



LOTHAR KÖRNER
INGENIEURBÜRO FÜR TRAGWERKSPLANUNG GMBH
Planen · Konstruieren · Berechnen

Falkenweg 6
D-97204 Höchberg

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

Statischer Nachweis

Auftragsnr.: 23078

Projekt:

Geodätische Kuppel
D = 11 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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> </div> <div data-bbox="574 1008 1141 1086" data-label="Section-Header"> <h1>0 Inhaltsverzeichnis</h1> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 0 Inhaltsverzeichnis	<div data-bbox="901 2094 1125 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: 0 / 1 </div> <div data-bbox="1428 2139 1532 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 2 </div>

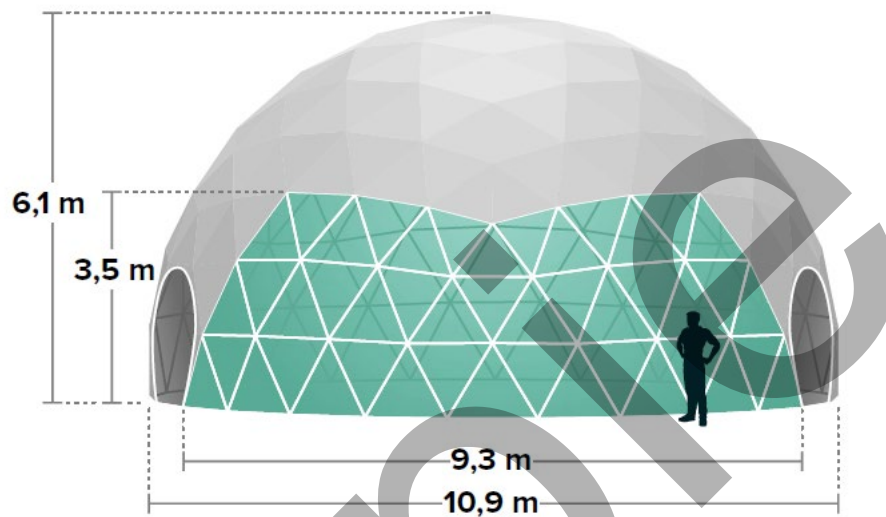
Verfasser: Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH Planen · Konstruieren · Berechnen		
Bauwerk: Geodätische Kuppel d = 11 m		Datum: 06.02.2024
Auftraggeber: Brantjes & Huneck		
Auftragsnr.: 23078		
<div>Seite:</div> <div>0 / 1-2</div> <div>1 / 1</div> <div>1.1 Baubeschreibung1.1 / 1</div> <div>1.2 Berechnungsgrundlagen1.2 / 1</div> <div>1.3 Baustoffe1.3 / 1</div> <div>2 Belastungsannahmen2 / 1</div> <div>2.1 Eigenlasten2.1 / 1</div> <div>2.2 Ersatzlast2.2 / 1</div> <div>2.3 Windlasten2.3 / 1-3</div> <div>2.4 Schneelasten2.4 / 1</div> <div>2.5 Verkehrslasten2.5 / 1</div> <div>3 Beanspruchungen3 / 1</div> <div>3.1 Vorbemerkungen3.1 / 1-3</div> <div>3.2 Struktur- und Belastungsdaten3.2 / 1-9</div> <div>3.3 Schnittgrößen3.3 / 1-4</div> <div>3.4 Lagerkräfte3.4 / 1-6</div> <div>4 Nachweise4 / 1</div> <div>4.1 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit4.1 / 1-15</div> <div>4.2 Nachweis der Bodenverankerung4.2 / 1-5</div> <div>4.3 Nachweis der Unterpallungen4.3 / 1</div> <div>5 Zeichnungen5 / 1-3</div> <div>Anhang A BallastierungA1-A5</div> <div>Anhang B LüftungsklappeB1-B2</div> <div>Anhang C Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis der PlaneC1-C14</div>		
Vorgang : Statischer Nachweis		
Kapitel : 0 Inhaltsverzeichnis	Seite: 0 / 2	Lfd-Nr. 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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> </div> <div data-bbox="638 963 1037 1052" data-label="Section-Header"> <h1>1 Allgemeines</h1> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 1 Allgemeines	<div data-bbox="909 2094 1117 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: 1 / 1 </div> <div data-bbox="1420 2139 1532 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 4 </div>



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

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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> </div> <div data-bbox="510 1008 1149 1086" data-label="Section-Header"> <h2>2 Belastungsannahmen</h2> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 2 Belastungsannahmen	<div data-bbox="909 2094 1117 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: 2 / 1 </div> <div data-bbox="1428 2139 1524 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 8 </div>

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
<div data-bbox="296 277 513 315" data-label="Section-Header"> <h2><u>2.1 Eigenlasten</u></h2> </div> <div data-bbox="296 349 1219 392" data-label="Text"> <p>Das Eigengewicht der Plane wird mit $g_k = 0,007 \text{ kN/m}^2$ berücksichtigt.</p> </div> <div data-bbox="296 461 496 501" data-label="Section-Header"> <h3><u>Stahltragwerk:</u></h3> </div> <div data-bbox="296 497 1450 575" data-label="Text"> <p>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.</p> </div> <div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 2.1 Eigenlasten	<div data-bbox="903 2096 1133 2128" data-label="Page-Footer"> Seite: 2.1 / 1 </div> <div data-bbox="1431 2139 1536 2170" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 9 </div>

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
<div data-bbox="296 275 494 315"> <u>2.2 Ersatzlast</u> </div> <div data-bbox="296 349 652 392"> [nach DIN 13782 Kap.7.3] </div> <div data-bbox="296 421 1353 501"> <p>Die Stabilität ist mit einer vertikalen Ersatzlast von 0,1 kN/m² nachzuweisen. Diese Last ist mit keinen anderen Lasten außer dem Eigengewicht zu überlagern.</p> </div> <div data-bbox="239 649 1308 1657"> <p>Kopie</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 2.2 Ersatzlast	<div data-bbox="903 2096 1134 2128"> Seite: 2.2 / 1 </div> <div data-bbox="1420 2141 1536 2172"> Lfd-Nr. 10 </div>



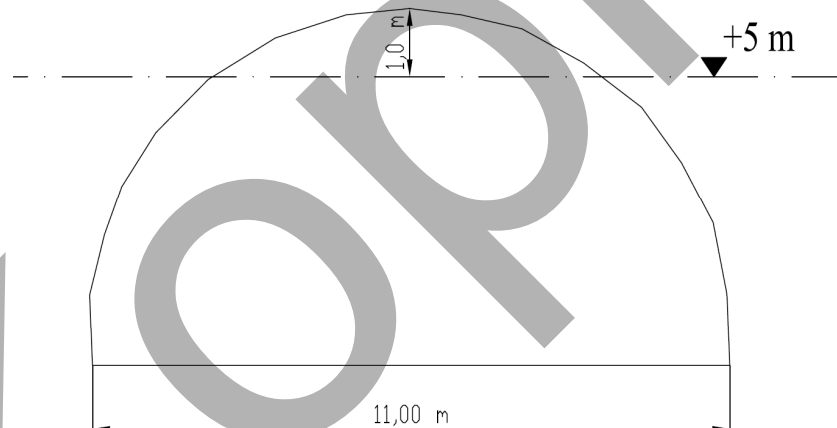
2.3 Windlasten

[nach DIN EN 13782 Kap. 7.4.2]

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

Bezugshöhe z_e m	Böengeschwindigkeitsdruck $q_p(z_e)$ kN/m ²
$z_e \leq 5$	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:

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

Oberfläche oberhalb 5 m Höhe:

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

Oberfläche unterhalb 5 m Höhe:

$$O_{z \leq 5 \text{ m}} \approx 190 \text{ m}^2 - 72 \text{ m}^2 = 118 \text{ m}^2$$

Über die gesamte Dachfläche gemittelter Böengeschwindigkeitsdruck:

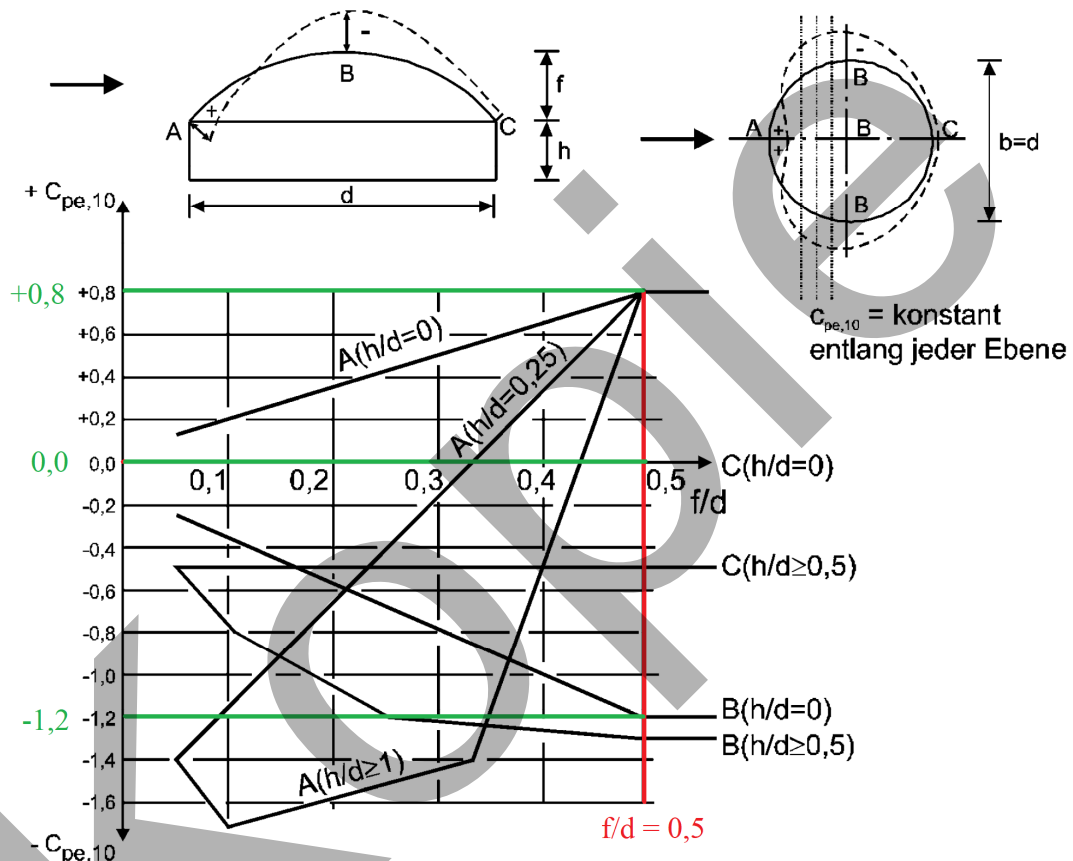
$$q_{p, \text{mittel}} = \frac{118 \text{ m}^2 \cdot 0,50 \text{ kN} / \text{m}^2 + 72 \text{ m}^2 \cdot 0,60 \text{ kN} / \text{m}^2}{190 \text{ m}^2} = 0,54 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Außendruck:

nach DIN EN 1991-1-4 Kapitel 7.2.8

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

$$h / d = 0,0\text{m} / 11,0\text{m} = 0,00$$



Bereich A:

$$c_{pe,10} = +0,8$$

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

Bereich B:


$$c_{pe,10} = -1,2$$


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

Bereich C:

$$c_{pe,10} = 0,0$$

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

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
<p><u>Innendruck:</u></p> <p>Nach DIN EN 13782 ist bei runden Zeltkonstruktionen ein Innendruckbeiwert $c_{pi} = -0,25$ (Unterdruck) zu berücksichtigen.</p> <p>$w_e = -0,25 \cdot 0,54 kN / m^2 = -0,14 kN / m^2$</p> <p>Anmerkung: Die Standsicherheit wird für die geschlossene Zelthalle nachgewiesen. Daher ist bei aufkommendem starkem Wind das Zelt geschlossen zu halten.</p>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 2.3 Windlasten	Seite: 2.3 / 3 <div>Lfd-Nr. 13</div>

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
<div data-bbox="295 275 533 315" data-label="Section-Header"> <h2><u>2.4 Schneelasten</u></h2> </div> <div data-bbox="295 349 735 392" data-label="Text"> <p>[nach DIN EN 13782 Kap. 7.4.3]</p> </div> <div data-bbox="295 421 786 463" data-label="Text"> <p>Schneelasten werden nicht angesetzt.</p> </div> <div data-bbox="295 495 1441 642" data-label="Text"> <p>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.</p> </div> <div data-bbox="239 665 1308 1655" data-label="Text"> <p>Kopie</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 2.4 Schneelasten	<div data-bbox="901 2094 1133 2128" data-label="Page-Footer"> Seite: 2.4 / 1 </div> <div data-bbox="1420 2139 1532 2172" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 14 </div>

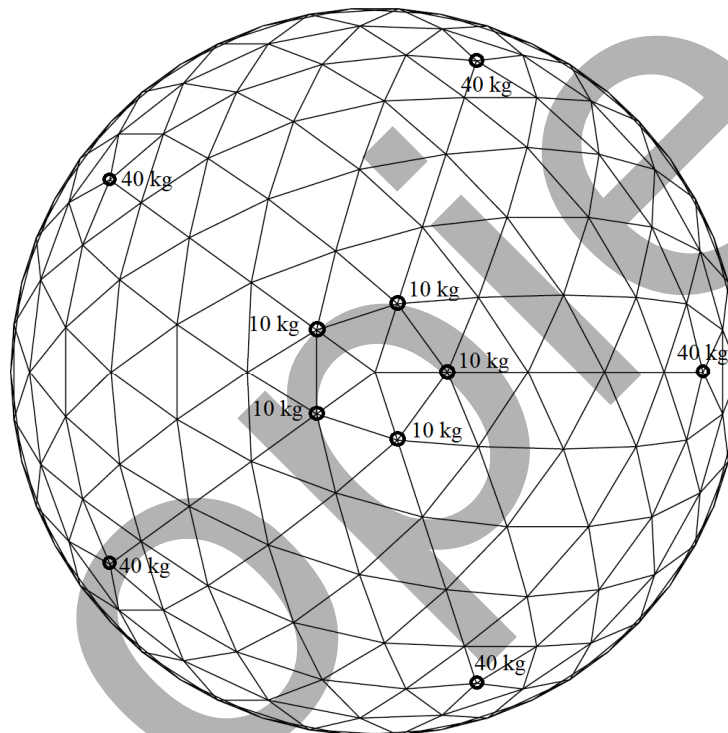


2.5 Verkehrslasten

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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> <p>3 Beanspruchungen</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 3 Beanspruchungen	<div data-bbox="909 2094 1125 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: 3 / 1 </div> <div data-bbox="1420 2139 1532 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 16 </div>



3.1 Vorbemerkungen

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

Ausdruckprotokoll des FEM-Programms siehe nachfolgende Seiten:

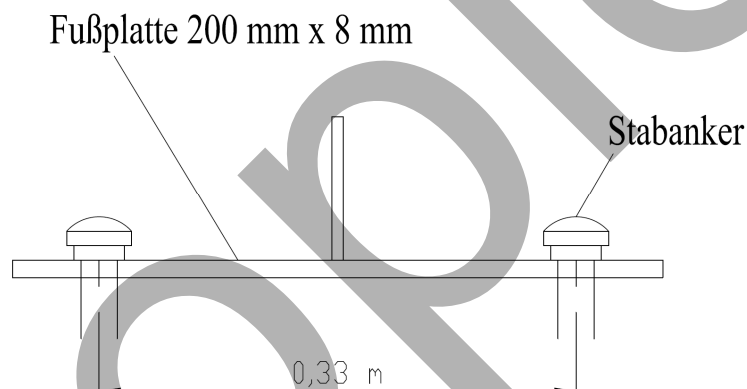
Kapitel 3.2: Strukturdaten + Belastung

Kapitel 3.3: Schnittgrößen

Kapitel 3.4: Lagerkräfte

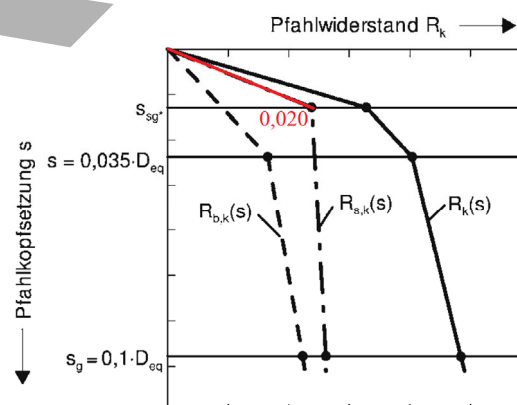
Um unrealistisch große Lagerkräfte bei starrer Lagerung zu vermeiden, werden den Auflagern folgende Federsteifigkeiten zugewiesen:

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:

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



Steifigkeit der Fußplatte:

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

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

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

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

Gesamtsteifigkeit in vertikaler Richtung:

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

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

Federsteifigkeit der Lager in horizontaler Richtung:

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

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.

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

$$\text{Steifigkeit der Fußplatte: } c_{x,y,2} \approx \infty$$

Gesamtsteifigkeit in horizontaler Richtung:

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



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

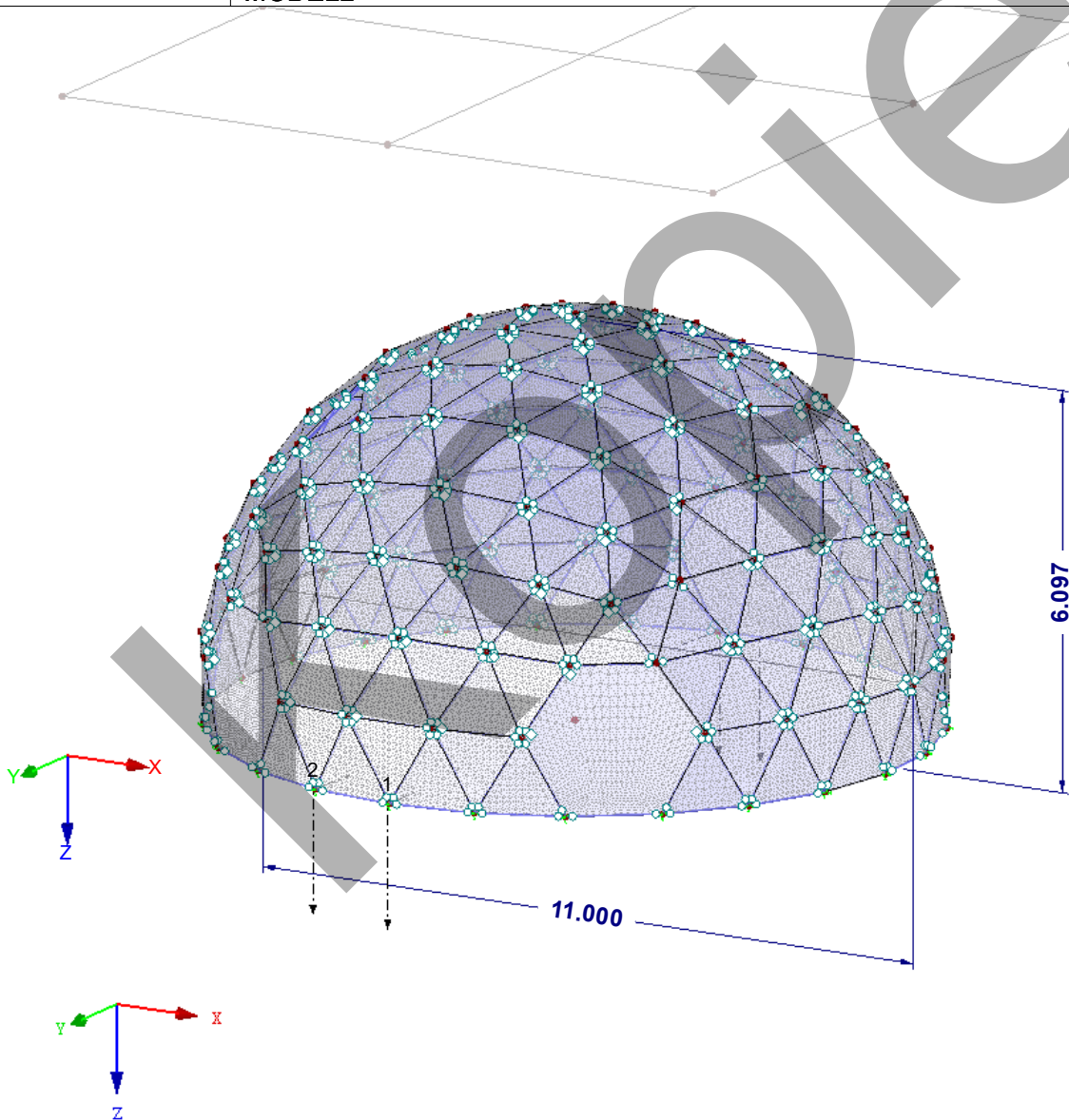
Erdbeschleunigung	
-------------------	--

g

: 10.00 m/s²

MODELL

Isometrie



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	ϵ	: 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	Δ_D	: 1.800
		Maximale Neigung von zwei Finiten Elementen aus der Ebene	α	: 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 ²]	Modul G [kN/m ²]	Querdehnzahl ν [-]	Spez. Gewicht γ [kN/m ³]	Wärmedehnz. α [1/°C]	Teilsich.-Beiwert γ_M [-]	Material-Modell
1	Saint Claire LAC 650 SL			0.007	1.95E-04	1.00	Orthotrop elastisch 2D...
	Membran						
2	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12 2.10000E+08	80769200.00	0.300	78.500	1.20E-05	1.00	Isotrop linear elastisch
	Baustahl S 235						

■ 1.3.5 MATERIALIEN - MATERIALMODELL - ORTHOTROP ELASTISCH 2D

Mat. Nr.	Elastizitätsmodul [kN/m ²]		Schubmodul [kN/m ²]			Querdehnzahl [-]	
	E_x	E_y	G_{yz}	G_{xz}	G_{xy}	ν_{xy}	ν_{yx}
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.	Achsensystem	Stütze in Z	u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z
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"/>

■ 1.7.2 KNOTENLAGER - FEDERN

Lager Nr.	Knoten Nr.	Wegfeder [kN/m]			Drehfeder [kNm/rad]		
		$C_{u,x'}$	$C_{u,y'}$	$C_{u,z'}$	$C_{\varphi,x'}$	$C_{\varphi,y'}$	$C_{\varphi,z'}$
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 ⁴]	I_y [cm ⁴]	I_z [cm ⁴]	Hauptachsen α [°]	Drehung α' [°]	Gesamtabmessungen [mm]	
		A [cm ²]	A_y [cm ²]	A_z [cm ²]			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
		u_x	u_y	u_z	φ_x	φ_y	φ_z	
1	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	Reibung N	Reibung N	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Nichtlinearität	-	Reibung N...	Reibung N...	-	-	-	
2	Lokal x,y,z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.000	1.000	1.000	

