



Büro für Tragwerksplanung und Ingenieurbau
vom Felde + Keppler GmbH&Co. KG

Lütticher Straße 10-12
52064 Aachen
www.vom-felde.de

Telefon: 0241 / 70 96 96
Telefax: 0241 / 70 96 46
buero@vom-felde.de

Statische Berechnung

Bühnenpodest

13209

für das System der Firma

B&K Braun GmbH
Industriestraße 1

76307 Karlsbad

Aufgestellt:

Aachen, 21.03.2013



Diese statische Berechnung umfasst die Seiten 1 – 22 + Anhang

Diese statische Berechnung ist ausschließlich aufgestellt für die Firma B&K Braun GmbH.
Eine Weitergabe an Dritte ist nur mit vorheriger Genehmigung des Aufstellers möglich



INHALTSVERZEICHNIS

1	VORBEMERKUNGEN	1
1.1	Grundlagen	1
1.2	Verwendete Baustoffe	1
1.3	Allgemeine Beschreibung Hinweise zu Aufbau und Betrieb	1
1.4	Lastannahmen	1
2	SYSTEM	2
3	STATISCHE BERECHNUNG	3
3.1	Platte mit Randprofilen:	3
3.2	Rahmenberechnung	13
4	Nachweise	19
4.1	Nachweise Sperrholzplatte:	19
4.2	Nachweis der Randprofile:	20
4.3	Nachweis des Stützenprofils (47x 3 mm) :	22



1 VORBEMERKUNGEN

1.1 Grundlagen

Die z.Zt. gültigen Vorschriften und Normen, insbesondere:

Eurocode 1	Lastannahmen für Bauten
DIN EN 13814	Fliegende Bauten
DIN EN 13872	Fliegende Bauten – Zelte
DIN EN 1999-1-1	Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken
DIN 4114	Stabilitätsfälle
DIN 15920	Teil 2: Bühnen- und Studioaufbauten
DIN 18800	Teil 1: Stahlbauten
DIN 2448	Stahlrohre

1.2 Verwendete Baustoffe

EN AW-5754 H24 (F25)	Aluminiumlegierung der Aluminiumprofile
Multiplexplatte aus Birkenesperrholz	Podestplatte (vgl. Auch Anhang)

1.3 Allgemeine Beschreibung Hinweise zu Aufbau und Betrieb

Gegenstand dieser Statischen Berechnung ist der Nachweis eines Bühnenpodestsystems mit Podestbeinen.

Die Podestabmessungen betrage: $B \times L \times H = 100 \times 200 \times \leq 75$ cm. Die Podestplatte aus Sperrholz hat eine Dicke von 21 mm. Die Platte liegt in einem umlaufenden rechteckigen Rahmen aus Aluminiumprofilen, der an allen vier Ecken durch Stützen (Rundrohr 47 x 3 mm) gehalten wird.

Bei Podesthöhen > 75 cm ist das Podest zusätzlich auszusteifen.

Das Podest kann vertikal mit maximal 750 kg / m² belastet werden.

Vergleiche auch Zeichnungen im Anhang

1.4 Lastannahmen

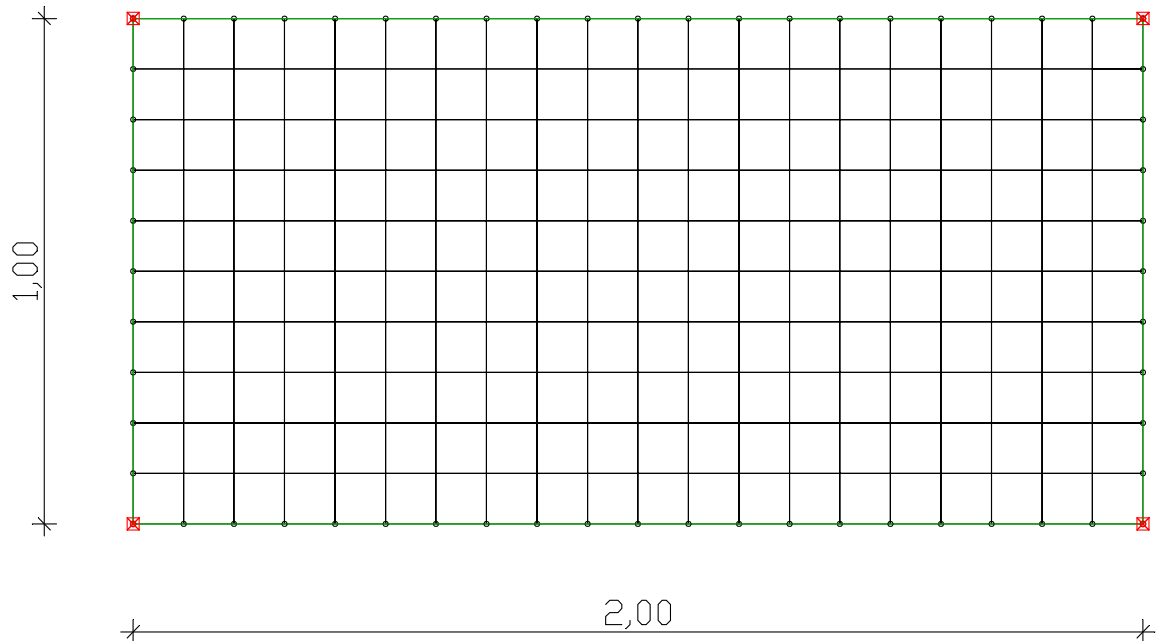
Eigengewicht Podestplatte	0,021 m x 1000 kg/m ³	ca. 21 kg/m ²
Das Eigengewicht der Aluminiumprofile wird vernachlässigt		
Nutzlast		ca. 750 kg/m ²
Stabilisierungslasten	1/10 der Nutzlast nach DIN EN 13814	



2 SYSTEM

Systemabmessungen

Aufsicht:



Podesthöhe:	$h \leq 75$ cm Bei Podesthöhen > 75 cm ist das Podest zusätzlich auszusteifen.
Platte:	Multiplexplatte aus Birkensperrholz $t = 21$ mm
Aluminiumprofil	siehe folgende Seiten (inkl. Vereinfachtes Profil für die Ermittlung von w_{pl})



3 STATISCHE BERECHNUNG

3.1 Platte mit Randprofilen:

Für den E-Modul der Sperrholzplatte wird in Faserrichtung ein E-Modul von 10.000 N/mm^2 und senkrecht zur Faserrichtung 7.500 N/mm^2 angesetzt. Dieser wird in der FEM- Berechnung über das Verhältnis von Plattendicke in Y-Richtung zur „normalen“ Plattenrichtung von $(7.500 / 10.000)^{1/3} = 0,909$ berücksichtigt.

Lastfall 1: Eigengewicht Sperrholzplatte $g = 0,21 \text{ kN/m}^2$

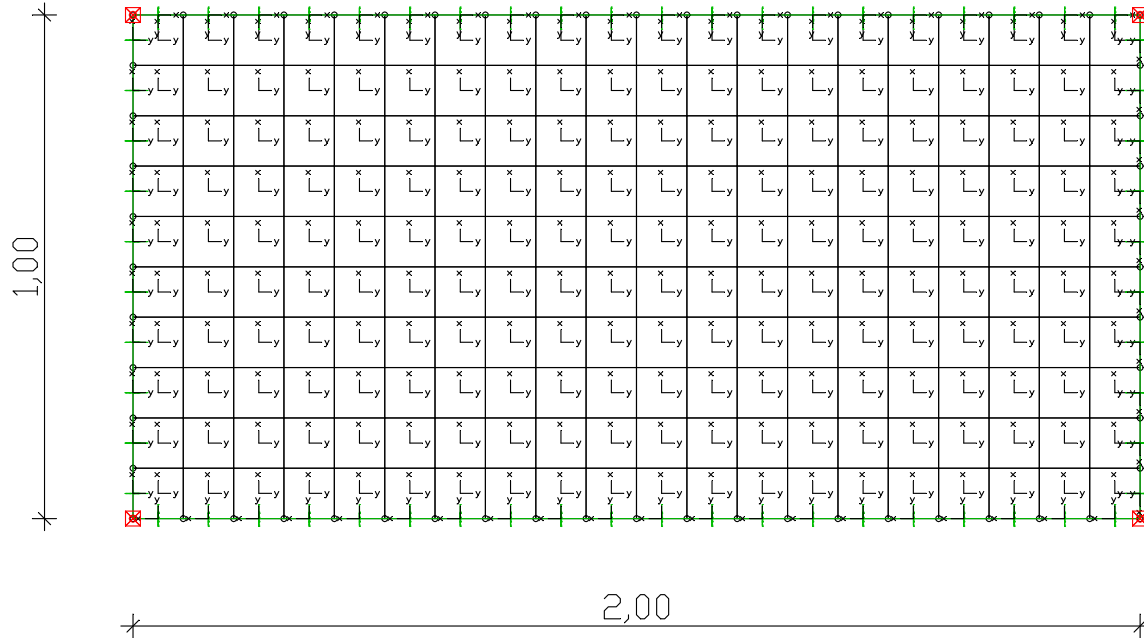
Lastfall2: Nutzlasten 750 kg/m^2 $p = 7,50 \text{ kN/m}^2$



