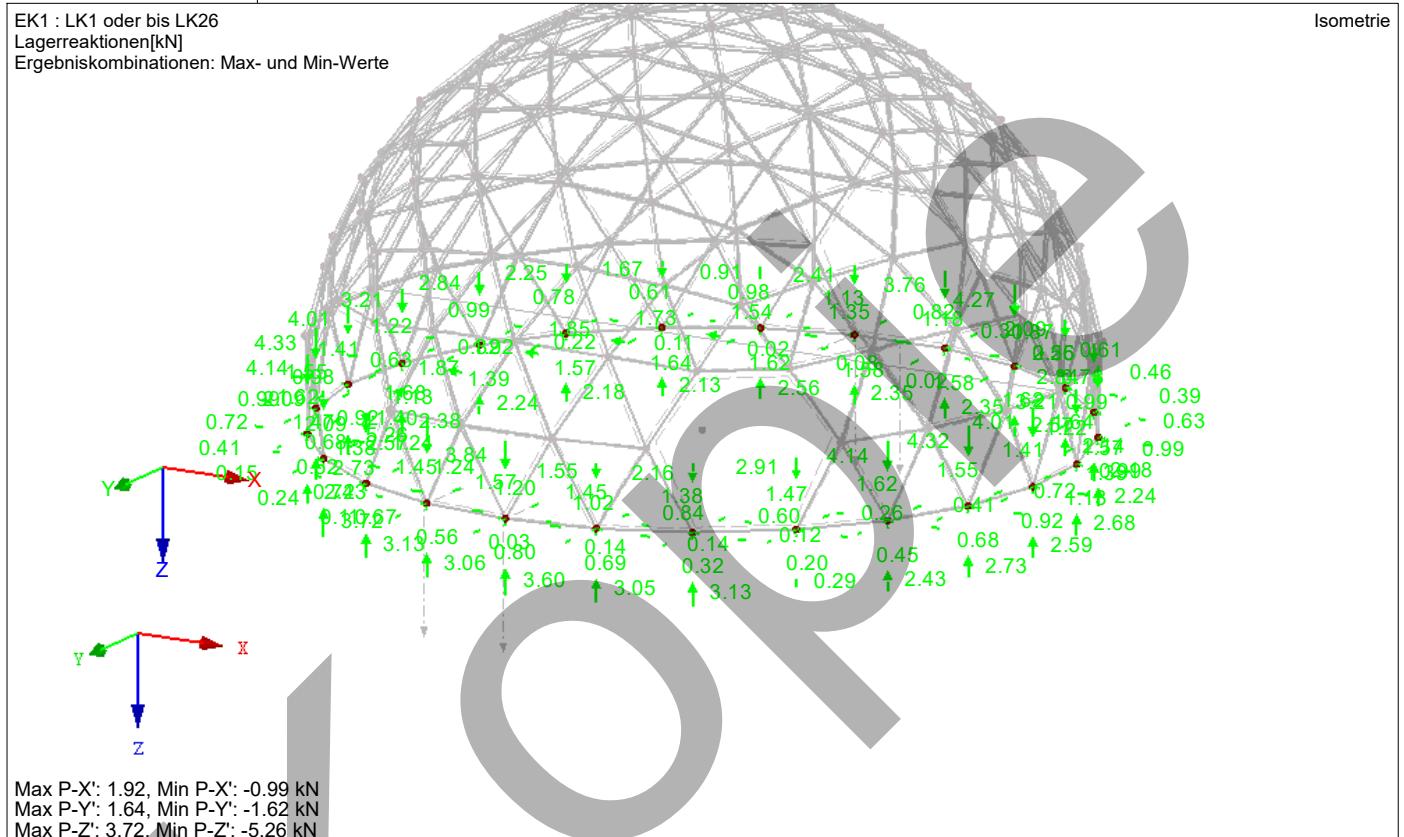
**■ LAGERREAKTIONEN**

EK1 : LK1 oder bis LK26

Lagerreaktionen[kN]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

Kopie  
4 Nachweise

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **4 Nachweise**

Seite:

**4 / 1**

Lfd-Nr. 39



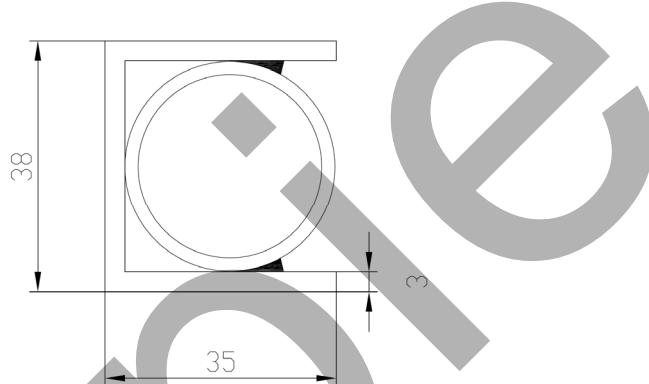
## 4.1 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

### 4.1.1 Profile

Gewählt: RO 31,8 x 2 (S235)

Nachweis der Profile siehe nachfolgende Seiten.

Da die Tragfähigkeit der Rohre des unteren Ringes überschritten ist (vgl. Seite 4.1 / 5 - 8) sind diese durch U-Profile gemäß nachfolgender Skizze zu verstärken.



Die Verstärkungen müssen über der gesamten Stablänge vorhanden sein. Die U-Profilen sind konstruktiv in regelmäßigen Abständen mit den Rohren zu verschweißen.

Nachweis der Verstärkung:

Gewählt: U 38 x 35 x3 (S235)

Beanspruchung (siehe Seite 3.3 / 2):

$$\begin{aligned} N_{Ed,max} &= 6,10 \text{ kN} \\ M_{y,Ed,max} &= 0,34 \text{ kNm} \\ M_{z,Ed,max} &= 0,13 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dem U-Profil werden die Biegemomente zugewiesen, dem Rohr die Normalkraft. Da das Rohr auf den Seiten 4.1 / 2 - 5 für höhere Normalkräfte nachgewiesen wird, kann an dieser Stelle der Nachweis entfallen.

Beanspruchbarkeiten U 38 x 35 x3:

$$M_{y,c,Rd} = \frac{3,82 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 89,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,c,Rd} = \frac{1,70 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 40,0 \text{ kNm}$$

Nachweis:

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,c,Rd}} = \frac{0,34 \text{ kNm}}{0,898 \text{ kNm}} + \frac{0,13 \text{ kNm}}{0,40 \text{ kNm}} = 0,70 < 1$$

**■ 1.1 BASISANGABEN**

Zu bemessende Stäbe: 2,3,5,6,8,9,11-14,18,19,21-29,32-35,39-43,45,46,49,50,52-62,64-67,70, 71,75-77,80-82,91,92,94-98,101-108,110,111,114,115,117,118,120-123, 126,127,129-139,141,143,144,148-150,153-164,169-172,174,175,179-197, 201,202,205-207,209,210,213-216,219-227,230,231,233,237-255,257,259, 261,263,265,267,269,271,273,275-294,297,300,301,304-312,315-318,321, 322,324-326,330,331,334-352,356-359,361,362,367-378,381-383,387,388, 391,402,404,405,408-413,416,417,420,421,423-430,433-436,438-440, 443-451,454-456,459,460,464-467,469-477,479-482,485,486,488-492,495, 496,498,499,502-508,510-513,517-522,525,527-529

Zu bemessende Stabsätze:

Nationaler Anhang:

DIN

Tragfähigkeitsnachweise

Zu bemessende Ergebniskombinationen:

EK1

LK1 oder bis LK26

**■ 1.2 MATERIALIEN**

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_y [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
2	Baustahl S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
	Baustahl S 235				21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0

**■ 1.3 QUERSCHNITTE**

Quer.-Nr.	Material-Nr.	Querschnittsbezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	Rohr 31.8/2/K	Rohr	0,45	

**■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE**

Quer.-Nr.	Stab-Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung
1	Rohr 31.8/2/K 335	1.238	EK1	0.00	≤ 1	CS100)   Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	<b>Bemessungsschnittgrößen</b>					
	N <sub>Ed</sub> V <sub>y,Ed</sub>	-0.09 kN 0.00 kN		V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>	0.01 kN 0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>
	<b>Nachweis</b>	0.00				
	η					
	14	1.417	EK1	0.09	≤ 1	CS101)   Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	<b>Bemessungsschnittgrößen</b>					
	N <sub>Ed</sub> V <sub>y,Ed</sub>	3.78 kN 0.00 kN		V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>	0.00 kN 0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>
	<b>Nachweis</b>	0.00				
	N <sub>t,Ed</sub> A f <sub>y</sub>	3.78 kN 1.87 cm <sup>2</sup> 23.50 kN/cm <sup>2</sup>		γ <sub>M0</sub> N <sub>pl,Rd</sub> N <sub>t,Rd</sub>	1.000 44.00 kN 44.00 kN	η
	<b>Nachweisformel</b>	N <sub>t,Ed</sub> / N <sub>t,Rd</sub> = 0.09 ≤ 1 (6.5)				
	257	0.565	EK1	0.14	≤ 1	CS102)   Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	<b>Bemessungsschnittgrößen</b>					
	N <sub>Ed</sub> V <sub>y,Ed</sub>	-6.33 kN 0.00 kN		V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>	0.00 kN 0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>
	<b>Nachweis</b>	0.00				
	N <sub>c,Ed</sub> A	6.33 kN 1.87 cm <sup>2</sup>		f <sub>y</sub> γ <sub>M0</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup> 1.000	N <sub>c,Rd</sub> η
	<b>Nachweisformel</b>	N <sub>c,Ed</sub> / N <sub>c,Rd</sub> = 0.14 ≤ 1 (6.9)				
	271	0.718	EK1	0.02	≤ 1	CS112)   Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	<b>Bemessungsschnittgrößen</b>					
	N <sub>Ed</sub> V <sub>y,Ed</sub>	0.04 kN 0.00 kN		V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>	0.00 kN 0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>
	<b>Nachweis</b>	0.00				
	M <sub>y,Ed</sub> W <sub>el,y,min</sub> f <sub>y</sub>	0.01 kNm 1.31 cm <sup>3</sup> 23.50 kN/cm <sup>2</sup>		γ <sub>M0</sub> M <sub>el,y,Rd</sub> M <sub>c,y,Rd</sub>	1.000 0.31 kNm 0.31 kNm	η
	<b>Nachweisformel</b>	M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>c,y,Rd</sub> = 0.02 ≤ 1 (6.12)				
	60	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS117)   Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	<b>Bemessungsschnittgrößen</b>					
	N <sub>Ed</sub> V <sub>y,Ed</sub>	0.05 kN 0.01 kN		V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>	-0.01 kN 0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>
	<b>Nachweis</b>	0.00				
	M <sub>z,Ed</sub> W <sub>el,z,min</sub> f <sub>y</sub>	0.01 kNm 1.31 cm <sup>3</sup> 23.50 kN/cm <sup>2</sup>		γ <sub>M0</sub> M <sub>el,z,Rd</sub> M <sub>c,z,Rd</sub>	1.000 0.31 kNm 0.31 kNm	η
	<b>Nachweisformel</b>	M <sub>z,Ed</sub> / M <sub>c,z,Rd</sub> = 0.03 ≤ 1 (6.12)				



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung
<b>Nachweisformel</b> $M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} = 0.03 \leq 1$ (6.12)						
257		0.000	EK1	0.00	$\leq 1$	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		0.24	kN	$V_{z,Ed}$	-0.03	kN
$V_{y,Ed}$		0.04	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$V_{z,Ed}$		0.03	kN	$t$	2.0	mm
$S_y$		0.44	cm <sup>3</sup>	$\tau_{V,z,Ed}$	0.03	kN/cm <sup>2</sup>
$I_y$		2.09	cm <sup>4</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
<b>Nachweisformel</b> $\tau_{V,z,Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1$ (6.19)						
257		1.272	EK1	0.00	$\leq 1$	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		0.24	kN	$V_{z,Ed}$	-0.01	kN
$V_{y,Ed}$		0.04	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$V_{y,Ed}$		0.04	kN	$t$	2.0	mm
$S_z$		0.44	cm <sup>3</sup>	$\tau_{V,y,Ed}$	0.05	kN/cm <sup>2</sup>
$I_z$		2.09	cm <sup>4</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
<b>Nachweisformel</b> $\tau_{V,y,Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1$ (6.19)						
257		0.000	EK1	0.00	$\leq 1$	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		0.24	kN	$V_{z,Ed}$	-0.03	kN
$V_{y,Ed}$		0.04	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$V_{Ed}$		0.05	kN	$t$	2.0	mm
$S$		0.44	cm <sup>3</sup>	$\tau_{V,Ed}$	0.06	kN/cm <sup>2</sup>
$I$		2.09	cm <sup>4</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
<b>Nachweisformel</b> $\tau_{V,Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1$ (6.19)						
271		0.718	EK1	0.02	$\leq 1$	CS144) Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		0.04	kN	$V_{z,Ed}$	0.00	kN
$V_{y,Ed}$		0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$M_{y,Ed}$		0.01	kNm	$A_{v,z}$	1.19	cm <sup>2</sup>
$W_{el,y}$		1.31	cm <sup>3</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{x,Ed}$		0.40	kN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	1.000	
$V_{z,Ed}$		0.00	kN	$V_{pl,z,Rd}$	16.17	kN
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.02 \leq 1$ (6.42)						
60		0.000	EK1	0.03	$\leq 1$	CS154) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		0.05	kN	$V_{z,Ed}$	-0.01	kN
$V_{y,Ed}$		0.01	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$M_{z,Ed}$		0.01	kNm	$A_{v,y}$	1.19	cm <sup>2</sup>
$W_{el,z}$		1.31	cm <sup>3</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{x,Ed}$		0.78	kN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	1.000	
$V_{y,Ed}$		0.01	kN	$V_{pl,y,Rd}$	16.17	kN
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.03 \leq 1$ (6.42)						
409		0.000	EK1	0.08	$\leq 1$	CS164) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		-0.06	kN	$V_{z,Ed}$	0.00	kN
$V_{y,Ed}$		-0.03	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$M_{y,Ed}$		0.01	kNm	$V_{y,Ed}$	0.03	kN
$M_{z,Ed}$		0.02	kNm	$V_{z,Ed}$	0.00	kN
$M_{Ed}$		0.02	kNm	$V_{Ed}$	0.03	kN
$W_{el}$		1.31	cm <sup>3</sup>	$A_v$	1.19	cm <sup>2</sup>
$\sigma_{x,Ed}$		1.83	kN/cm <sup>2</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.08 \leq 1$ (6.42)						
219		0.807	EK1	0.15	$\leq 1$	CS184) Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>						
$N_{Ed}$		-5.40	kN	$V_{z,Ed}$	0.00	kN
$V_{y,Ed}$		0.01	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>						
$N_{Ed}$		5.40	kN	$\sigma_{x,Ed}$	0.53	kN/cm <sup>2</sup>
$A$		1.87	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{x,M,Ed}$	3.42	kN/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{x,N,Ed}$		2.88	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{z,Ed}$	0.00	kN
$M_{y,Ed}$		0.01	kNm	$A_v$	1.19	cm <sup>2</sup>
$W_{el}$		1.31	cm <sup>3</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung		
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.15 \leq 1$ (6.42)								
257		0.000	EK1	0.16	$\leq 1$	CS204) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-6.33	kN	$V_{z,Ed}$	-0.01	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.01	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>								
$N_{Ed}$	6.33	kN	$\sigma_{x,M,Ed}$	0.38	kN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	1.000	
A	1.87	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{x,Ed}$	3.76	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{pl,Rd}$	16.17	kN
$\sigma_{x,N,Ed}$	3.38	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed}$	0.01	kN	V	0.000	
$M_{y,Ed}$	0.00	kNm	$A_v$	1.19	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{x,Rd}$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
$W_{el}$	1.31	cm <sup>3</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>	$\eta$	0.16	
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.16 \leq 1$ (6.42)								
257		0.565	EK1	0.17	$\leq 1$	CS224) Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-6.31	kN	$V_{z,Ed}$	0.00	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	-0.01	kNm
<b>Nachweis</b>								
$N_{Ed}$	6.31	kN	$\sigma_{x,M,Ed}$	0.64	kN/cm <sup>2</sup>	$\gamma_{M0}$	1.000	
A	1.87	cm <sup>2</sup>	$\sigma_{x,Ed}$	4.01	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{pl,Rd}$	16.17	kN
$\sigma_{x,N,Ed}$	3.37	kN/cm <sup>2</sup>	$V_{y,Ed}$	0.00	kN	V	0.000	
$M_{y,Ed}$	0.00	kNm	$Z_{Ed}$	0.00	kN	$\sigma_{x,Rd}$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>
$M_{z,Ed}$	0.01	kNm	$V_{Ed}$	0.00	kN	$\eta$	0.17	
$M_{Ed}$	0.01	kNm	$A_v$	1.19	cm <sup>2</sup>			
$W_{el}$	1.31	cm <sup>3</sup>	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>			
<b>Nachweisformel</b> $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.17 \leq 1$ (6.42)								
416		1.087	EK1	0.07	$\leq 1$	ST301) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-1.44	kN	$V_{z,Ed}$	0.01	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>								
E	21000.00	kN/cm <sup>2</sup>	$N_{cr,y}$	36.61	kN	$\gamma_{M1}$	1.100	
$I_y$	2.09	cm <sup>4</sup>	A	1.87	cm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	1.44	kN
$L_{cr,y}$	1.087	m	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>	$\eta_{N,cr}$	0.039	
<b>Nachweisformel</b> $N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0.07 \leq 1$ (6.46)								
82		1.345	EK1	0.40	$\leq 1$	ST302) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-5.87	kN	$V_{z,Ed}$	0.01	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>								
$M_{y,Ed}$	0.00	kNm	$N_{cr,y}$	23.93	kN	$\alpha_y$	0.490	
$M_{pl,y,Rd}$	0.42	kNm	A	1.87	cm <sup>2</sup>	$\Phi_y$	1.703	
$\eta_{My,limit}$	0.010		$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>	$\chi_y$	0.366	
$\eta_{Mpl,y,Rd}$	0.000		$\lambda_y$	1.356		$\gamma_{M1}$	1.100	
E	21000.00	kN/cm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	5.87	kN	$N_{b,y,Rd}$	14.64	kN
$I_y$	2.09	cm <sup>4</sup>	$\eta_{N,cr}$	0.245	c	$\eta$	0.40	
$L_{cr,y}$	1.345	m	KSL <sub>y</sub>					
<b>Nachweisformel</b> $N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0.40 \leq 1$ (6.46)								
416		1.087	EK1	0.07	$\leq 1$	ST311) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-1.44	kN	$V_{z,Ed}$	0.01	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>								
E	21000.00	kN/cm <sup>2</sup>	$N_{cr,z}$	36.61	kN	$\gamma_{M1}$	1.100	
$I_z$	2.09	cm <sup>4</sup>	A	1.87	cm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	1.44	kN
$L_{cr,z}$	1.087	m	$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>	$\eta_{N,cr}$	0.039	
<b>Nachweisformel</b> $N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0.07 \leq 1$ (6.46)								
82		1.345	EK1	0.40	$\leq 1$	ST312) Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2		
<b>Bemessungsschnittgrößen</b>								
$N_{Ed}$	-5.87	kN	$V_{z,Ed}$	0.01	kN	$M_{y,Ed}$	0.00	kNm
$V_{y,Ed}$	0.00	kN	$T_{Ed}$	0.00	kNm	$M_{z,Ed}$	0.00	kNm
<b>Nachweis</b>								
$M_{z,Ed}$	0.00	kNm	$N_{cr,z}$	23.93	kN	$\alpha_z$	0.490	
$M_{pl,z,Rd}$	0.42	kNm	A	1.87	cm <sup>2</sup>	$\Phi_z$	1.703	
$\eta_{Mz,lim}$	0.010		$f_y$	23.50	kN/cm <sup>2</sup>	$\chi_z$	0.366	
$\eta_{Mpl,z,Rd}$	0.022		$\lambda_z$	1.356		$\gamma_{M1}$	1.100	
E	21000.00	kN/cm <sup>2</sup>	$N_{Ed}$	5.87	kN	$N_{b,z,Rd}$	14.64	kN
$I_z$	2.09	cm <sup>4</sup>	$\eta_{N,cr}$	0.245	c	$\eta$	0.40	
$L_{cr,z}$	1.345	m	KSL <sub>z</sub>					
<b>Nachweisformel</b> $N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0.40 \leq 1$ (6.46)								



## Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

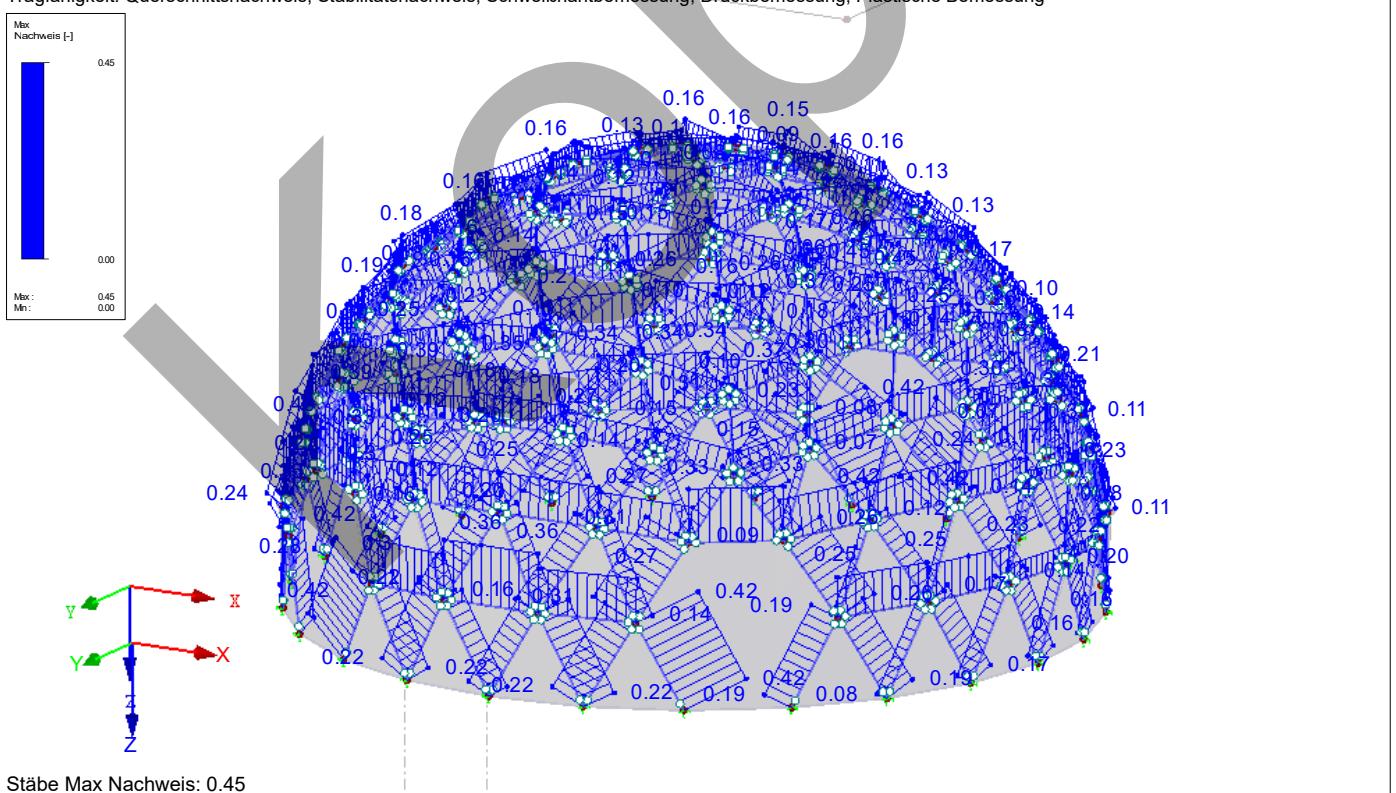
## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITSWEISE

#### ■ NACHWEIS RO 31,8 X 2

RF-STAHL EC3 FA1

**Tragfähigkeit: Querschnittsnachweis, Stabilitätsnachweis, Schweißnahtbemessung, Druckbemessung, Plastische Bemessung**

## Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 0.45

RF-STAHL EC3

FA2

RO 31,8 x 2 im unteren  
Bis

## Ring

## ■ 1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:	4,10,20,36,51,72,93,119,140,173,200,234,256,298,329,360,390,414, 437,461,478,497,509,523,526
Zu bemessende Stabsätze:	
Nationaler Anhang:	DIN
Tragfähigkeitsnachweise	



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 1.1 BASISANGABEN

| Zu bemessende Ergebniskombinationen: EK1 LK1 oder bis LK26

## ■ 1.2 MATERIALIEN

Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm²]	Schubmodul G [kN/cm²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_y [kN/cm²]	Max. Bauteildicke t [mm]
2	Baustahl S 235   DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					21.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0
	Baustahl S 235					

## ■ 1.3 QUERSCHNITTE

Quer.-Nr.	Material-Nr.	Querschnittsbezeichnung	Querschnittstyp	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	Rohr 31.8/2/K	Rohr	1.67	

## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer.-Nr.	Stab-Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichun-Nr.	Bezeichnung		
1	Rohr 31.8/2/K	4   1.344   EK1	0.14   ≤ 1   CS101)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.14 \leq 1$ (6.5)	V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>  γ <sub>M0</sub> N <sub>pl,Rd</sub> N <sub>t,Rd</sub>	-0.39 kN 0.00 kNm  1.000 44.00 kN 44.00 kN	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>  η	-0.01 kNm 0.00 kNm  0.14
	256	0.615   EK1	0.06   ≤ 1   CS102)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $N_{c,Ed} / N_{c,Rd} = 0.06 \leq 1$ (6.9)	V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>  f <sub>y</sub> γ <sub>M0</sub>	0.06 kN 0.00 kNm  23.50 kN/cm <sup>2</sup> 1.000	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>  N <sub>c,Rd</sub> η	0.27 kNm 0.08 kNm  44.00 kN 0.06
	461	1.137   EK1	0.08   ≤ 1   CS112)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 0.08 \leq 1$ (6.12)	V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>  W <sub>el,y,min</sub> f <sub>y</sub>	-0.09 kN 0.00 kNm  1.000 0.31 kNm 0.31 kNm	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>  η	0.02 kNm 0.00 kNm  0.08
	256	0.000   EK1	0.12   ≤ 1   CS122)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $\tau_{V,z,Ed} / \tau_{Rd} = 0.12 \leq 1$ (6.19)	V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>  S <sub>y</sub> I <sub>y</sub> f <sub>y</sub>	1.57 kN 0.00 kNm  2.0 mm 1.67 kN/cm <sup>2</sup> 23.50 kN/cm <sup>2</sup>	M <sub>y,Ed</sub> M <sub>z,Ed</sub>  γ <sub>M0</sub> τ <sub>Rd</sub> η	-0.03 kNm -0.01 kNm  1.000 13.57 kN/cm <sup>2</sup> 0.12
	256	1.435   EK1	0.05   ≤ 1   CS124)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $\tau_{V,y,Ed} / \tau_{Rd} = 0.05 \leq 1$ (6.19)	V <sub>z,Ed</sub> T <sub>Ed</sub>  S <sub>z</sub> I <sub>z</sub> f <sub>y</sub>	2.0 mm 0.66 kN/cm <sup>2</sup> 23.50 kN/cm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub> τ <sub>Rd</sub> η	1.000 13.57 kN/cm <sup>2</sup> 0.05
	256	0.000   EK1	0.13   ≤ 1   CS129)	Bemessungsschnittgrößen  Nachweis  Nachweisformel $\tau_{V,y,Ed} / \tau_{Rd} = 0.05 \leq 1$ (6.19)	V <sub>z,Ed</sub>	1.57 kN	M <sub>y,Ed</sub>	-0.03 kNm



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung		
				V <sub>y,Ed</sub> -0.37 kN	T <sub>Ed</sub>	0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	-0.01 kNm
				<b>Nachweis</b>				
				V <sub>Ed</sub> 1.61 kN	t	2.0 mm	γ <sub>M0</sub>	1.000
	S	0.44 cm <sup>3</sup>			τ <sub>V,Ed</sub>	1.71 kN/cm <sup>2</sup>	τ <sub>Rd</sub>	13.57 kN/cm <sup>2</sup>
	I	2.09 cm <sup>4</sup>		f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>	η	0.13
				<b>Nachweisformel</b>				
				τ <sub>V,Ed</sub> / τ <sub>Rd</sub> = 0.13 ≤ 1 (6.19)				
461		1.137	EK1	0.08	≤ 1	CS144)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	-0.06 kN		V <sub>z,Ed</sub>		-0.09 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.02 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	0.00 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.00 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	M <sub>y,Ed</sub>	0.02 kNm		A <sub>v,z</sub>		1.19 cm <sup>2</sup>	V	0.006
	W <sub>el,y</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>		f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>	σ <sub>x,Rd</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup>
	σ <sub>x,Ed</sub>	1.89 kN/cm <sup>2</sup>		γ <sub>M0</sub>		1.000		0.08
	V <sub>z,Ed</sub>	0.09 kN		V <sub>pl,z,Rd</sub>		16.17 kN	η	
				<b>Nachweisformel</b>				
				σ <sub>x,Ed</sub> / σ <sub>x,Rd</sub> = 0.08 ≤ 1 (6.42)				
526		0.827	EK1	0.94	≤ 1	CS164)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	-0.08 kN		V <sub>z,Ed</sub>		-0.14 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.28 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	-0.05 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	-0.09 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	M <sub>y,Ed</sub>	0.28 kNm		V <sub>y,Ed</sub>		0.05 kNm	γ <sub>M0</sub>	1.000
	M <sub>z,Ed</sub>	0.09 kNm		V <sub>z,Ed</sub>		0.14 kNm	V <sub>pl,Rd</sub>	16.17 kN
	M <sub>Ed</sub>	0.29 kNm		V <sub>Ed</sub>		0.15 kNm	V	0.009
	W <sub>el</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>		A <sub>v</sub>		1.19 cm <sup>2</sup>	σ <sub>x,Rd</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup>
	σ <sub>x,Ed</sub>	22.19 kN/cm <sup>2</sup>		f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>	η	0.94
				<b>Nachweisformel</b>				
				σ <sub>x,Ed</sub> / σ <sub>x,Rd</sub> = 0.94 ≤ 1 (6.42)				
119		0.205	EK1	0.23	≤ 1	CS184)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	0.48 kN		V <sub>z,Ed</sub>		0.25 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.07 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	-0.01 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.00 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	N <sub>Ed</sub>	0.48 kNm		σ <sub>x,M,Ed</sub>		5.26 kN/cm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub>	1.000
	A	1.87 cm <sup>2</sup>		σ <sub>x,Ed</sub>		5.52 kN/cm <sup>2</sup>	V <sub>pl,Rd</sub>	16.17 kN
	σ <sub>x,N,Ed</sub>	0.26 kN/cm <sup>2</sup>		V <sub>z,Ed</sub>		0.25 kNm	V	0.015
	M <sub>y,Ed</sub>	0.07 kNm		A <sub>v</sub>		1.19 cm <sup>2</sup>	σ <sub>x,Rd</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup>
	W <sub>el</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>		f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>	η	0.23
				<b>Nachweisformel</b>				
				σ <sub>x,Ed</sub> / σ <sub>x,Rd</sub> = 0.23 ≤ 1 (6.42)				
461		1.344	EK1	0.02	≤ 1	CS204)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	0.92 kN		V <sub>z,Ed</sub>		0.03 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.00 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	-0.01 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.00 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	N <sub>Ed</sub>	0.92 kN		σ <sub>x,M,Ed</sub>		0.07 kN/cm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub>	1.000
	A	1.87 cm <sup>2</sup>		σ <sub>x,Ed</sub>		0.57 kN/cm <sup>2</sup>	V <sub>pl,Rd</sub>	16.17 kN
	σ <sub>x,N,Ed</sub>	0.49 kN/cm <sup>2</sup>		V <sub>y,Ed</sub>		0.01 kNm	V	0.000
	M <sub>z,Ed</sub>	0.00 kNm		A <sub>v</sub>		1.19 cm <sup>2</sup>	σ <sub>x,Rd</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup>
	W <sub>el</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>		f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>	η	0.02
				<b>Nachweisformel</b>				
				σ <sub>x,Ed</sub> / σ <sub>x,Rd</sub> = 0.02 ≤ 1 (6.42)				
256		0.718	EK1	1.17	> 1	CS224)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	-1.44 kN		V <sub>z,Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.34 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	0.00 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.10 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	N <sub>Ed</sub>	1.44 kN		σ <sub>x,M,Ed</sub>		26.69 kN/cm <sup>2</sup>	γ <sub>M0</sub>	1.000
	A	1.87 cm <sup>2</sup>		σ <sub>x,Ed</sub>		27.45 kN/cm <sup>2</sup>	V <sub>pl,Rd</sub>	16.17 kN
	σ <sub>x,N,Ed</sub>	0.77 kN/cm <sup>2</sup>		V <sub>y,Ed</sub>		0.00 kNm	V	0.000
	M <sub>y,Ed</sub>	0.34 kNm		V <sub>z,Ed</sub>		0.00 kNm	σ <sub>x,Rd</sub>	23.50 kN/cm <sup>2</sup>
	M <sub>z,Ed</sub>	0.10 kNm		A <sub>v</sub>		0.00 kNm	η	1.17
	M <sub>Ed</sub>	0.35 kNm		f <sub>y</sub>		1.19 cm <sup>2</sup>		
	W <sub>el</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>				23.50 kN/cm <sup>2</sup>		
				<b>Nachweisformel</b>				
				σ <sub>x,Ed</sub> / σ <sub>x,Rd</sub> = 1.17 > 1 (6.42)				
256		0.615	EK1	1.67	> 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2	
				<b>Bemessungsschnittgrößen</b>				
	N <sub>Ed</sub>	-1.45 kN		V <sub>z,Ed</sub>		0.08 kNm	M <sub>y,Ed</sub>	0.33 kNm
	V <sub>y,Ed</sub>	-0.03 kN		T <sub>Ed</sub>		0.00 kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.10 kNm
	<b>Nachweis</b>							
	E	21000.00 kN/cm <sup>2</sup>		Typ		Fest	k <sub>zy</sub>	0.805
	I <sub>y</sub>	2.09 cm <sup>4</sup>		Diagr M <sub>y</sub>		3) Max im Feld	k <sub>zz</sub>	1.007
	L <sub>cr,y</sub>	1.435 m		ψ <sub>y</sub>		0.945	N <sub>Ed</sub>	1.45 kN



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

## ■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

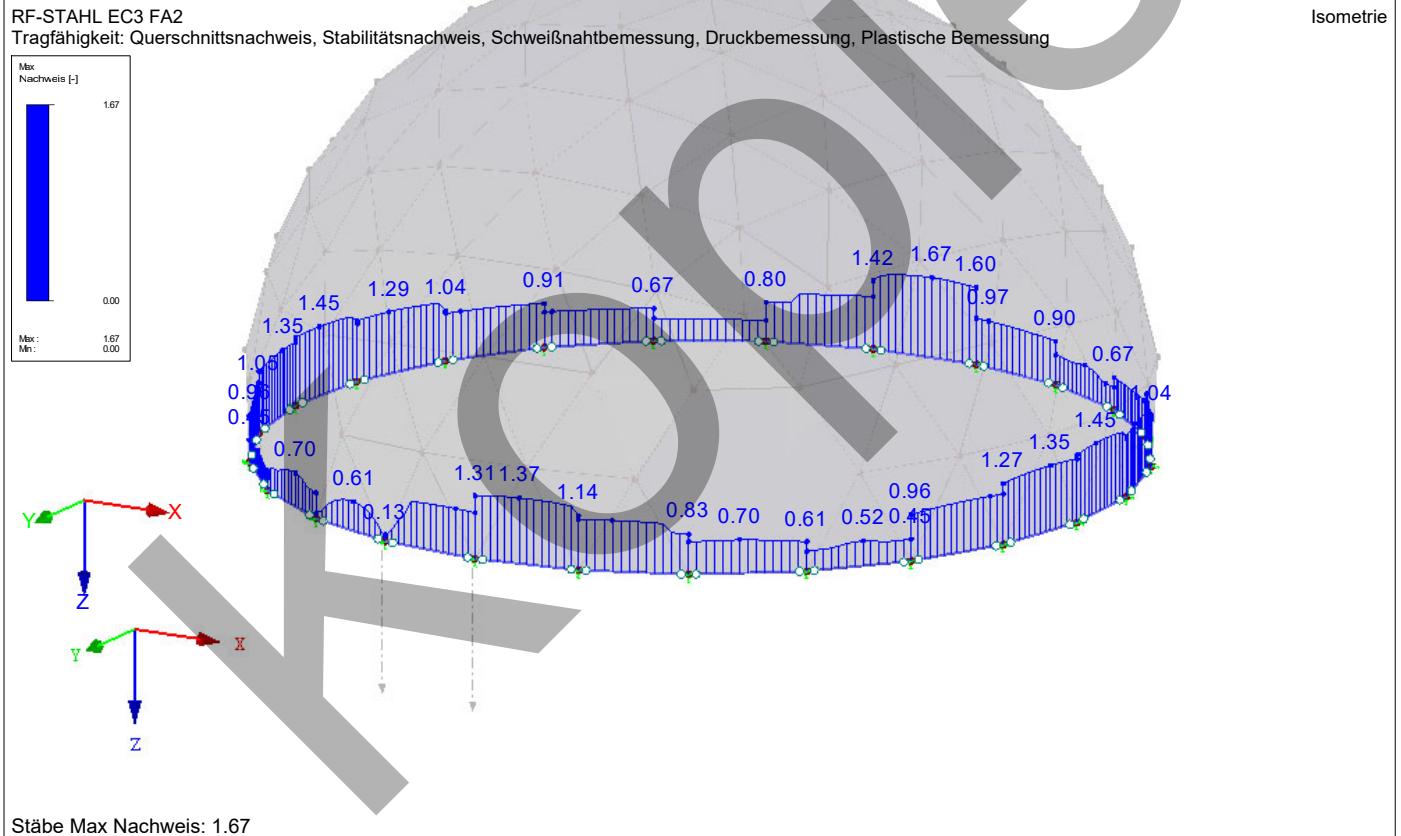
Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung		
					-0.03	kNm	A <sub>i</sub>	1.87 cm <sup>2</sup>
N <sub>cr,y</sub>		21.00 kN		M <sub>h,y</sub>	0.34	kNm	N <sub>Rk</sub>	44.00 kN
A		1.87 cm <sup>2</sup>		M <sub>s,y</sub>	-0.102		γ <sub>M1</sub>	1.100
f <sub>y</sub>		23.50 kN/cm <sup>2</sup>		α <sub>h,y</sub>	Last z		γ <sub>Ny</sub>	0.11
λ <sub>y</sub>		1.447 c		C <sub>my</sub>	0.945		γ <sub>Nz</sub>	0.11
KSL <sub>y</sub>				Typ	Fest		M <sub>y,Ed</sub>	0.34 kNm
α <sub>y</sub>		0.490		Diagr M <sub>z</sub>	3) Max im Feld		W <sub>y</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>
Φ <sub>y</sub>		1.853						
χ <sub>y</sub>		0.332		ψ <sub>z</sub>	0.791		M <sub>y,Rk</sub>	0.31 kNm
I <sub>z</sub>		2.09 cm <sup>4</sup>		M <sub>h,z</sub>	-0.01	kNm	γ <sub>My</sub>	1.20
L <sub>cr,z</sub>		1.435 m		M <sub>s,z</sub>	0.10	kNm	M <sub>z,Ed</sub>	0.10 kNm
N <sub>cr,z</sub>		21.00 kN		α <sub>h,z</sub>	Last y		W <sub>z</sub>	1.31 cm <sup>3</sup>
λ <sub>z</sub>		1.447 c		C <sub> mz</sub>	0.945		M <sub>z,Rk</sub>	0.31 kNm
KSL <sub>z</sub>				Bauteil	Verdrehsteif		γ <sub>Mz</sub>	0.35
α <sub>z</sub>		0.490					γ <sub>1</sub>	1.67
Φ <sub>z</sub>		1.853		k <sub>yy</sub>	1.007		γ <sub>2</sub>	1.43
χ <sub>z</sub>		0.332		k <sub>yz</sub>	1.007			