■ 1.20 STABNICHTLINEARITÄTEN

Nichtl. Nr.	An Stäben Nr.	Typ der Nichtlinearität	Nichtlinearität-Parameter			Kommentar
			Symbol	Wert	Einheit	
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_{pl}	30.00	kN	

Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ 1.20 STABNICHTLINEARITÄTEN

Nichtl. Nr.	An Stäben Nr.	Typ der Nichtlinearität	Nichtlinearität-Parameter			Kommentar
			Symbol	Wert	Einheit	
2	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	Ausfall bei Zug	$V_{y,pl}$	10.00	kN	
			$V_{z,pl}$	10.00	kN	
			$M_{T,pl}$	10.00	kNm	
			$M_{y,pl}$	10.00	kNm	
			$M_{z,pl}$	10.00	kNm	
	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					

■ 2.1 LASTFÄLLE

Lastfall	LF-Bezeichnung	EN 1990 DIN Einwirkungskategorie	Eigengewicht - Faktor in Richtung			
			Aktiv	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

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

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	2	1.50	LF5
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.35	LF1
LK15		1.35*LF1 + 1.5*LF3	2	1.35	LF2
			1	1.35	LF1
LK16		1.35*LF1 + 1.5*LF4	2	1.50	LF3
			1	1.35	LF1
LK17		1.35*LF1 + 1.5*LF5	2	1.50	LF4
			1	1.35	LF1
LK18		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6	2	1.50	LF5
			3	1.50	LF6
			1	1.35	LF1
			2	1.50	LF3
LK19		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6	3	1.50	LF6
			1	1.35	LF1
			2	1.50	LF4
			3	1.50	LF6
LK20		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6	1	1.35	LF1
			2	1.50	LF5
			3	1.50	LF6
			1	1.35	LF1
LK21		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF7	2	1.50	LF3
			3	1.50	LF6
			1	1.35	LF1
LK22		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF7	2	1.50	LF4
			3	1.50	LF7
			1	1.35	LF1
LK23		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF7	2	1.50	LF5
			3	1.50	LF7
			1	1.35	LF1
LK24		1.35*LF1 + 1.5*LF3 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	2	1.50	LF3
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.35	LF1
LK25		1.35*LF1 + 1.5*LF4 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	2	1.50	LF4
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.35	LF1
LK26		1.35*LF1 + 1.5*LF5 + 1.5*LF6 + 1.5*LF7	2	1.50	LF5
			3	1.50	LF6
			4	1.50	LF7
			1	1.35	LF1

■ 2.7 ERGEBNISKOMBINATIONEN

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

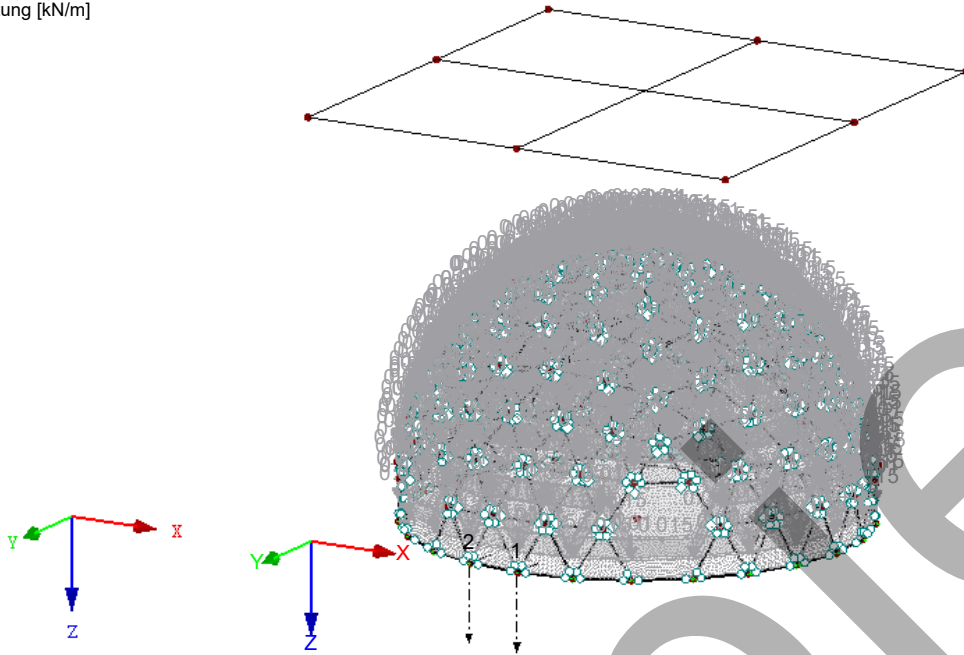
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ LF1: EIGENGEWICHT

LF1 : Eigengewicht
Belastung [kN/m]

Isometrie



LF2
Ersatzlast

■ 3.4 FLÄCHENLASTEN

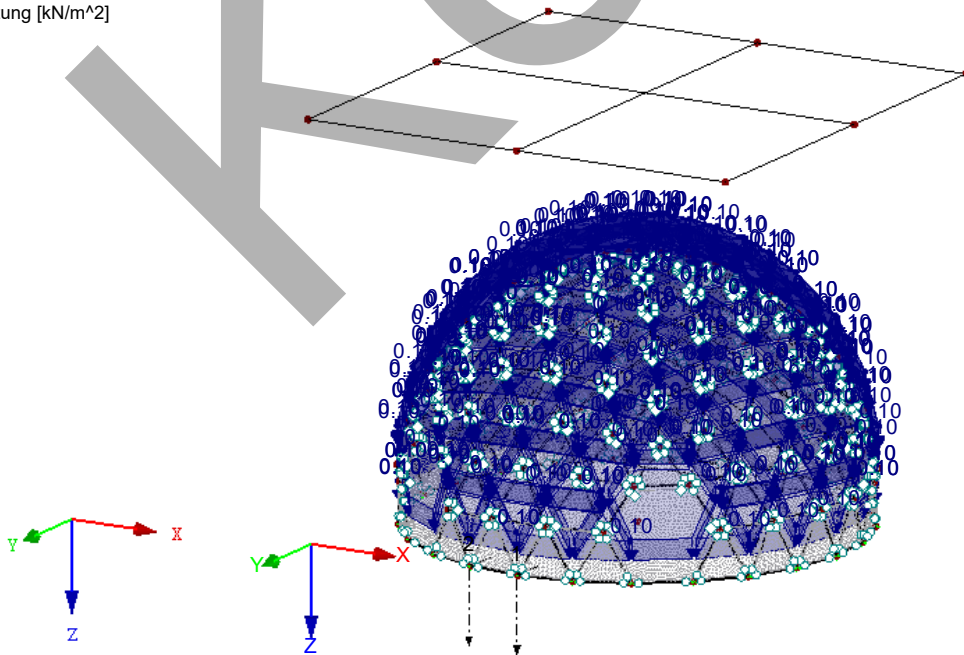
LF2: Ersatzlast

Nr.	An Flächen Nr.	Last- Art	Last- verteilung	Last- Richtung	Symbol	Lastparameter	
						Wert	Einheit
1	1-260	Kraft	Konstant	ZL	p	0.10	kN/m ²

■ LF2: ERSATZLAST

LF2 : Ersatzlast
Belastung [kN/m²]

Isometrie



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

LF3

Außendruck in X

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

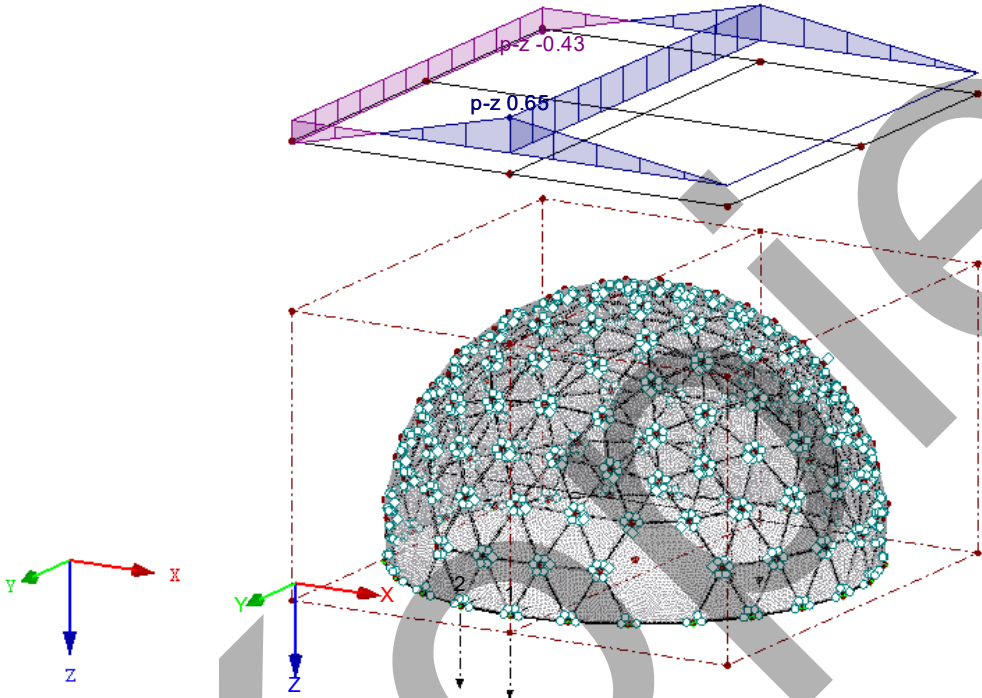
LF3: Außendruck in X

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

LF3: AUSSENDRUCK IN X

LF3 : Außendruck in X
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF4

Außendruck in -Y

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

LF4: Außendruck in -Y

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

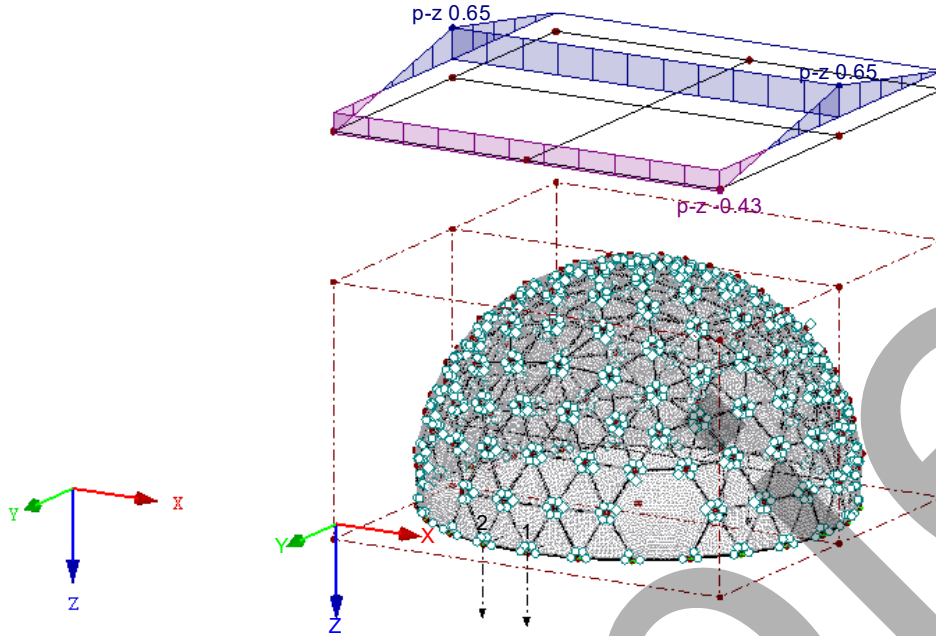
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

LF4: AUSSENDRUCK IN -Y

LF4 : Außendruck in -Y
Belastung [kN/m²]

Isometrie



LF5
Außendruck in +Y

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

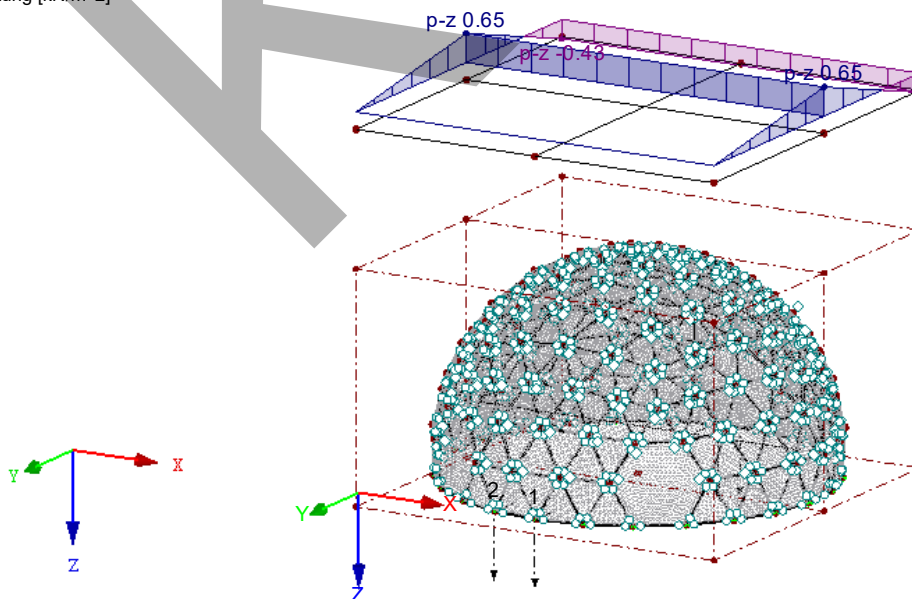
LF5: Außendruck in +Y

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 ₁	0.00	kN/m ²	10.945	0.054	
					p ₂	0.65	kN/m ²	-0.054	-5.813	
2		XY	Linear Y	z	p ₁	0.65	kN/m ²	-0.054	-5.813	
					p ₂	-0.43	kN/m ²	10.945	-10.915	

LF5: AUSSENDRUCK IN +Y

LF5 : Außendruck in +Y
Belastung [kN/m²]

Isometrie



Projekt: Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

LF6
Innendruck

3.8 FREIE RECHTECKLASTEN

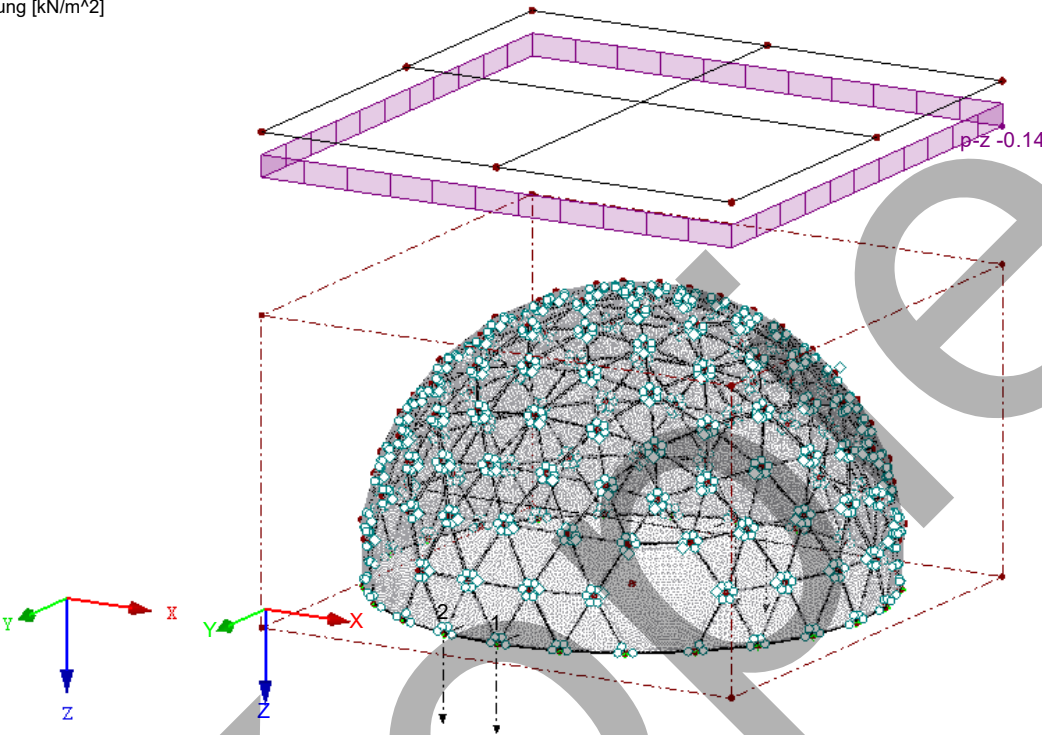
LF6: Innendruck

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

LF6: INNENDRUCK

LF6 : Innendruck
Belastung [kN/m²]

Isometrie



3.1 KNOTENLASTEN - KOMPONENTENWEISE
- KOORDINATENSYSTEM

LF7
Anhängelasten

LF7: Anhängelasten

Nr.	An Knoten Nr.	Koordinaten- system	Kraft [kN]			Moment [kNm]		
			P _X / P _U	P _Y / P _V	P _Z / P _W	M _X / M _U	M _Y / M _V	M _Z / M _W
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



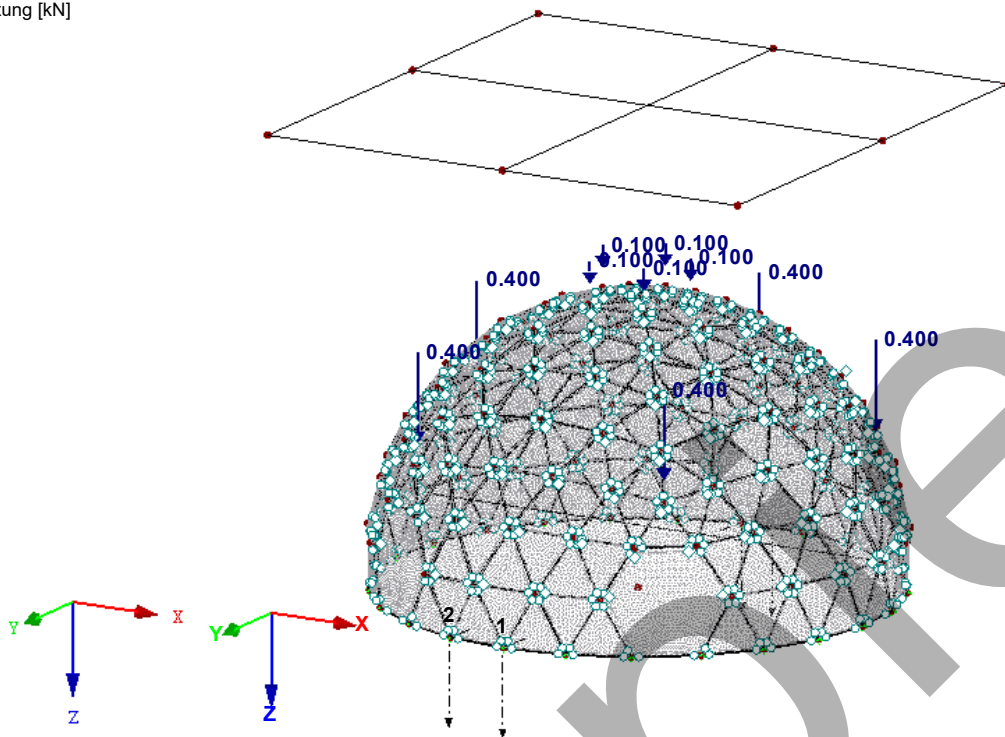
Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ LF7: ANHÄNGELASTEN

LF7 : Anhängelasten
Belastung [kN]

Isometrie





Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

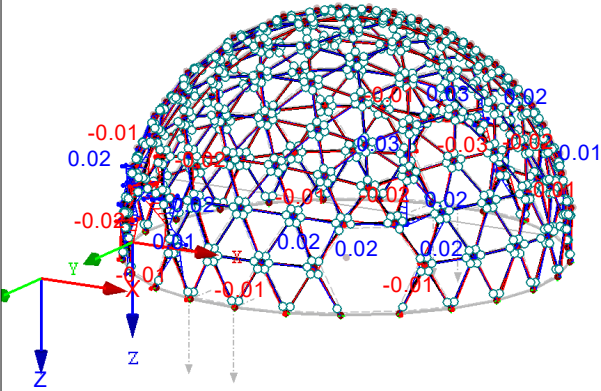
■ RO 31,8 X 2

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



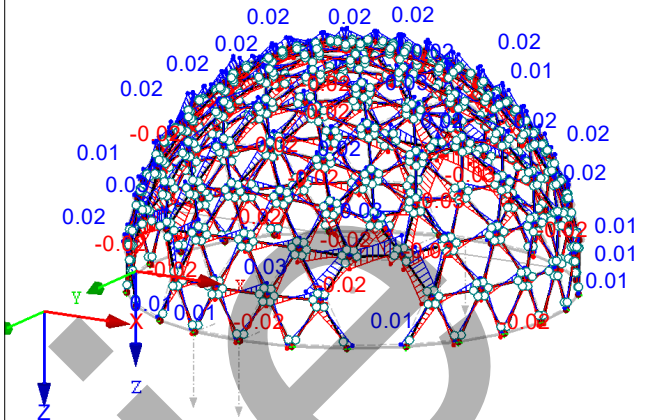
Stäbe Max M-z: 0.03, Min M-z: -0.03 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



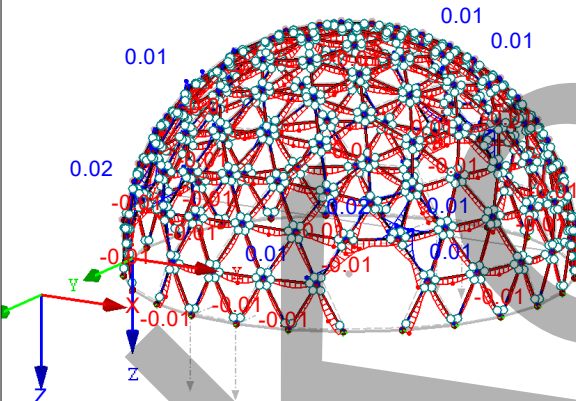
Stäbe Max V-z: 0.03, Min V-z: -0.03 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



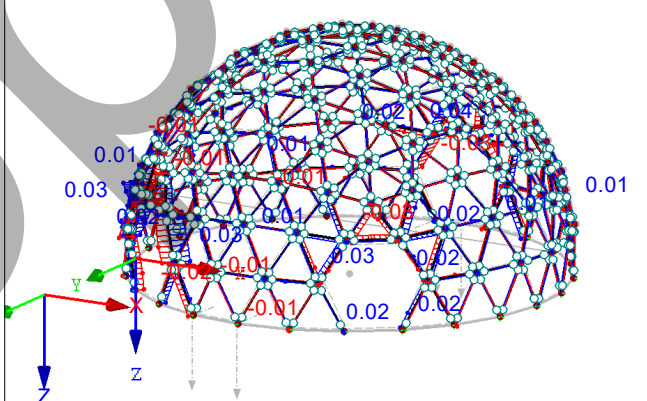
Stäbe Max M-y: 0.02, Min M-y: -0.01 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