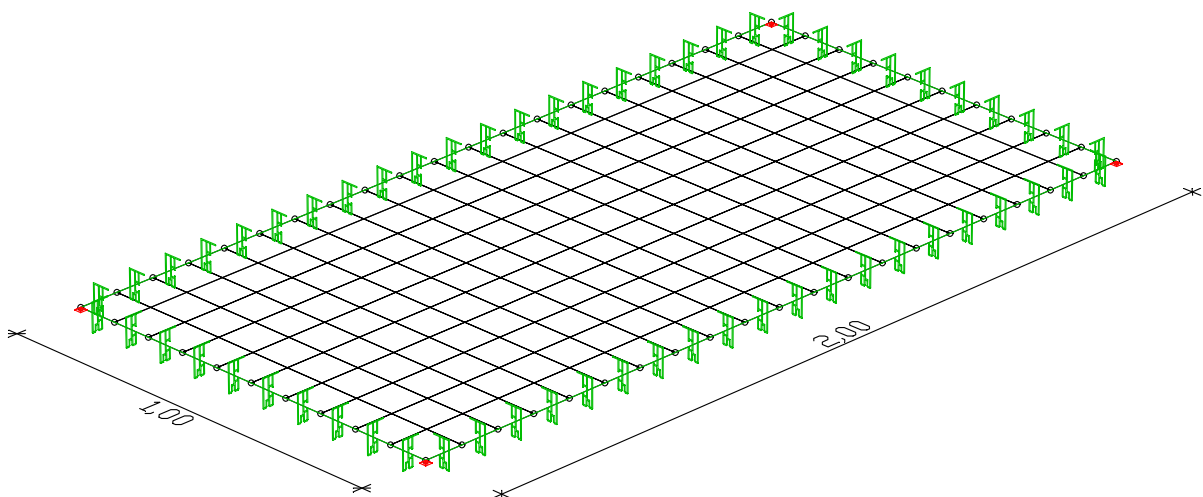
13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :



Lokale Elementsysteme



BEM

Systemkenngrößen

231 Knoten
260 Elemente

60 Stabelemente



13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :

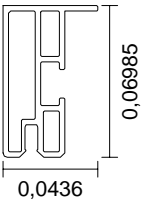
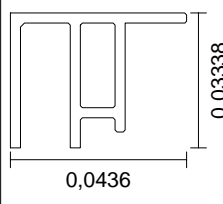
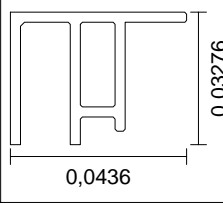
Systemkenngrößen

4 Festhaltungen	200 Plattenelemente
0 Koppelungen	0 Scheibenelemente
5 Materialkennwerte	0 Schalenelemente
5 Querschnittswerte	0 Seilelemente
4 Lastfälle	0 Volumenelemente
0 LF-Kombinationen	0 Federelemente
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
170 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Birkensperholz t=21 mm Elementdicke [m] dz = 0,0210 Orthotropie dzy/dz = 0,909 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillweich
2	Polygon 	Randprofil Schwerpunkt [m] ys = -0,007 Fläche [m²] A = 7,0019e-04 Trägheitsmomente [m4] ix = 1,0000e-06 ly = 3,7474e-07 lz = 7,9481e-08	zs = 0,033 lyz = -2,7644e-0 I1 = 3,7731e-07 I2 = 7,6915e-08 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = 5,303 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
3	Polygon 	Randprofil im Schwerpunkt getrennt Schwerpunkt [m] ys = -0,006 Fläche [m²] A = 3,5317e-04 Trägheitsmomente [m4] ix = 1,0000e-06 ly = 3,8818e-08 lz = 4,6590e-08	zs = 0,013 lyz = -9,2042e-0 I1 = 3,2713e-08 I2 = 5,2695e-08 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -33,555 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite
4	Polygon 	Randprofil_oben Schwerpunkt [m] ys = -0,006 Fläche [m²] A = 3,5009e-04 Trägheitsmomente [m4] ix = 1,0000e-06 ly = 3,7542e-08 lz = 4,6203e-08	zs = 0,013 lyz = -8,6781e-0 I1 = 3,2174e-08 I2 = 5,1571e-08 Hauptachsenwinkel [Grad] Phi = -31,741 Mittelung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite



13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :

Querschnittswerte

5		Randprofil-unten	
		Schwerpunkt [m]	ys = -0,003 zs = 0,021
		Fläche [m ²]	A = 3,5009e-04
		Trägheitsmomente [m ⁴]	lx = 1,0000e-06 lyz = 3,1858e-09
			ly = 3,5521e-08 I1 = 3,7314e-08
			Iz = 3,1652e-08 I2 = 2,9859e-08
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi = -29,365
		Mittlung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m ²]	G-Modul [MN/m ²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m ³]	Verschiedenes
	1	Frei	10000	4167	0,20	1,000e-05	10,000	
	2	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	0,000	fyk = 180 [MN/m ²]
	3	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	0,000	fyk = 180 [MN/m ²]
	4	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	0,000	fyk = 180 [MN/m ²]
	5	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	0,000	fyk = 180 [MN/m ²]

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Eigengewicht
2	Verkehrslast
10	Gesamt char.
11	Gesamt desgn.

Summe der aufgetragenen Lasten und Auflagerreaktionen

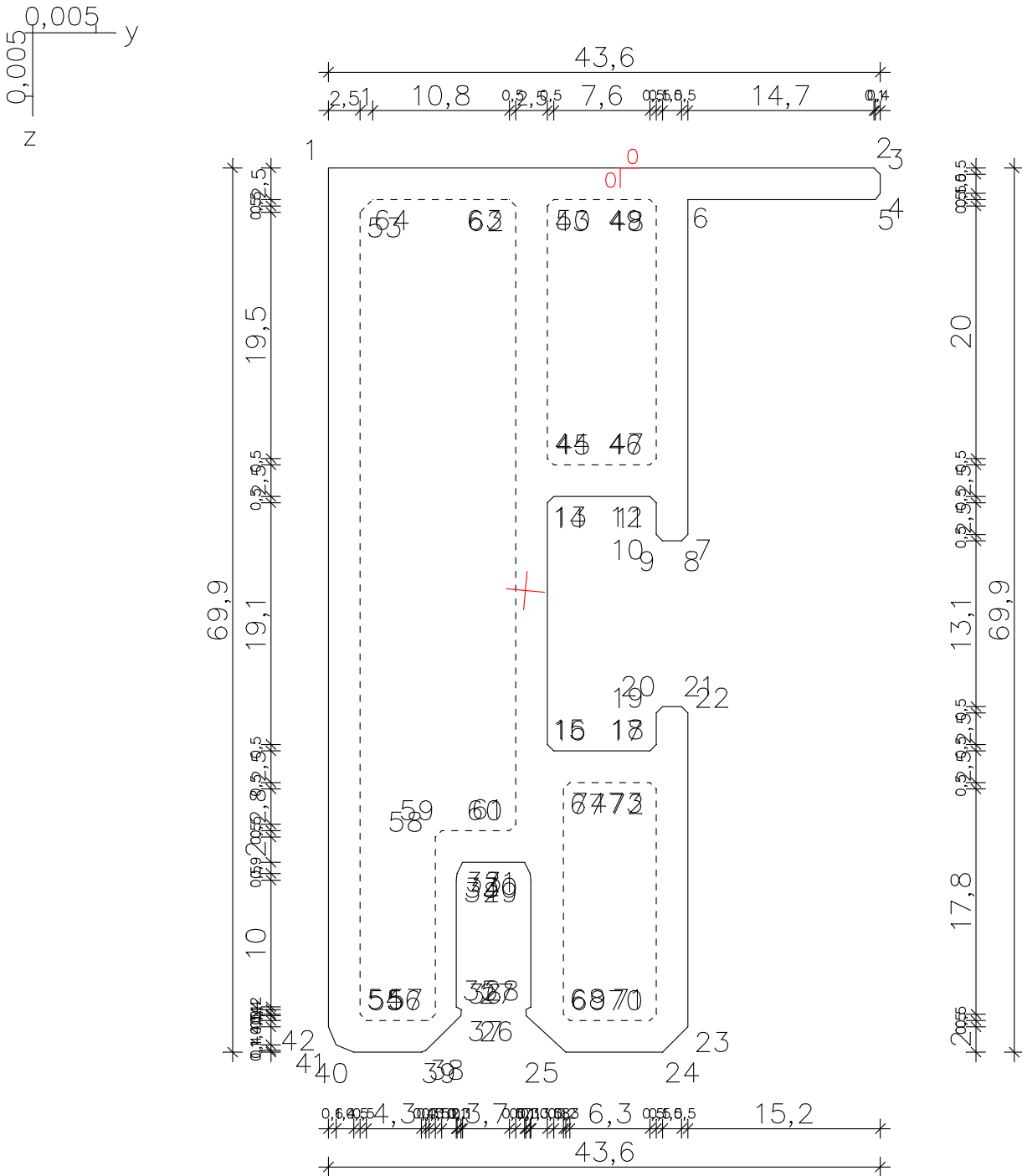
LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Eigengewicht	0,000	0,000	0,420
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	0,420
2	Verkehrslast	0,000	0,000	15,000
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15,000
10	Gesamt char.	0,000	0,000	15,420
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	15,420
11	Gesamt desgn.	0,000	0,000	20,817
	Auflagerreaktionen	0,000	0,000	20,817