## Nachweisformel

$$N_{Ed} / (\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{yz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 1.67 > 1 \quad (6.61)$$

$$N_{Ed} / (\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zy} M_{y,Ed} / (\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}) + k_{zz} M_{z,Ed} / (M_{z,Rk} / \gamma_{M1}) = 1.43 > 1 \quad (6.62)$$

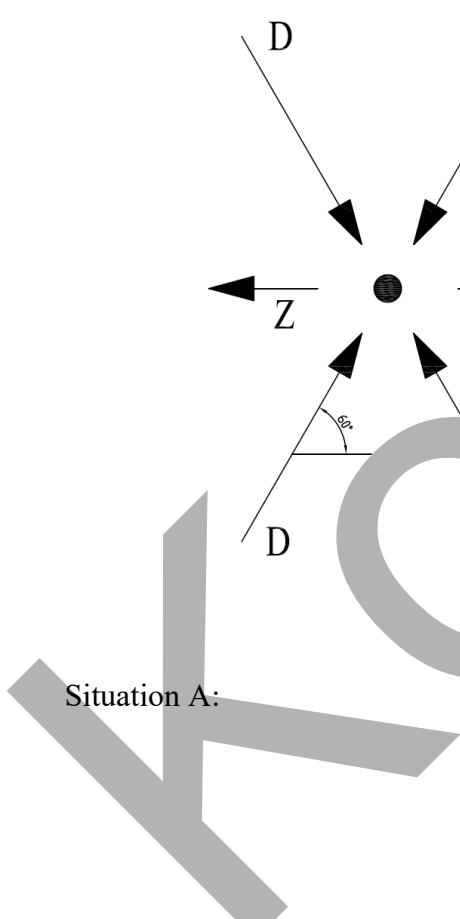
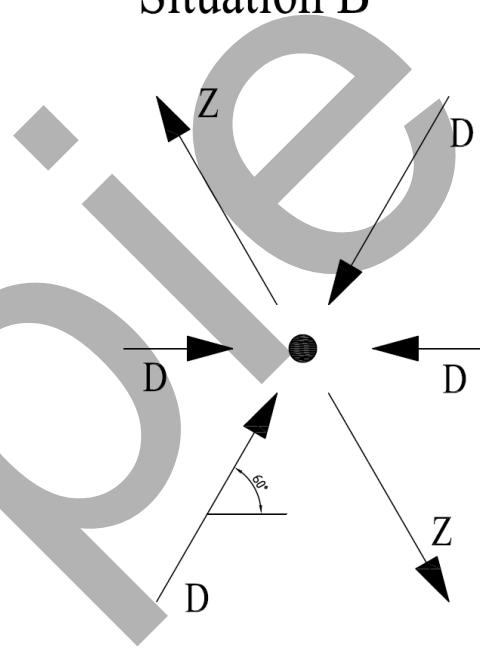
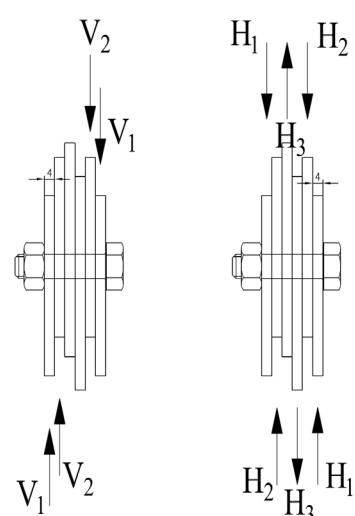
## ■ NACHWEIS RO 31,8 X 2 IM UNTEREN RING




4.1.2 Nachweis der Knotenpunkte

Belastung (siehe Seite 3.3 / 1):  $N_{Ed,min} = 6,33 \text{ kN}$  (Druck)  
 $N_{Ed,max} = 3,78 \text{ kN}$  (Zug)

Der Nachweis des Knotens erfolgt auf der sicheren Seite mit den maximal auftretenden Kräften in jedem Stab. Es werden zwei Belastungssituationen untersucht.

**Situation A****Situation B****Situation A:**



$$V_1 = V_2 = 6,33kN \cdot \sin 60^\circ = 5,48kN$$

$$H_1 = H_2 = 6,33kN \cdot \cos 60^\circ = 3,17kN$$

$$H_3 = 3,78kN$$

Maximale Abscherkraft:

$$F_{v,z,Ed} = 5,48kN \cdot 2 = 10,96kN$$

$$F_{v,y,Ed} = 3,17kN - 3,17kN + 3,78kN = 3,78kN$$

$$F_{v,Ed} = \sqrt{(10,96kN)^2 + (3,78kN)^2} = 11,59kN$$

Maximales Biegemoment:

$$M_{y,Ed} = 5,48kN \cdot 1,0cm + 5,48kN \cdot 0,6cm = 8,77kNm$$

$$M_{z,Ed} = 3,17kN \cdot 1,0cm - 3,17kN \cdot 0,6cm - 3,78kN \cdot 0,2cm = 0,51kNm$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(8,77kNm)^2 + (0,51kNm)^2} = 8,78kNm$$

Beanspruchbarkeiten M10 8.8:

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 80kN / cm^2 \cdot 0,58cm^2}{1,25} = 22,27kN$$

$$M_{Rd} = \frac{1,5 \cdot 0,10cm^3 \cdot 64,0kN / cm^2}{1,0} = 9,60kNm$$

Nachweise:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{11,59kN}{22,27kN} = 0,52 < 1$$

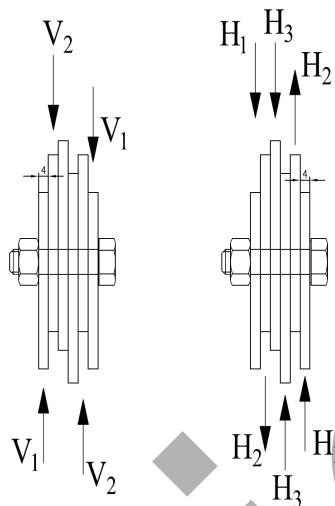
$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{8,78kNm}{9,60kNm} = 0,91 < 1$$

$$\left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 = 0,52^2 + 0,91^2 = 1,10 \approx 1$$

Überschreitung aufgrund ungünstiger Belastungssituation ok.



Situation B:



$$V_1 = 6,33kN \cdot \sin 60^\circ = 5,48kN$$

$$V_2 = 3,78kN \cdot \sin 60^\circ = 3,27kN$$

$$H_1 = 6,33kN \cdot \cos 60^\circ = 3,17kN$$

$$H_2 = 3,78kN \cdot \cos 60^\circ = 1,89kN$$

$$H_3 = 6,33kN$$

Maximale Abscherkraft:

$$F_{v,z,Ed} = 5,48kN - 3,27kN = 2,21kN$$

$$F_{v,y,Ed} = 3,17kN + 1,89kN + 6,33kN = 11,39kN$$

$$F_{v,Ed} = \sqrt{(11,39kN)^2 + (2,21kN)^2} = 11,60kN$$

Maximales Biegemoment:

$$M_{y,Ed} = 5,48kN \cdot 1,0cm - 3,27kN \cdot 0,6cm = 3,52kNm$$

$$M_{z,Ed} = 3,17kN \cdot 1,0cm + 1,89kN \cdot 0,6cm + 6,33kN \cdot 0,2cm = 5,57kNm$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(3,52kNm)^2 + (5,57kNm)^2} = 6,76kNm$$



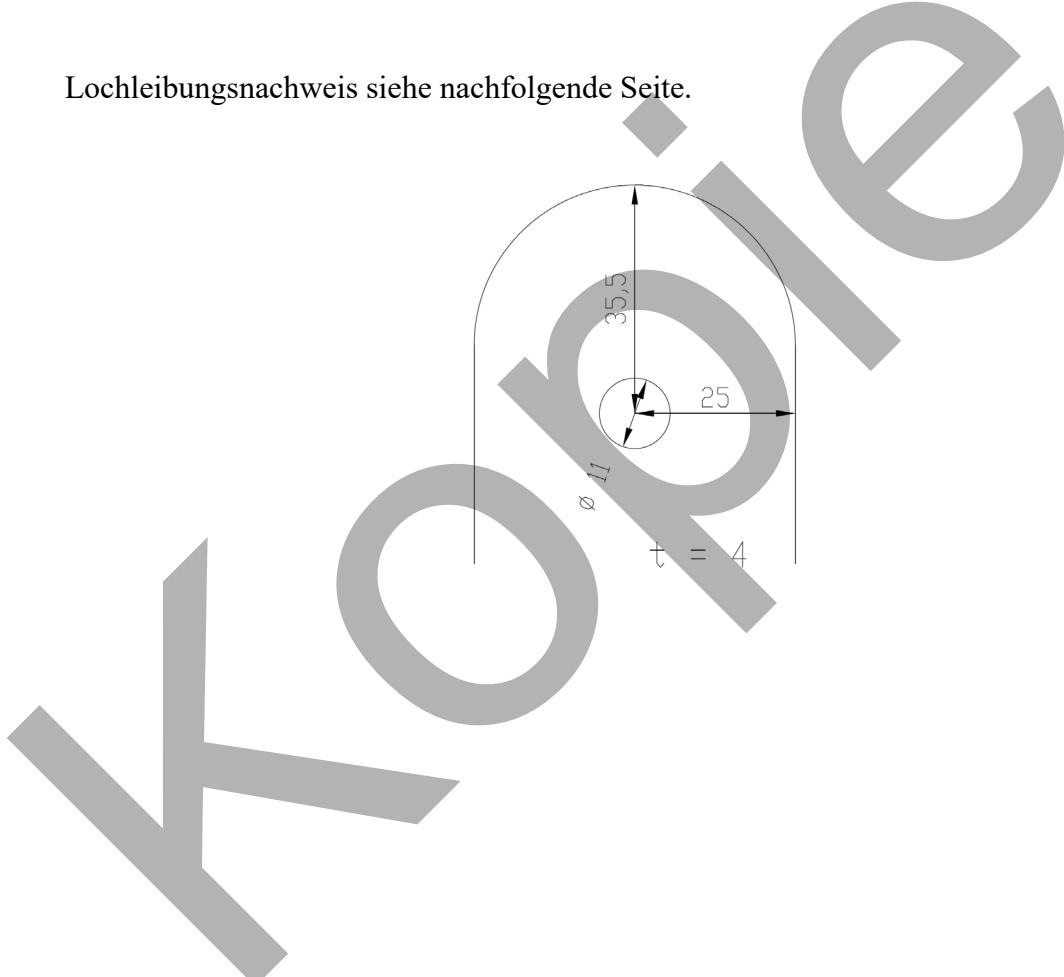
Nachweise:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{11,60kN}{22,27kN} = 0,52 < 1$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{6,76kNm}{9,60kNm} = 0,70 < 1$$

$$\left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 = 0,52^2 + 0,70^2 = 0,76 < 1$$

Lochleibungsnachweis siehe nachfolgende Seite.




**Lochleibung (Schraubverbindung)**  
**nach DIN EN 1993-1-8 Kap. 3**

Knotenpunkt

**Kennwerte:**

Werkstoff Blech: **S235** nach DIN EN 1993-1-1 Tab. 3.1  
 $f_y = 23,50 \text{ kN/cm}^2$  (für  $t \leq 40\text{mm}$ )  
 $f_u = 36,00 \text{ kN/cm}^2$  (für  $t \leq 40\text{mm}$ )

Teilsicherheitsbeiwerte: nach DIN EN 1993-1-8 Tab. 2.1

$\gamma_{M0} = 1,00$

$\gamma_{M2} = 1,25$

Blechdicke:

$t = 4,00 \text{ mm}$

Bohrlochdurchmesser

$d_0 = 11,00 \text{ mm}$

Werkstoff Schraube:

$f_{y,b} = 64,00 \text{ kN/cm}^2$

$f_{u,b} = 80,00 \text{ kN/cm}^2$

nach DIN EN 1993-1-8 Tab. 3.1

**Belastung:**

$F_{b,Ed} = 6,33 \text{ kN}$  (siehe Seite 3.3 / 1)

**Nachweis nach DIN EN 1993-1-8 Tab. 3.4:**

Randabstand in Kraftrichtung

$e_1 = 35,5 \text{ mm}$

Randabstand quer zur Kraftrichtung

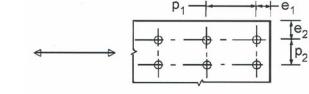
$e_2 = 25,0 \text{ mm}$

Lochabstand in Kraftrichtung

mm

Lochabstand quer zur Kraftrichtung

mm



$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u dt}{\gamma_{M2}}$$

mit  $\alpha_b$  kleinster Wert aus

1,00

2,22

(in Kraftrichtung)

$f_{u,b} / f_u =$

$e_1 / (3xd_0) =$

$p_1 / (3xd_0) - 1/4 =$

mit  $k_1$  kleinster Wert aus

2,50

$(2,8 \times e_2/d_0) - 1,7 = 4,66$  (quer zur Kraftrichtung)

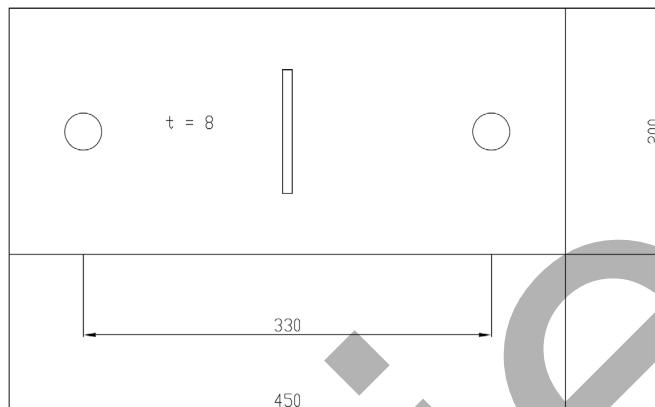
$(1,4 \times p_2/d_0) - 1,7 =$

$$F_{b,Rd} = 31,68 \text{ kN} > F_{b,Ed}$$



#### 4.1.3 Nachweis der Fußplatte

Gewählt: FL 200 x 8 (S235)



Belastung (siehe Seite 3.4 / 6):  $P_{z,d,min} = 5,26 \text{ kN}$  (Zug)  
 $P_{z,d,max} = 3,72 \text{ kN}$  (Druck)

Nachweis auf Druck:

$$\sigma_{Ed} = \frac{3,72 \text{ kN}}{20 \text{ cm} \cdot 45 \text{ cm}} = 0,0041 \text{ kN/cm}^2$$

$$M_{Ed} = 0,0041 \text{ kN/cm}^2 \cdot \frac{45,0 \text{ cm}}{2} \cdot \frac{45,0 \text{ cm}}{4} = 1,05 \text{ kNm/cm}$$

$$W = \frac{1 \text{ cm} \cdot (0,8 \text{ cm})^2}{6} = 0,11 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{0,11 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 2,51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{1,05 \text{ kNm}}{2,51 \text{ kNm}} = 0,42 < 1$$

Nachweis auf Zug:

$$M_{Ed} = \frac{5,26 \text{ kN} \cdot 33 \text{ cm}}{4} = 43,4 \text{ kNm}$$

$$W = \frac{20 \text{ cm} \cdot (0,8 \text{ cm})^2}{6} = 2,13 \text{ cm}^3$$

$$M_{c,Rd} = \frac{2,13 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN/cm}^2}{1,0} = 50,1 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{43,4 \text{ kNm}}{50,1 \text{ kNm}} = 0,87 < 1$$

4.1.4 Nachweis der Plane

Gewählt: Saint Clair LAC 650 SL

Beanspruchung (siehe Seite 3.3 / 4):  $n_x = 11,13 \text{ kN} / \text{m}$ 

$$n_y = 7,08 \text{ kN} / \text{m}$$

Beanspruchbarkeit:  $f_{ik} = 250 \text{ daN} / 5 \text{ cm} = 50 \text{ kN} / \text{m}$ 

$$f_d = \frac{50 \text{ kN} / \text{m}}{2,5} = 20 \text{ kN} / \text{m}$$

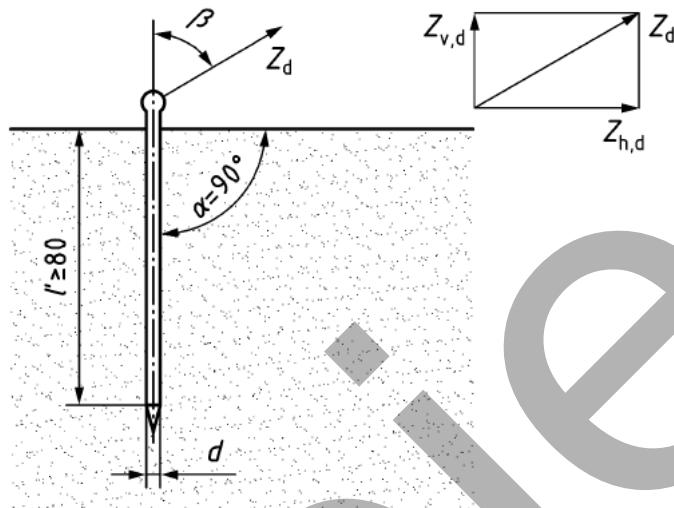
Nachweis:  $\frac{n_x}{f_d} = \frac{11,13 \text{ kN} / \text{m}}{20 \text{ kN} / \text{m}} = 0,56 < 1$ 

Kopie



## 4.2 Nachweis der Bodenverankerung

Die Nachweise erfolgen nach DIN EN 13782 Kapitel 9.3.