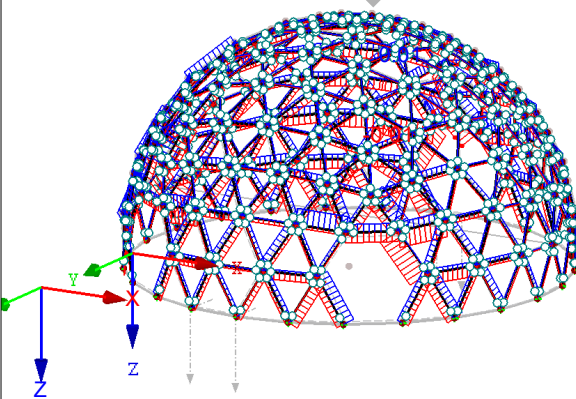
Stäbe Max V-y: 0.04, Min V-y: -0.03 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-T

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



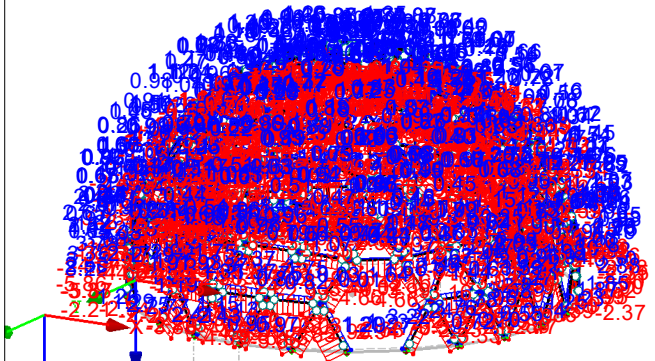
Stäbe Max M-T: 0.01, Min M-T: -0.01 [kNm]

EK1 : LK1 oder bis LK26

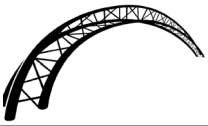
Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max N: 3.78, Min N: -6.33 [kN]



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel $d = 11\text{m}$

■ RO 31,8 X 2 IM UNTEREN RING

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

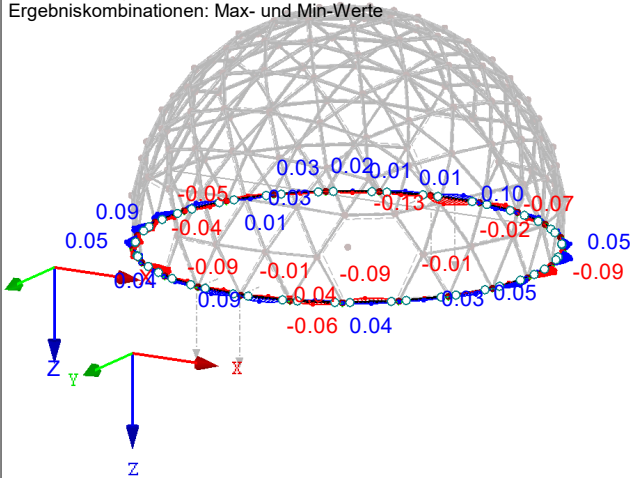
Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max M-z: 0.10, Min M-z: -0.13 [kNm]

[illegible]

Stäbe Max V-z: 1.57, Min V-z: -1.53 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

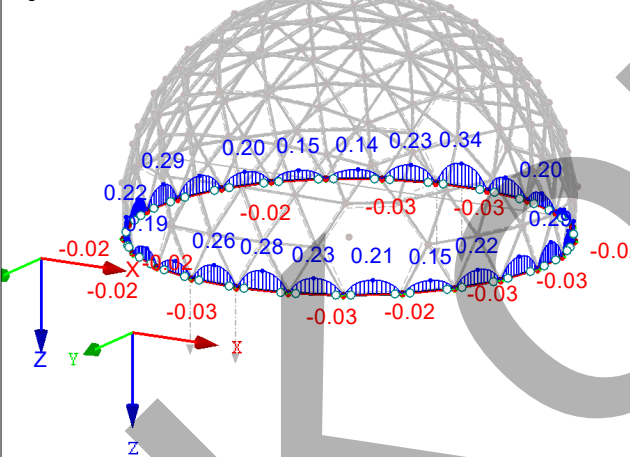
Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26

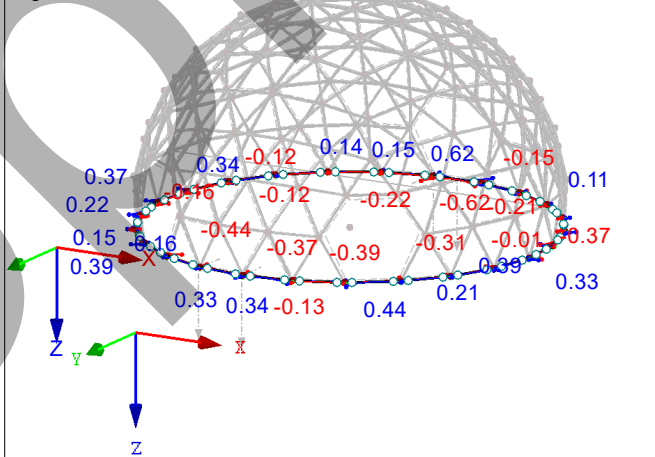
Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max M-y: 0.34, Min M-y: -0.03 [kNm]



Stäbe Max V-y: 0.62, Min V-y: -0.62 [kN]

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen M-T

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

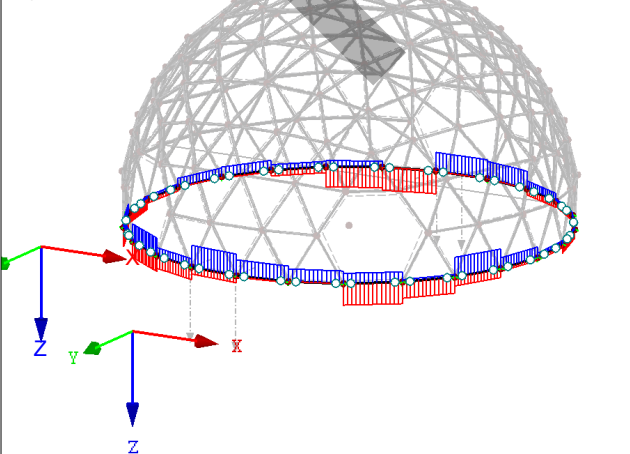
Isometrie

EK1 : LK1 oder bis LK26

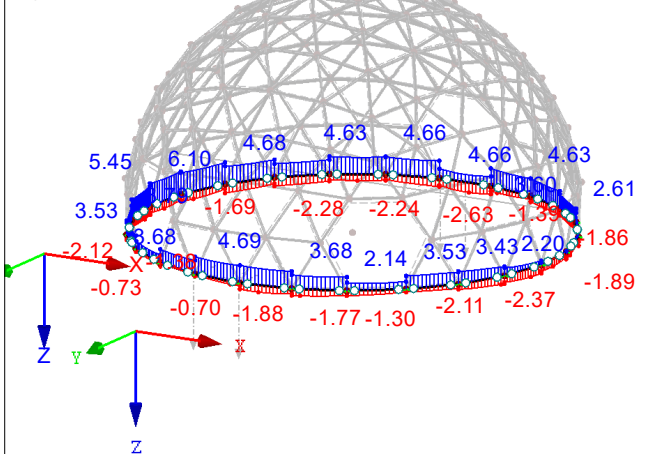
Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Stäbe Max M-T: 0.00, Min M-T: 0.00 [kNm]



Stäbe Max N: 6.10, Min N: -2.63 [kN]



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

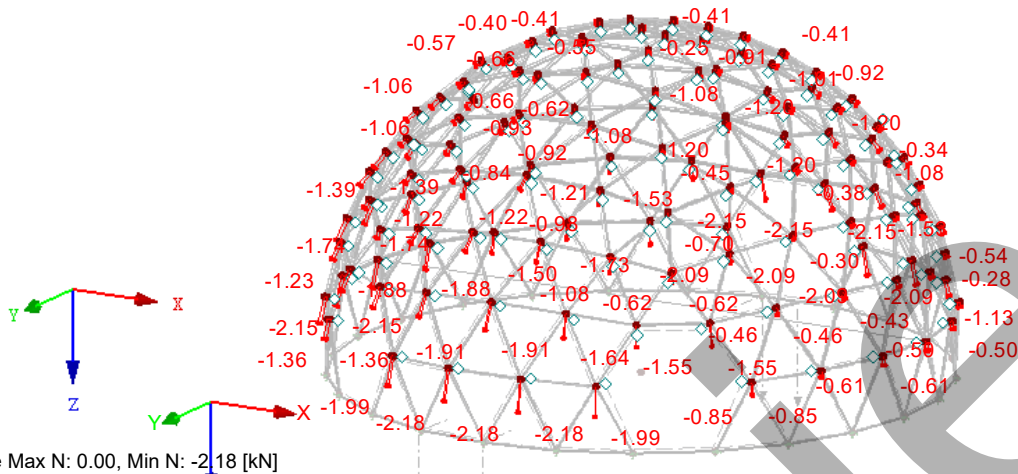
■ KONTAKTSTÄBE

EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen N

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

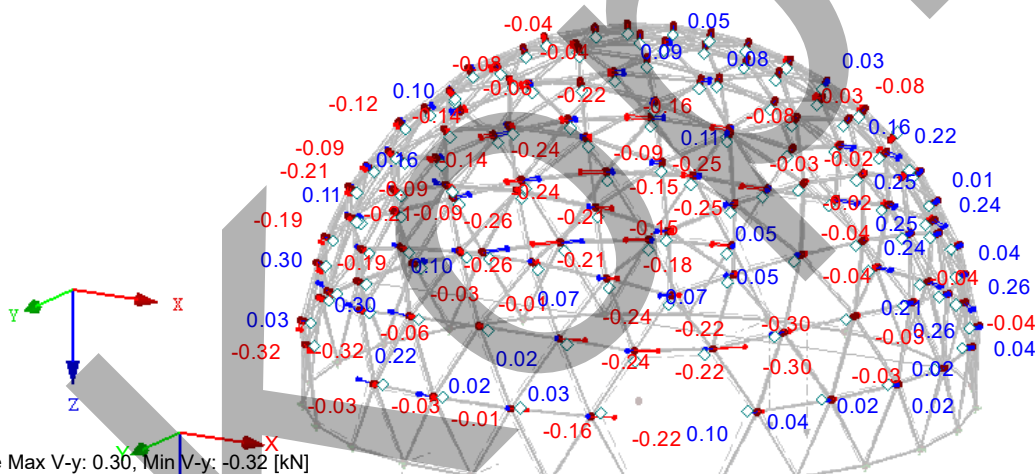


EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-y

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie

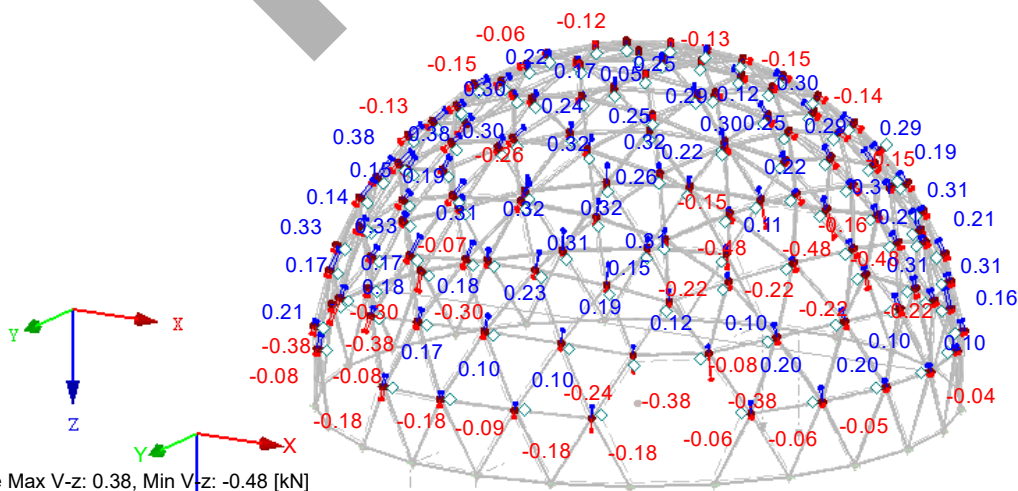


EK1 : LK1 oder bis LK26

Stäbe Schnittgrößen V-z

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

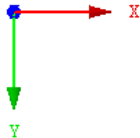
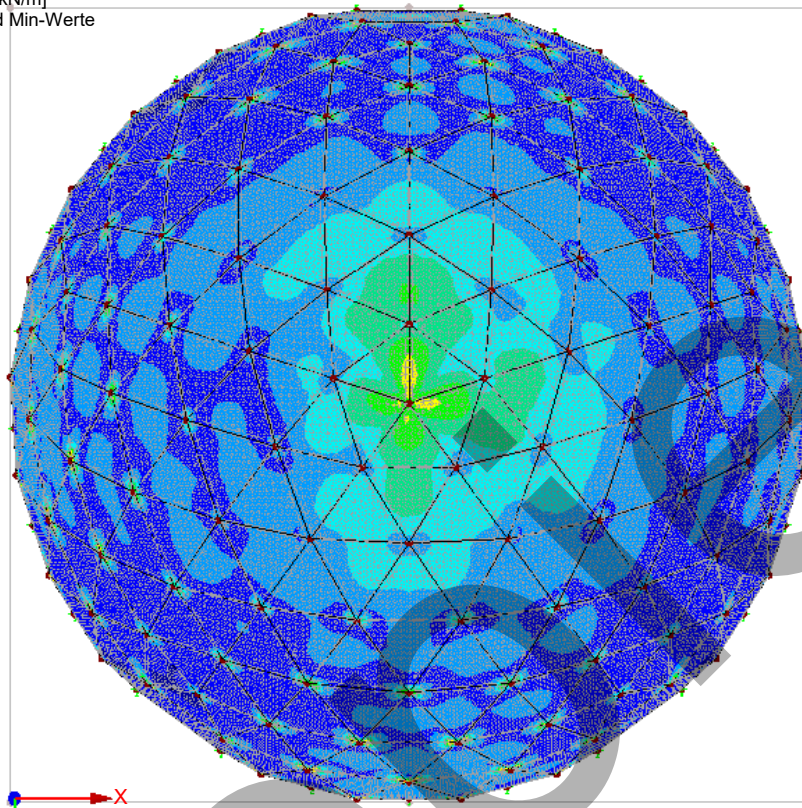
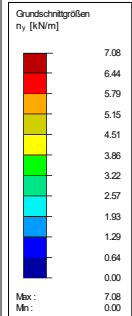
■ PLANE

EK1 : LK1 oder bis LK26

Flächen Grundschnittgrößen n-y [kN/m]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

In Z-Richtung



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

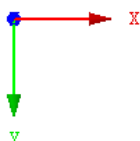
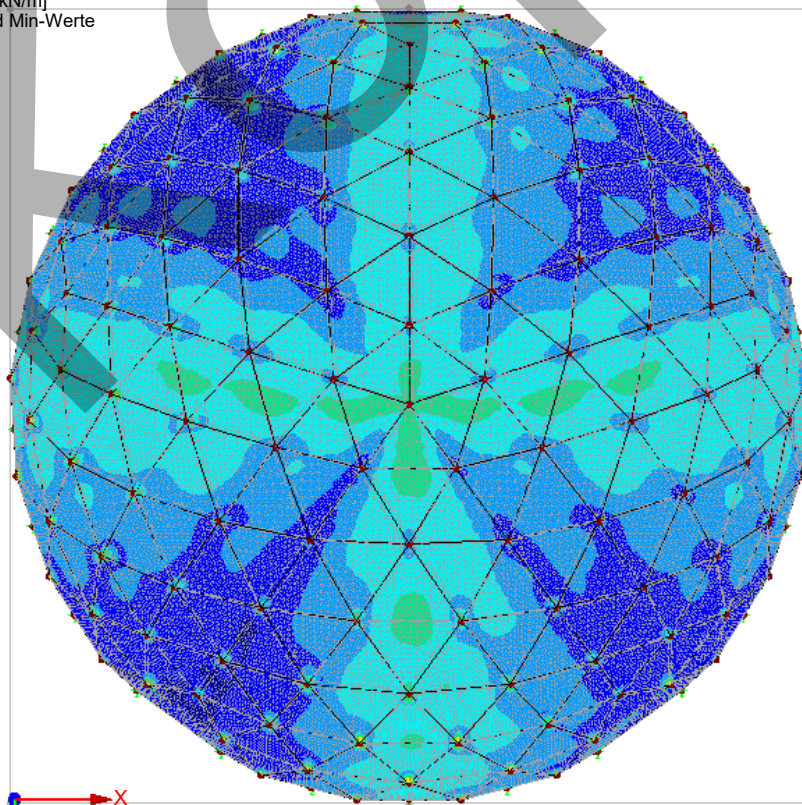
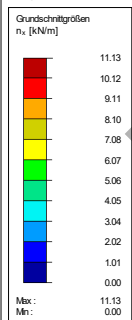
2.089 m

EK1 : LK1 oder bis LK26

Flächen Grundschnittgrößen n-x [kN/m]

Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

In Z-Richtung



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

2.089 m



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ 4.0 ERGEBNISSE - ZUSAMMENFASSUNG

	Bezeichnung	Wert	Einheit	Kommentar
Lastfall LF1 - Eigengewicht				
	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	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 24335 (X: 7.581, Y: -0.494, Z: -1.416 m)
	Max. Verdrehung um Y	-1.3	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 22488 (X: 1.387, Y: -1.891, Z: -1.416 m)
	Max. Verdrehung um Z	-1.1	mrاد	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
	Steffigkeitsreduzierung			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	3.355E+14		
Lastfall LF2 - Ersatzlast				
	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	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 24333 (X: 7.698, Y: -0.602, Z: -1.650 m)
	Max. Verdrehung um Y	-2.7	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 22485 (X: 1.595, Y: -1.774, Z: -1.767 m)
	Max. Verdrehung um Z	-3.1	mrاد	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
	Steffigkeitsreduzierung			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	3.355E+14		
Lastfall LF3 - Außendruck in X				
	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	mrاد	FE-Netzknoten Nr. 22934 (X: 3.193, Y: -0.602, Z: -1.650 m)
	Max. Verdrehung um Y	28.6	mrاد	Stab Nr. 256, x: 1.435 m
	Max. Verdrehung um Z	-19.5	mrاد	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
	Steffigkeitsreduzierung			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 08		
	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-Netznoten Nr. 26201 (X: 8.380, Y: -0.999, Z: -1.128 m)
	Max. Verschiebung in Y	-120.4	mm	FE-Netznoten Nr. 11931 (X: 5.445, Y: -0.049, Z: -1.512 m)
	Max. Verschiebung in Z	-60.5	mm	FE-Netznoten Nr. 6530 (X: 2.628, Y: -6.028, Z: -5.289 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	125.7	mm	FE-Netznoten Nr. 26201 (X: 8.380, Y: -0.999, Z: -1.128 m)
	Max. Verdrehung um X	-22.3	mrاد	Stab Nr. 526, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Y	-13.0	mrاد	Stab Nr. 119, x: 1.435 m
	Max. Verdrehung um Z	-9.1	mrاد	FE-Netznoten Nr. 22709 (X: 2.445, Y: -1.204, Z: -2.233 m)
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netznoten 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 86		
	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	
	Summe Lagerkräfte in Y	14.11	kN	Abweichung 0.00%
	Summe Belastung in Richtung Z	-27.10	kN	
	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-Netznoten Nr. 2400 (X: 0.382, Y: -5.861, Z: -2.709 m)
	Max. Verschiebung in Y	160.1	mm	FE-Netznoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
	Max. Verschiebung in Z	-62.6	mm	FE-Netznoten Nr. 7481 (X: 3.088, Y: -5.464, Z: -5.568 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	160.7	mm	FE-Netznoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
	Max. Verdrehung um X	-22.4	mrاد	Stab Nr. 4, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Y	19.5	mrاد	Stab Nr. 256, x: 1.435 m
	Max. Verdrehung um Z	8.0	mrاد	Stab Nr. 256, x: 1.435 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netznoten 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 26		
	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	
	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-Netznoten Nr. 2249 (X: 0.314, Y: -3.778, Z: -1.550 m)
	Max. Verschiebung in Y	108.8	mm	FE-Netznoten Nr. 25400 (X: 5.396, Y: -10.785, Z: -1.128 m)
	Max. Verschiebung in Z	70.6	mm	FE-Netznoten Nr. 13460 (X: 6.134, Y: -7.594, Z: -5.622 m)
	Max. Verschiebung vektoriell	109.3	mm	FE-Netznoten Nr. 1210 (X: 8.618, Y: -1.172, Z: -1.128 m)
	Max. Verdrehung um X	6.8	mrاد	Stab Nr. 414, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Y	-9.7	mrاد	Stab Nr. 256, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Z	3.0	mrاد	Stab Nr. 119, x: 1.435 m
	Maximale Flächenverzerrung	0.000	‰	FE-Netznoten 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		
Lastfall LF7 - Anhängelasten				
	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	Abweichung 0.00%
	Resultierende der Reaktionen um X	0.105	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	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	mm	FE-Netzknoten Nr. 22935 (X: 3.135, Y: -0.656, Z: -1.767 m)
	Max. Verdrehung um Y	0.6	mmrad	FE-Netzknoten Nr. 24779 (X: 9.296, Y: -1.774, Z: -1.767 m)
	Max. Verdrehung um Z	0.5	mmrad	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		
Gesamt				
	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	mmrad	LF5, Stab Nr. 4, x: 0.000 m
	Max. Verdrehung um Y	28.6	mmrad	LF3, Stab Nr. 256, x: 1.435 m
	Max. Verdrehung um Z	-19.5	mmrad	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. Durchschlagproblem teilen	<input checked="" type="checkbox"/>		
	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 erfordert	<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 ausgefallenen Stäbe:				
	Verformung der ausgefallenen 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 _{x'}	P _{y'}	P _{z'}	M _{x'}	M _{y'}	M _{z'}	
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

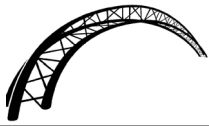


Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ 4.1 KNOTEN - LAGERKRÄFTE

Knoten Nr.	LF/LK	Lagerkräfte [kN]			Lagermomente [kNm]			
		P_x	P_y	P_z	M_x	M_y	M_z	
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_X	P_Y	P_Z	M_X	M_Y	M_Z	
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				