13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 : 1



$Y_s = -0,00749 \text{ m}$ $Z_s = 0,03338 \text{ m}$
 $I_y = 3,74741e-007 \text{ m}^4$ $I_z = 7,94810e-008 \text{ m}^4$
 $I_1 = 3,77307e-007 \text{ m}^4$ $I_2 = 7,69150e-008 \text{ m}^4$
 $\Phi = 5,30303 \text{ Grad}$ $A = 7,00189e-004 \text{ m}^2$

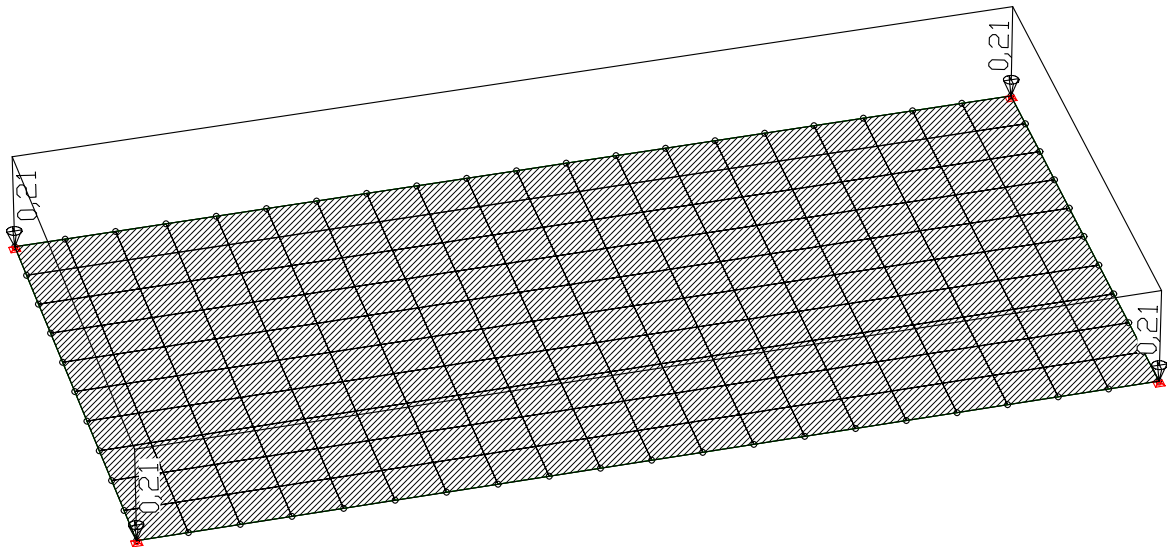
Querschnittspolygon 2 – Randprofil [mm]



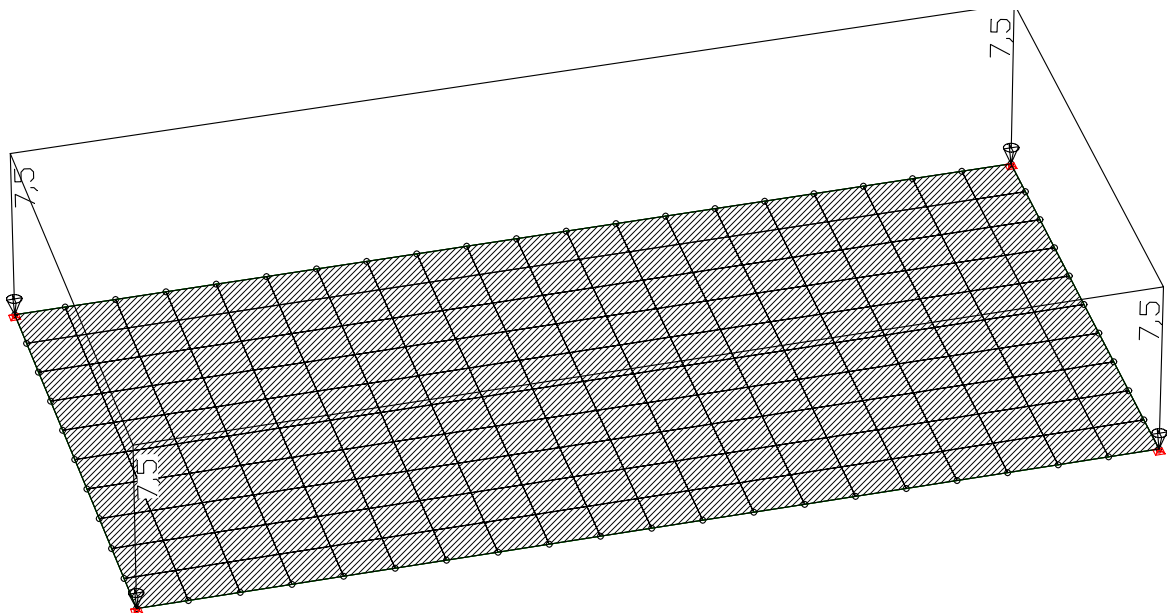
13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :



LF 1: Belastung, Eigengewicht



LF 2: Belastung, Verkehrslast

Lastdaten Lastfall 10: Gesamt char.

Lastgruppe (GRL)

Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung

Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]

Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0

Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle



13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :

Lastdaten Lastfall 10: Gesamt char.

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht	1
2	Verkehrslast	1

Lastdaten Lastfall 11: Gesamt desgn.

Lastgruppe (GRL)

Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung

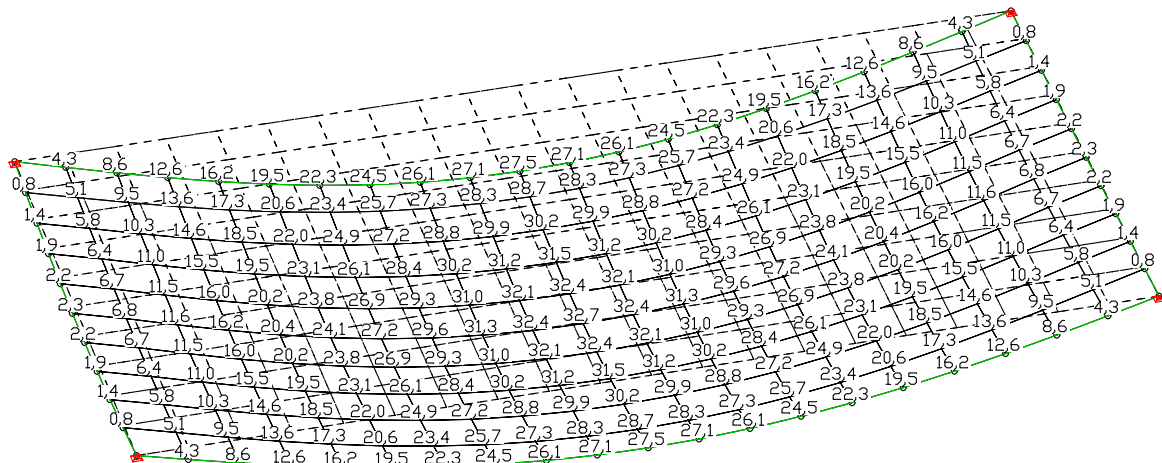
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]

Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0

Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Eigengewicht	1,35
2	Verkehrslast	1,35



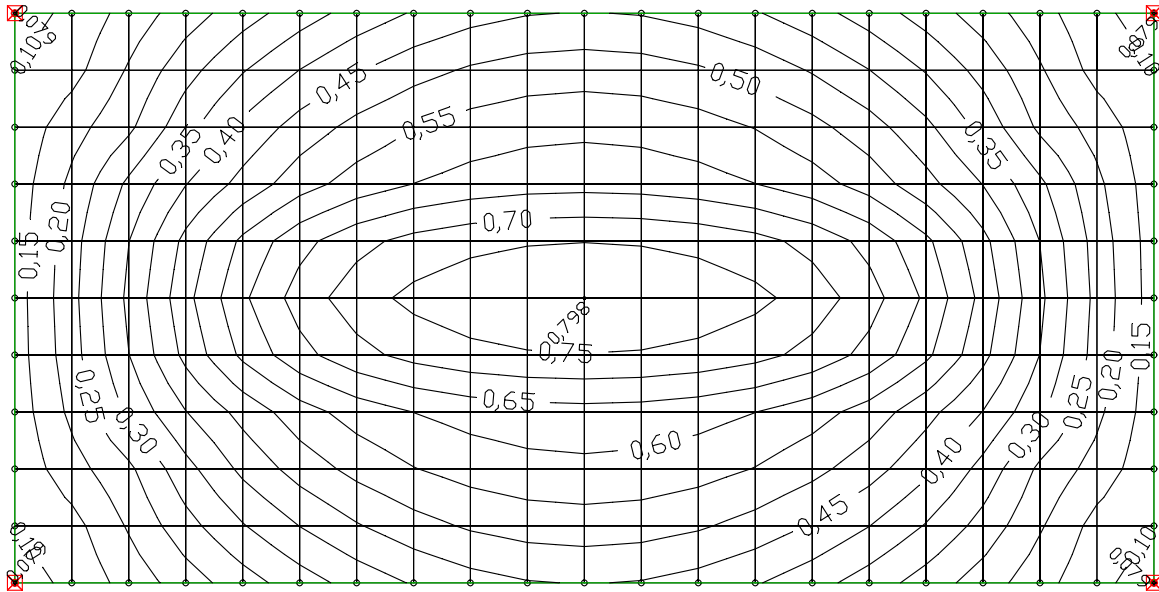
Deformationen u; LF 10, Gesamt char.