Gewählt: 2x Stabanker Ø 2,5 cm x 90 cm je Fußpunkt

Lagerkräfte: siehe Seite 3.4 / 4 – 6

Die resultierenden Lasten, welche auf die Anker wirken, werden aus den Lagerkräften der jeweiligen Lastfälle unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 13782 Tabelle 2 gebildet:

$$\begin{aligned} Z_{\text{res},1} &= 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in X} \\ Z_{\text{res},2} &= 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in -Y} \\ Z_{\text{res},3} &= 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in +Y} \end{aligned}$$

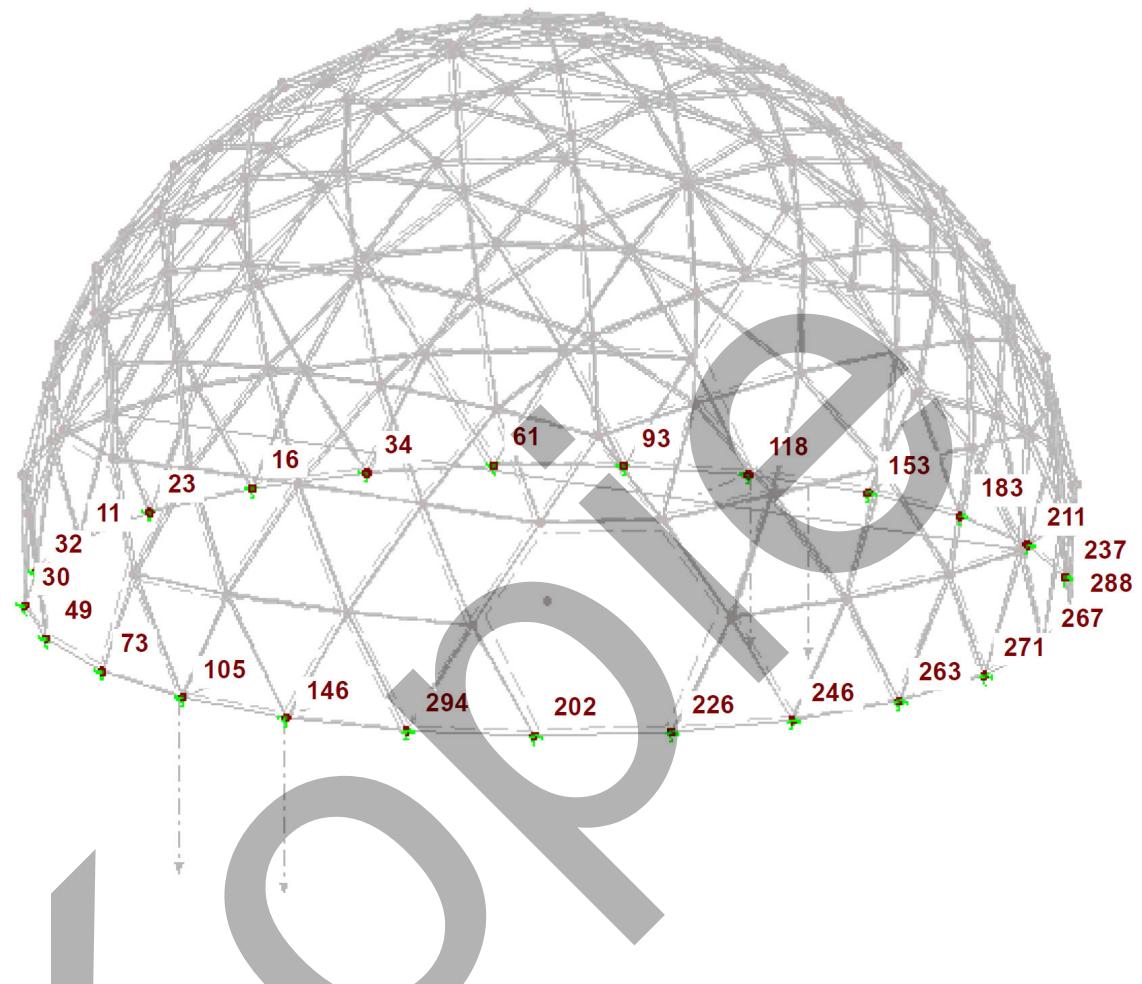
Auf eine Betrachtung der Lastfälle „Innendruck“ sowie „Anhängelasten“ kann verzichtet werden, da sich diese günstig auf die Lagesicherheit der Konstruktion auswirken.

Die Nachweise gelten für dichtgelagerte nichtbindige Böden. Bei schlechteren Bodenverhältnissen sind mehr oder stärkere Anker anzuordnen.

Überprüfung des Mindestdurchmessers:  $d_{\min} = 0,025 \cdot 80 \text{ cm} + 0,5 = 2,5 \text{ cm} \rightarrow \text{ok}$



Knotenübersicht:



Nachweise siehe nachfolgende Seiten.



1.0 x Eigengewicht + 1,2 x Auflanddruck in X									
Knoten	$P_x$	Lagerkräfte in kN (design)	$P_y$	$p_z$	$\mu$	$Z_{hd}$ [kN]	$Z_{hd}$ [kN]	Winkel [°]	$Z_{res,1}$ [kN]
11	1,46	0,12	0,75	<b>0,00</b>	0,75	<b>1,47</b>	62,89	<b>1,65</b>	<b>2,5</b>
16	1,44	-0,10	0,91	<b>0,00</b>	0,91	<b>1,44</b>	57,79	<b>1,70</b>	<b>2,5</b>
23	1,49	0,01	0,86	<b>0,00</b>	0,86	<b>1,49</b>	59,86	<b>1,72</b>	<b>2,5</b>
30	1,10	-0,41	0,00	0,00	0,00	<b>1,17</b>	90,00	<b>1,17</b>	<b>2,5</b>
32	1,31	0,23	0,45	<b>0,00</b>	0,45	<b>1,33</b>	71,44	<b>1,40</b>	<b>2,5</b>
34	1,33	-0,26	0,89	<b>0,00</b>	0,89	<b>1,36</b>	56,66	<b>1,62</b>	<b>2,5</b>
49	0,93	0,57	-2,24	<b>0,00</b>	0,00	<b>1,09</b>	90,00	<b>1,09</b>	<b>2,5</b>
61	1,17	-0,49	0,73	<b>0,00</b>	0,73	<b>1,27</b>	60,01	<b>1,47</b>	<b>2,5</b>
73	0,93	0,53	1,51	<b>0,00</b>	1,51	<b>1,07</b>	35,24	<b>1,85</b>	<b>2,5</b>
93	1,04	-0,73	0,42	<b>0,00</b>	0,42	<b>1,27</b>	71,73	<b>1,33</b>	<b>2,5</b>
105	0,93	0,45	4,01	<b>0,00</b>	4,01	<b>1,04</b>	14,50	<b>4,14</b>	<b>2,5</b>
118	0,92	-0,80	1,90	<b>0,00</b>	1,90	<b>1,22</b>	32,72	<b>2,26</b>	<b>2,5</b>
146	0,80	0,64	2,85	<b>0,00</b>	2,85	<b>1,03</b>	19,81	<b>3,03</b>	<b>2,5</b>
153	0,70	-0,57	2,99	<b>0,00</b>	2,99	<b>0,90</b>	16,73	<b>3,12</b>	<b>2,5</b>
183	0,49	-0,15	3,32	<b>0,00</b>	3,32	<b>0,51</b>	8,75	<b>3,36</b>	<b>2,5</b>
202	0,44	0,19	1,63	<b>0,00</b>	1,63	<b>0,48</b>	16,31	<b>1,70</b>	<b>2,5</b>
211	0,36	-0,05	1,55	<b>0,00</b>	1,55	<b>0,37</b>	13,94	<b>1,59</b>	<b>2,5</b>
226	0,14	-0,07	2,26	<b>0,00</b>	2,26	<b>0,15</b>	3,91	<b>2,27</b>	<b>2,5</b>
237	0,31	-0,04	0,08	<b>0,00</b>	0,08	<b>0,32</b>	76,48	<b>0,33</b>	<b>2,5</b>
246	0,06	-0,13	0,90	<b>0,00</b>	0,90	<b>0,14</b>	8,71	<b>0,91</b>	<b>2,5</b>
263	0,12	-0,10	-0,54	<b>0,00</b>	0,00	<b>0,16</b>	90,00	<b>0,16</b>	<b>2,5</b>
267	0,24	-0,06	-1,37	<b>0,00</b>	0,00	<b>0,25</b>	90,00	<b>0,25</b>	<b>2,5</b>
271	0,19	-0,07	-1,18	<b>0,00</b>	0,00	<b>0,20</b>	90,00	<b>0,20</b>	<b>2,5</b>
288	0,28	-0,04	-0,88	<b>0,00</b>	0,00	<b>0,28</b>	90,00	<b>0,28</b>	<b>2,5</b>
294	0,65	0,52	1,11	<b>0,00</b>	1,11	<b>0,33</b>	37,00	<b>1,39</b>	<b>2,5</b>

Geringfügige Überschreitung an einem Fußpunkt ok



1.0 x Eigengewicht + 1.2 x Auflanddruck in -y									
Knoten	Nr.	$P_x$	Lagerkräfte in kN (drehen)	$P_y$	$\mu$	pos. abhebend	$Z_{hd}$ [kN]	$Z_{hd}$ [kN]	Winkel [ $^\circ$ ]
11	-0,44	-1,10	3,07	0,00	3,07	1,19	21,17	3,29	2,5
16	-0,37	-0,78	1,28	0,00	1,28	0,87	34,05	1,54	2,5
23	-0,54	-0,98	2,42	0,00	2,42	1,12	24,81	2,67	2,5
30	-0,02	-1,25	3,24	0,00	3,24	1,25	21,16	3,47	2,5
32	-0,18	-1,21	3,34	0,00	3,34	1,22	20,10	3,55	2,5
34	-0,23	-0,60	0,09	0,00	0,09	0,64	82,20	0,65	2,5
49	-0,10	-1,11	0,38	0,00	0,38	1,12	71,33	1,18	2,5
61	-0,16	-0,43	-0,92	0,00	0,00	0,46	90,00	0,46	2,5
73	-0,19	-1,04	-2,19	0,00	0,00	1,06	90,00	1,06	2,5
93	-0,07	-0,21	-1,29	0,00	0,00	0,22	90,00	0,22	2,5
105	-0,09	-1,14	-0,06	0,00	0,00	1,15	90,00	1,15	2,5
118	0,00	0,09	1,16	0,00	1,16	0,09	4,45	1,16	2,5
146	0,00	-1,22	0,43	0,00	0,43	1,22	70,78	1,29	2,5
153	0,00	0,09	1,16	0,00	1,16	0,09	4,45	1,16	2,5
183	0,07	-0,21	-1,29	0,00	0,00	0,22	90,00	0,22	2,5
202	0,19	-1,04	-2,19	0,00	0,00	1,06	90,00	1,06	2,5
211	0,16	-0,43	-0,92	0,00	0,00	0,46	90,00	0,46	2,5
226	0,10	-1,11	0,39	0,00	0,39	1,12	70,78	1,18	2,5
237	0,24	-0,60	0,09	0,00	0,09	0,65	82,25	0,65	2,5
246	0,02	-1,25	3,23	0,00	3,23	1,25	21,23	3,46	2,5
263	0,19	-1,21	3,34	0,00	3,34	1,22	20,12	3,56	2,5
267	0,54	-0,98	2,42	0,00	2,42	1,12	24,81	2,67	2,5
271	0,44	-1,10	3,07	0,00	3,07	1,19	21,17	3,29	2,5
288	0,37	-0,78	1,28	0,00	1,28	0,87	34,05	1,54	2,5
294	0,09	-1,14	-0,06	0,00	0,00	1,15	90,00	1,15	2,5



1.0 x Eigengewicht + 1.2 x Außendruck in +y		Knoten	Nr.	P <sub>X</sub>	Lagerkräfte in KN (design)	P <sub>Z</sub>	μ	pos. absteigend	Z <sub>hd</sub> [kN]	Z <sub>hd</sub> [kN]	Winkel [°]	Z <sub>res,3</sub> [kN]	Anker-Ø [cm]	Einschlagtiefe [cm]	Z <sub>x</sub> [-]	Z <sub>anker</sub> [kN]	n <sub>erf</sub>
pos. aufsteigend	pos. horizontal																
11	-0,79	0,73	1,93	0,00	1,93	1,08		29,25	2,21	2,5	80	13,3	2,67	0,83			
16	-0,49	1,07	2,14	0,00	2,14	1,18		28,76	2,45	2,5	80	13,2	2,64	0,93			
23	-0,80	0,88	2,34	0,00	2,34	1,19		26,97	2,63	2,5	80	12,8	2,56	1,03			
30	-0,33	0,35	0,11	0,00	0,11	0,49		77,45	0,50	2,5	80	17,0	3,40	0,15			
32	-0,59	0,56	1,00	0,00	1,00	0,81		39,04	1,28	2,5	80	15,6	3,12	0,41			
34	-0,24	1,21	1,71	0,00	1,71	1,24		35,89	2,11	2,5	80	14,9	2,97	0,71			
49	-0,07	0,07	1,59	0,00	1,59	0,10		3,57	1,59	2,5	80	7,3	1,47	1,09			
61	-0,09	1,28	1,26	0,00	1,26	1,29		45,52	1,80	2,5	80	17,0	3,40	0,53			
73	0,03	-1,11	1,59	0,00	1,59	0,11		4,04	1,59	2,5	80	7,4	1,49	1,07			
93	0,01	1,25	0,68	0,00	0,68	1,25		61,42	1,43	2,5	80	17,0	3,40	0,42			
105	0,01	-0,03	-0,70	0,00	0,00	0,03		90,00	0,03	2,5	80	17,0	3,40	0,01			
118	0,04	1,16	-1,45	0,00	0,00	1,16		90,00	1,16	2,5	80	17,0	3,40	0,34			
146	0,00	0,03	-1,23	0,00	0,00	0,03		90,00	0,03	2,5	80	17,0	3,40	0,01			
153	-0,04	1,16	-1,45	0,00	0,00	1,16		90,00	1,16	2,5	80	17,0	3,40	0,34			
183	0,01	1,25	0,67	0,00	0,67	1,25		61,85	1,42	2,5	80	17,0	3,40	0,42			
202	-0,03	-0,11	1,57	0,00	1,57	0,11		4,07	1,58	2,5	80	7,5	1,49	1,06			
211	0,09	1,28	1,26	0,00	1,26	1,29		45,52	1,80	2,5	80	17,0	3,40	0,53			
226	0,07	0,07	1,59	0,00	1,59	0,10		3,57	1,59	2,5	80	7,3	1,47	1,09			
237	0,24	1,21	1,71	0,00	1,71	1,24		35,89	2,11	2,5	80	14,9	2,97	0,71			
246	0,33	0,35	0,11	0,00	0,11	0,49		77,45	0,50	2,5	80	17,0	3,40	0,15			
263	0,59	0,56	1,00	0,00	1,00	0,81		39,04	1,28	2,5	80	15,6	3,12	0,41			
267	0,80	0,88	2,34	0,00	2,34	1,19		26,97	2,63	2,5	80	12,8	2,56	1,03			
271	0,79	0,73	1,93	0,00	1,93	1,08		29,25	2,21	2,5	80	13,3	2,67	0,83			
288	0,49	1,07	2,14	0,00	2,14	1,18		28,76	2,45	2,5	80	13,2	2,64	0,93			
294	-0,01	-0,02	-0,70	0,00	0,00	-0,70		90,00	0,02	2,5	80	17,0	3,40				

Vorgang : **Statischer Nachweis**Kapitel : **4.2 Nachweis der Bodenverankerung**Seite: **4.2 / 5**

Lfd-Nr. 59



### 4.3 Nachweis der Unterpallungen

Gewählt: Fußplatte 200 mm x 450 mm

Die Nachweise erfolgen nach DIN EN 13782 Kapitel 9.7 für befahrbaren Untergrund (z.B. durch LKWs).