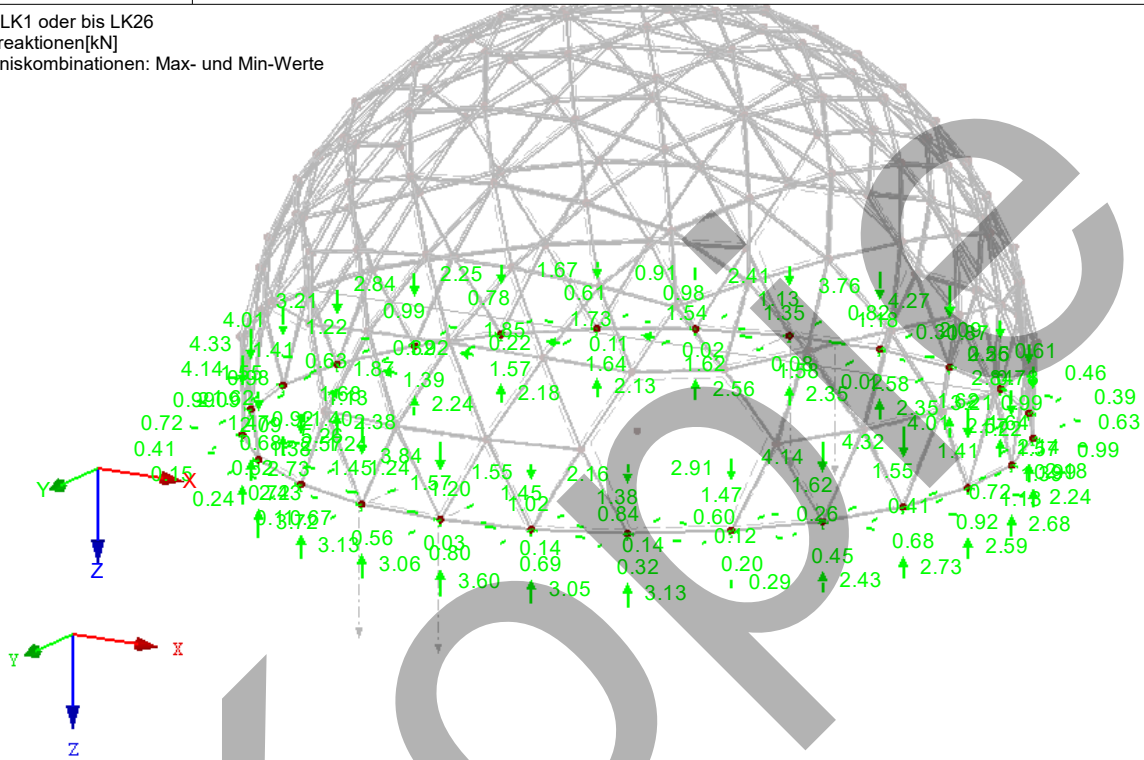
■ LAGERREAKTIONEN

EK1 : LK1 oder bis LK26


Lagerreaktionen[kN]


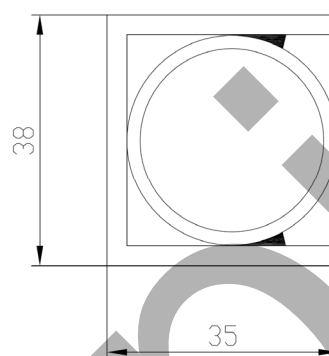
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

Isometrie



Max P-X': 1.92, Min P-X': -0.99 kN
Max P-Y': 1.64, Min P-Y': -1.62 kN
Max P-Z': 3.72, Min P-Z': -5.26 kN

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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> <p>4 Nachweise</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 4 Nachweise	<div data-bbox="909 2094 1117 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: 4 / 1 </div> <div data-bbox="1420 2139 1532 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 39 </div>

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
<div><div><div><h3>4.1 Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit</h3><h4>4.1.1 Profile</h4><p>Gewählt: RO 31,8 x 2 (S235)</p><p>Nachweis der Profile siehe nachfolgende Seiten.</p><p>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.</p><div></div><p>Die Verstärkungen müssen über der gesamten Stablänge vorhanden sein. Die U-Profile sind konstruktiv in regelmäßigen Abständen mit den Rohren zu verschweißen.</p><p>Nachweis der Verstärkung:</p><p>Gewählt: U 38 x 35 x3 (S235)</p><p>Beanspruchung (siehe Seite 3.3 / 2):</p><div><div><div><div>$N_{Ed,max}$</div><div>$=$</div><div>6,10 kN</div></div><div><div>$M_{y,Ed,max}$</div><div>$=$</div><div>0,34 kNm</div></div><div><div>$M_{z,Ed,max}$</div><div>$=$</div><div>0,13 kNm</div></div></div><p>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.</p><p>Beanspruchbarkeiten U 38 x 35 x3:</p><div><div><div><div>$M_{y,c,Rd} = \frac{3,82 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN} / \text{cm}^2}{1,0} = 89,8 \text{ kNm}$</div><div>$M_{z,c,Rd} = \frac{1,70 \text{ cm}^3 \cdot 23,5 \text{ kN} / \text{cm}^2}{1,0} = 40,0 \text{ kNm}$</div></div></div><p>Nachweis:</p><div><div><div><div>$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,c,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,c,Rd}} = \frac{0,34 \text{ kNm}}{0,898 \text{ kNm}} + \frac{0,13 \text{ kNm}}{0,40 \text{ kNm}} = 0,70 < 1$</div></div></div></div></div></div></div></div></div>			
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 4.1 Nachweis im GZT		Seite: 4.1 / 1 <div>Lfd-Nr. 40</div>	



RF-STAHL EC3
FA1
RO 31,8 x 2

Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

1.1 BASISANGABEN

Zu bemessende Stäbe:

2,3,5,6,8,9,11-14,18,19,21-29,32-35,39-43,45,46,49,50,52-62,64-67,70,71,75-77,80-88,91,92,94-98,101-108,110,111,114,115,117,118,120-123,126,127,129-139,141,143,144,148-150,153-164,169-172,174,175,179-197,201,202,205-207,209,210,213-216,219-227,230,231,233,237-255,257,259,261,263,265,267,269,271,273,275-294,297,300,301,304-312,315-318,321,322,324-326,330,331,334-352,356-359,361,362,367-378,381-383,387,388,391-402,404,405,408-413,416,417,420,421,423-430,433-436,438-440,443-451,454-456,459,460,464-467,469-477,479-482,485,486,488-492,495,496,498,499,502-508,510-513,517-522,525,527-529

Zu bemessende Stabsätze:

Nationaler Anhang:

DIN

Tragfähigkeitsnachweise

Zu bemessende Ergebniskombinationen:

EK1

LK1 oder bis LK26

1.2 MATERIALIEN

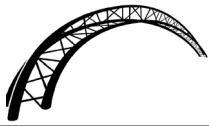
Material-Nr.	Material Bezeichnung	E-Modul E [kN/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	Max. Bauteildicke t [mm]
2	Baustahl S 235 DIN EN 1993-1-1:2010-12	21000.00	8076.92	0.300	23.50	40.0
					21.50	80.0
					15.50	100.0
					19.50	150.0
					18.50	200.0
					17.50	250.0
					16.50	400.0
	Baustahl S 235					

1.3 QUERSCHNITTE

Quer. Nr.	Material-Nr.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	Maximale Ausnutzung	Kommentar
1	2	Rohr 31.8/2/K	Rohr	0.45	

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1	Rohr 31.8/2/K					
	335	1.238	EK1	0.00	≤ 1	CS100) Keine bzw. sehr kleine Schnittgrößen
	Bemessungsschnittgrößen					
	N_{Ed}	-0.09 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
	Nachweis					
	η	0.00				
	14	1.417	EK1	0.09	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
	Bemessungsschnittgrößen					
	N_{Ed}	3.78 kN		$V_{z,Ed}$	0.00 kN	$M_{y,Ed}$ 0.00 kNm
	$V_{y,Ed}$	0.00 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.00 kNm
	Nachweis					
	$N_{t,Ed}$	3.78 kN		γ_{M0}	1.000	η 0.09
	A	1.87 cm ²		$N_{pl,Rd}$	44.00 kN	
	f_y	23.50 kN/cm ²		$N_{t,Rd}$	44.00 kN	
	Nachweisformel					
	$N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.09 \leq 1$ (6.5)					
	257	0.565	EK1	0.14	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
	Bemessungsschnittgrößen					
	N_{Ed}	-6.33 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
	Nachweis					
	$N_{c,Ed}$	6.33 kN		f_y	23.50 kN/cm ²	$N_{c,Rd}$ 44.00 kN
	A	1.87 cm ²		γ_{M0}	1.000	η 0.14
	Nachweisformel					
	$N_{c,Ed} / N_{c,Rd} = 0.14 \leq 1$ (6.9)					
	271	0.718	EK1	0.02	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	Bemessungsschnittgrößen					
	N_{Ed}	0.04 kN		$V_{z,Ed}$	0.00 kN	$M_{y,Ed}$ -0.01 kNm
	$V_{y,Ed}$	0.00 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.00 kNm
	Nachweis					
	$M_{y,Ed}$	0.01 kNm		γ_{M0}	1.000	η 0.02
	$W_{el,y,min}$	1.31 cm ³		$M_{el,y,Rd}$	0.31 kNm	
	f_y	23.50 kN/cm ²		$M_{c,y,Rd}$	0.31 kNm	
	Nachweisformel					
	$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 0.02 \leq 1$ (6.12)					
	60	0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS117) Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
	Bemessungsschnittgrößen					
	N_{Ed}	0.05 kN		$V_{z,Ed}$	-0.01 kN	$M_{y,Ed}$ 0.00 kNm
	$V_{y,Ed}$	0.01 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.01 kNm
	Nachweis					
	$M_{z,Ed}$	0.01 kNm		γ_{M0}	1.000	η 0.03
	$W_{el,z,min}$	1.31 cm ³		$M_{el,z,Rd}$	0.31 kNm	
	f_y	23.50 kN/cm ²		$M_{c,z,Rd}$	0.31 kNm	



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSGRÖßEN

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung			
Nachweisformel $M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} = 0.03 \leq 1 \quad (6.12)$										
257		0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS122)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		0.24 kN	$V_{z,Ed}$		-0.03 kN		$M_{y,Ed}$	0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.04 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	0.03 kNm		
Nachweis										
$V_{z,Ed}$		0.03 kN	t		2.0 mm		γ_{M0}	1.000		
S_y		0.44 cm ³	$TV_{z,Ed}$		0.03 kN/cm ²		τ_{Rd}	13.57 kN/cm ²		
I_y		2.09 cm ⁴	f_y		23.50 kN/cm ²		η	0.00		
Nachweisformel $TV_{z,Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1 \quad (6.19)$										
257		1.272	EK1	0.00	≤ 1	CS124)	Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		0.24 kN	$V_{z,Ed}$		-0.01 kN		$M_{y,Ed}$	-0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.04 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	-0.03 kNm		
Nachweis										
$V_{y,Ed}$		0.04 kN	t		2.0 mm		γ_{M0}	1.000		
S_z		0.44 cm ³	$TV_{y,Ed}$		0.05 kN/cm ²		τ_{Rd}	13.57 kN/cm ²		
I_z		2.09 cm ⁴	f_y		23.50 kN/cm ²		η	0.00		
Nachweisformel $TV_{y,Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1 \quad (6.19)$										
257		0.000	EK1	0.00	≤ 1	CS129)	Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		0.24 kN	$V_{z,Ed}$		-0.03 kN		$M_{y,Ed}$	0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.04 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	0.03 kNm		
Nachweis										
V_{Ed}		0.05 kN	t		2.0 mm		γ_{M0}	1.000		
S		0.44 cm ³	TV_{Ed}		0.06 kN/cm ²		τ_{Rd}	13.57 kN/cm ²		
I		2.09 cm ⁴	f_y		23.50 kN/cm ²		η	0.00		
Nachweisformel $TV_{Ed} / \tau_{Rd} = 0.00 \leq 1 \quad (6.19)$										
271		0.718	EK1	0.02	≤ 1	CS144)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		0.04 kN	$V_{z,Ed}$		0.00 kN		$M_{y,Ed}$	-0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.00 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	0.00 kNm		
Nachweis										
$M_{y,Ed}$		0.01 kNm	$A_{v,z}$		1.19 cm ²		v	0.000		
$W_{el,y}$		1.31 cm ³	f_y		23.50 kN/cm ²		$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
$\sigma_{x,Ed}$		0.40 kN/cm ²	γ_{M0}		1.000		η	0.02		
$V_{z,Ed}$		0.00 kN	$V_{pl,z,Rd}$		16.17 kN					
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.02 \leq 1 \quad (6.42)$										
60		0.000	EK1	0.03	≤ 1	CS154)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		0.05 kN	$V_{z,Ed}$		-0.01 kN		$M_{y,Ed}$	0.00 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.01 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	0.01 kNm		
Nachweis										
$M_{z,Ed}$		0.01 kNm	$A_{v,y}$		1.19 cm ²		v	0.001		
$W_{el,z}$		1.31 cm ³	f_y		23.50 kN/cm ²		$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
$\sigma_{x,Ed}$		0.78 kN/cm ²	γ_{M0}		1.000		η	0.03		
$V_{y,Ed}$		0.01 kN	$V_{pl,y,Rd}$		16.17 kN					
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.03 \leq 1 \quad (6.42)$										
409		0.000	EK1	0.08	≤ 1	CS164)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		-0.06 kN	$V_{z,Ed}$		0.00 kN		$M_{y,Ed}$	-0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		-0.03 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	-0.02 kNm		
Nachweis										
$M_{y,Ed}$		0.01 kNm	$V_{y,Ed}$		0.03 kN		γ_{M0}	1.000		
$M_{z,Ed}$		0.02 kNm	$V_{z,Ed}$		0.00 kN		$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
M_{Ed}		0.02 kNm	V_{Ed}		0.03 kN		v	0.002		
W_{el}		1.31 cm ³	A_v		1.19 cm ²		$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
$\sigma_{x,Ed}$		1.83 kN/cm ²	f_y		23.50 kN/cm ²		η	0.08		
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.08 \leq 1 \quad (6.42)$										
219		0.807	EK1	0.15	≤ 1	CS184)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
N_{Ed}		-5.40 kN	$V_{z,Ed}$		0.00 kN		$M_{y,Ed}$	-0.01 kNm		
$V_{y,Ed}$		0.01 kN	T_{Ed}		0.00 kNm		$M_{z,Ed}$	0.00 kNm		
Nachweis										
N_{Ed}		5.40 kN	$\sigma_{x,M,Ed}$		0.53 kN/cm ²		γ_{M0}	1.000		
A		1.87 cm ²	$\sigma_{x,Ed}$		3.42 kN/cm ²		$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
$\sigma_{x,N,Ed}$		2.88 kN/cm ²	$V_{z,Ed}$		0.00 kN		v	0.000		
$M_{y,Ed}$		0.01 kNm	A_v		1.19 cm ²		$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
W_{el}		1.31 cm ³	f_v		23.50 kN/cm ²		n	0.15		



Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSGEWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis			Gleichung Nr.	Bezeichnung		
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.15 \leq 1$ (6.42)										
257		0.000	EK1	0.16	≤ 1	CS204)	Querschnittsnachweis - Biegung um z-Achse, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
N _{Ed}		6.33	kN	$\sigma_{x,M,Ed}$		0.38	kN/cm ²	γ_{M0}	1.000	
A		1.87	cm ²	$\sigma_{x,Ed}$		3.76	kN/cm ²	V _{pl,Rd}	16.17	kN
$\sigma_{x,N,Ed}$		3.38	kN/cm ²	V _{y,Ed}		0.01	kN	v	0.000	
M _{z,Ed}		0.00	kNm	A _v		1.19	cm ²	$\sigma_{x,Rd}$	23.50	kN/cm ²
W _{el}		1.31	cm ³	f _y		23.50	kN/cm ²	η	0.16	
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.16 \leq 1$ (6.42)										
257		0.565	EK1	0.17	≤ 1	CS224)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
N _{Ed}		6.31	kN	$\sigma_{x,M,Ed}$		0.64	kN/cm ²	γ_{M0}	1.000	
A		1.87	cm ²	$\sigma_{x,Ed}$		4.01	kN/cm ²	V _{pl,Rd}	16.17	kN
$\sigma_{x,N,Ed}$		3.37	kN/cm ²	V _{y,Ed}		0.00	kN	v	0.000	
M _{y,Ed}		0.00	kNm	V _{z,Ed}		0.00	kN	$\sigma_{x,Rd}$	23.50	kN/cm ²
M _{z,Ed}		0.01	kNm	V _{Ed}		0.00	kN	η	0.17	
M _{Ed}		0.01	kNm	A _v		1.19	cm ²			
W _{el}		1.31	cm ³	f _y		23.50	kN/cm ²			
Nachweisformel $\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.17 \leq 1$ (6.42)										
416		1.087	EK1	0.07	≤ 1	ST301)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
E		21000.00	kN/cm ²	N _{cr,y}		36.61	kN	γ_{M1}	1.100	
I _y		2.09	cm ⁴	A		1.87	cm ²	N _{Ed}	1.44	kN
L _{cr,y}		1.087	m	f _y		23.50	kN/cm ²	$\eta_{N,cr}$	0.039	
Nachweisformel $N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0.07 \leq 1$ (6.46)										
82		1.345	EK1	0.40	≤ 1	ST302)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um y-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
M _{y,Ed}		0.00	kNm	N _{cr,y}		23.93	kN	α_y	0.490	
M _{pl,y,Rd}		0.42	kNm	A		1.87	cm ²	Φ_y	1.703	
$\eta_{M,y,limit}$		0.010		f _y		23.50	kN/cm ²	χ_y	0.366	
$\eta_{Mpl,y,Rd}$		0.000		$\lambda_{_y}$		1.356		γ_{M1}	1.100	
E		21000.00	kN/cm ²	N _{Ed}		5.87	kN	N _{b,y,Rd}	14.64	kN
I _y		2.09	cm ⁴	$\eta_{N,cr}$		0.245		η	0.40	
L _{cr,y}		1.345	m	KSL _y		c				
Nachweisformel $N_{Ed} / N_{b,y,Rd} = 0.40 \leq 1$ (6.46)										
416		1.087	EK1	0.07	≤ 1	ST311)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2(4)			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
E		21000.00	kN/cm ²	N _{cr,z}		36.61	kN	γ_{M1}	1.100	
I _z		2.09	cm ⁴	A		1.87	cm ²	N _{Ed}	1.44	kN
L _{cr,z}		1.087	m	f _y		23.50	kN/cm ²	$\eta_{N,cr}$	0.039	
Nachweisformel $N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0.07 \leq 1$ (6.46)										
82		1.345	EK1	0.40	≤ 1	ST312)	Stabilitätsnachweis - Biegeknicken um z-Achse nach 6.3.1.1 und 6.3.1.2			
Bemessungsschnittgrößen										
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
Nachweis										
M _{z,Ed}		0.00	kNm	N _{cr,z}		23.93	kN	α_z	0.490	
M _{pl,z,Rd}		0.42	kNm	A		1.87	cm ²	Φ_z	1.703	
$\eta_{Mz,lim}$		0.010		f _y		23.50	kN/cm ²	χ_z	0.366	
$\eta_{Mpl,z,Rd}$		0.022		$\lambda_{_z}$		1.356		γ_{M1}	1.100	
E		21000.00	kN/cm ²	N _{Ed}		5.87	kN	N _{b,z,Rd}	14.64	kN
I _z		2.09	cm ⁴	$\eta_{N,cr}$		0.245		η	0.40	
L _{cr,z}		1.345	m	KSL _z		c				
Nachweisformel $N_{Ed} / N_{b,z,Rd} = 0.40 \leq 1$ (6.46)										

Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

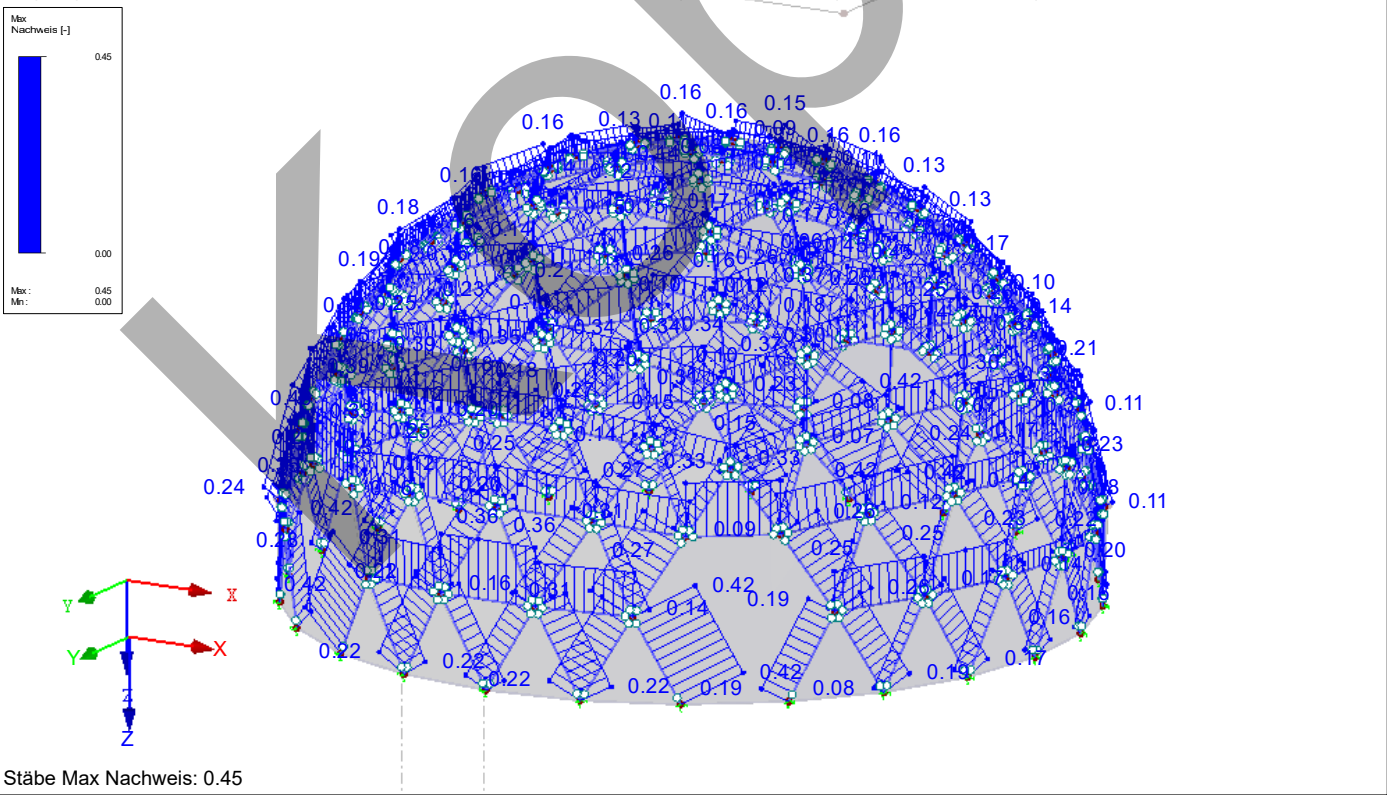
Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichun Nr.	Bezeichnung			
	257	0.565	EK1	0.45	≤ 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2			
Bemessungsschnittgrößen										
	N _{Ed}	-6.31	kN	V _{z,Ed}	0.00	kN	M _{y,Ed}	0.00	kNm	
	V _{y,Ed}	0.00	kN	T _{Ed}	0.00	kNm	M _{z,Ed}	-0.01	kNm	
Nachweis										
	E	21000.00	kN/cm²	Typ	Fest		k _{zy}	0.939		
	I _y	2.09	cm⁴	Diagr M _y	3) Max im Feld		k _{zz}	1.223		
	L _{cr,y}	1.272	m	ψ _y	0.937		N _{Ed}	6.31	kN	
	N _{cr,y}	26.75	kN	M _{h,y}	0.00	kNm	A _l	1.87	cm²	
	A	1.87	cm²	M _{s,y}	0.00	kNm	N _{Rk}	44.00	kN	
	f _y	23.50	kN/cm²	α _{h,y}	-0.056		γ _{M1}	1.100		
	λ _{z,y}	1.282		Last z	Gleichlast		η _{Ny}	0.40		
	KSL _y	c		C _{my}	0.947		η _{Nz}	0.40		
	α _y	0.490		Typ	Fest		M _{y,Ed}	0.00	kNm	
	Φ _y	1.588		Diagr M _z	3) Max im Feld		W _y	1.31	cm³	
	χ _y	0.396		ψ _z	0.993		M _{y,Rk}	0.31	kNm	
	I _z	2.09	cm⁴	M _{h,z}	-0.01	kNm	η _{My}	0.02		
	L _{cr,z}	1.272	m	M _{s,z}	-0.01	kNm	M _{z,Ed}	0.01	kNm	
	N _{cr,z}	26.75	kN	α _{h,z}	0.738		W _z	1.31	cm³	
	λ _{z,z}	1.282		Last y	Gleichlast		M _{z,Rk}	0.31	kNm	
	KSL _z	c		C _{mz}	0.987		η _{Mz}	0.02		
	α _z	0.490		Bauteil	Verdrehsteif		η ₁	0.45		
	Φ _z	1.588		k _{yy}	1.173		η ₂	0.44		
	χ _z	0.396		k _{yz}	1.223					
Nachweisformel										
N _{Ed} / (χ _y N _{Rk} / γ _{M1}) + k _{yy} M _{y,Ed} / (χ _{LT} M _{y,Rk} / γ _{M1}) + k _{yz} M _{z,Ed} / (M _{z,Rk} / γ _{M1}) = 0.45 ≤ 1 (6.61)										
N _{Ed} / (χ _z N _{Rk} / γ _{M1}) + k _{zy} M _{y,Ed} / (χ _{LT} M _{y,Rk} / γ _{M1}) + k _{zz} M _{z,Ed} / (M _{z,Rk} / γ _{M1}) = 0.44 ≤ 1 (6.62)										

NACHWEIS RO 31,8 X 2

RF-STAHL EC3 FA1

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

Isometrie



RF-STAHL EC3

FA2

RO 31,8 x 2 im unteren 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/cm ²]	Schubmodul G [kN/cm ²]	Querdehnzahl ν [-]	Streckgrenze f_{yk} [kN/cm ²]	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.	Querschnitt Bezeichnung	Querschnitts-typ	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	Gleichung Nr.	Bezeichnung
1						
	4	1.344	EK1	0.14	≤ 1	CS101) Querschnittsnachweis - Zug nach 6.2.3
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	6.10 kN		$V_{z,Ed}$	-0.39 kN	$M_{y,Ed}$ -0.01 kNm
	$V_{y,Ed}$	-0.12 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.00 kNm
Nachweis						
	$N_{t,Ed}$	6.10 kN		γ_{M0}	1.000	η 0.14
	A	1.87 cm ²		$N_{pl,Rd}$	44.00 kN	
	f_y	23.50 kN/cm ²		$N_{t,Rd}$	44.00 kN	
Nachweisformel						
	$N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.14 \leq 1$ (6.5)					
	256	0.615	EK1	0.06	≤ 1	CS102) Querschnittsnachweis - Druck nach 6.2.4
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	-2.63 kN		$V_{z,Ed}$	0.06 kN	$M_{y,Ed}$ 0.27 kNm
	$V_{y,Ed}$	-0.02 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.08 kNm
Nachweis						
	$N_{c,Ed}$	2.63 kN		f_y	23.50 kN/cm ²	$N_{c,Rd}$ 44.00 kN
	A	1.87 cm ²		γ_{M0}	1.000	η 0.06
Nachweisformel						
	$N_{c,Ed} / N_{c,Rd} = 0.06 \leq 1$ (6.9)					
	461	1.137	EK1	0.08	≤ 1	CS112) Querschnittsnachweis - Biegung um y-Achse nach 6.2.5 - Klasse 3
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	-0.06 kN		$V_{z,Ed}$	-0.09 kN	$M_{y,Ed}$ 0.02 kNm
	$V_{y,Ed}$	0.00 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.00 kNm
Nachweis						
	$M_{y,Ed}$	0.02 kNm		γ_{M0}	1.000	η 0.08
	$W_{el,y,min}$	1.31 cm ³		$M_{el,y,Rd}$	0.31 kNm	
	f_y	23.50 kN/cm ²		$M_{c,y,Rd}$	0.31 kNm	
Nachweisformel						
	$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} = 0.08 \leq 1$ (6.12)					
	256	0.000	EK1	0.12	≤ 1	CS122) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse z nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	-0.97 kN		$V_{z,Ed}$	1.57 kN	$M_{y,Ed}$ -0.03 kNm
	$V_{y,Ed}$	-0.37 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ -0.01 kNm
Nachweis						
	$V_{z,Ed}$	1.57 kN		t	2.0 mm	γ_{M0} 1.000
	S_y	0.44 cm ³		$T_{V,z,Ed}$	1.67 kN/cm ²	τ_{Rd} 13.57 kN/cm ²
	I_y	2.09 cm ⁴		f_y	23.50 kN/cm ²	η 0.12
Nachweisformel						
	$T_{V,z,Ed} / \tau_{Rd} = 0.12 \leq 1$ (6.19)					
	256	1.435	EK1	0.05	≤ 1	CS124) Querschnittsnachweis - Querkraft in Achse y nach 6.2.6(4) - Klasse 3 oder 4
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	1.20 kN		$V_{z,Ed}$	-1.36 kN	$M_{y,Ed}$ -0.02 kNm
	$V_{y,Ed}$	-0.62 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$ 0.01 kNm
Nachweis						
	$V_{y,Ed}$	0.62 kN		t	2.0 mm	γ_{M0} 1.000
	S_z	0.44 cm ³		$T_{V,y,Ed}$	0.66 kN/cm ²	τ_{Rd} 13.57 kN/cm ²
	I_z	2.09 cm ⁴		f_y	23.50 kN/cm ²	η 0.05
Nachweisformel						
	$T_{V,y,Ed} / \tau_{Rd} = 0.05 \leq 1$ (6.19)					
	256	0.000	EK1	0.13	≤ 1	CS129) Querschnittsnachweis - Resultierende Querkraft nach 6.2.6(4)
Bemessungsschnittgrößen						
	N_{Ed}	-0.97 kN		$V_{z,Ed}$	1.57 kN	$M_{y,Ed}$ -0.03 kNm



Modell: Geodätische Kuppel $d = 11\text{m}$

■ 2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSWEISE

Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/ EK	Nachweis		Gleichung Nr.	Bezeichnung		
		$V_{y,Ed}$	-0.37 kN		T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	-0.01 kNm	
		Nachweis							
		V_{Ed}	1.61 kN		t	2.0 mm	γ_{M0}	1.000	
		S	0.44 cm ³		$t_{V,Ed}$	1.71 kN/cm ²	τ_{Rd}	13.57 kN/cm ²	
		I	2.09 cm ⁴		f_y	23.50 kN/cm ²	η	0.13	
		Nachweisformel							
		$t_{V,Ed} / \tau_{Rd} = 0.13 \leq 1 \quad (6.19)$							
	461	1.137	EK1	0.08	≤ 1	CS144)	Querschnittsnachweis - Biegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	-0.06 kN	$V_{z,Ed}$	-0.09 kN	$M_{y,Ed}$	0.02 kNm		
		$V_{y,Ed}$	0.00 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	0.00 kNm		
		Nachweis							
		$M_{y,Ed}$	0.02 kNm	$A_{v,z}$	1.19 cm ²	v	0.006		
		$W_{el,y}$	1.31 cm ³	f_y	23.50 kN/cm ²	$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
		$\sigma_{x,Ed}$	1.89 kN/cm ²	γ_{M0}	1.000	η	0.08		
		$V_{z,Ed}$	0.09 kN	$V_{pl,z,Rd}$	16.17 kN				
		Nachweisformel							
		$\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.08 \leq 1 \quad (6.42)$							
	526	0.827	EK1	0.94	≤ 1	CS164)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung und Querkraft nach 6.2.9.2 und 6.2.10 - Klasse 3 - Rohr		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	-0.08 kN	$V_{z,Ed}$	-0.14 kN	$M_{y,Ed}$	0.28 kNm		
		$V_{y,Ed}$	-0.05 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	-0.09 kNm		
		Nachweis							
		$M_{y,Ed}$	0.28 kNm	$V_{y,Ed}$	0.05 kN	γ_{M0}	1.000		
		$M_{z,Ed}$	0.09 kNm	$V_{z,Ed}$	0.14 kN	$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
		M_{Ed}	0.29 kNm	V_{Ed}	0.15 kN	v	0.009		
		W_{el}	1.31 cm ³	A_v	1.19 cm ²	$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
		$\sigma_{x,Ed}$	22.19 kN/cm ²	f_y	23.50 kN/cm ²	η	0.94		
		Nachweisformel							
		$\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.94 \leq 1 \quad (6.42)$							
	119	0.205	EK1	0.23	≤ 1	CS184)	Querschnittsnachweis - Biegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	0.48 kN	$V_{z,Ed}$	0.25 kN	$M_{y,Ed}$	0.07 kNm		
		$V_{y,Ed}$	-0.01 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	0.00 kNm		
		Nachweis							
		N_{Ed}	0.48 kN	$\sigma_{x,M,Ed}$	5.26 kN/cm ²	γ_{M0}	1.000		
		A	1.87 cm ²	$\sigma_{x,Ed}$	5.52 kN/cm ²	$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
		$\sigma_{x,N,Ed}$	0.26 kN/cm ²	$V_{z,Ed}$	0.25 kN	v	0.015		
		$M_{y,Ed}$	0.07 kNm	A_v	1.19 cm ²	$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
		W_{el}	1.31 cm ³	f_y	23.50 kN/cm ²	η	0.23		
		Nachweisformel							
		$\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.23 \leq 1 \quad (6.42)$							
	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		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	0.92 kN	$V_{z,Ed}$	0.03 kN	$M_{y,Ed}$	0.00 kNm		
		$V_{y,Ed}$	-0.01 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	0.00 kNm		
		Nachweis							
		N_{Ed}	0.92 kN	$\sigma_{x,M,Ed}$	0.07 kN/cm ²	γ_{M0}	1.000		
		A	1.87 cm ²	$\sigma_{x,Ed}$	0.57 kN/cm ²	$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
		$\sigma_{x,N,Ed}$	0.49 kN/cm ²	$V_{y,Ed}$	0.01 kN	v	0.000		
		$M_{z,Ed}$	0.00 kNm	A_v	1.19 cm ²	$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
		W_{el}	1.31 cm ³	f_y	23.50 kN/cm ²	η	0.02		
		Nachweisformel							
		$\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 0.02 \leq 1 \quad (6.42)$							
	256	0.718	EK1	1.17	> 1	CS224)	Querschnittsnachweis - Doppelbiegung, Quer- und Normalkraft nach 6.2.10 und 6.2.9 - Klasse 3 - Rohr		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	-1.44 kN	$V_{z,Ed}$	0.00 kN	$M_{y,Ed}$	0.34 kNm		
		$V_{y,Ed}$	0.00 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	0.10 kNm		
		Nachweis							
		N_{Ed}	1.44 kN	$\sigma_{x,M,Ed}$	26.69 kN/cm ²	γ_{M0}	1.000		
		A	1.87 cm ²	$\sigma_{x,Ed}$	27.45 kN/cm ²	$V_{pl,Rd}$	16.17 kN		
		$\sigma_{x,N,Ed}$	0.77 kN/cm ²	$V_{y,Ed}$	0.00 kN	v	0.000		
		$M_{y,Ed}$	0.34 kNm	$V_{z,Ed}$	0.00 kN	$\sigma_{x,Rd}$	23.50 kN/cm ²		
		$M_{z,Ed}$	0.10 kNm	V_{Ed}	0.00 kN	η	1.17		
		M_{Ed}	0.35 kNm	A_v	1.19 cm ²				
		W_{el}	1.31 cm ³	f_y	23.50 kN/cm ²				
		Nachweisformel							
		$\sigma_{x,Ed} / \sigma_{x,Rd} = 1.17 > 1 \quad (6.42)$							
	256	0.615	EK1	1.67	> 1	ST364)	Stabilitätsnachweis - Biegung und Druck nach 6.3.3, Verfahren 2		
		Bemessungsschnittgrößen							
		N_{Ed}	-1.45 kN	$V_{z,Ed}$	0.08 kN	$M_{y,Ed}$	0.33 kNm		
		$V_{y,Ed}$	-0.03 kN	T_{Ed}	0.00 kNm	$M_{z,Ed}$	0.10 kNm		
		Nachweis							
	E	21000.00	kN/cm ²	Typ	Fest	k_{zy}	0.805		
	I_y	2.09	cm ⁴	Diagr M_y	3) Max im Feld	k_{zz}	1.007		
	$L_{cr,y}$	1.435	m	N_{Ed}	0.945	N_{Ed}	1.45 kN		

Projekt:

Modell: Geodätische Kuppel d = 11m

2.2 NACHWEISE QUERSCHNITTSSWEISE

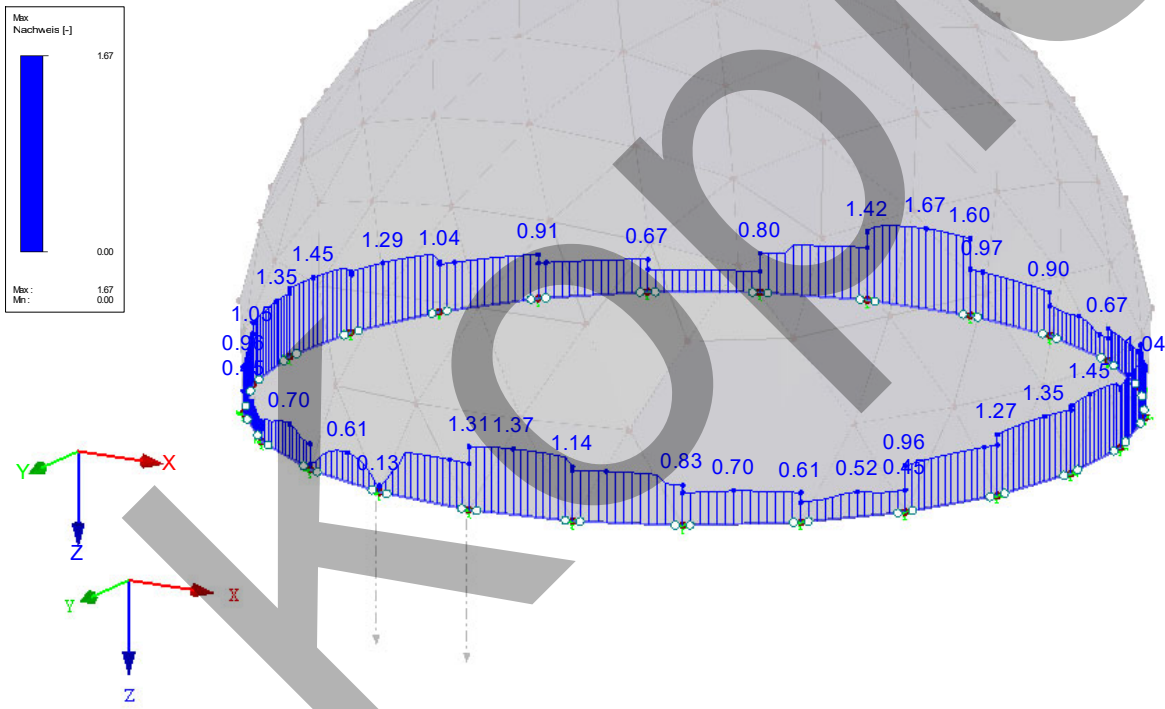
Quer. Nr.	Stab Nr.	Stelle x [m]	LF/LK/EK	Nachweis	Gleichun Nr.	Bezeichnung		
	$N_{cr,y}$		21.00	kN		$M_{h,y}$	-0.03	kNm
	A		1.87	cm ²		$M_{s,y}$	0.34	kNm
	f_y		23.50	kN/cm ²		$\alpha_{h,y}$	-0.102	
	λ_{-y}		1.447			Last z	Gleichlast	
	KSL _y		c			C_{my}	0.945	
	α_y		0.490			Typ	Fest	
	Φ_y		1.853			Diagr M_z	3) Max im Feld	
	χ_y		0.332			ψ_z	0.791	
	I_z		2.09	cm ⁴		$M_{h,z}$	-0.01	kNm
	$L_{cr,z}$		1.435	m		$M_{s,z}$	0.10	kNm
	$N_{cr,z}$		21.00	kN		$\alpha_{h,z}$	-0.092	
	λ_{-z}		1.447			Last y	Gleichlast	
	KSL _z		c			C_{mz}	0.945	
	α_z		0.490			Bauteil	Verdrehsteif	
	Φ_z		1.853			k_{yy}	1.007	
	χ_z		0.332			k_{yz}	1.007	
Nachweisformel								
$\frac{N_{Ed}}{(\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{yy} M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{yz} M_{z,Ed}}{(M_{z,Rk} / \gamma_{M1})} = 1.67 > 1 \quad (6.61)$								
$\frac{N_{Ed}}{(\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{zy} M_{y,Ed}}{(\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1})} + \frac{k_{zz} M_{z,Ed}}{(M_{z,Rk} / \gamma_{M1})} = 1.43 > 1 \quad (6.62)$								

NACHWEIS RO 31,8 X 2 IM UNTEREN RING

RF-STAHL EC3 FA2

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

Isometrie



Stäbe Max Nachweis: 1.67

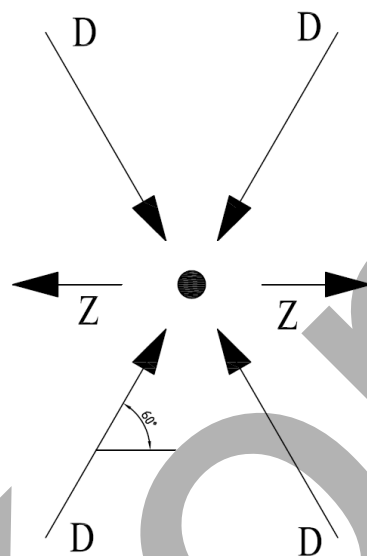


4.1.2 Nachweis der Knotenpunkte

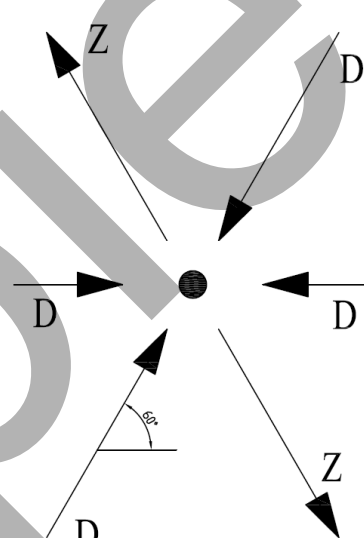
Belastung (siehe Seite 3.3 / 1): $N_{Ed,min}$ = 6,33 kN (Druck)
 $N_{Ed,max}$ = 3,78 kN (Zug)

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

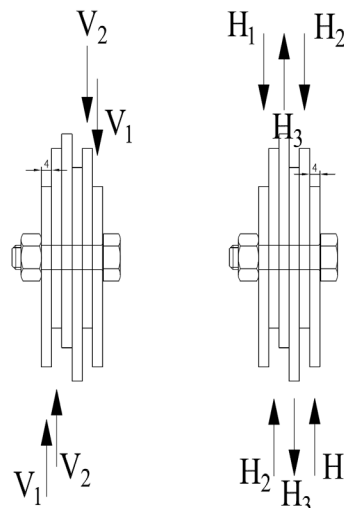
Situation A



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:

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

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

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

Beanspruchbarkeiten M10 8.8:

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

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

Nachweise:

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

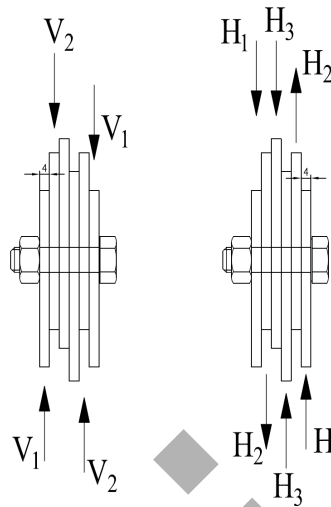
$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{8,78kNcm}{9,60kNcm} = 0,91 < 1$$

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

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:

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

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

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



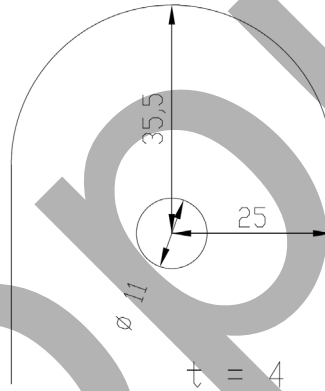
Nachweise:

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

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

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

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 kN/cm ² (für $t \leq 40\text{mm}$)	
$f_u =$	36,00 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 mm	
Bohrlochdurchmesser		
$d_0 =$	11,00 mm	
Werkstoff Schraube:		nach DIN EN 1993-1-8 Tab. 3.1
$f_{y,b} =$	64,00 kN/cm ²	
$f_{u,b} =$	80,00 kN/cm ²	

Belastung:

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

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

Randabstand in Kraftrichtung

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

Randabstand quer zur Kraftrichtung

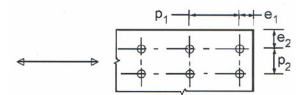
$$e_2 = \mathbf{25,0 \text{ mm}}$$

Lochabstand in Kraftrichtung

$$p_1 = \text{mm}$$

Lochabstand quer zur Kraftrichtung

$$p_2 = \text{mm}$$



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

mit α_b kleinster Wert aus

$$1,00$$

$$f_{u,b} / f_u = 2,22$$

$$e_1 / (3d_0) = 1,08 \quad (\text{in Kraftrichtung})$$

$$p_1 / (3d_0) - 1/4 =$$

mit k_1 kleinster Wert aus

$$2,50$$

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

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

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

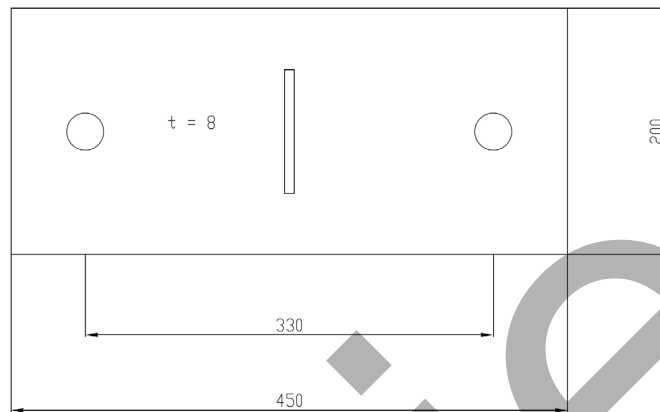
>

$$F_{b,Ed}$$



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

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

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

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

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


Nachweis auf Zug:

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

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

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

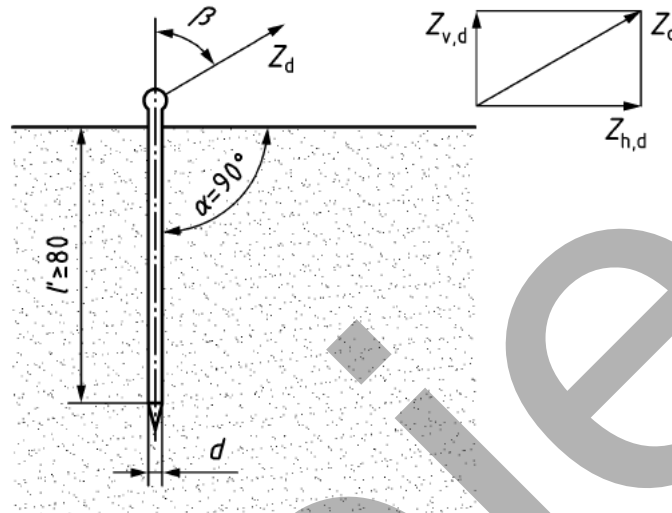
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} = \frac{43,4 \text{ kNcm}}{50,1 \text{ kNcm}} = 0,87 < 1$$

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
<div> <div>4.1.4 Nachweis der Plane</div> <div> Gewählt: Saint Clair LAC 650 SL </div> <div> Beanspruchung (siehe Seite 3.3 / 4): $n_x = 11,13kN / m$ $n_y = 7,08kN / m$ </div> <div> Beanspruchbarkeit: $f_{tk} = 250daN / 5cm = 50kN / m$ $f_d = \frac{50kN / m}{2,5} = 20kN / m$ </div> <div> Nachweis: $\frac{n_x}{f_d} = \frac{11,13kN / m}{20kN / m} = 0,56 < 1$ </div> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 4.1 Nachweis im GZT	Seite: 4.1 / 15 <div>Lfd-Nr. 54</div>



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:

$$Z_{res,1} = 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in X}$$

$$Z_{res,2} = 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in -Y}$$

$$Z_{res,3} = 1,0 \cdot \text{Eigengewicht} + 1,2 \cdot \text{Außendruck in +Y}$$

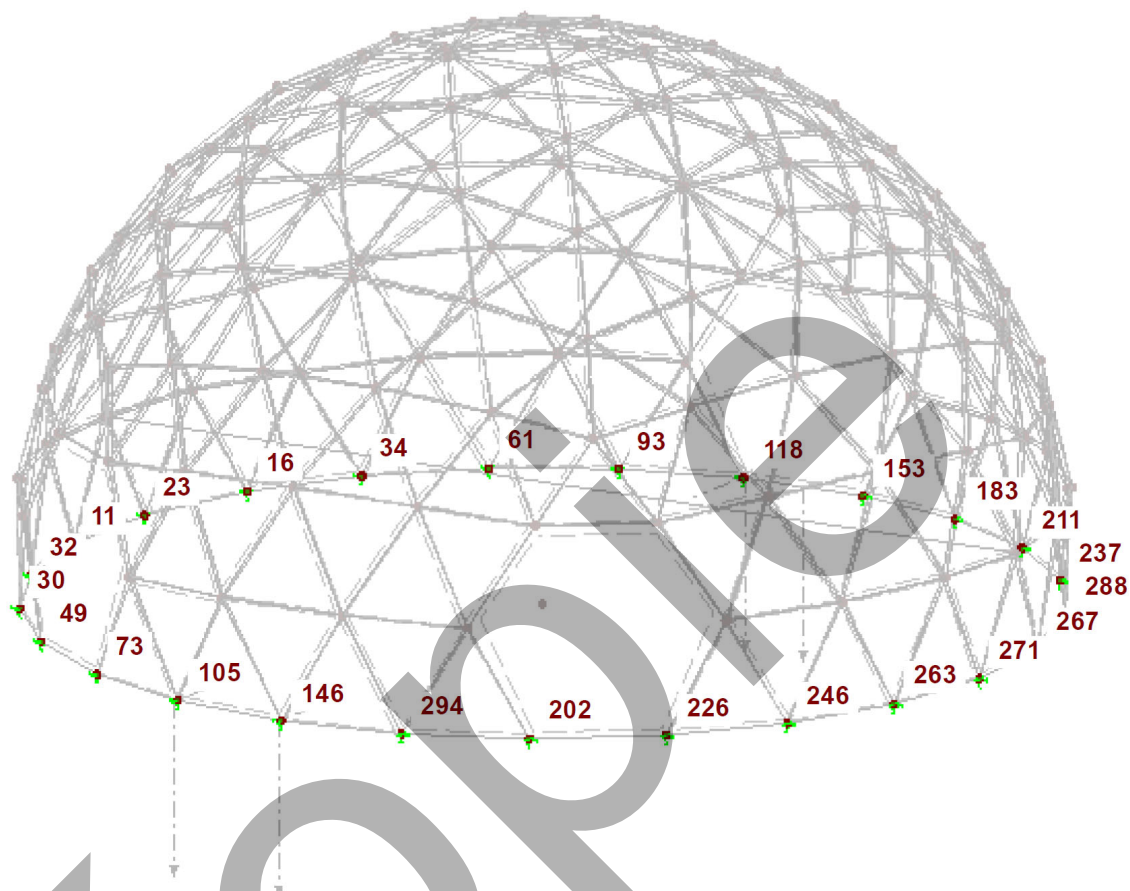
Auf eine Betrachtung der Lastfälle „Innendruck“ sowie „Anhängelasten“ kann verzichtet werden, da sich diese günstig auf die Lagesicherheit der Konstruktion auswirken.

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


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



Knotenübersicht:



Nachweise siehe nachfolgende Seiten.

Verfasser:										Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH													
Bauwerk:										Geodätische Kuppel d = 11 m													
Auftraggeber:										Brantjes & Huneck											Auftragsnr.: 23078		Datum: 06.02.2024

1,0 x Eigengewicht + 1,2 x Außendruck in X																											
Knoten		Lagerkräfte in kN [Design]		P _x		P _y		μ		pos = absteigend Z _{id} [kN]		Z _{res,1} [kN]		Winkel [°]		Z _{res,1} [kN]		Anker-Ø [cm]		Einschlagtiefe [cm]		Z _k [-]		Z _{Anker} [kN]		n _{erf}	
Nr.		P _x		P _y		μ		Z _{id} [kN]		Z _{res,1} [kN]		Winkel [°]		Z _{res,1} [kN]		Anker-Ø [cm]		Einschlagtiefe [cm]		Z _k [-]		Z _{Anker} [kN]		n _{erf}			
11		1,46		0,12		0,75		0,00		0,75		1,47		62,89		1,65		2,5		80		17,0		3,40		0,49	
16		1,44		-0,10		0,91		0,00		0,91		1,44		57,79		1,70		2,5		80		17,0		3,40		0,50	
23		1,49		0,01		0,86		0,00		0,86		1,49		59,86		1,72		2,5		80		17,0		3,40		0,51	
30		1,10		0,41		-0,41		0,00		0,00		1,17		90,00		1,17		2,5		80		17,0		3,40		0,34	
32		1,31		0,23		0,45		0,00		0,45		1,33		71,44		1,40		2,5		80		17,0		3,40		0,41	
34		1,33		-0,26		0,89		0,00		0,89		1,36		56,66		1,62		2,5		80		17,0		3,40		0,48	
49		0,93		0,57		-2,24		0,00		0,00		1,09		90,00		1,09		2,5		80		17,0		3,40		0,32	
61		1,17		-0,49		0,73		0,00		0,73		1,27		60,01		1,47		2,5		80		17,0		3,40		0,43	
73		0,93		0,53		1,51		0,00		1,51		1,07		35,24		1,85		2,5		80		14,7		2,94		0,63	
93		1,04		-0,73		0,42		0,00		0,42		1,27		71,73		1,33		2,5		80		17,0		3,40		0,39	
105		0,93		0,45		4,01		0,00		4,01		1,04		14,50		4,14		2,5		80		9,9		1,98		2,10	
118		0,92		-0,80		1,90		0,00		1,90		1,22		32,72		2,26		2,5		80		14,1		2,83		0,80	
146		0,80		0,64		2,85		0,00		2,85		1,03		19,81		3,03		2,5		80		11,1		2,22		1,36	
153		0,70		-0,57		2,99		0,00		2,99		0,90		16,73		3,12		2,5		80		10,4		2,08		1,50	
183		0,49		-0,15		3,32		0,00		3,32		0,51		8,75		3,36		2,5		80		8,5		1,71		1,97	
202		0,44		0,19		1,63		0,00		1,63		0,48		16,31		1,70		2,5		80		10,3		2,06		0,83	
211		0,36		-0,05		1,55		0,00		1,55		0,37		13,34		1,59		2,5		80		9,6		1,92		0,83	
226		0,14		-0,07		2,26		0,00		2,26		0,15		3,91		2,27		2,5		80		7,4		1,48		1,53	
237		0,31		-0,04		0,08		0,00		0,08		0,32		76,48		0,33		2,5		80		17,0		3,40		0,10	
246		0,06		-0,13		0,90		0,00		0,90		0,14		8,71		0,91		2,5		80		8,5		1,71		0,53	
263		0,12		-0,10		-0,54		0,00		0,00		0,16		90,00		0,16		2,5		80		17,0		3,40		0,05	
267		0,24		-0,06		-1,37		0,00		0,00		0,25		90,00		0,25		2,5		80		17,0		3,40		0,07	
271		0,19		-0,07		-1,28		0,00		0,00		0,20		90,00		0,20		2,5		80		17,0		3,40		0,06	
288		0,28		-0,04		-0,88		0,00		0,00		0,28		90,00		0,28		2,5		80		17,0		3,40		0,08	
294		0,65		0,52		1,11		0,00		1,11		0,83		37,00		1,39		2,5		80		15,1		3,03		0,46	

Geringfügige Überschreitung an einem Fußpunkt ok

Vorgang : Statischer Nachweis										Seite: 4.2 / 3									
Kapitel : 4.2 Nachweis der Bodenverankerung																			

Lfd-Nr. 57

Verfasser:



Bauwerk:

Geodätische Kuppel d = 11 m

Auftraggeber:

Brantjes & Huneck

Auftragsnr.: 23078

Datum: 06.02.2024

1,0 x Eigengewicht + 1,2 x Aufwinddruck in -Y													
Knoten Nr.	Lagerkräfte in kN [design]		P_z	μ	pos = absteigend		Winkel [°]	$Z_{res,2}$ [kN]	Anker-Ø [cm]	Einschlagtiefe [cm]	Z_a [-]	Z_{Anker} [kN]	n_{erf}
	P_x	P_y			Z_{id} [kN]	Z_{id} [kN]							
11	-0,44	-1,10	3,07	0,00	3,07	1,19	21,17	3,29	2,5	80	11,4	2,29	1,44
16	-0,37	-0,78	1,28	0,00	1,28	0,87	34,05	1,54	2,5	80	14,4	2,89	0,53
23	-0,94	-0,98	2,42	0,00	2,42	1,12	24,81	2,67	2,5	80	12,3	2,46	1,09
30	-0,02	-1,25	3,24	0,00	3,24	1,25	21,16	3,47	2,5	80	11,4	2,29	1,52
32	-0,18	-1,21	3,34	0,00	3,34	1,22	20,10	3,55	2,5	80	11,2	2,24	1,59
34	-0,23	-0,60	0,09	0,00	0,09	0,64	82,20	0,65	2,5	80	17,0	3,40	0,19
49	-0,10	-1,11	0,38	0,00	0,38	1,12	71,33	1,18	2,5	80	17,0	3,40	0,35
61	-0,16	-0,43	-0,92	0,00	0,00	0,46	90,00	0,46	2,5	80	17,0	3,40	0,14
73	-0,19	-1,04	-2,19	0,00	0,00	1,06	90,00	1,06	2,5	80	17,0	3,40	0,31
93	-0,07	-0,21	-1,29	0,00	0,00	0,22	90,00	0,22	2,5	80	17,0	3,40	0,07
105	-0,09	-1,14	-0,06	0,00	0,00	1,15	90,00	1,15	2,5	80	17,0	3,40	0,34
118	0,00	0,09	1,16	0,00	1,16	0,09	4,45	1,16	2,5	80	7,5	1,51	0,77
146	0,00	-1,22	0,43	0,00	0,43	1,22	70,78	1,29	2,5	80	17,0	3,40	0,38
153	0,00	0,09	1,16	0,00	1,16	0,09	4,45	1,16	2,5	80	7,5	1,51	0,77
183	0,07	-0,21	-1,29	0,00	0,00	0,22	90,00	0,22	2,5	80	17,0	3,40	0,07
202	0,19	-1,04	-2,19	0,00	0,00	1,06	90,00	1,06	2,5	80	17,0	3,40	0,31
211	0,16	-0,43	-0,92	0,00	0,00	0,46	90,00	0,46	2,5	80	17,0	3,40	0,14
226	0,10	-1,11	0,39	0,00	0,39	1,12	70,78	1,18	2,5	80	17,0	3,40	0,35
237	0,24	-0,60	0,09	0,00	0,09	0,65	82,25	0,65	2,5	80	17,0	3,40	0,19
246	0,02	-1,25	3,23	0,00	3,23	1,25	21,23	3,46	2,5	80	11,5	2,29	1,51
263	0,19	-1,21	3,34	0,00	3,34	1,22	20,12	3,56	2,5	80	11,2	2,24	1,59
267	0,94	-0,98	2,42	0,00	2,42	1,12	24,81	2,67	2,5	80	12,3	2,46	1,09
271	0,44	-1,10	3,07	0,00	3,07	1,19	21,17	3,29	2,5	80	11,4	2,29	1,44
288	0,37	-0,78	1,28	0,00	1,28	0,87	34,05	1,54	2,5	80	14,4	2,89	0,53
294	0,09	-1,14	-0,06	0,00	0,00	1,15	90,00	1,15	2,5	80	17,0	3,40	0,34

Vorgang : Statischer Nachweis

Kapitel : 4.2 Nachweis der Bodenverankerung

Seite:

4.2 / 4



1,0 x Eigengewicht + 1,2 x Außendruck in +y													
Nr.	Lagerkräfte in kN (design)			μ	g ₀ = abgeleitet								
	P _x	P _y	P _z		Z _{u,d} [kN]	Z _{u,d} [kN]	Winkel [°]	Z _{res,3} [kN]	Anker-Ø [cm]	Einschlagtiefe [cm]	Z _u [-]	Z _{Aqker} [kN]	η _{ref}
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
20	-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
33	-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	-0,11	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	0,00	0,00	0,00	0,03	90,00	0,03	2,5	80	17,0	3,40	0,01
118	0,04	1,16	1,16	0,00	1,16	1,16	90,00	1,16	2,5	80	17,0	3,40	0,34
146	0,00	0,03	-0,13	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	1,21	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	-0,02	1,18	0,00	2,14	1,18	28,76	2,45	2,5	80	13,2	2,64	0,93
294	-0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	90,00	0,02	2,5	80	17,0	3,40	0,01

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):

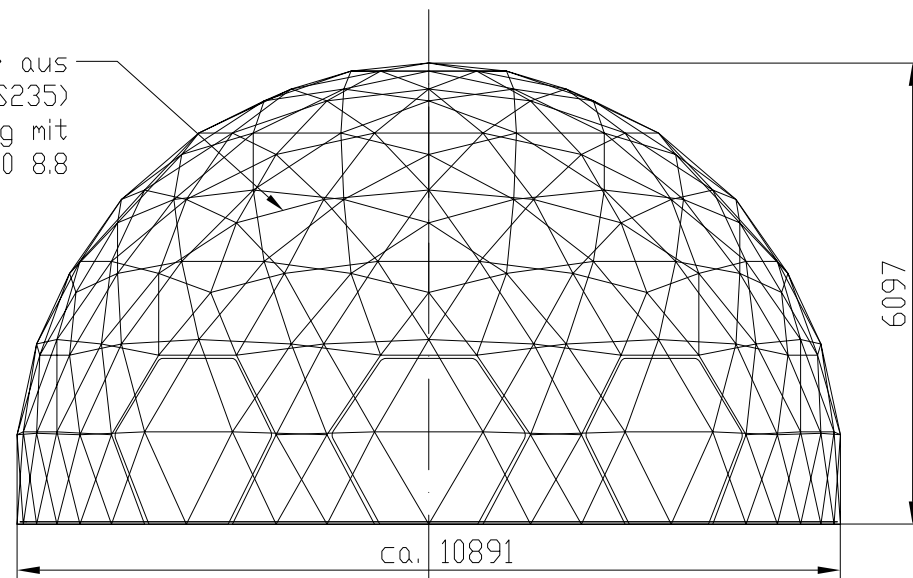
$$P_{z,d} = 3,72kN$$

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

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.

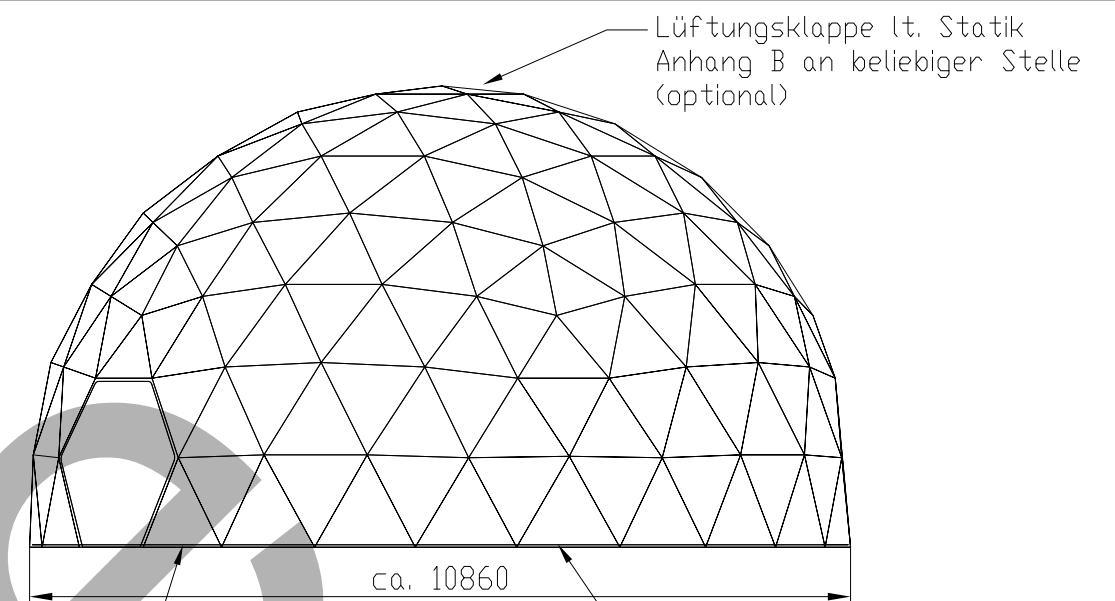
$$p = \frac{3,72kN / 1,4}{0,20m \cdot 0,45m} = 30kN / m^2 < 100kN / m^2$$

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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> <p>5 Zeichnungen</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : 5 Zeichnungen	Seite: 5 / 1 <div data-bbox="1420 2139 1532 2172" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 61 </div>