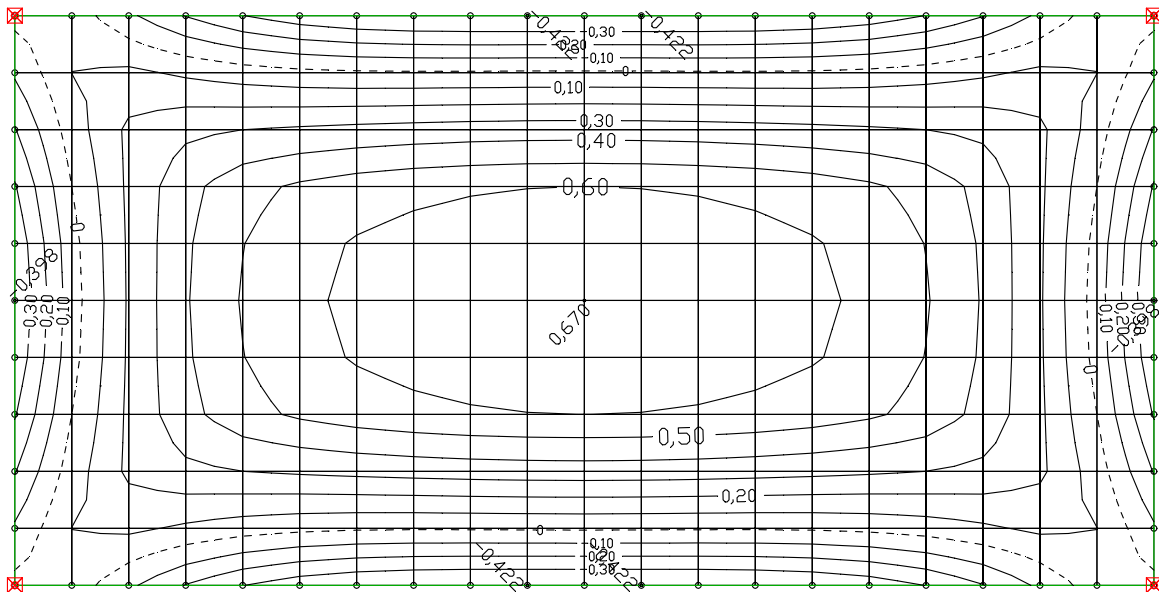
13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :



Schnittgrößen m1; LF 11, Gesamt desgn.



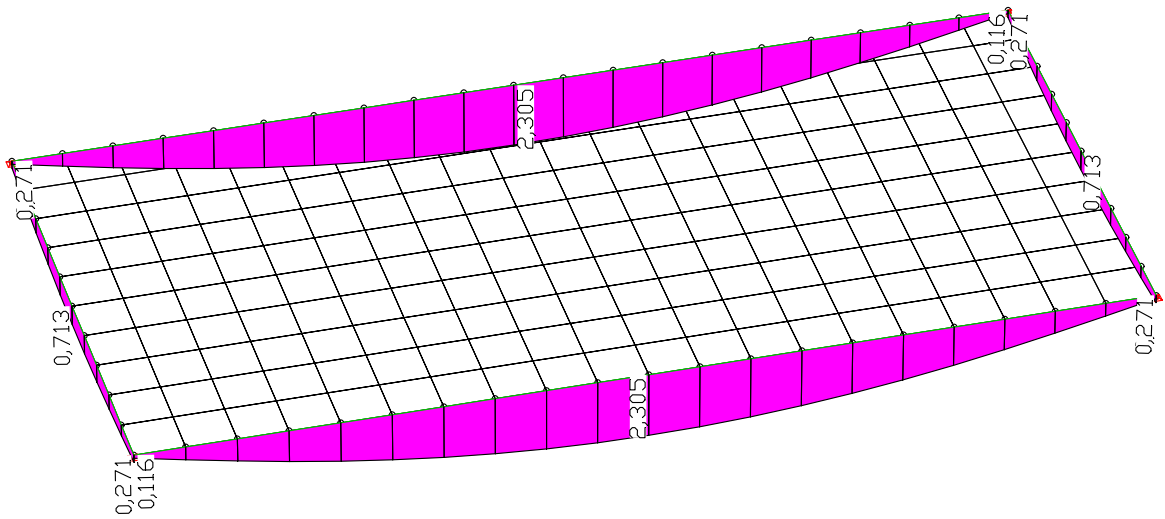
Schnittgrößen m2; LF 11, Gesamt desgn.



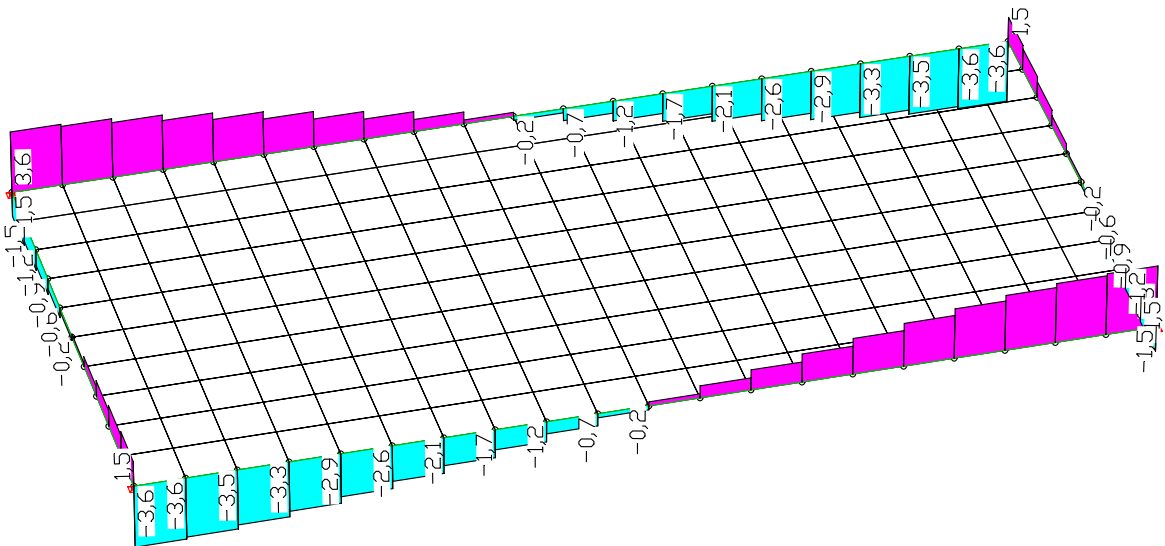
13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

M 1 :



Schnittgrößen My; LF 11, Gesamt desgn.



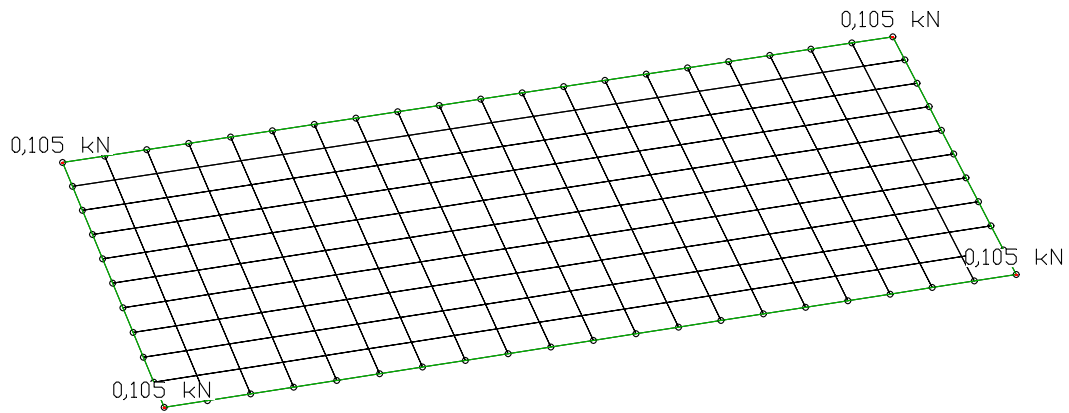
Schnittgrößen Qz; LF 11, Gesamt desgn.