Lagerkräfte (siehe Seite 3.4 / 6):

$$P_{z,d} = 3,72 \text{ kN}$$

Überprüfung des Längen/Breiten-Verhältnisses:  $1 \leq \frac{450 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 2,25 \leq 3 \rightarrow \text{ok}$

Für den Nachweis der Bodenpressung darf nach den Auslegungen/Erläuterungen zu DIN EN 13814 ein Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_f = 1,0$  auf der Lastseite verwendet werden.

$$p = \frac{3,72 \text{ kN} / 1,4}{0,20 \text{ m} \cdot 0,45 \text{ m}} = 30 \text{ kN} / \text{m}^2 < 100 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

Kopie  
**5 Zeichnungen**

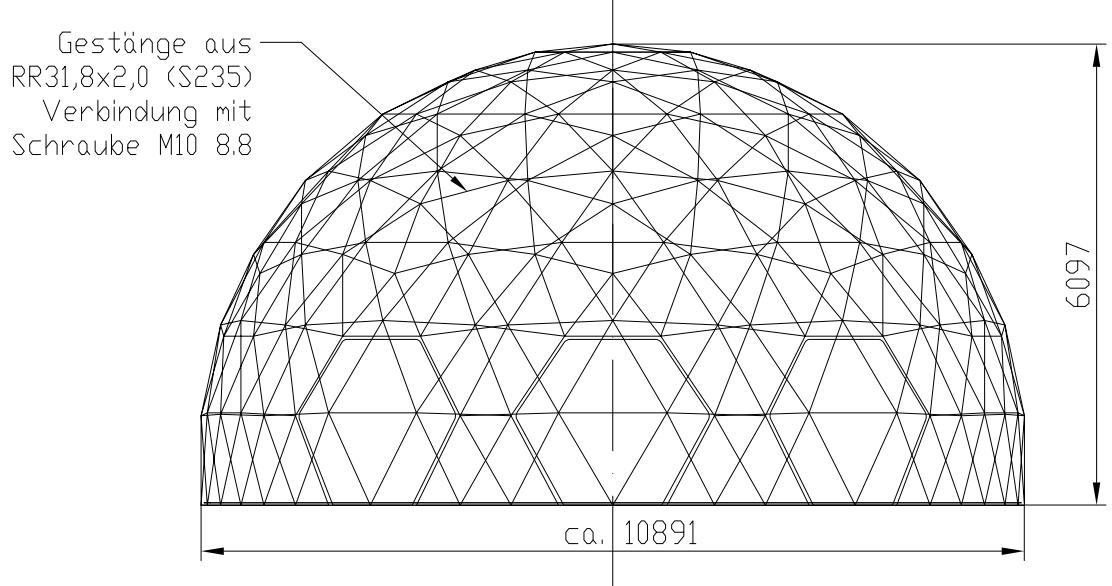
Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **5 Zeichnungen**

Seite:

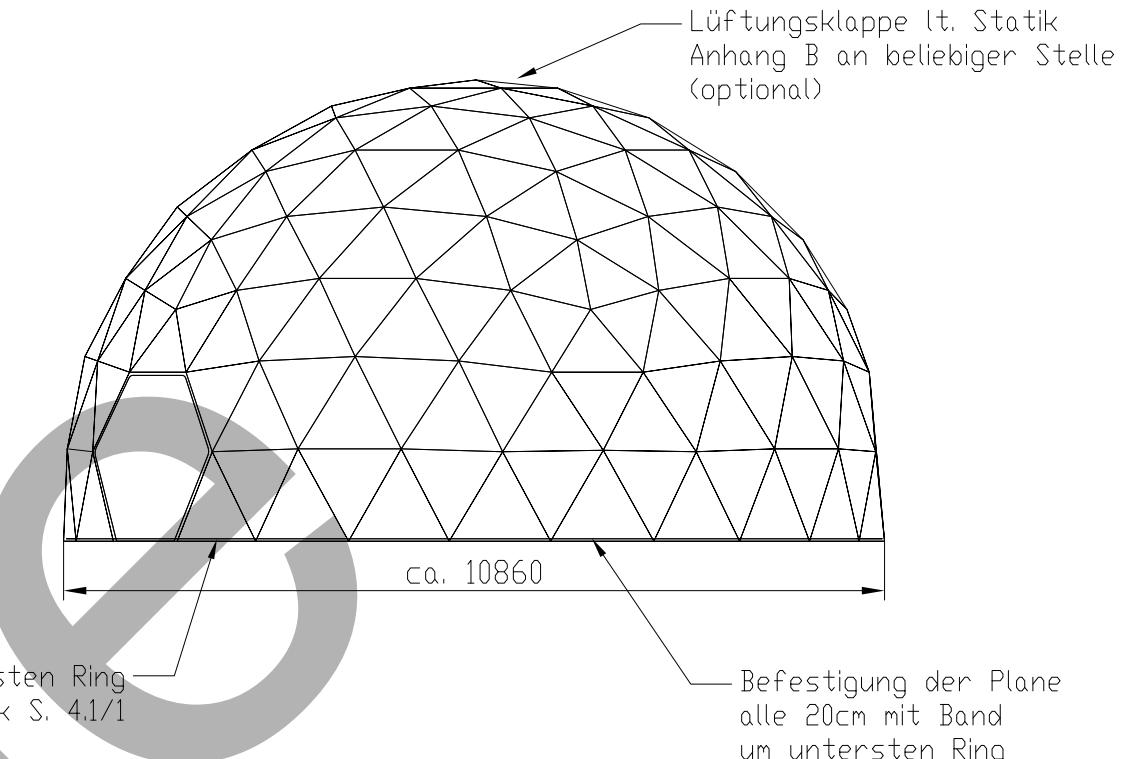
**5 / 1**

Lfd-Nr. 61

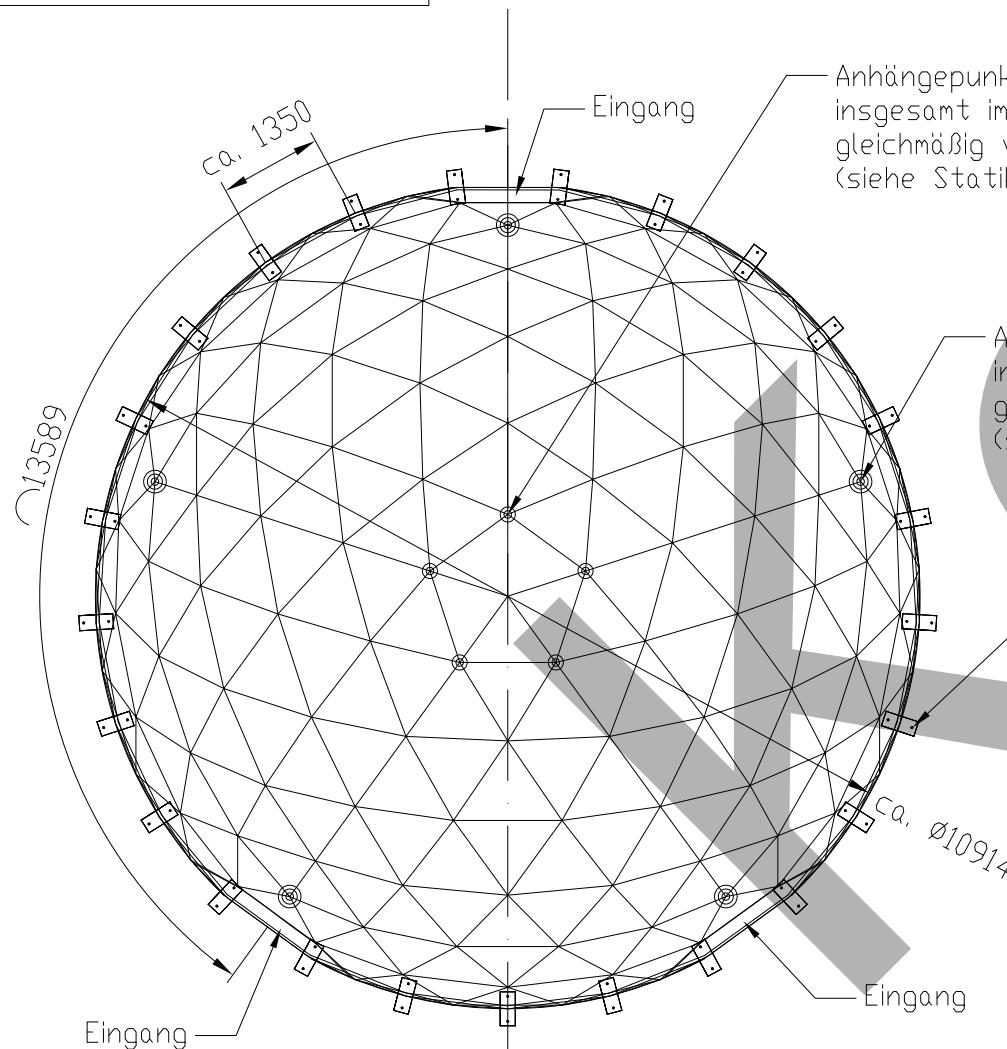


Plane: SAINT CLAIR TEXTILES  
"LAC 650 SL"  
(hier Darstellung ohne Plane)

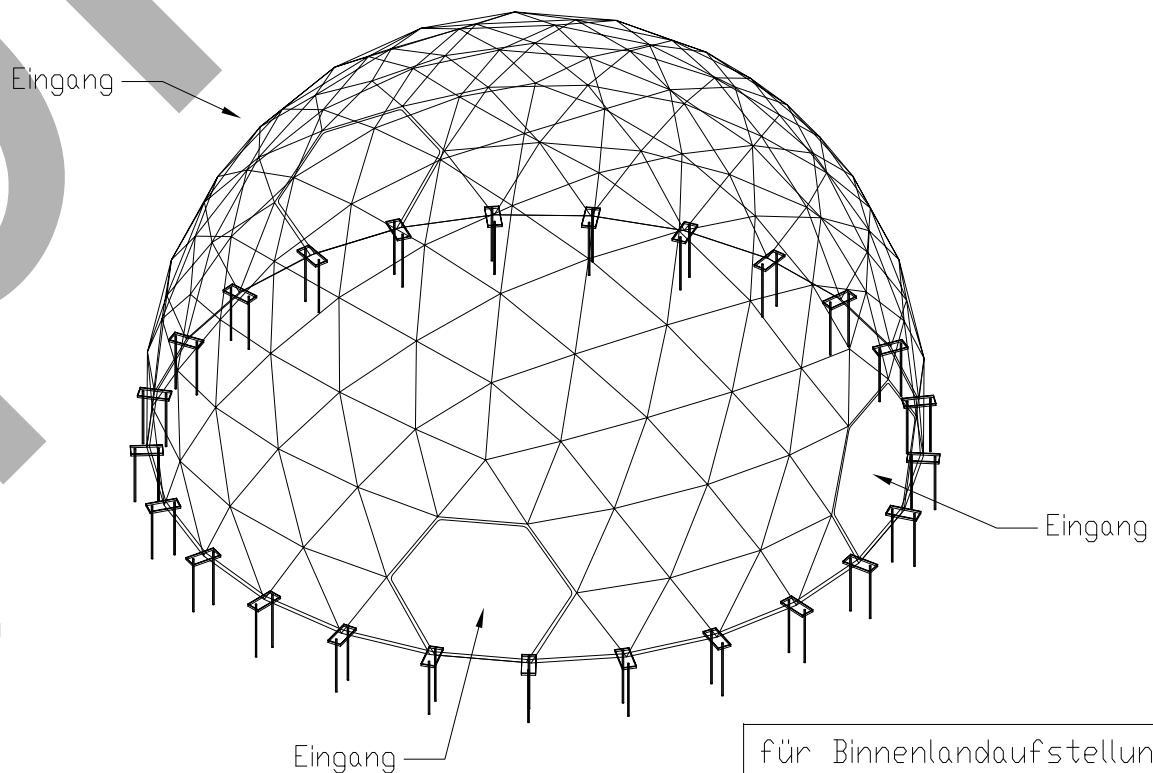
Unterpallung und Verankerung  
nur in der Draufsicht und  
3D-Ansicht dargestellt.



Verstärkung jedes Stabes im untersten Ring  
mit U-Profil lt. Statik S. 4.1/1



je Knotenpunkt im untersten Ring  
2x Stabanker Ø2,5x90 cm  
in Ankerplatte zusammengefaßt  
und mit Unterpallung 20x45x3 cm  
(siehe Statik S. 3.1/1)



Das Urheberrecht an dieser Zeichnung gehört uns, Vervielfältigung ist untersagt, Mitteilung des Zeichnungsinhaltes oder Zugänglichmachung oder Überlassung der Zeichnung an dritte Personen ist nicht gestattet. Die Zeichnung darf zu keinem anderen Zweck, als zu dem, zu dem sie dem Empfänger vertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

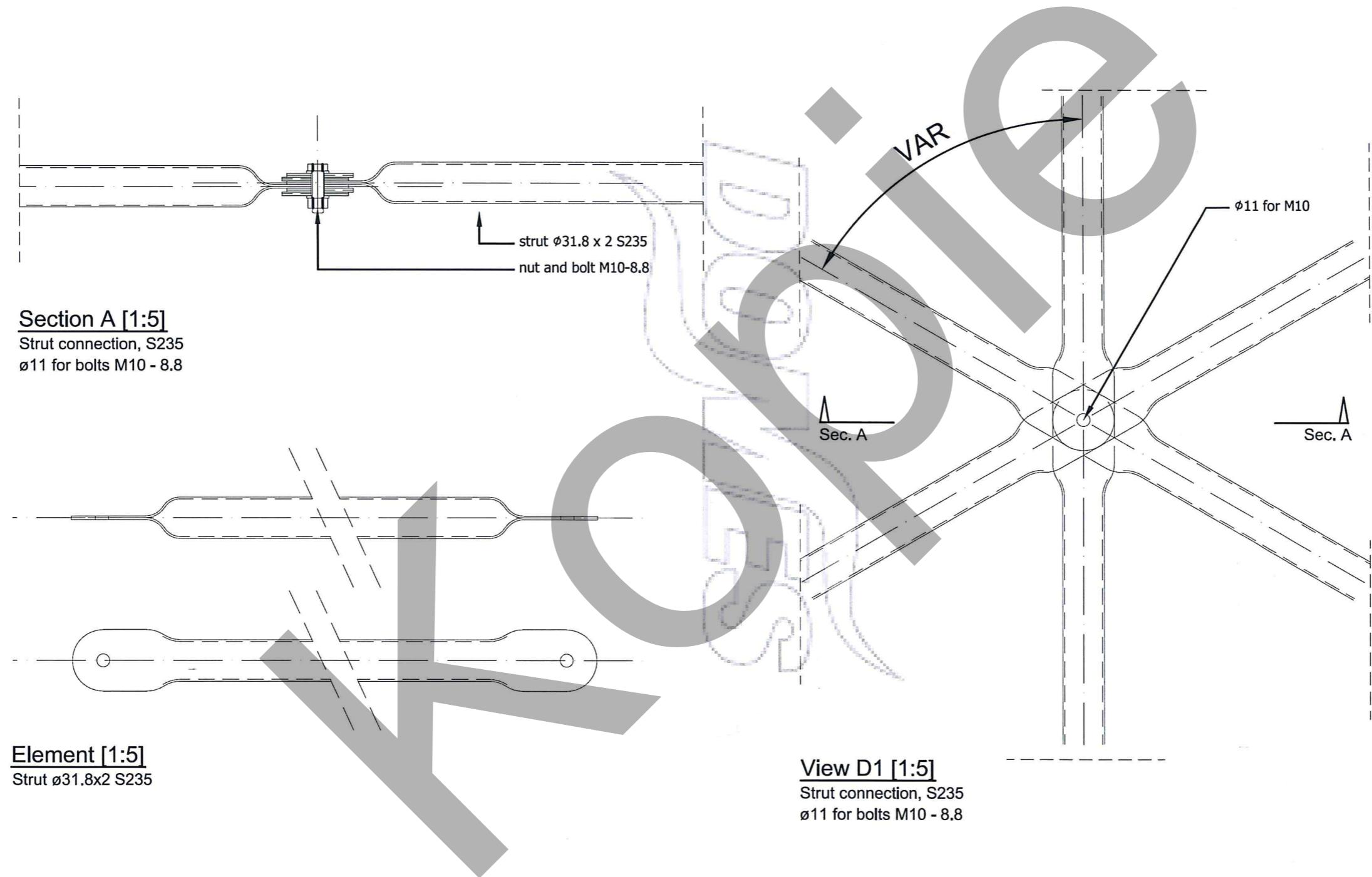
Vor der Fertigung müssen die Unterlagen von einem Prüfamt für Baustatik, das Fliegende Bauten prüfen darf, genehmigt sein.  
Alle Maße sind vom Hersteller und vom Bauherren zu prüfen und freizugeben.

Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH Falkenweg 6 D-97204 Höchberg Tel.: +49 (0) 931 41732340 <a href="http://www.koerner-zs.de">www.koerner-zs.de</a>			Maßstab: 1:100	DIN-A3
Brantjes & Huneck			Geodätische Kuppel d = 11 m Übersicht	
			2024	Datum
			Bearb.	12.03. Gruen
			Gepr.	
Index	Änderung	Datum	Geometrische Toleranzen nach DIN EN 1090	
23078	Lfd-Nr. 62	5_2		

D.4. Detail



Tentboek-11m . 17.04.00403.1 . 24-04-2017



EDITOR: JK DATE: 11.04.17 FILENAME:  
17.01.0114\_11m\_detail\_1

5\_3

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

## Anhang A: Ballastierung

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **Anhang A: Ballastierung**

Seite:

**A / 1**

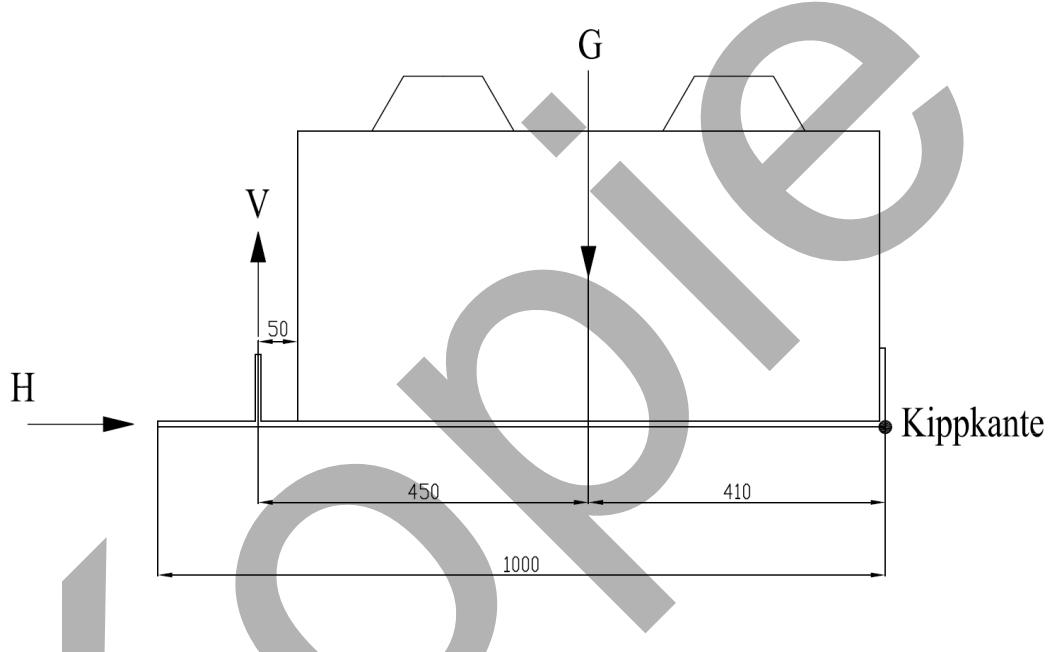
Lfd-Nr. 64



## A.1 Baubeschreibung

Die Lagesicherheit der Kuppel soll alternativ zur Verankerung mit Stabankern auch durch Ballastierung gewährleistet werden können. Hierfür werden an jedem Fußpunkt 825 kg schwere Betongewichte angeordnet, welche über Fußplatten aus Stahl an die Kuppel angeschlossen werden. Zur Erzielung eines ausreichend großen Reibbeiwertes sind Fußplatten und Ballastgewichte mit Holz zu unterpallen.

Die Nachweise der Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit erfolgen nach DIN EN 13782 Kapitel 8.2.