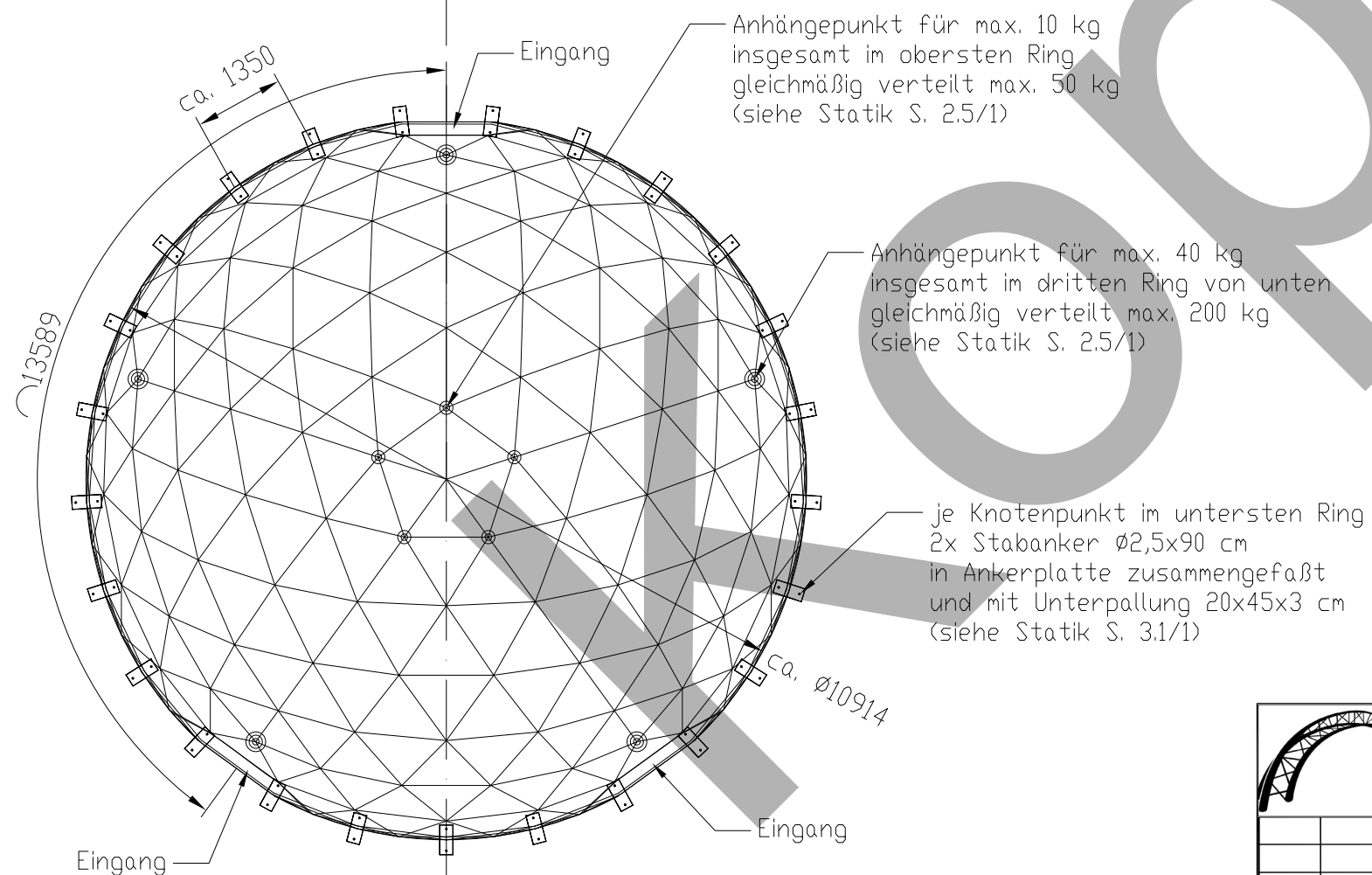
Plane: SAINT CLAIR TEXTILES
"LAC 650 SL"
(hier Darstellung ohne Plane)

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



Verstärkung jedes Stabes im untersten Ring
mit U-Profil lt. Statik S. 41/1

- Befestigung der Plane
alle 20cm mit Band
um untersten Ring



g

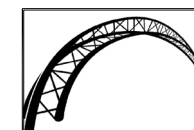
Eingang

Eingang

für Binnenlandaufstellung

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 anvertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

Vor der Fertigung müssen die Unterlagen von einem Prüfamnt 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 4173-
www.koerner-zs.de

Maßstab: 1:100

DIN-A3

Brantjes & Huneck

Geodätische Kuppel $d = 11 \text{ m}$
Übersicht

23078

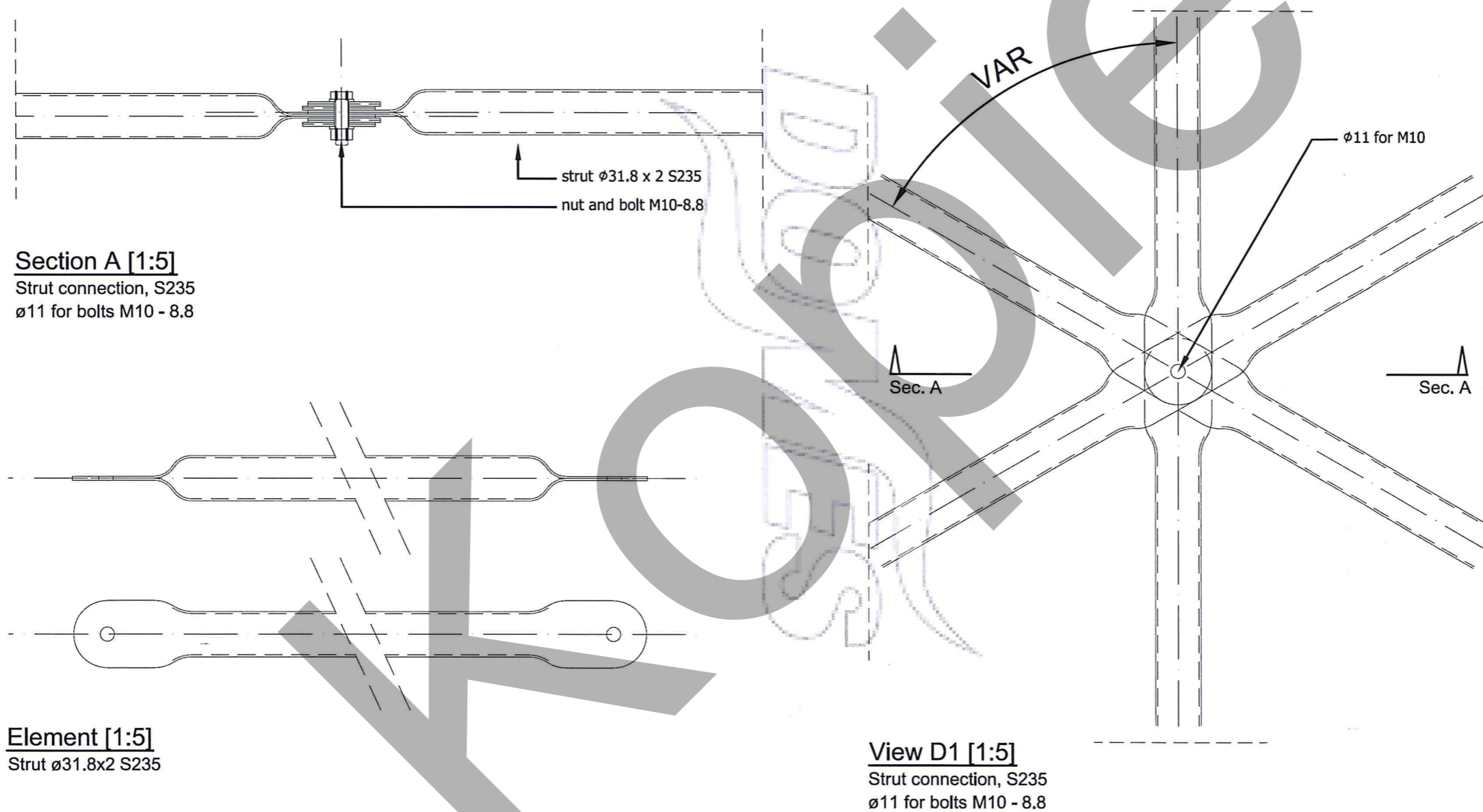
Lfd-Nr. 62

5_2

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 anvertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

Geometrische Toleranzen nach DIN EN 1090

Index	Änderung	Datum
-------	----------	-------



EDITOR:	DATE:	FILENAME:
JK	11.04.17	17.01.0114_11m_detail_1

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

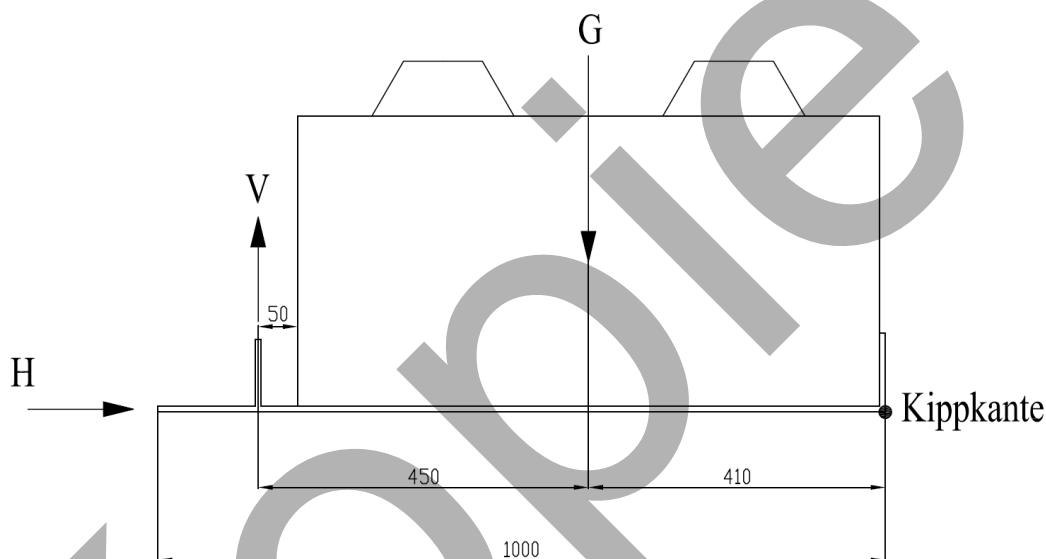
Lfd-Nr. 64



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.



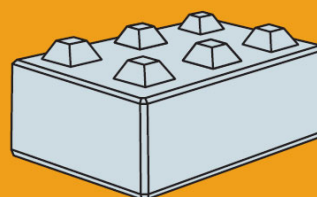
A.2 Nachweis der Kipp-, Gleit- und Abhebesicherheit

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:

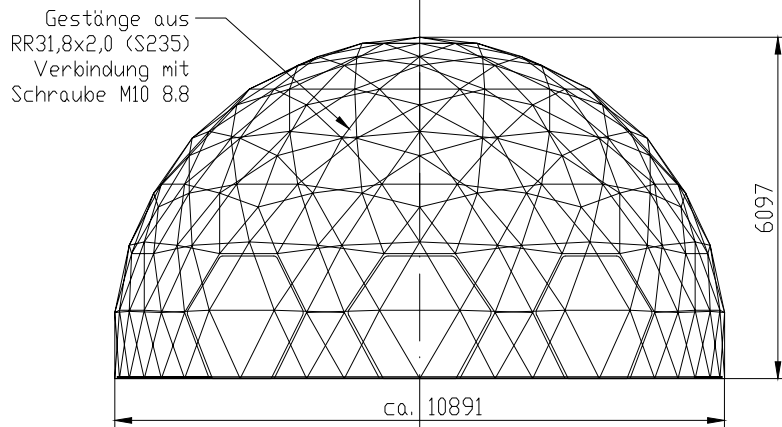
120 x 80 x 40 cm

825 kg



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

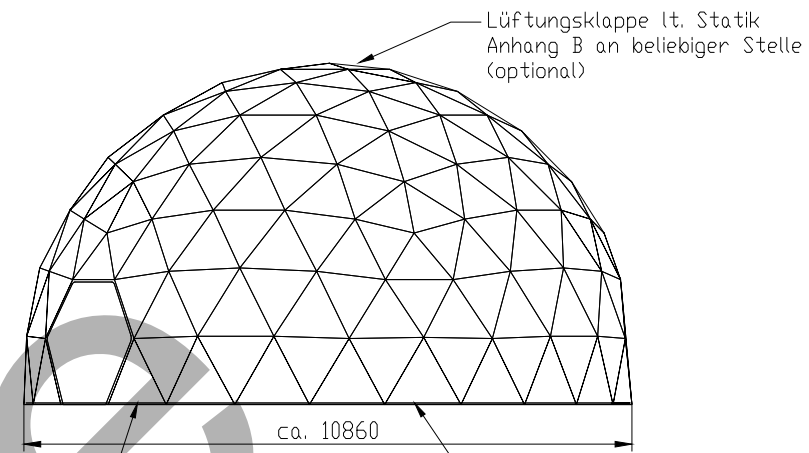
Verfasser: Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH Planen · Konstruieren · Berechnen	
Bauwerk: Geodätische Kuppel d = 11 m Auftraggeber: Brantjes & Huneck	Auftragsnr.: 23078 Datum: 06.02.2024
<p>Eigengewicht Fußplatte (FL 200 x 8): $G_{2,k} = 1,0\text{m} \cdot 0,20\text{m} \cdot 0,008\text{m} \cdot 78,5\text{kN} / \text{m}^3 = 0,13\text{kN}$</p> <p><u>Kippsicherheit:</u> $M_{\text{Rd, stb}} = 1,0 \cdot (8,09 + 0,13)\text{kN} \cdot 0,41\text{m} = 3,37\text{kNm}$ $M_{\text{Ed, dst}} = 4,01\text{kN} \cdot (0,45\text{m} + 0,41\text{m}) = 3,45\text{kNm}$ $M_{\text{Rd, stb}} = 3,37\text{kNm} \approx M_{\text{Ed, dst}} = 3,45\text{kNm}$ Geringfügige Überschreitung an einem Auflagerpunkt ok.</p> <p><u>Gleitsicherheit:</u> 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. $0,40 \cdot [1,0 \cdot (8,09 + 0,13)\text{kN} - 4,01\text{kN}] = 1,68\text{kN} > 1,49\text{kN}$</p> <p><u>Abhebesicherheit:</u> Ohne weiteren Nachweis gegeben.</p> <p>A.3 Nachweis der Fußplatte</p> <p>Gewählt: FL 200 x 8 (S235)</p> <p>Belastung (siehe Seite 3.4 / 6): $V_{\text{d, max}} = 5,26\text{ kN (Zug)}$</p> <p>Schnittgrößen: $M_{\text{Ed}} = 5,26\text{kN} \cdot 5,0\text{cm} = 26,3\text{kNcm}$</p> <p>Beanspruchbarkeit: $W = \frac{20\text{cm} \cdot (0,8\text{cm})^2}{6} = 2,1\text{cm}^3$</p> <p>$M_{\text{c, Rd}} = \frac{2,1\text{cm}^3 \cdot 23,5\text{kN} / \text{cm}^2}{1,0} = 49,4\text{kNcm}$</p> <p>Nachweis: $\frac{M_{\text{Ed}}}{M_{\text{c, Rd}}} = \frac{26,3\text{kNcm}}{49,4\text{kNcm}} = 0,53 < 1$</p>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : Anhang A: Ballastierung	Seite: A / 3 Lfd-Nr. 66



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

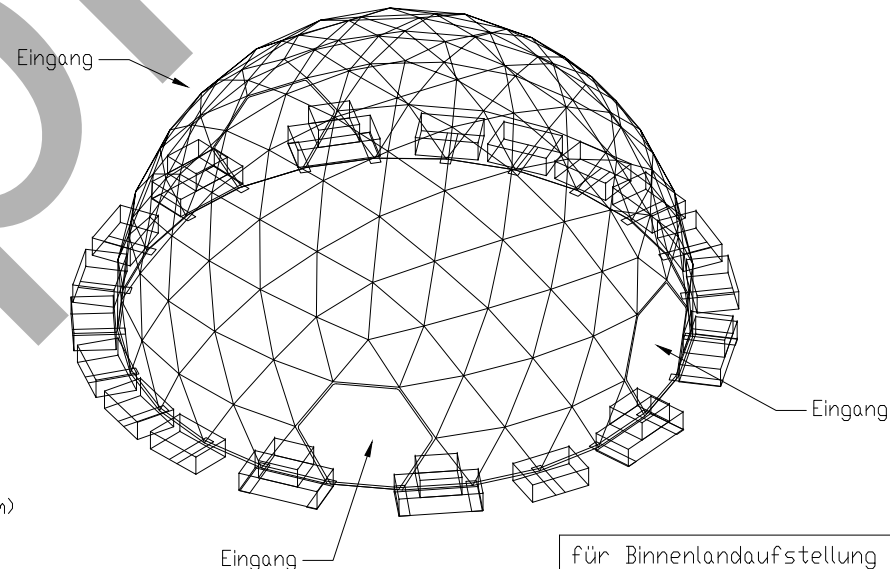
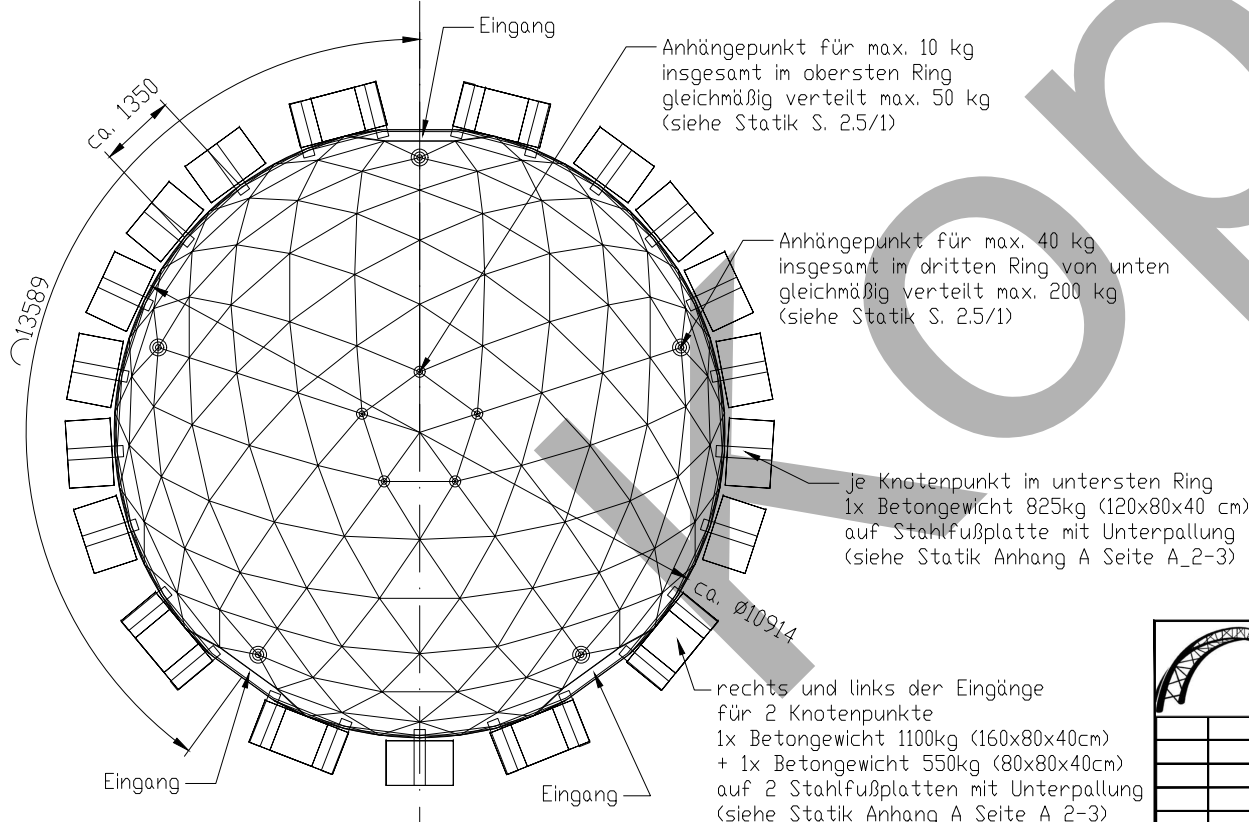
Plane: SAINT CLAIR TEXTILES
"LAC 650 SL"
(hier Darstellung ohne Plane)

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

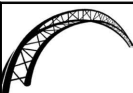
Befestigung der Plane alle 20cm mit Band um untersten Ring

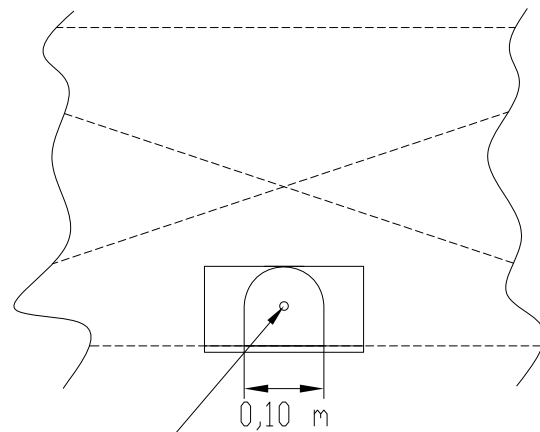
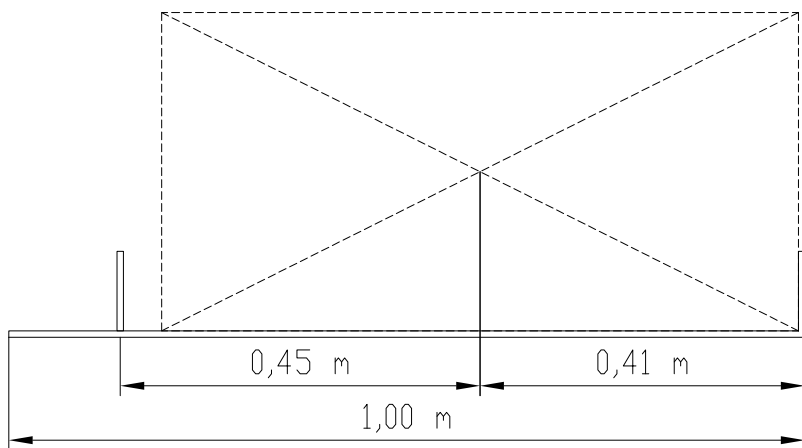


für Binnenlandaufstellung bis einschließlich WZ 3 Binnenland

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 anvertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

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

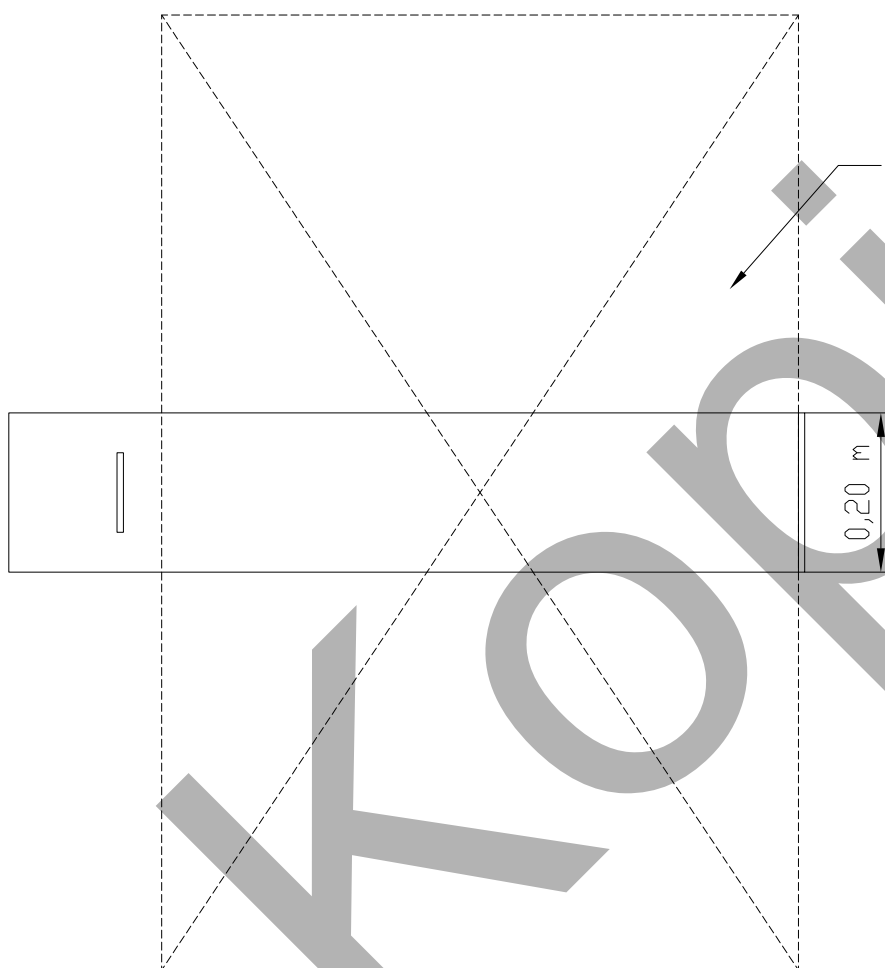
			Lothar Körner Ingenieurbüro für Tragwerksplanung GmbH Falkenweg 6 D-97204 Hschberg			Tel.: +49 (0) 931 41732340 www.koerner-zs.de			Maßstab: 1:100			DIN-A3		
									Brantjes & Huneck					
									Geodätische Kuppel d = 11 m Übersicht mit Ballast					
			2024	Datum		Name								
			Bearb.	12.03.		Gruen								
			Gepr.											