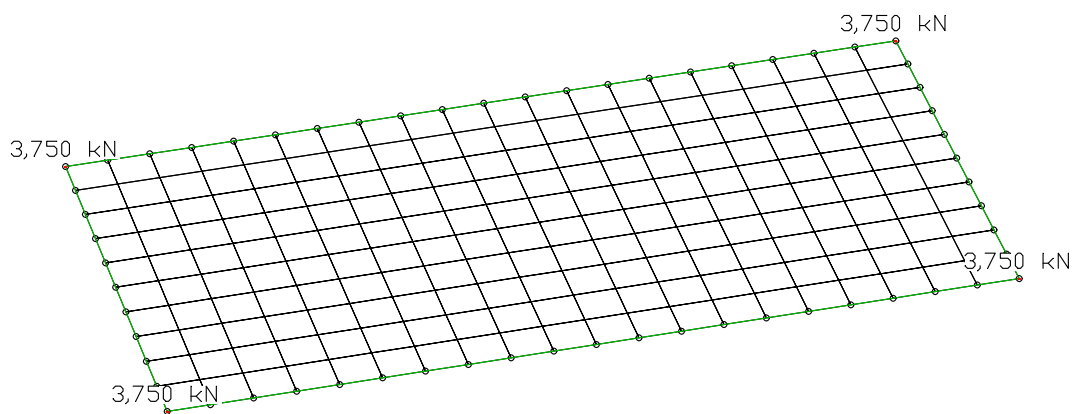
13209 – Bühnenpodest
Platte mit Randprofil

21.03.2013

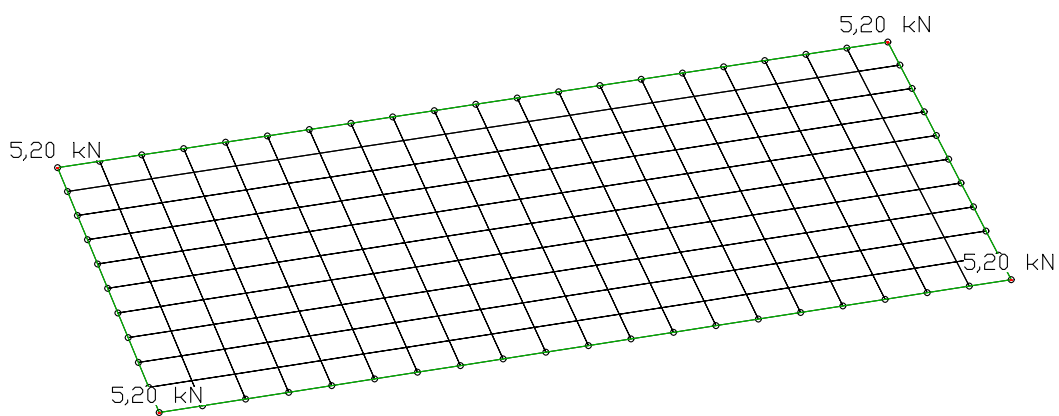
M 1 :



Auflagerreaktionen Rz; LF 1, Eigengewicht



Auflagerreaktionen Rz; LF 2, Verkehrslast



Auflagerreaktionen Rz; LF 11, Gesamt desgn.

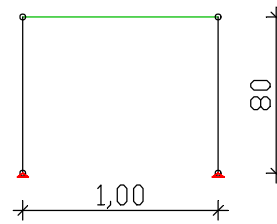
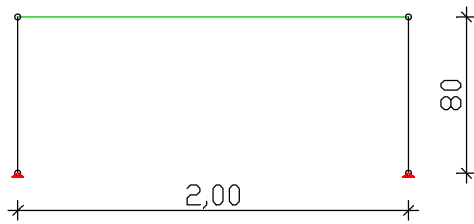


3.2 Rahmenberechnung

Lastfall 1: Stabilisierungslast $0,75 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m}^2 / 2$

$F = 0,75 \text{ kN}$

Systemabmessungen

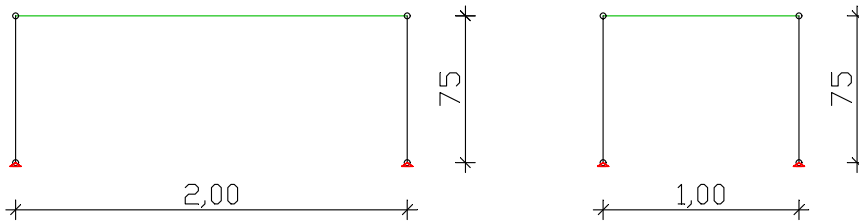




13209 – Bühnenpodest
Rahmenberechnung

2.10.2009

M 1 :



BEM

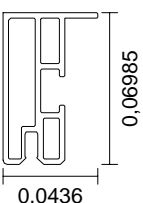
Systemkenngößen

8 Knoten	6 Stabelemente
6 Elemente	0 Plattenelemente
4 Festhaltungen	0 Scheibenelemente
0 Koppelungen	0 Schalenelemente
3 Materialkennwerte	0 Seilelemente
3 Querschnittswerte	0 Volumenelemente
3 Lastfälle	0 Federelemente
0 LF-Kombinationen	
0 Spannstränge	

Berechnungsort der Flächenelemente: Knoten
2 Ergebnisorte in den Stäben

Gedrehte Koordinatensysteme
0 Elementsysteme
0 Schnittkraftsysteme
0 Bewehrungssysteme

Querschnittswerte

1	Fläche	Birkensperholz t=21 mm Elementdicke [m] dz = 0,0210 Orthotropie dzy/dz = 0,909 E-Modul Platte/Scheibe = 1	drillweich
2	Polygon 	Randprofil Schwerpunkt [m] ys = -0,007 Fläche [m²] A = 7,0019e-04 Trägheitsmomente [m4] lx = 1,0000e-06 ly = 3,7474e-07 lz = 7,9481e-08	zs = 0,033 lyz = -2,7644e-0 I1 = 3,7731e-07 I2 = 7,6915e-08

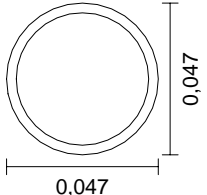


13209 – Bühnenpodest
Rahmenberechnung

21.03.2013

M 1 :

Querschnittswerte

3	Polygon 	Stützenprofil	
		Schwerpunkt [m]	ys = -0,000 zs = -0,000
		Fläche [m²]	A = 4,1203e-04
		Trägheitsmomente [m4]	lx = 1,0000e-06 lyz = 0,0000e+00
			ly = 9,9533e-08 l1 = 9,9533e-08
			lz = 9,9533e-08 l2 = 9,9533e-08
		Hauptachsenwinkel [Grad]	Phi = 0,000
		Mittlung der Querkraft-Schubspannungen über die Qu.-breite	

Materialkennwerte

	Nr.	Art	E-Modul [MN/m²]	G-Modul [MN/m²]	Quer- dehnz.	alpha.t [1/K]	gamma [kN/m³]	Verschiedenes
1	1	Frei	10000	4167	0,20	1,000e-05	10,000	
2	2	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	25,000	fyk = 180 [MN/m²]
3	3	Stahl	70000	27000	0,30	1,000e-05	25,000	fyk = 180 [MN/m²]

Übersicht der Lastfälle

LF.	Bezeichnung
1	Stabilitätslasten
10	Gesamt char.
11	Gesamt desgn.