## A.2 Nachweis der Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit

Belastung aus Kuppel (siehe Seite 4.2 / 3 – 5):       $H_{d,max} = 1,49 \text{ kN}$   
 $V_{d,max} = 4,01 \text{ kN}$

Eigengewicht Ballastgewicht:



$$G_{1,k} = 825 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} / \text{s}^2 = 8093 \text{ N} = 8,09 \text{ kN}$$



Eigengewicht Fußplatte (FL 200 x 8):

$$G_{2,k} = 1,0m \cdot 0,20m \cdot 0,008m \cdot 78,5kN / m^3 = 0,13kN$$

#### Kippsicherheit:

$$M_{Rd,stb} = 1,0 \cdot (8,09 + 0,13)kN \cdot 0,41m = 3,37kNm$$

$$M_{Ed,dst} = 4,01kN \cdot (0,45m + 0,41m) = 3,45kNm$$

$$M_{Rd,stb} = 3,37kNm \approx M_{Ed,dst} = 3,45kNm$$

Geringfügige Überschreitung an einem Auflagerpunkt ok.

#### Gleitsicherheit:

Das Betongewicht sowie die Stahlplatte sind mit Holz zu unterpallen. Es ist dafür zu sorgen, dass das Ballastgewicht möglichst spielfrei in der Fußplatte liegt (z.B. durch Verkeilen).

Es wird mit einem Reibbeiwert  $\mu = 0,40$  für Stahl / Holz gerechnet.

$$0,40 \cdot [1,0 \cdot (8,09 + 0,13)kN - 4,01kN] = 1,68kN > 1,49kN$$

#### Abhebesicherheit:

Ohne weiteren Nachweis gegeben.

### A.3 Nachweis der Fußplatte

Gewählt: FL 200 x 8 (S235)

Belastung (siehe Seite 3.4 / 6):

$$V_{d,max} = 5,26 \text{ kN (Zug)}$$

Schnittgrößen:

$$M_{Ed} = 5,26kN \cdot 5,0cm = 26,3kNm$$

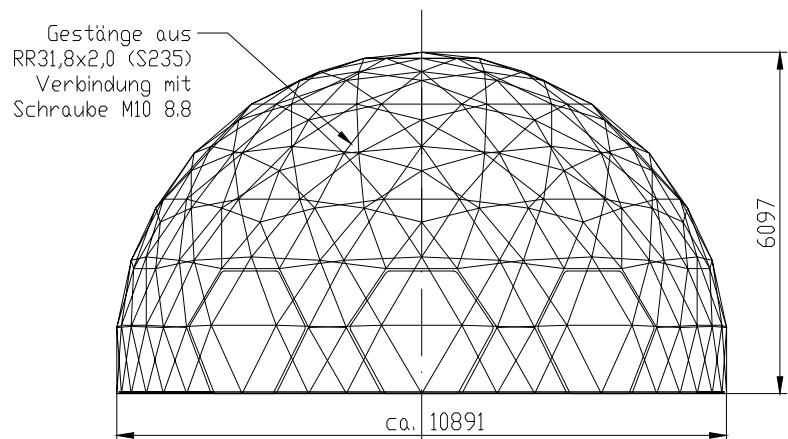
Beanspruchbarkeit:

$$W = \frac{20cm \cdot (0,8cm)^2}{6} = 2,1cm^3$$

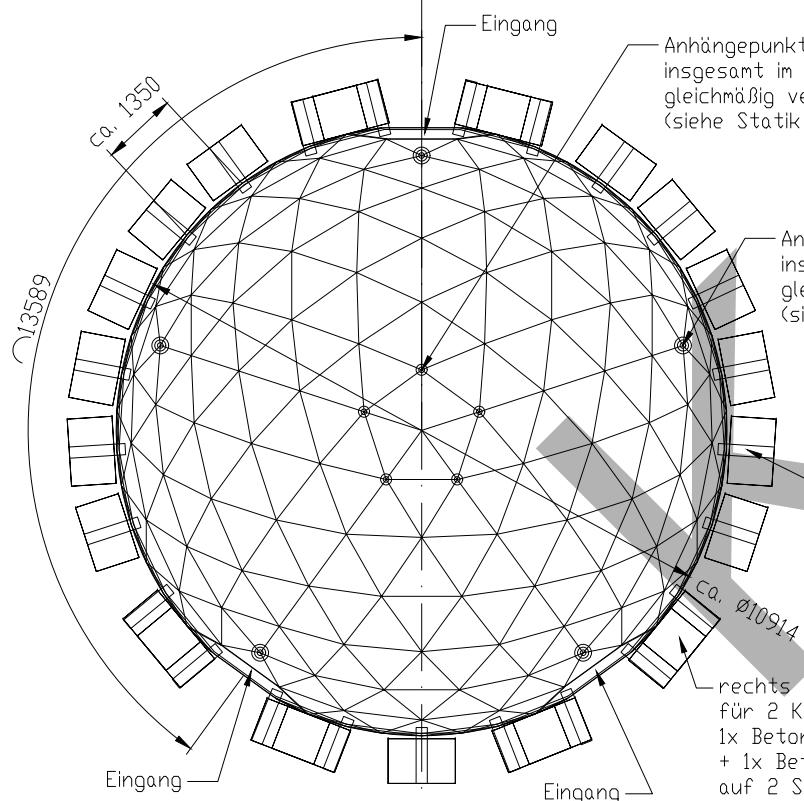
$$M_{c,Rd} = \frac{2,1cm^3 \cdot 23,5kN / cm^2}{1,0} = 49,4kNm$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{26,3kNm}{49,4kNm} = 0,53 < 1$$

Nachweis:



Die angegebenen Ankerlängen verstehen sich für Anker mit gestauchtem Kopf nach DIN EN 13872:2015-06 Zif.9.1b.  
(siehe Kap. 4.2 Statik).

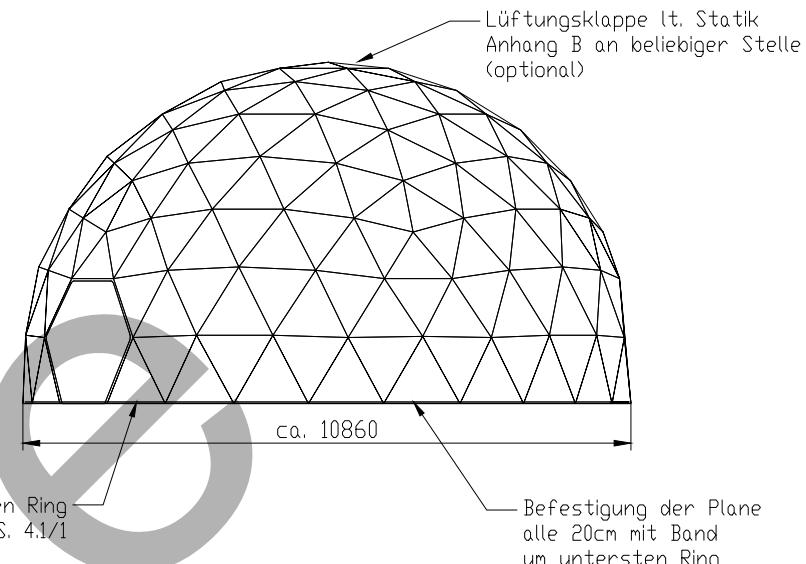


Das Urheberrecht an dieser Zeichnung gehört uns. Vervielfältigung ist untersagt. Mitteilung des Zeichnungsinhaltes oder Zugänglichmachung oder Überlassung der Zeichnung an dritte Personen ist nicht gestattet. Die Zeichnung darf zu keinem anderen Zweck, als zu dem, zu dem sie dem Empfänger vertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

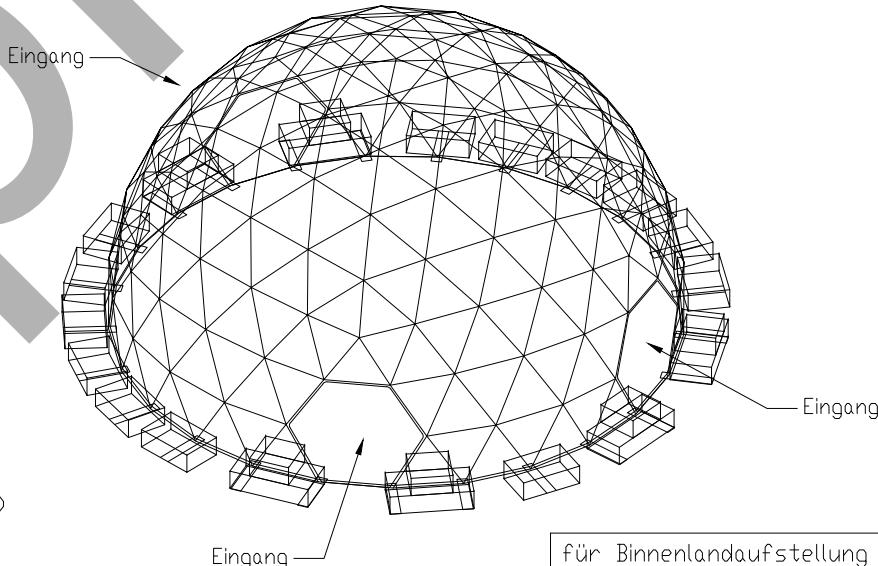
Vor der Fertigung müssen die Unterlagen von einem Prüfamt für Baustatik, das Fliegende Bauten prüfen darf, genehmigt sein.  
Alle Maße sind vom Hersteller und vom Bauherren zu prüfen und freizugeben.

Plane: SAINT CLAIR TEXTILES  
"LAC 650 SL"  
(hier Darstellung ohne Plane)

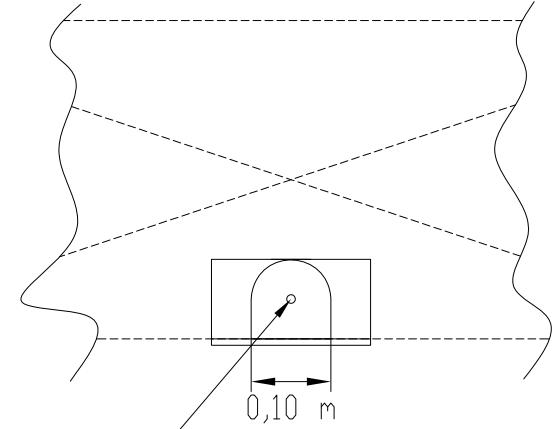
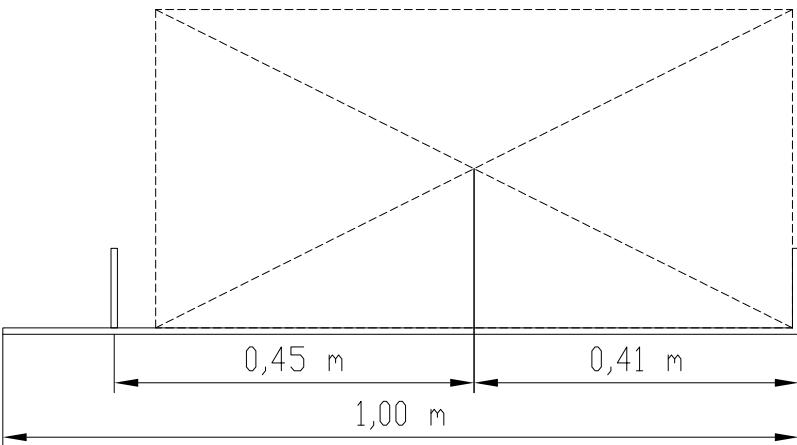
Ballastierung und Unterpallung  
nur in der Draufsicht und  
3D-Ansicht dargestellt.



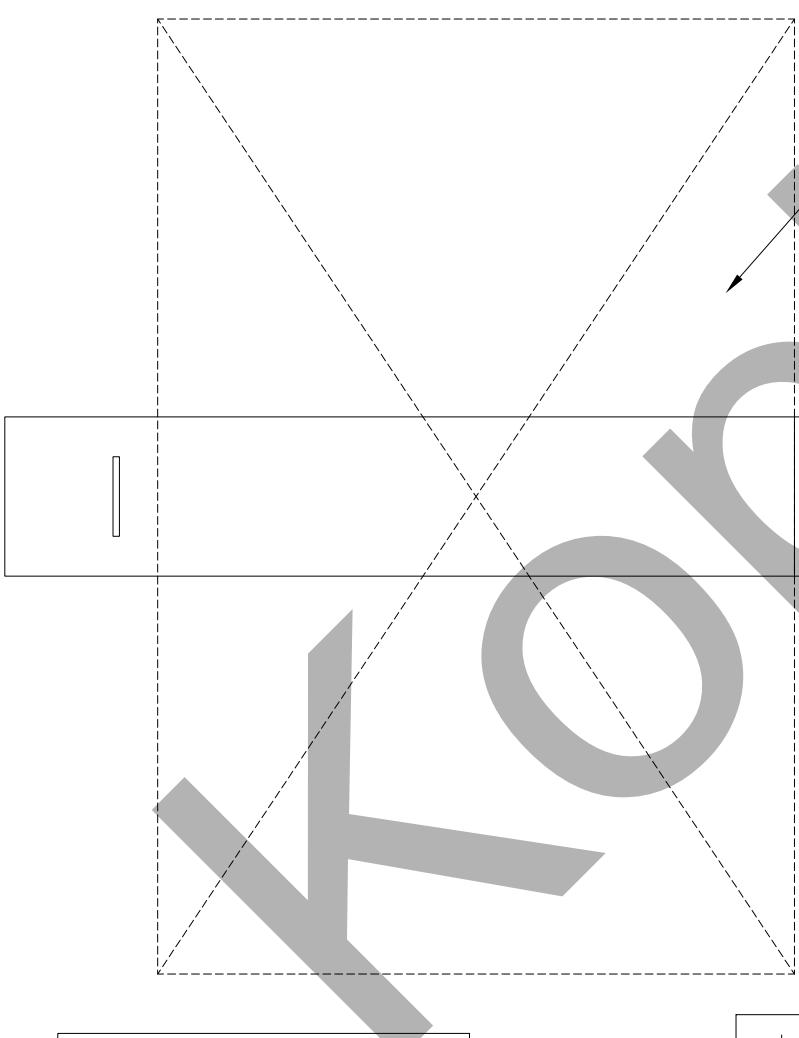
Verstärkung jedes Stabes im untersten Ring  
mit U-Profil lt. Statik S. 4.1/1



Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH			Maßstab: 1:100	DIN-A3
Falkenweg 6 D-97204 Höchberg			Tel.: +49 (0) 931 41732340 www.koerner-zs.de	
	2024	Datum	Name	
	Bearb.	12.03.	Gruen	
	Gepr.			
Das Urheberrecht an dieser Zeichnung gehört uns. Vervielfältigung ist untersagt. Mitteilung des Zeichnungsinhaltes oder Zugänglichmachung oder Überlassung der Zeichnung an dritte Personen ist nicht gestattet. Die Zeichnung darf zu keinem anderen Zweck, als zu dem, zu dem sie dem Empfänger vertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.				
Index	Änderung	Datum	Geometrische Toleranzen nach DIN EN 1090	
23078	Lfd-Nr: 67	A_4		



Bohrung  $\varnothing 11\text{mm}$   
für Schraube M10 8.8



Beispiel Betongewicht 120x80x40cm

Sofern nicht explizit erwähnt S235

alle Bleche  $t=8$

Unterlegmaterial  
Holz  $t = 3\text{ cm}$  unter  
Betongewichten und Stahlplatten  
auf unbefestigtem Boden

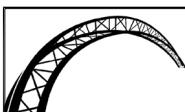
Alle Kanten brechen:  $1 \times 45^\circ$   
Bohrungen senken:  $0,5 \times 45^\circ$

Vor der Fertigung müssen die Unterlagen von einem Prüfamt für Baustatik, das Fliegende Bauten prüfen darf, genehmigt sein.  
Alle Maße sind vom Hersteller und vom Bauherrn zu prüfen und freizugeben.

unbezeichnete Schweißnähte alle durchgehend, bzw. umlaufend  
 $a = \text{mindestens Dicke des schwächeren Bauteiles}$

Für die Schweißarbeiten gilt: Ausführungsklasse nach DIN EN 1090-2 EXC2

Das Urheberrecht an dieser Zeichnung gehört uns, Vervielfältigung ist untersagt, Mitteilung des Zeichnungsinhaltes oder Überlassung der Zeichnung darf zu keinem anderen Zweck, als zu dem, zu dem sie dem Empfänger vertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.



Lothar Körner  
Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH  
Falkenweg 6  
D-97204 Höchberg

Tel.: +49 (0) 931 41732340  
www..koerner-zs.de

Maßstab: 1:10

DIN-A4

Brantjes & Huneck

Geodätische Kuppel  $d = 11\text{ m}$   
Stahlplatte unter Betongewichten

23078

Lfd-Nr. 68

A 5

Index	Änderung	Datum	Geometrische Toleranzen nach DIN EN 1090

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

Kopie

## Anhang B: Lüftungsklappe

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **Anhang B: Lüftungsklappe**

Seite:

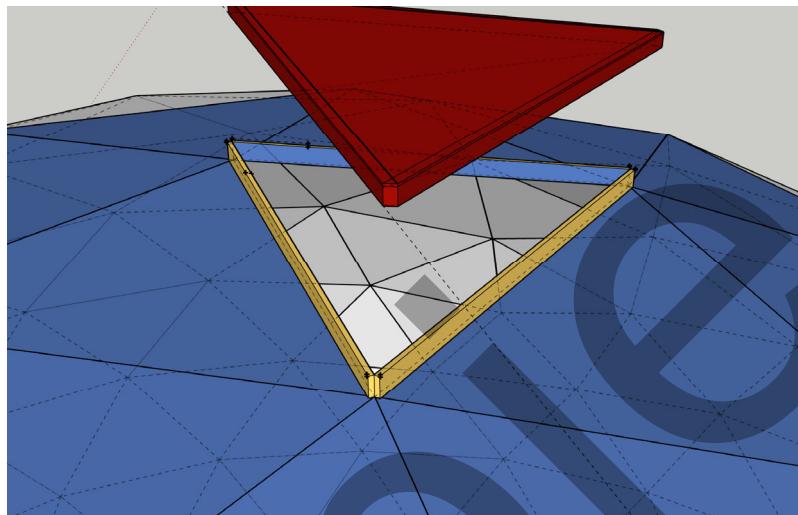
**B / 1**

Lfd-Nr. 69



## B.1 Baubeschreibung

Zur Belüftung des Zeltes soll im obersten Ring eine Lüftungsklappe zum Einsatz kommen. Die Plane wird kontinuierlich an die Berandung der Klappe angeschlossen. Die Klappe ist bei starkem Wind geschlossen zu halten.



## B.2 Nachweise

Die Berandungsprofile der Klappe sind so auszuführen, dass sie die Kräfte aus der Plane aufnehmen können (ohne weiteren Nachweis).