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

Beispiel Betongewicht 120x80x40cm

Sofern nicht explizit erwähnt S235



alle Bleche $t=8$

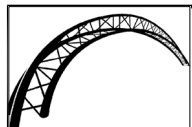
Unterlegmaterial
Holz $t = 3\text{ cm}$ unter
Betongewichten und Stahlplatten
auf unbefestigtem Boden

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

Vor der Fertigung müssen die Unterlagen
von einem Prüfamnt 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
 $a =$ mindestens Dicke des schwächeren Bauteiles

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



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

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 anvertraut wurde verwendet werden. Alle Rechte vorbehalten.

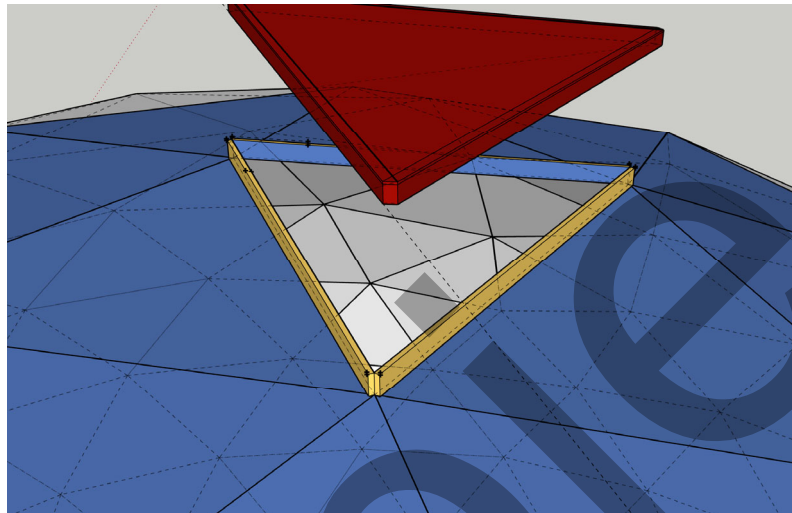
Das Urheberrecht an dieser Zeichnung gehört uns, Vervielfältigung ist untersagt, Mitteilung des Zeichnungsinhaltes oder Zugänglichmachung oder Überlassung der Zeichnung an dritte Personen ist nicht gestattet. Die Zeichnung darf zu keinem anderen Zweck, als zu dem, zu dem sie dem Empfänger anvertraut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

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
<div data-bbox="239 649 1308 1657" data-label="Text"> <p>Kopie</p> <p>Anhang B: Lüftungsklappe</p> </div>	
Vorgang : Statischer Nachweis Kapitel : Anhang B: Lüftungsklappe	<div data-bbox="909 2094 1125 2139" data-label="Page-Footer"> Seite: B / 1 </div> <div data-bbox="1420 2139 1524 2184" data-label="Page-Footer"> Lfd-Nr. 69 </div>




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	Auftragsnr.: 23078	
Auftraggeber: Brantjes & Huneck		
<div><div>KÖRNER</div><div>Anhang C: Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis der Plane</div></div>		
Vorgang : Statischer Nachweis		Lfd-Nr. 71
Kapitel : Anhang C: Prüfzeugnis der Plane	Seite: C / 1	

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

PRÜFZEUGNIS

PZ-Hoch-230446

zum Nachweis des Brandverhaltens nach DIN 4102, Teil 1

Antragsteller

SAINT CLAIR TEXTILES

415, avenue de Savoie

F-38110 Saint Clair de la Tour

Art des Prüfmaterials

-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung, in 3 verschiedenen Farben-

Bezeichnung des Prüfmaterials

„LAC 650 SL“

Probenahme

durch den Antragsteller

Inhalt des Antrags

Prüfung auf Entflammbarkeit zur Einreihung in die Baustoffklasse **B1**
"schwerentflammbar" nach DIN 4102, Teil 1

Geltungsdauer des Prüfzeugnisses

30.04.2028

Ergebnis

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).

Das Prüfzeugnis umfasst 5 Seiten und 7 Anlagen.

Hinweis: Falls der o.g. Baustoff nicht als Bauprodukt gemäß MBO § 2, Abs. 9, Ziffer 1, 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 $\approx 0,54$ mm / Flächengewicht ≈ 684 g/m²
- PN 36833:** „LAC 650 SL“ Farbe: **weiß**
-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung-
Seite A: glatter
Von der Prüfstelle ermittelte Kennwerte:
Dicke $\approx 0,55$ mm / Flächengewicht ≈ 686 g/m²
- PN 36834:** „LAC 650 SL“ Farbe: **orange**
-Polyestergewebe mit PVC-Beschichtung-
Seite A: glatter
Von der Prüfstelle ermittelte Kennwerte:
Dicke $\approx 0,55$ mm / Flächengewicht ≈ 689 g/m²

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

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

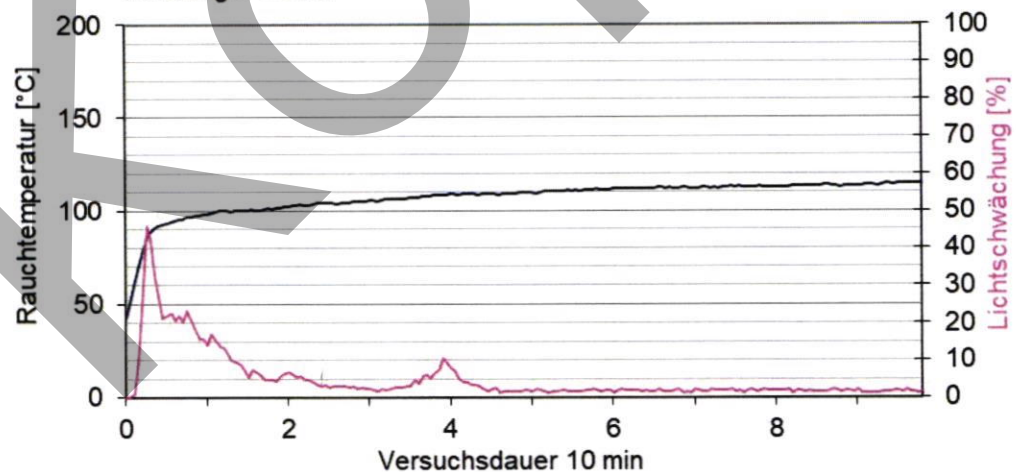


Messdaten

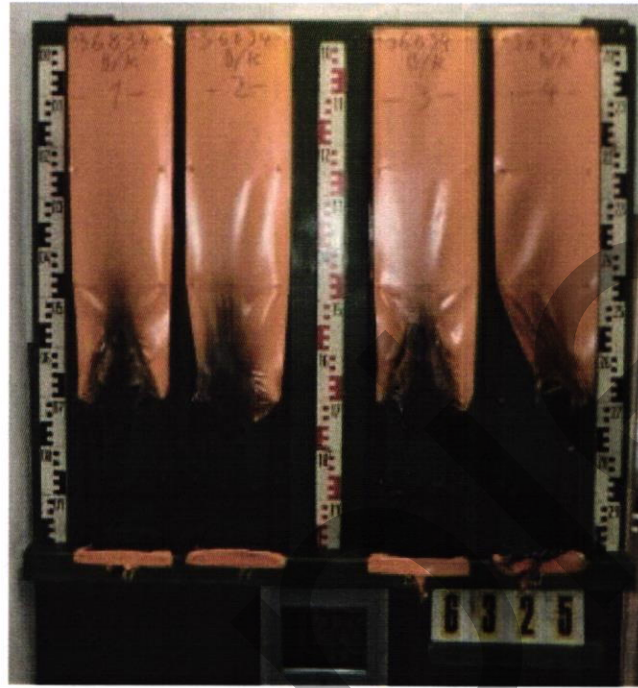
#6324, PN36834: LAC 650 SL, A+K

max. Rauchtemperatur: 115°C, Rauch-Integral: 49%min

Restlänge: 60 cm

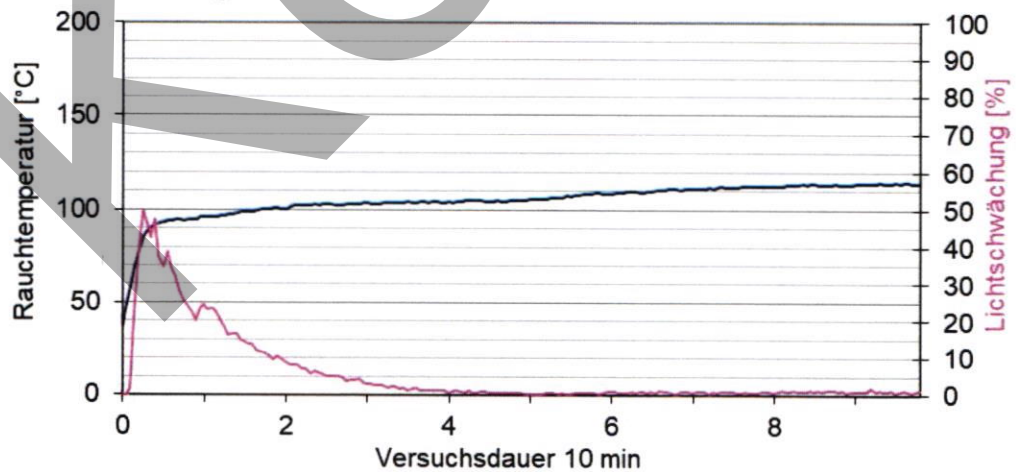


Brandschachtprüfung #6325

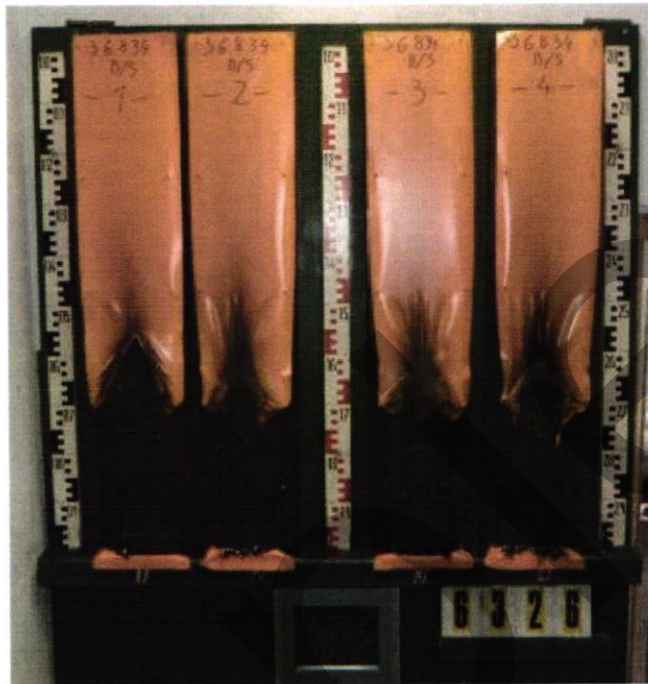


Messdaten

#6325, PN36834: LAC 650 SL, B + K
max. Rauchtemperatur: 115°C, Rauch-Integral: 57%min
Restlänge: 56 cm

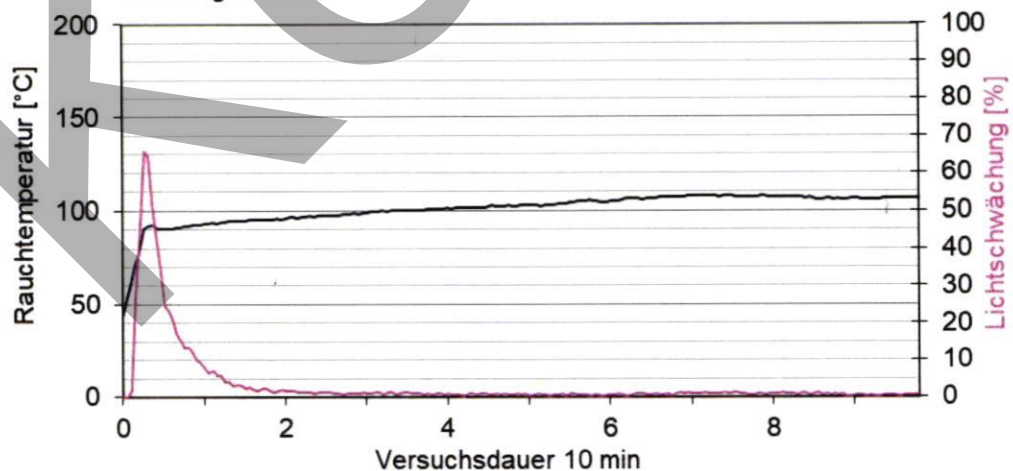


Brandschachtprüfung #6326

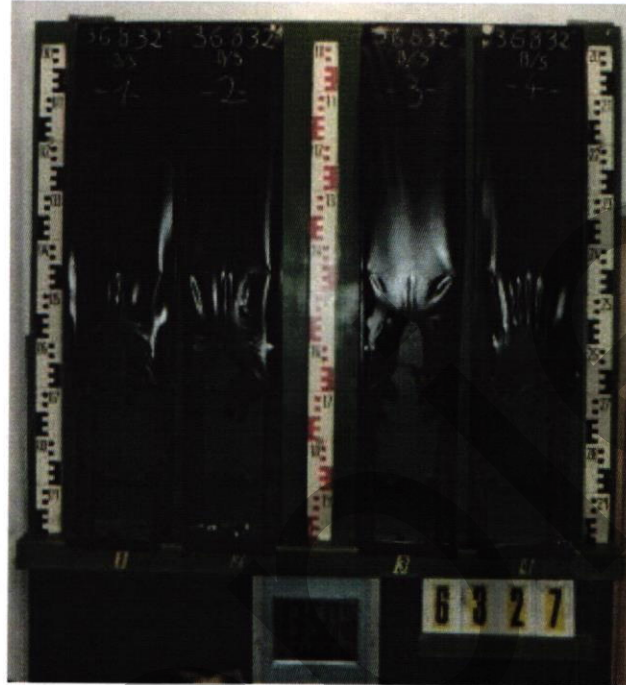


Messdaten

#6326, PN36834: LAC 650 SL, B + S
max. Rauchtemperatur: 108°C, Rauch-Integral: 35%min
Restlänge: 55 cm



Brandschachtprüfung #6327

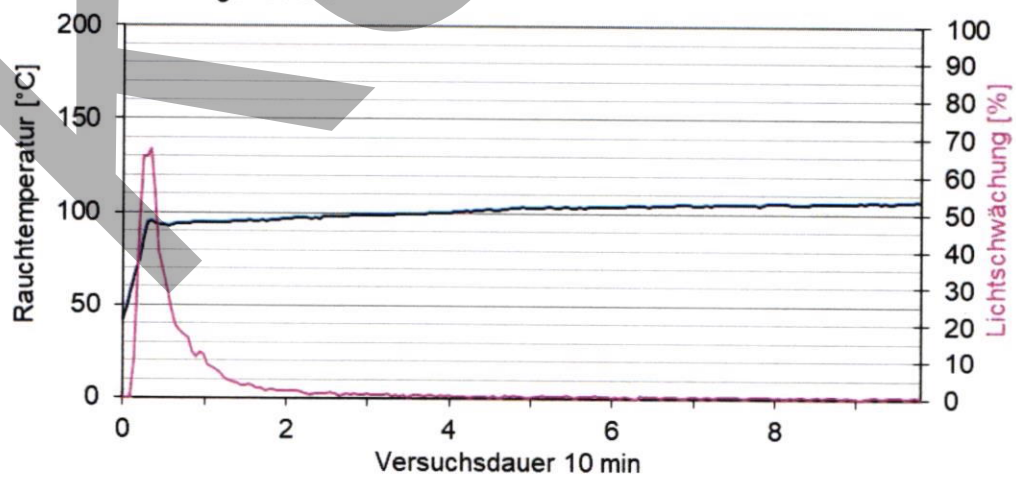


Messdaten

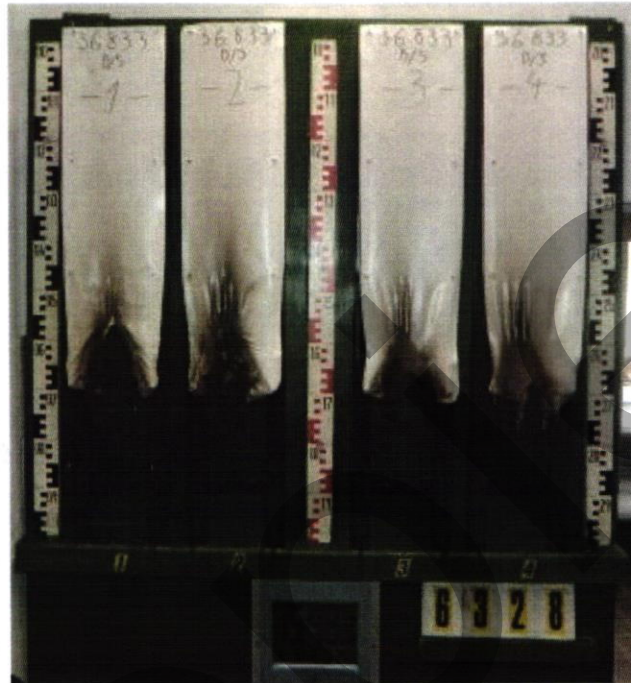
#6327, PN36832: LAC 650 SL, B + S

max. Rauchttemperatur: 107°C, Rauch-Integral: 37%min

Restlänge: 53 cm

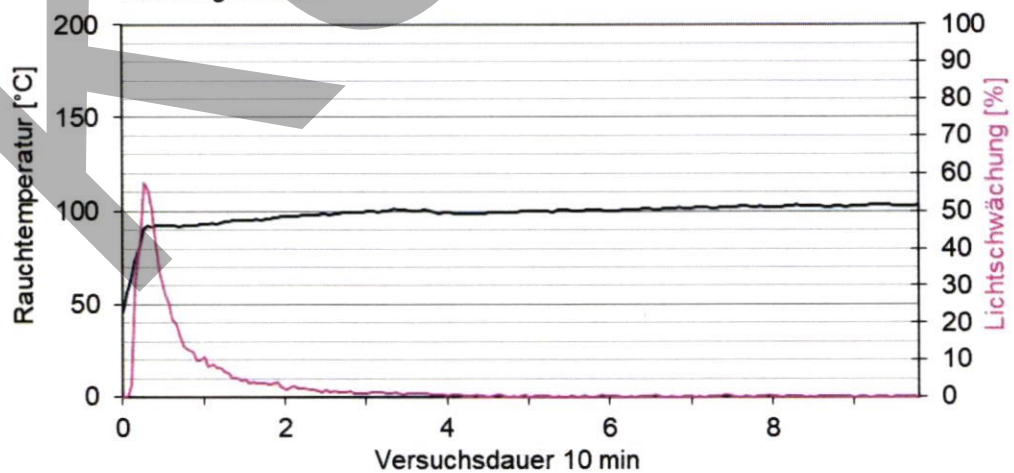


Brandschachtprüfung #6328



Messdaten

#6328, PN36833: LAC 650 SL, B + S
max. Rauchtemperatur: 104°C, Rauch-Integral: 33%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 - Beflammung der Seite A und B in Kett- und Schussrichtung
4. **Prüfdatum** KW 14 in 2023
5. **Versuchsergebnisse**

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

PN 36834: Zusatzprüfungen	Kantenbeflammung						Flächenbeflammung						Dim
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 ¹⁾	1	1	1	--	--	--	3	3	3	--	--	--	./.
Erreichen d. Messmarke ¹⁾²⁾	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
max. Flammenhöhe	11	12	12	--	--	--	5	5	9	--	--	--	cm
Zeitpunkt	12	13	12	--	--	--	8	9	14	--	--	--	./.
Selbstverlöschen der Flammen ¹⁾	17	17	16	--	--	--	15	15	16	--	--	--	./.
Ende des Glimmens ¹⁾	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
Flammen wurden gelöscht nach ¹⁾	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
Rauchentwicklung (visuell)	stark						mäßig						
Brennendes Abtropfen innerhalb 20 s ¹⁾	./.	./.	./.	--	--	--	./.	./.	./.	--	--	--	s
Das Material ist ausgebrannt/zerstört bis max. B 7 cm H 7 cm.													

¹⁾Zeitangaben ab Versuchsbeginn

²⁾ innerhalb 20 Sekunden

-/- kein Auftreten des Ereignisses

-- keine Angabe K: Kette / S: Schuss

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

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

¹⁾Zeitangaben ab Versuchsbeginn

²⁾ 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 Rolllstoren

Eigenschaften	Messwerte						Einheiten	Normen
	Kette			Schuss				
Allgemeine Eigenschaften								
Trärgewebe	1100 dTex PES HT							
	990 den							
Beschichtung	PVC Lowick beschichtet beidseitig							
Ausstattung	Lackierung Cleangard beidseitig							
Gewicht	680						g/m²	ISO 3801
Breiten	250	250	250	300	300	300	cm	
Schnittlängen	30	60	250	30	60	250	ml	

Widerstandsfähigkeit des Stoffs

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



Diese technischen Informationen sind Durchschnittswerte, mit einer Toleranz von +/-10 %. Saint Clair Textiles behält sich das Recht vor, diese Eigenschaften im Interesse des Produktes zu verändern. Es obliegt dem Kunden, die Kompatibilität des Produktes mit der Anwendung, wofür es genutzt werden soll, sicherzustellen. Es obliegt dem Käufer unserer Produkte, die Gültigkeit der obenstehenden Angaben zu überprüfen.