Summe der aufgebrauchten Lasten und Auflagerreaktionen

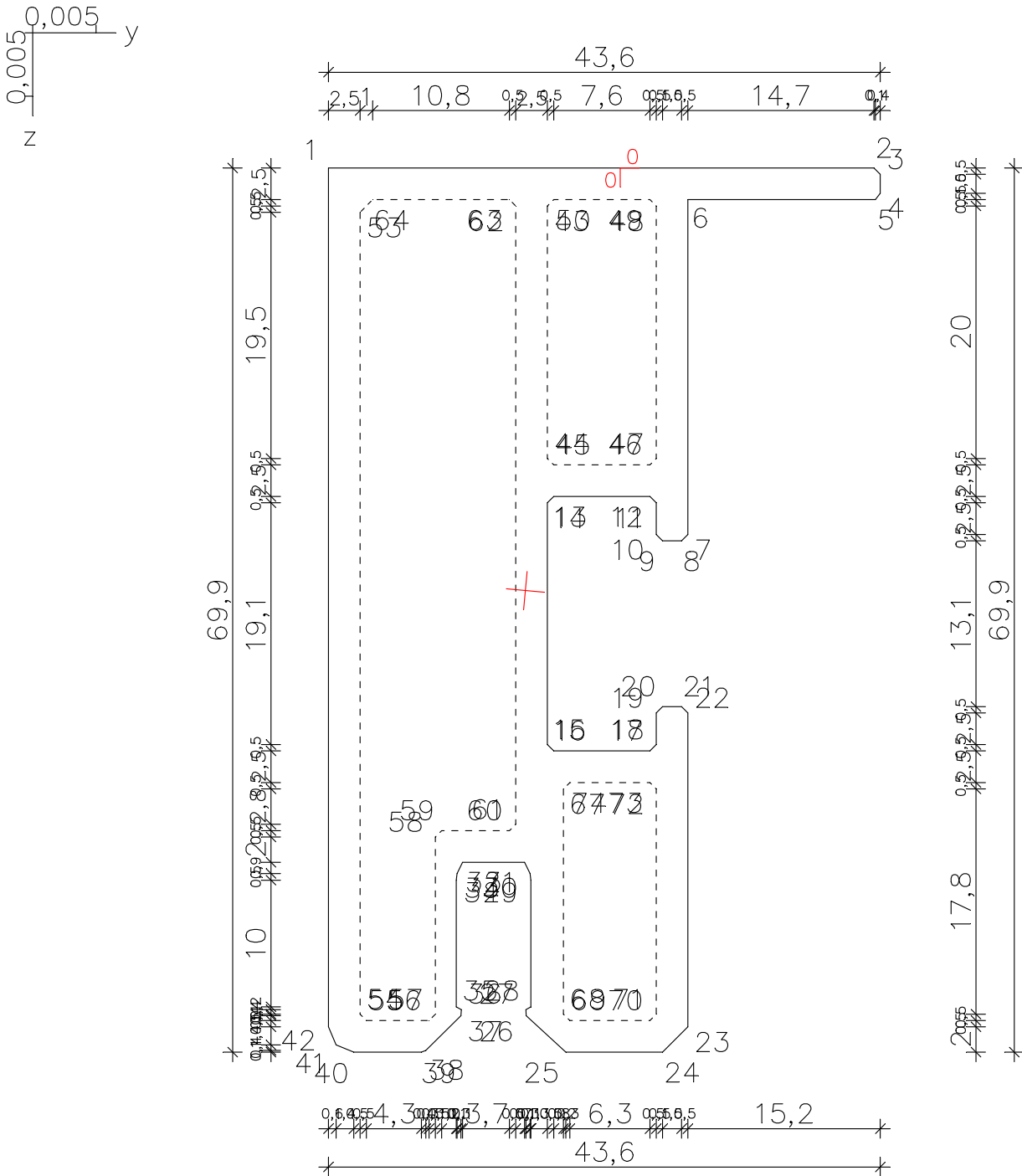
LF.	Bezeichnung	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]
1	Stabilitätslasten	1,500	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	1,500	-0,000	0,000
10	Gesamt char.	1,500	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	1,500	-0,000	0,000
11	Gesamt desgn.	2,025	0,000	0,000
	Auflagerreaktionen	2,025	-0,000	-0,000



13209 – Bühnenpodest
Rahmenberechnung

21.03.2013

M 1 : 1



Ys = -0,00749 m Zs = 0,03338 m
Iy = 3,74741e-007 m⁴ Iz = 7,94810e-008 m⁴
I1 = 3,77307e-007 m⁴ I2 = 7,69150e-008 m⁴
Phi = 5,30303 Grad A = 7,00189e-004 m²

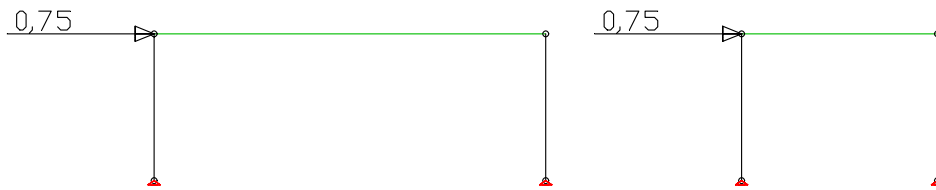
Querschnittspolygon 2 – Randprofil [mm]



13209 – Bühnenpodest
Rahmenberechnung

21.03.2013

M 1 :



LF 1: Belastung, Stabilitätslasten

Lastdaten Lastfall 10: Gesamt char.

Lastgruppe (GRL)

Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung

Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]

Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0

Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Stabilitätslasten	1

Lastdaten Lastfall 11: Gesamt desgn.

Lastgruppe (GRL)

Berechnungstheorie: Theorie 1. Ordnung

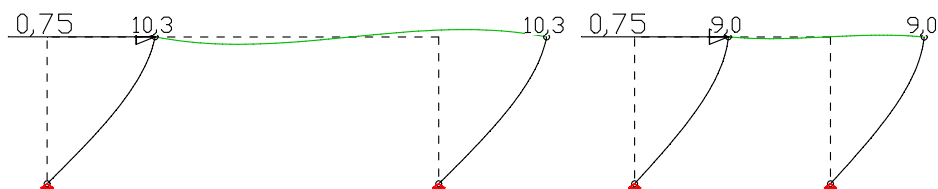
Ausfall Zugbettung: Nein; Ausfall Zuglager: Nein; Fehlerschranke: 1,00 [%]

Zusätzlicher globaler Lastfaktor: 1,00; Vorverformung: 0

Betonkriechen bei der nichtlinearen Systemanalyse berücksichtigen: Nein

Gewählte Lastfälle

Nr.	Bezeichnung	Faktor
1	Stabilitätslasten	1,35



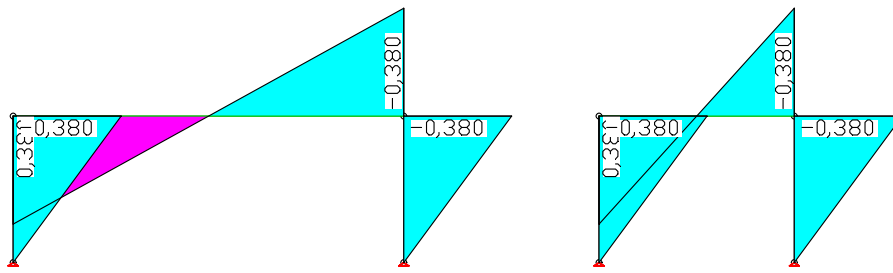
Deformationen u; LF 10, Gesamt char.



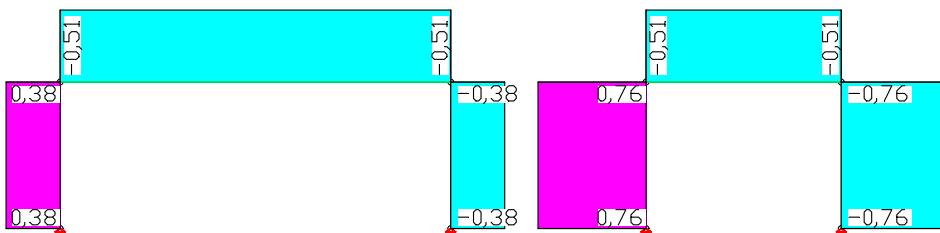
13209 – Bühnenpodest
Rahmenberechnung

21.03.2013

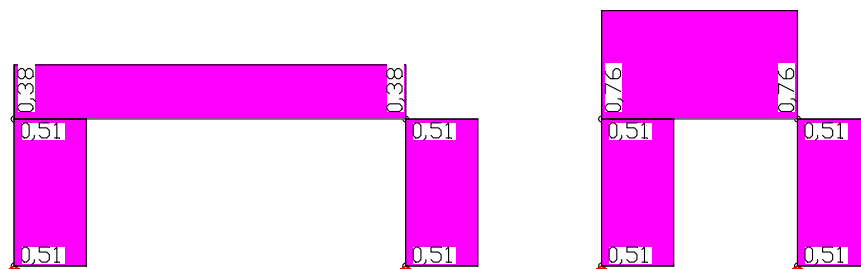
M 1 :



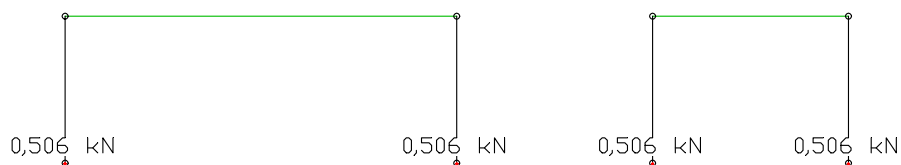
Schnittgrößen My; LF 11, Gesamt desgn.



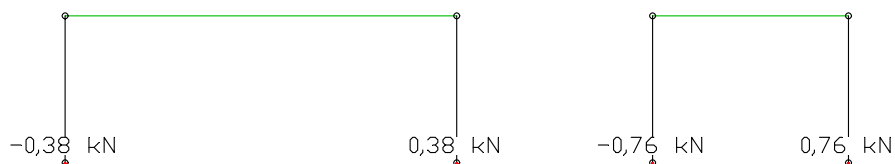
Schnittgrößen Nx; LF 11, Gesamt desgn.