Verfasser:

**Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH**  
Planen · Konstruieren · Berechnen



Bauwerk:

**Geodätische Kuppel d = 11 m**

Auftraggeber:

**Brantjes & Huneck**

Auftragsnr.: 23078

Datum: **06.02.2024**

**Anhang C:  
Allgemeines bauaufsichtliches  
Prüfzeugnis der Plane**

Vorgang : **Statischer Nachweis**

Kapitel : **Anhang C: Prüfzeugnis der Plane**

Seite:

**C / 1**

Lfd-Nr. 71

**Prüfinstitut Hoch**

Lerchenweg 1  
D-97650 Fladungen  
Tel.: 09778-7480-200

hoch.fladungen@t-online.de

www.brandverhalten.de



Prüfinstitut für das Brandverhalten von Bauprodukten, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Hoch  
Bauaufsichtlich anerkannte Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstelle

# P R Ü F Z E U G N I S

## PZ-Hoch-230446

**zum Nachweis des Brandverhaltens nach DIN 4102, Teil 1**



<b>Antragsteller</b>	<b>SAINT CLAIR TEXTILES</b> 415, avenue de Savoie F-38110 Saint Clair de la Tour
<b>Art des Prüfmaterials</b>	-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung, in 3 verschiedenen Farben-
<b>Bezeichnung des Prüfmaterials</b>	„LAC 650 SL“
<b>Probenahme</b>	durch den Antragsteller
<b>Inhalt des Antrags</b>	Prüfung auf Entflammbarkeit zur Einreichung in die Baustoffklasse B1 "schwerentflammbar" nach DIN 4102, Teil 1
<b>Geltungsdauer des Prüfzeugnisses</b>	30.04.2028
<b>Ergebnis</b>	<b>Das geprüfte Produkt erfüllt in beliebiger Farbe freihängend oder im Abstand größer 40 mm zu gleichen oder anderen flächigen Baustoffen, die Anforderungen der Baustoffklasse B1 für schwerentflammbare Baustoffe nach DIN 4102, Teil 1 (Mai 1998).</b>

Das Prüfzeugnis umfasst 5 Seiten und 7 Anlagen.

Hinweis: Falls der o.g. Baustoff nicht als Bauprodukt gemäß MBO § 2, Abs. 9, Ziffer1, verwendet wird, ist ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis nicht erforderlich.

Dieses Prüfzeugnis gilt nicht, wenn der geprüfte Baustoff als Bauprodukt im Sinne der Landesbauordnungen verwendet wird (MBO § 17, Abs. 3).

Dieses Prüfzeugnis ersetzt nicht einen gegebenenfalls notwendigen baurechtlichen / bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis nach Landesbauordnung. Dieser ist zu führen durch:

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder durch
- ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis oder durch
- eine Zustimmung im Einzelfall

Im bauaufsichtlichen Verfahren kann dieses Prüfzeugnis als Grundlage dienen

- bei geregelten Bauprodukten für die vorgeschriebenen Übereinstimmungsnachweise
- bei nicht geregelten Bauprodukten für die erforderlichen Verwendbarkeitsnachweise.

Das Prüfzeugnis darf ohne vorherige Zustimmung der Prüfstelle nur innerhalb des Geltungszeitraumes und nur nach Form und Inhalt unverändert veröffentlicht oder vervielfältigt werden.



## 1. Beschreibung des Versuchsmaterials im Anlieferungszustand

**PN 36832:** „**LAC 650 SL**“ **Farbe: schwarz**

-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung-

Seite A: glatter

Von der Prüfstelle ermittelte Kennwerte:

Dicke ≈ 0,54 mm / Flächengewicht ≈ 684 g/m<sup>2</sup>

**PN 36833:** „**LAC 650 SL**“ **Farbe: weiß**

-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung-

Seite A: glatter

Von der Prüfstelle ermittelte Kennwerte:

Dicke ≈ 0,55 mm / Flächengewicht ≈ 686 g/m<sup>2</sup>

**PN 36834:** „**LAC 650 SL**“ **Farbe: orange**

-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung-

Seite A: glatter

Von der Prüfstelle ermittelte Kennwerte:

Dicke ≈ 0,55 mm / Flächengewicht ≈ 689 g/m<sup>2</sup>

Weitere Angaben zur Zusammensetzung des geprüften Baustoffes liegen der Prüfstelle nicht vor. Muster sind hinterlegt.

## 2. Herstellung und Vorbehandlung der Proben

Aus dem Material wurden Proben mit den Abmessungen 1000 mm x 190 mm zur Beflammlung im Brandschacht herausgeschnitten.

Die Proben wurden in einem Klima 23/50 bis zur Gewichtskonstanz gelagert.

## 3. Probenanordnung -freihängend-

#6324:	Seite A in Kettrichtung	orange
#6325:	Seite B in Kettrichtung	orange
#6326:	Seite B in Schussrichtung	orange
#6327:	Seite B in Schussrichtung	schwarz
#6328:	Seite B in Schussrichtung	weiß

## 4. Prüfdatum KW 14 in 2023

**5. Versuchsergebnisse**

Die Prüfung erfolgte gemäß DIN 4102 (Mai 1998)

Zeilen Nr.	Messwert-Art	Messwert für Probekörper					Dimension
		#6324	#6325	#6326	#6327	#6328	
Beflam -mung	Seite Richtung	Seite A Kette	Seite B Kette	Seite B Schuss	Seite B Schuss	Seite B Schuss	
	<b>Farbe des Gewebes</b>		orange		schwarz	weiß	
1	<u>Nr. Probenanordnung</u> gem. DIN 4102/T15, Tab. 1	1	1	1	1	1	
2	<u>Maximale Flammenhöhe über</u> Probenunterkante	70	70	70	70	70	
3	Zeitpunkt <sup>1)</sup>	0:13	0:11	0:12	0:10	0:11	cm min:s
4	<u>Durchschmelzen / Durchbrennen</u> Zeitpunkt <sup>1)</sup>	0:14	0:12	0:08	0:11	0:13	min:s
5	<u>Feststellungen a. d. Probenrückseite</u> Flammen/Glimmen	--	--	--	--	--	
6	Zeitpunkt <sup>1)</sup> Verfärbungen	J.	J.	J.	J.	J.	min:s
7	Zeitpunkt <sup>1)</sup> <u>Brennendes Abtropfen</u>	J.	J.	J.	J.	J.	
8	Beginn <sup>1)</sup> <u>Umfang</u>						
9	vereinzelt abtropfendes Probenmaterial <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
10	stetig abtropfendes Probenmaterial <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
11	<u>Brennend abfallende Probenteile</u>	J.	J.	J.	J.	J.	
12	Beginn <sup>1)</sup> <u>Umfang</u>						
13	vereinzelt abfallende Probenteile <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
14	stetig abfallende Probenteile <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
15	<u>Dauer des Weiterbrennens auf dem</u> <u>Siebboden (max.)</u>	J.	J.	J.	J.	J.	min:s
16	<u>Beeinträchtigung der Brennerflamme</u> <u>durch abtropfendes/abfallendes Material:</u> Zeitpunkt <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	J.	min:s
17	<u>Ende des Brandgeschehens an</u> <u>den Proben</u> <sup>1)</sup>	6:54	2:23	1:18	1:38	2:40	min:s
18	Zeitpunkt d. ggf. erfolgten						
19	<u>Versuchsabbruchs</u> <sup>1)</sup>						
20	<u>Nachbrennen nach Versuchsende</u>						
21	Dauer <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	J.	min:s
22	Anzahl der Proben	--	--	--	--	--	
23	Probenvorderseite <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
	Probenrückseite <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
	Flammenlänge	--	--	--	--	--	cm
	<u>Nachglimmen nach Versuchsende</u>						
22	Dauer <sup>1)</sup>	--	--	--	--	--	min:s
23	Anzahl der Proben	--	--	--	--	--	
	Ort des Auftretens	--	--	--	--	--	



Zeilen Nr.	Messwert-Art	Messwert für Probekörper					Dimension
		#6324	#6325	#6326	#6327	#6328	
	Versuchs-Nr.						
Beflam -mung	Seite Richtung	Seite A Kette	Seite B Kette	Seite B Schuss	Seite B Schuss	Seite B Schuss	
24	Untere Probenhälfte <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
25	Obere Probenhälfte <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
26	Probenvorderseite <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
27	Probenrückseite <sup>2)</sup>	--	--	--	--	--	
28	Rauchdichte $\leq 400\% * \text{min}$	49	57	35	37	33	% * min
29	$> 400\% * \text{min}^4)$	--	--	--	--	--	% * min
30	Diagramm in Anlage Nr.	1	2	3	4	5	
31	<u>Restlängen:</u> Einzelwerte <sup>3)</sup>	Probe 1 Probe 2 Probe 3 Probe 4	57 55 60 66	54 58 52 59	54 55 55 54	52 53 51 55	cm cm cm cm
32	Mittelwert Einzelversuch <sup>3)</sup>	60	56	55	53	53	cm
33	Foto des Probekörpers in Anlage Nr.	1	2	3	4	5	
	<u>Rauchgastemperatur</u>						
34	Maximum des Mittelwertes	115	115	108	107	104	°C
35	Zeitpunkt <sup>1)</sup>	09:45	09:42	07:18	09:57	09:36	min:s
36	Diagramm in der Anlage Nr.	1	2	3	4	5	
37	Bemerkungen: keine						

1) Zeitangaben ab Versuchsbeginn

2) Zutreffendes angekreuzt

3) Bei Feuerschutzmitteln Angaben von Trägerplatte/Schaumschicht getrennt.

4) sehr starke Rauchentwicklung





## 6. Erläuterungen zur Versuchsdurchführung

Aufgrund der Restlängen von größer 45 cm wurde auf die Durchführung von weiteren Prüfungen im Brandschacht verzichtet.

## 7. Zusammenfassung der Ergebnisse und ergänzende Feststellung zum Brandverhalten

Zeilen Nr.	Messwert-Art	Messwert für Probekörper					Dimension
		Versuchs-Nr.	#6324	#6325	#6326	#6327	
Beflam-mung	Seite Richtung	Seite A Kette	Seite B Kette	Seite B Schuss	Seite B Schuss	Seite B Schuss	
	Farbe des Gewebes		orange		schwarz	weiß	
1	Mittlere Restlänge	60	56	55	53	53	cm
2	Max. mittlere Rauchgastemperatur	115	115	108	107	104	°C
3	Rauchdichte	49	57	35	37	33	%min
4	Bemerkungen: -keine-						

Nach DIN 4102 Teil1 müssen schwerentflammable Baustoffe auch die Anforderungen der Baustoffklasse B2 erfüllen.

Gemäß zusätzlicher Prüfungen im Brennkasten ist dies der Fall (siehe Anlage 6 & 7).

## 8. Besondere Hinweise

- Die genannten Ergebnisse gelten nur für den in Abschnitt 1 beschriebenen Baustoff. Im Verbund mit zusätzlichen Materialien (Beschichtung, Untergrund) kann sich das Brandverhalten ändern.
- Dieses Prüfzeugnis gilt nicht als Nachweis des Brandverhaltens nach Bewitterung im Freien.
- Dieses Prüfungszeugnis gilt nicht, wenn der geprüfte Baustoff als Bauprodukt im Sinne der Landesbauordnungen verwendet wird (MBO § 17, Abs. 3).
- Das Prüfzeugnis ist kein Ersatz für eine bauaufsichtliche Zulassung oder ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis. Es wird unbeschadet eventueller Rechte Dritter erteilt.
- Im bauaufsichtlichen Verfahren kann dieses Prüfungszeugnis als Grundlage dienen
  - bei geregelten Bauprodukten für die vorgeschriebenen Übereinstimmungsnachweise
  - bei nicht geregelten Bauprodukten für die erforderlichen Verwendbarkeitsnachweise.
- Die Erläuterungen in DIN 4102-1, Anhang D, insbesondere zur Fremdüberwachung, sind besonders zu beachten.

## 9. Geltungsdauer

Dieses Prüfzeugnis gilt bis zum auf der Seite 1 genannten Zeitpunkt, falls sich die Prüfvorschriften und Beurteilungsgrundlagen, dem Stand der Technik folgend, nicht vorzeitig ändern.

Fladungen, den 18.04.2023

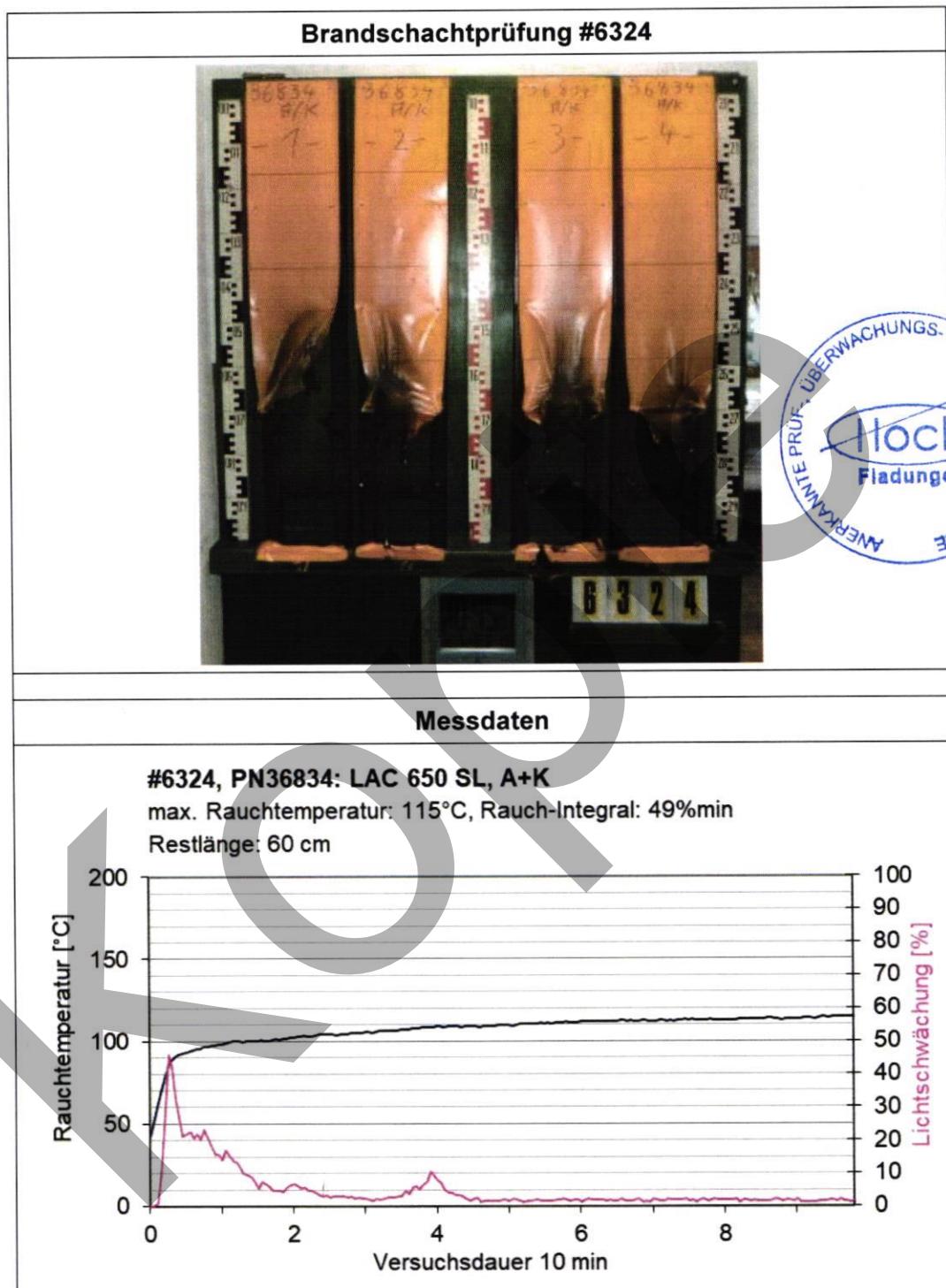
Sachbearbeiter:

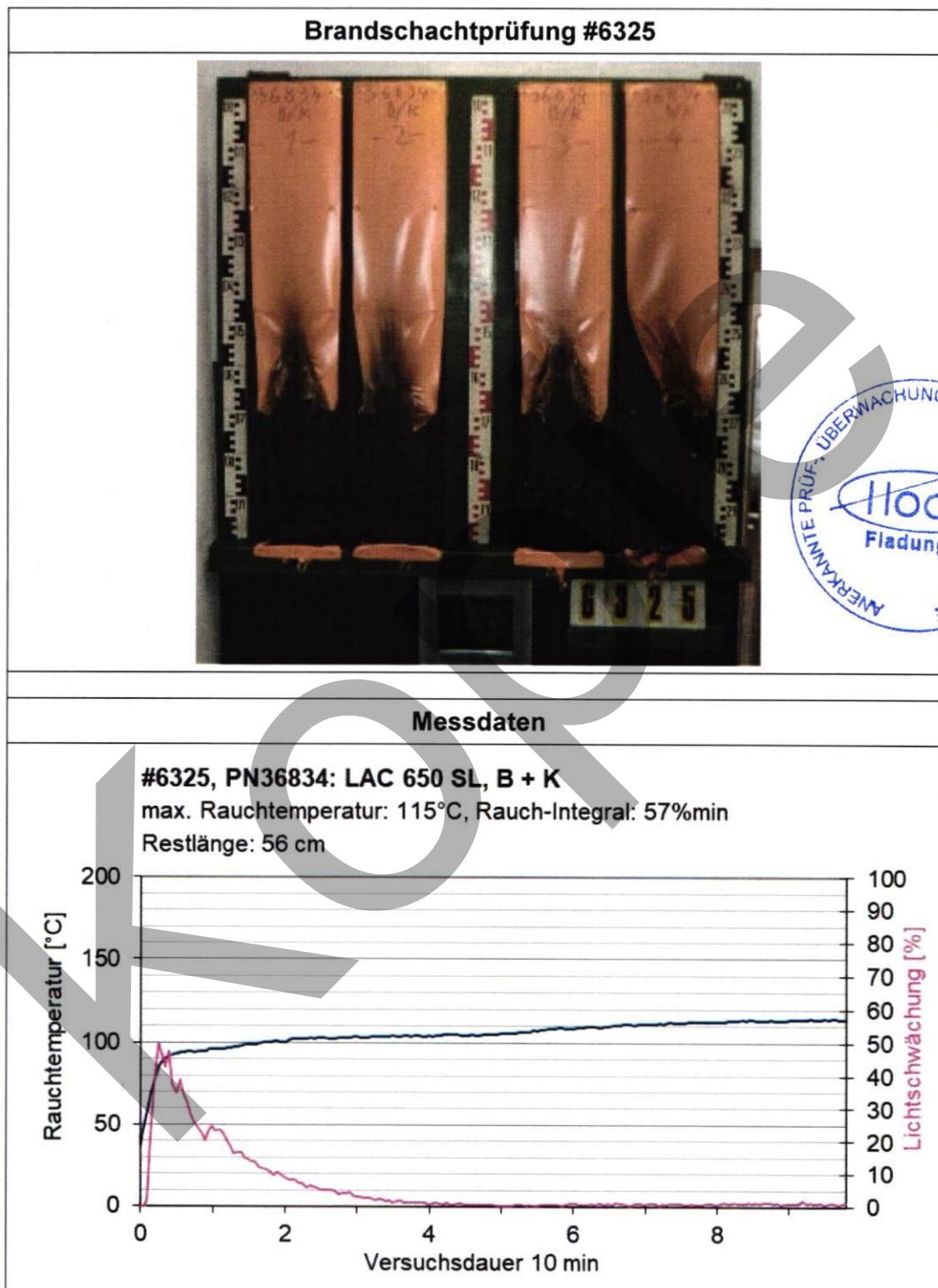
(Dipl.-Ing.(FH) Jürgen Hammer)

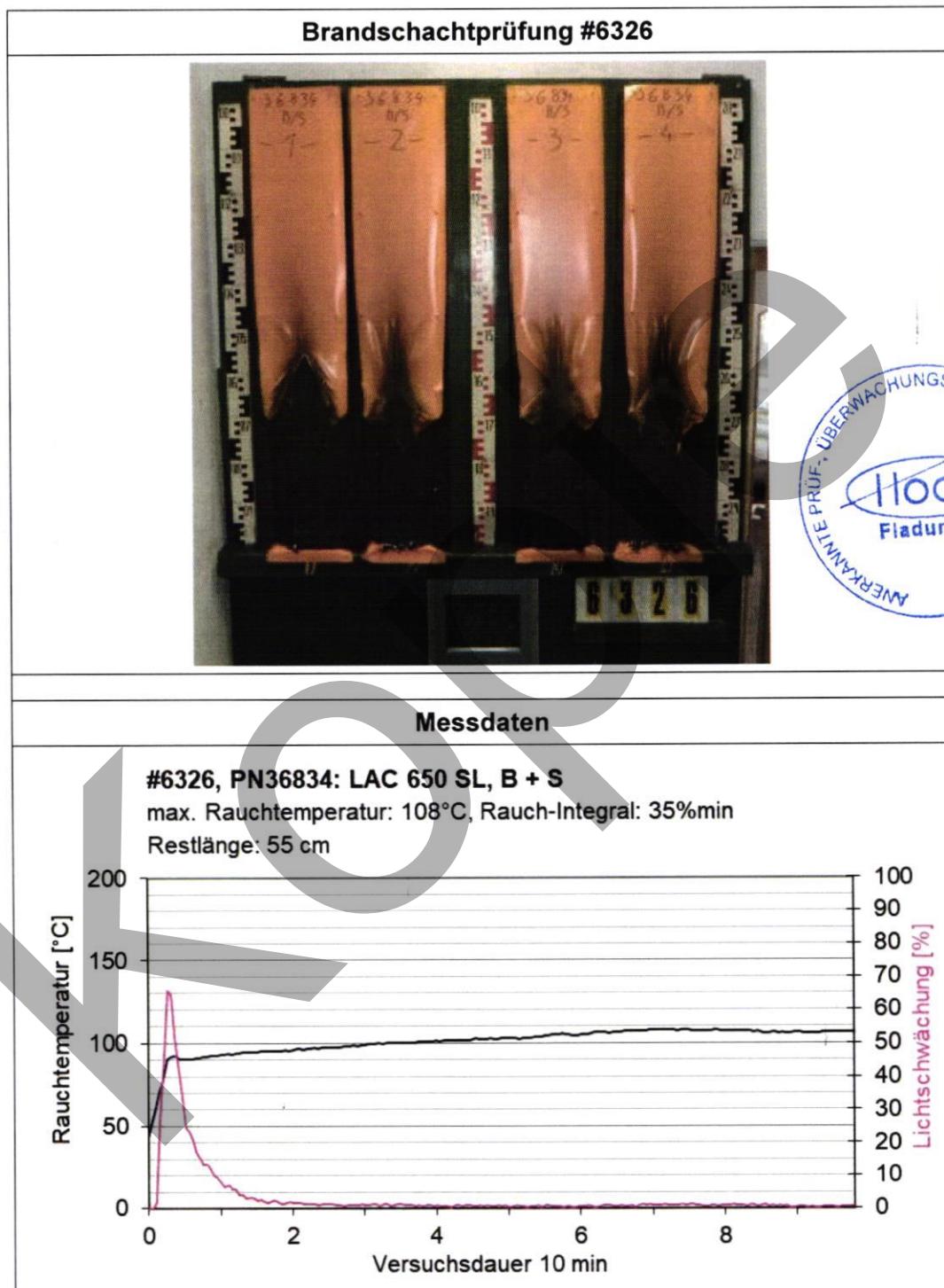
Leiter der Prüfstelle:

(Dipl.-Ing.(FH) Andreas Hoch)

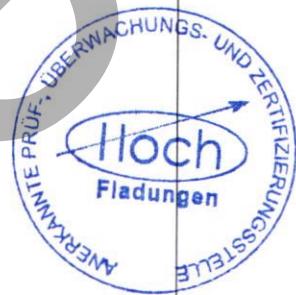
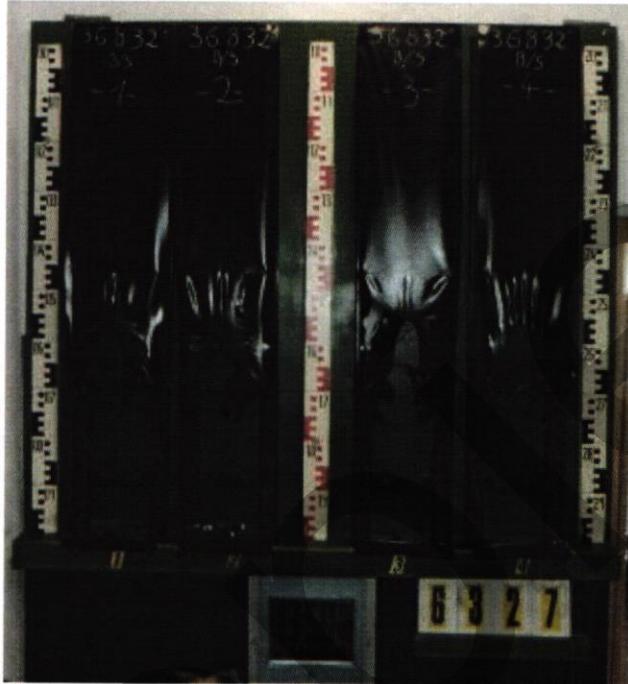






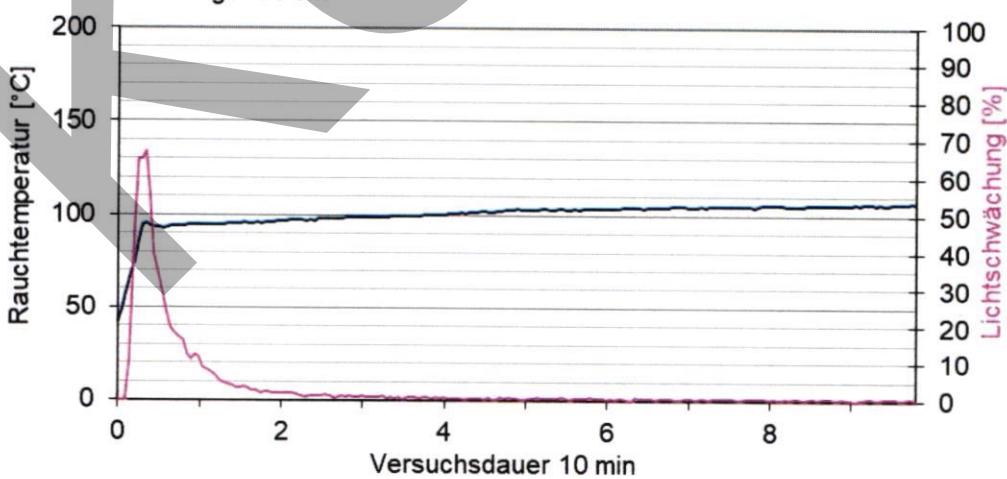


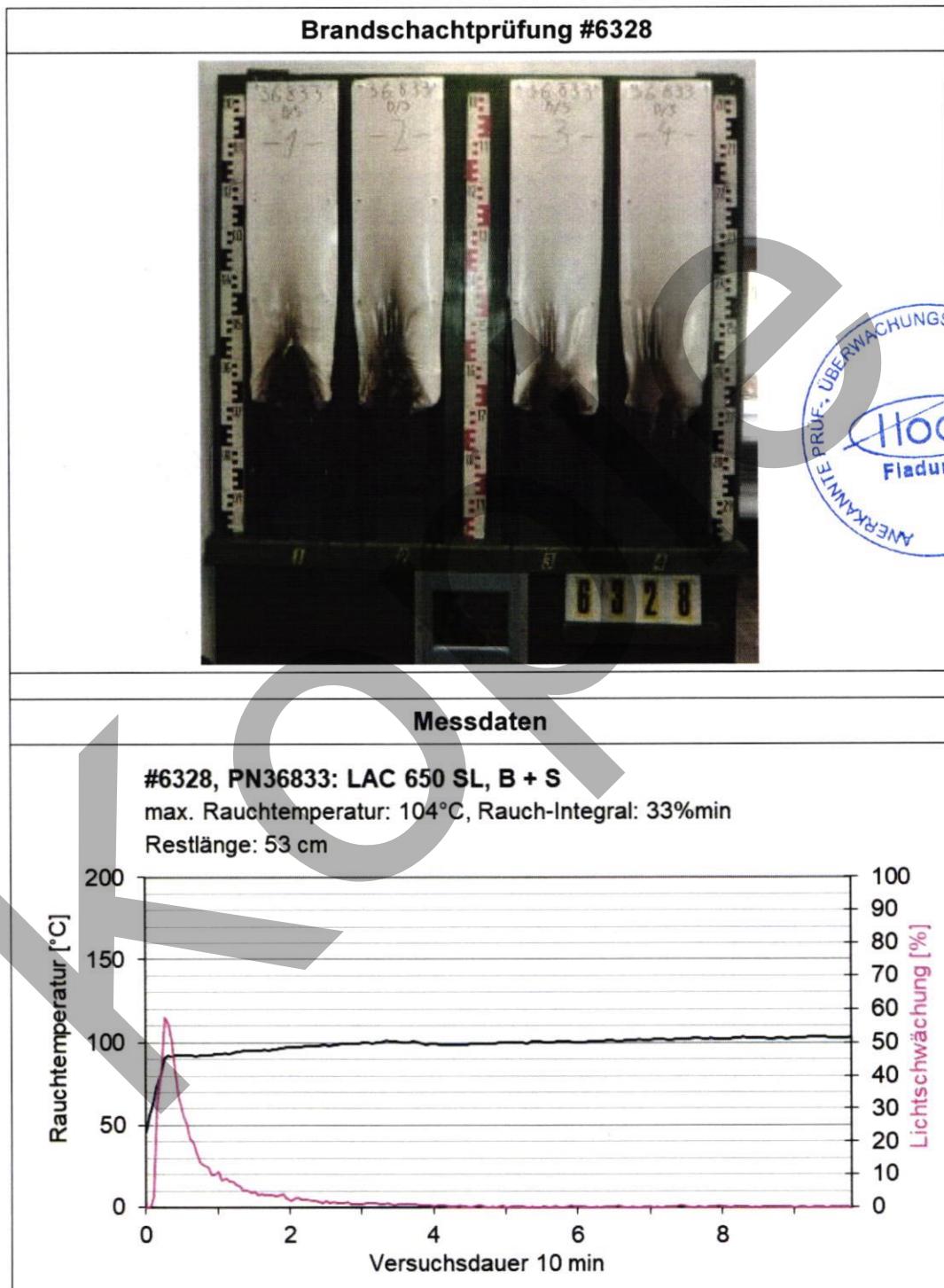
Brandschachtprüfung #6327



Messdaten

#6327, PN36832: LAC 650 SL, B + S  
max. Rauchtemperatur: 107°C, Rauch-Integral: 37%min  
Restlänge: 53 cm





**Prüfung auf Normalentflammbarkeit**  
**Einreihung in die Baustoffklasse B2 nach DIN 4102**

**1. Beschreibung des Versuchsmaterials im Anlieferungszustand** s. Seite 2

**2. Herstellung und Vorbehandlung der Proben**

Aus dem Material wurden Proben für den Kanten- und Flächentest herausgeschnitten.

Die Proben wurden in einem Klima 23/50 bis zur Gewichtskonstanz gelagert.

**3. Probenanordnung**

-Freihängend - Beflamming der Seite A und B in Kett- und Schussrichtung

**4. Prüfdatum** KW 14 in 2023

**5. Versuchsergebnisse**

PN 36834: Beflamming Seite A in Schussrichtung	Kantenbeflamming						Flächenbeflamming						Dim
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Proben Nr.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Entzündung <sup>1)</sup>	1	1	1	1	1	--	4	--	--	--	--	--	/.
Erreichen d. Messmarke <sup>1)2)</sup>	./.	./.	./.	./.	./.	--	./.	--	--	--	--	--	s
max. Flammenhöhe	12	11	10	10	11	--	10	--	--	--	--	--	cm
Zeitpunkt	11	13	10	8	11	--	13	--	--	--	--	--	/.
Selbstverlöschen der Flammen <sup>1)</sup>	18	17	16	16	17	--	16	--	--	--	--	--	
Ende des Glimmens <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	./.	./.	--	./.	--	--	--	--	--	s
Flammen wurden gelöscht nach <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	./.	./.	--	./.	--	--	--	--	--	s
Rauchentwicklung (visuell)	stark						stark						
Brennendes Abtropfen innerhalb 20 s <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	./.	./.	--	./.	--	--	--	--	--	s
<b>Das Material ist ausgebrannt/zerstört bis max. B 2 cm H 6 cm.</b>													

PN 36834: Zusatzprüfungen	Kantenbeflamming						Flächenbeflamming						Dim
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Proben Nr.	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Probenanordnung (Seite / Richtung)	A/K	B/K	B/S	--	--	--	A/K	B/K	A/S	--	--	--	
Entzündung <sup>1)</sup>	1	1	1	--	--	--	3	3	3	--	--	--	/.
Erreichen d. Messmarke <sup>1)2)</sup>	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
max. Flammenhöhe	11	12	12	--	--	--	5	5	9	--	--	--	cm
Zeitpunkt	12	13	12	--	--	--	8	9	14	--	--	--	/.
Selbstverlöschen der Flammen <sup>1)</sup>	17	17	16	--	--	--	15	15	16	--	--	--	/.
Ende des Glimmens <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
Flammen wurden gelöscht nach <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
Rauchentwicklung (visuell)	stark						mäßig						
Brennendes Abtropfen innerhalb 20 s <sup>1)</sup>	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
<b>Das Material ist ausgebrannt/zerstört bis max. B 7 cm H 7 cm.</b>													

<sup>1)</sup>Zeitangaben ab Versuchsbeginn

<sup>2)</sup>innerhalb 20 Sekunden

-/- kein Auftreten des Ereignisses

-- keine Angabe K: Kette / S: Schuss

PN 36833: Zusatzprüfungen	Kantenbeflammmung						Flächenbeflammmung						Dim
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Proben Nr.													
Probenanordnung (Seite / Richtung)	A/K	B/K	A/S	B/S	--	--	A/K	B/K	A/S	B/S	--	--	
Entzündung <sup>1)</sup>	1	1	1	1	--	--	3	3	4	4	--	--	J.
Erreichen d. Messmarke <sup>1)2)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
max. Flammenhöhe	10	9	10	10	--	--	6	6	8	5	--	--	cm
Zeitpunkt	10	9	10	11	--	--	11	9	14	9	--	--	J.
Selbstverlöschen der Flammen <sup>1)</sup>	16	18	15	17	--	--	15	15	16	15	--	--	J.
Ende des Glimmens <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Flammen wurden gelöscht nach <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Rauchentwicklung (visuell)	stark						stark						
Brennendes Abtropfen innerhalb 20 s <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Das Material ist ausgebrannt/zerstört bis max. B 2 cm H 6 cm.													

PN 36832: Zusatzprüfungen	Kantenbeflammmung						Flächenbeflammmung						Dim
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Proben Nr.													
Probenanordnung (Seite / Richtung)	A/K	B/K	A/S	B/S	--	--	A/K	B/K	A/S	B/S	--	--	
Entzündung <sup>1)</sup>	1	1	1	1	--	--	3	2	2	2	--	--	J.
Erreichen d. Messmarke <sup>1)2)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
max. Flammenhöhe	10	9	10	10	--	--	5	5	5	10	--	--	cm
Zeitpunkt	9	12	10	13	--	--	9	8	8	14	--	--	J.
Selbstverlöschen der Flammen <sup>1)</sup>	17	15	16	16	--	--	15	15	15	15	--	--	J.
Ende des Glimmens <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Flammen wurden gelöscht nach <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Rauchentwicklung (visuell)	stark						mäßig						
Brennendes Abtropfen innerhalb 20 s <sup>1)</sup>	J.	J.	J.	J.	--	--	J.	J.	J.	J.	--	--	s
Das Material ist ausgebrannt/zerstört bis max. B 2 cm H 8 cm.													

<sup>1)</sup> Zeitangaben ab Versuchsbeginn

<sup>2)</sup> innerhalb 20 Sekunden

-/- kein Auftreten des Ereignisses

-- keine Angabe K: Kette / S: Schuss

6. **Bemerkungen und Erläuterungen zur Versuchsdurchführung** -keine-

7. **Beurteilung bezüglich brennenden Abtropfens/Abfallens** -

Das geprüfte Produkt zeigt kein brennendes Abtropfen / Abfallen.

# LAC 650 SL

## Technisches Datenblatt

Empfohlene Anwendungen : Pergolas, Schutzdächer für Terrassen, Sonnensegel, Festzelte, Glamping,  
Flexible Rolttoren

Eigenschaften	Messwerte		Einheiten	Normen
	Kette	Schuss		
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>				
Trägergewebe	1100 dTex PES HT			
	990 den			
Beschichtung	PVC Lowick beschichtet beidseitig			
Ausstattung	Lackierung Cleangard beidseitig			
Gewicht	680	g/m <sup>2</sup>		ISO 3801
Breiten	250 250 250 300 300 300	cm		
Schnittlängen	30 60 250 30 60 250	ml		
<b>Widerstandsfähigkeit des Stoffs</b>				
Reissfestigkeit	260	250	daN/5cm	NF EN ISO 1421
Weiterreissfestigkeit	32	28	daN	DIN 53.363
Haftung	8	daN/5cm		NF EN ISO 2411
Verbleibende Verformung	<1	<2	%	NF EN 15619
Dehnung unter Last	<0.4	<0.8	%	NF EN 15619
Kälte-Beständigkeit	-30	°C		NF EN 1876-2
Wärme-Beständigkeit	70	°C	[24h]	
Brandklasse	M2			NF P 92 503
	B1			DIN 4102
	BS			BS 7837
	B-s2-d0			Euroclasses EN 13501-1
	NFPA 701			NFPA 701
	CSFM Title19			CSFM Title 19



## SAINT CLAIR TEXTILES

415, avenue de Savoie  
F-38110  
Saint-Clair-de-la-Tour  
Tel. (+33) 04 74 83 51 00  
Fax (+33) 04 74 83 51 01  
[www.saintclairtextiles.com](http://www.saintclairtextiles.com)