Schnittgrößen Qz; LF 11, Gesamt desgn.



Auflagerreaktionen Rx; LF 11, Gesamt desgn.



Auflagerreaktionen Rz; LF 11, Gesamt desgn.



4 Nachweise

4.1 Nachweise Sperrholzplatte:

Zul. Belastung: vgl. auch Anhang

Nennstärke: 21 mm
Anzahl der Furniere: 15
 $f_{m\parallel} = 39,4 \text{ N/mm}^2$ (charakteristisch)
 $f_{m\perp} = 34,3 \text{ N/mm}^2$ (charakteristisch)

$M_{\parallel,Ed} = 1,4 \text{ kNm} = 140 \text{ kNcm}$
 $M_{\perp,Ed} = 1,0 \text{ kNm} = 100 \text{ kNcm}$

$w = 100 \times 2,1^2 / 6 = 73,5 \text{ cm}^3$

NKL2; Kled: kurz $k_{mod} = 0,9$

$f_{Rdm\parallel} = 0,9 / 1,3 \times 39,4 = 27,3 \text{ N/mm}^2 = 2,73 \text{ kN/cm}^2$
 $f_{Rdm\perp} = 0,9 / 1,3 \times 34,3 = 23,7 \text{ N/mm}^2 = 2,37 \text{ kN/cm}^2$

$\sigma_{\parallel} = 140 / 73,5 = 1,9 \text{ kN/cm}^2 < 2,73 \text{ kN/cm}^2 = f_{Rdm\parallel}$
 $\sigma_{\perp} = 100 / 73,5 = 1,4 \text{ kN/cm}^2 < 2,37 \text{ kN/cm}^2 = f_{Rdm\perp}$



4.2 Nachweis der Randprofile:

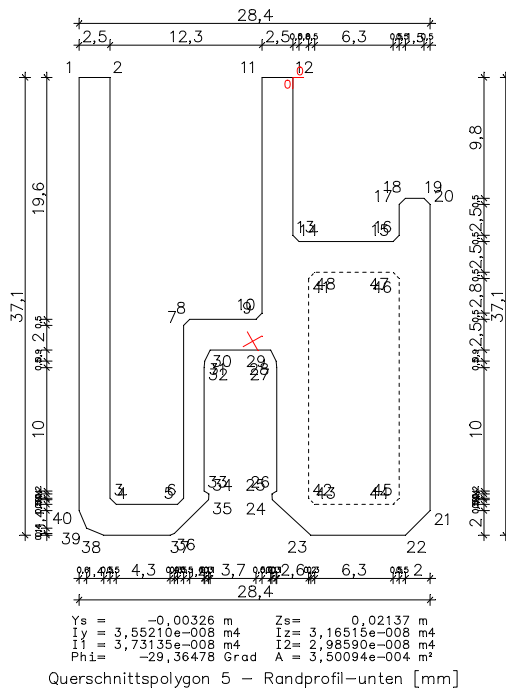
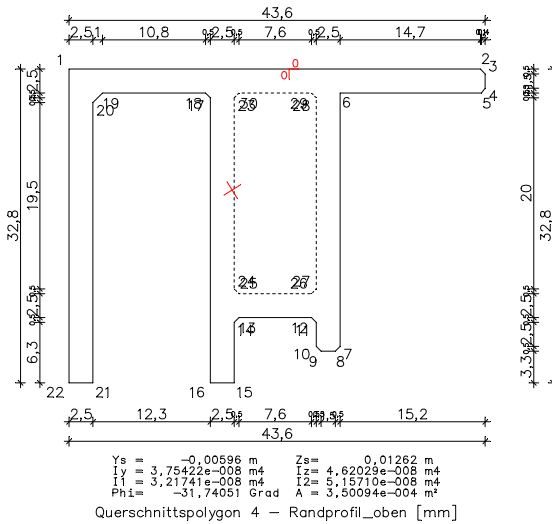
Zul. Belastung:

$$f_0 = 18 \text{ kN/cm}^2$$

$$f_u = 24 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{Rd} = 18 / 1,1 = 16,4 \text{ kN/cm}^2$$

Ermittlung w_{pl} :



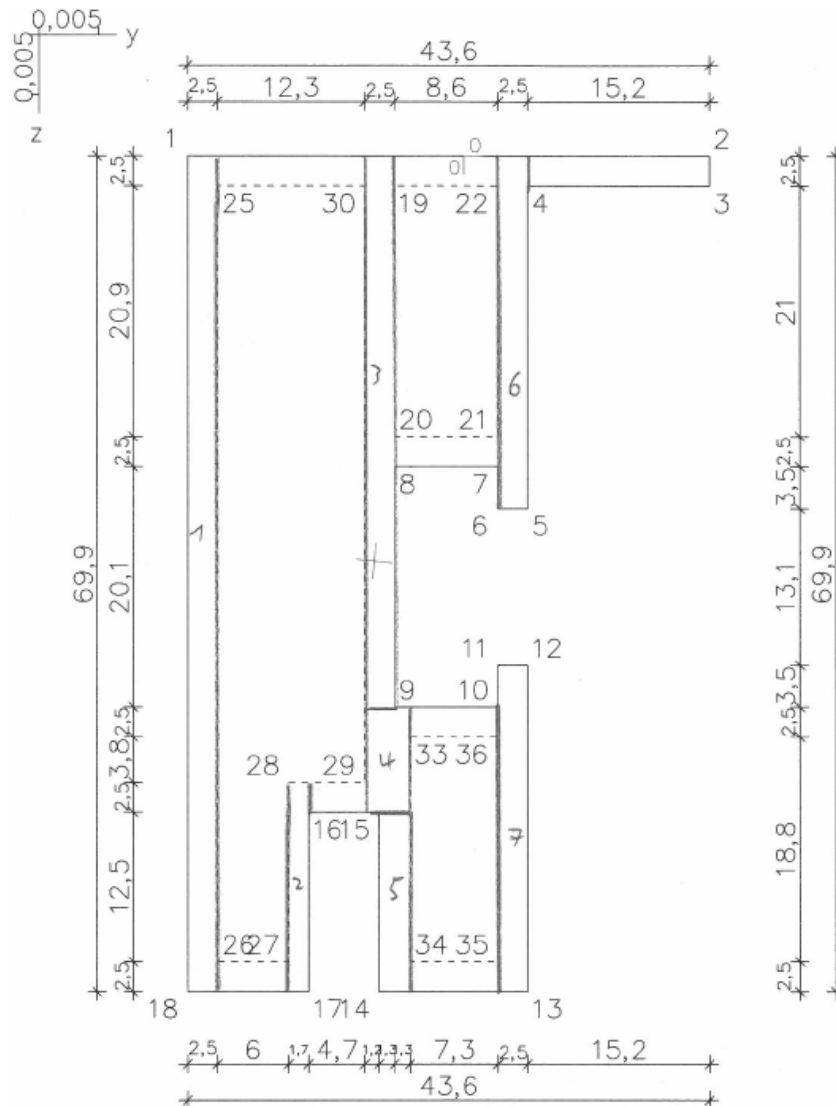
$$(0,02018 + 0,02137) \times 100 = 4,155 \text{ cm}$$

$$A_{ges} / 2 = 3,500945 \text{ cm}^2$$

$$w_{pl} = 4,155 \times 3,500945 = 14,54 \text{ cm}^3$$



Ermittlung A_v :



$A_1 = 6,99 \times 0,25$	$= 1,75$
$A_2 = 1,75 \times 0,17$	$= 0,30$
$A_3 = 4,6 \times 0,25$	$= 1,15$
$A_4 = 0,84 \times 0,38$	$= 0,32$
$A_5 = 1,5 \times 0,26$	$= 0,39$
$A_6 = 2,95 \times 0,25$	$= 0,74$
$A_7 = 2,73 \times 0,25$	$= 0,68$
Summe = 5,33 cm ²	

Schnittgrößen:

$M_{yEd} = 2,3 \text{ kNm} = 230 \text{ kNcm}$
 $Q_{zEd} = 3,4 \text{ kN} + 0,41 \text{ kN}$

Nachweise

$\sigma_{Ed} = 230 / 14,54 = 15,82 \text{ kN/cm}^2 < 16,4 \text{ kN/cm}^2 = \sigma_{Rd}$
 $\sigma_{vEd} = 3,81 / 5,33 = 0,71 \text{ kN/cm}^2 \text{ o.w.N.}$



4.3 Nachweis des Stützenprofils (47x 3 mm) :

$$A = 4,12 \text{ cm}^2; I = 10,08 \text{ cm}^4; w_{el} = 4,29 \text{ cm}^3$$

Zul. Belastung:

$$f_0 = 18 \text{ kN/cm}^2 \quad \sigma_{Rd} = 18 / 1,1 = 16,4 \text{ kN/cm}^2$$
$$f_u = 24 \text{ kN/cm}^2$$

Schnittgrößen:

$$N_{Ed} = 5,2 \text{ kN} + 0,76 \text{ kN} = 5,96 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 38,0 \text{ kNcm}$$

Knicklänge

$$L_{CR} = 2,5 \times 0,75 = 1,875 \text{ m}$$

Ermittlung Abminderungsbeiwert für Biegeknicken

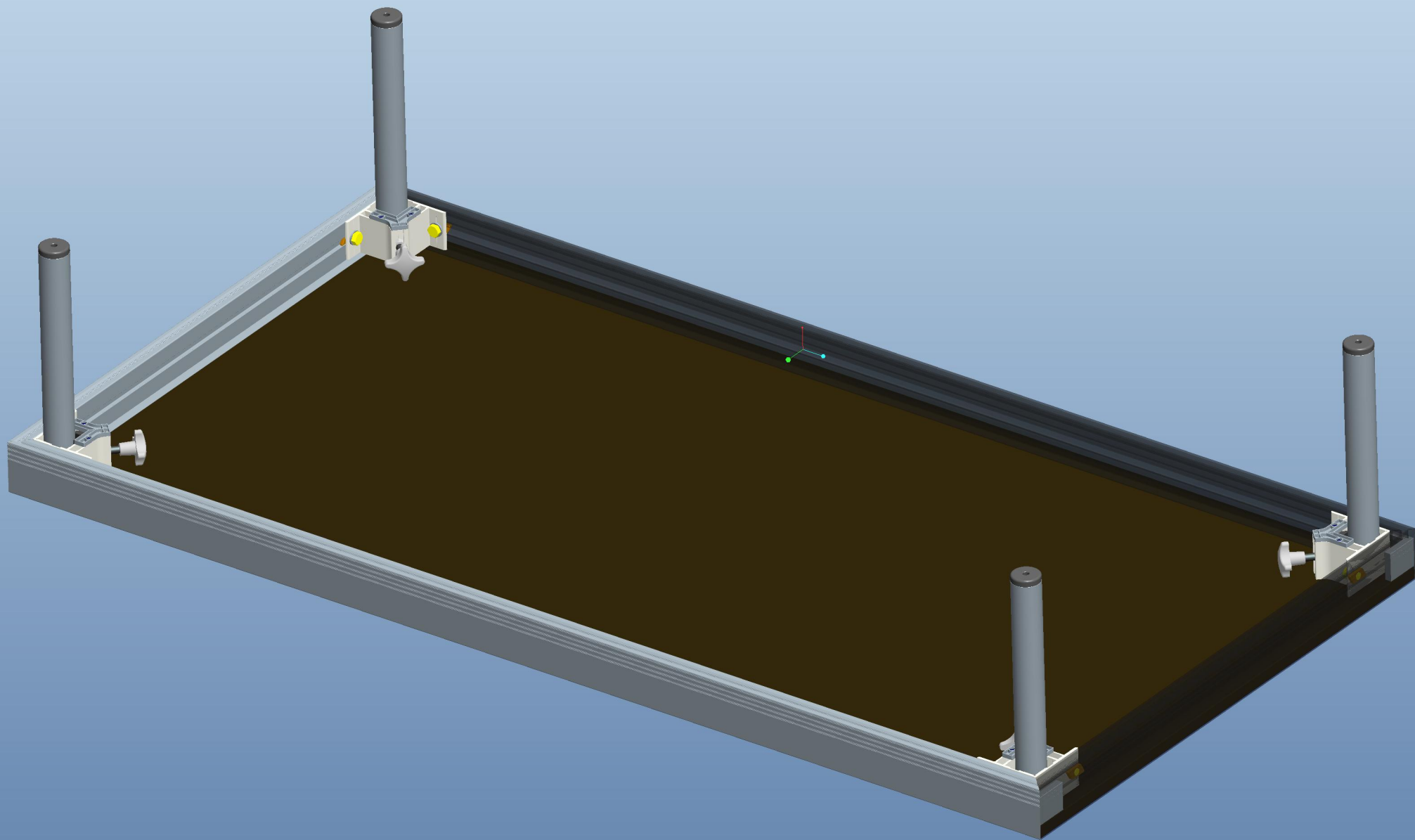
$$N_{CR} = \pi^2 \times 70000 \times 10,08 / (100^4 \times 1,875^2) = 0,0198 \text{ MN} = 19,81 \text{ kN}$$

$$\lambda = \sqrt{(4,12 \times 18 / 19,81)} = 1,93 \rightarrow \chi = 0,22$$

Nachweis

$$N_{BRd} = 0,22 \times 4,12 \times 18 / 1,1 = 14,83 \text{ kN}$$

$$5,96 / 14,83 + 38,0 / (4,29 \times 16,4) = 0,94 < 1$$



KONSTRUKTIONSWERTE FÜR AUFBAU, DICKEN,
 QUERSCHNITTSFLÄCHEN, WIDERSTANDSMOMENTE,
 TRÄGHEITSMOMENTE SOWIE BIEGE-, ZUG- UND DRUCK-
 FESTIGKEITEN VON GESCHLIFFENEM FINNISCHEM SPERRHOLZ.
 ALLE WERTE GELTEN FÜR DEN VOLLEN QUERSCHNITT.

Tabelle 3-2. Birkenesperrholz

Aufbau	Querschnittsdaten						Char. Festigkeit						Mittl. E-Modul			
	Nenn- dicke	Anzahl der Furniere	t mittl. mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Biegung		Druck		Zug		Biegung		Zug und Druck	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
-	4	3	3.6	3.6	2.16	3.89	65.9	10.6	31.8	20.2	45.8	29.2	16471	1029	10694	6806
- -	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	29.0	29.3	22.8	42.2	32.8	12737	4763	9844	7656
- - -	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	32.1	28.3	23.7	40.8	34.2	11395	6105	9511	7989
- - - -	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	33.2	27.7	24.3	40.0	35.0	10719	6781	9333	8167
- - - - -	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	33.8	27.4	24.6	39.5	35.5	10316	7184	9223	8277
- - - - - -	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	34.1	27.2	24.8	39.2	35.8	10048	7452	9148	8352
- - - - - - -	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	34.3	27.0	25.0	39.0	36.0	9858	7642	9093	8407
- - - - - - - -	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	34.4	26.9	25.1	38.8	36.2	9717	7783	9052	8448
- - - - - - - - -	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	34.5	26.8	25.2	38.7	36.3	9607	7893	9019	8481
- - - - - - - - - -	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	34.6	26.7	25.3	38.5	36.5	9519	7981	8993	8507
- - - - - - - - - - -	35	25	34.4	34.4	197	3392	37.6	34.7	26.6	25.4	38.4	36.6	9389	8111	8953	8547
- - - - - - - - - - - -	40	29	40.0	40.0	267	5333	37.2	34.7	26.5	25.5	38.3	36.8	9296	8204	8925	8575
- - - - - - - - - - - - -	45	32	44.2	44.2	326	7196	37.0	34.7	26.5	25.5	38.2	36.8	9259	8241	8914	8586
- - - - - - - - - - - - - -	50	35	48.4	48.4	390	9448	36.8	34.8	26.4	25.6	38.1	36.9	9198	8302	8895	8605

Tabelle 3-3. Combi-Sperrholz

Aufbau	Querschnittsdaten						Char. Festigkeit						Mittl. E-Modul			
	Nenn- dicke	Anzahl der Furniere	t mittl. mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Biegung		Druck		Zug		Biegung		Zug und Druck	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
-	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.8	29.0	24.5	22.8	19.1	32.8	12690	4763	8859	7656
- -	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	43.9	32.1	22.5	23.7	17.5	34.2	10983	6105	8141	7989
- - -	12	9	12.0	12.0	24.0	144	40.0	33.2	21.5	24.3	16.7	35.0	10012	6781	7758	8167
- - - -	15	11	14.8	14.8	36.5	270	37.5	33.8	20.8	24.6	16.2	35.5	9386	7184	7520	8277
- - - - -	18	13	17.6	17.6	51.6	454	35.8	34.1	20.4	24.8	15.8	35.8	8950	7452	7358	8352
- - - - - -	21	15	20.4	20.4	69.4	707	34.5	34.3	20.0	25.0	15.6	36.0	8628	7642	7240	8407
- - - - - - -	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	32.9	34.4	19.8	25.1	15.4	36.2	8381	7783	7151	8448
- - - - - - - -	27	19	26.0	26.0	113	1465	31.2	34.5	19.6	25.2	15.3	36.3	8185	7893	7081	8481
- - - - - - - - -	30	21	28.8	28.8	138	1991	29.9	34.6	19.5	25.3	15.1	36.5	8026	7981	7024	8507

Tabelle 3-4. Combi Mirror-Sperrholz

Aufbau	Querschnittsdaten						Char. Festigkeit						Mittl. E-Modul			
	Nenn- dicke	Anzahl der Furniere	t mittl. mm	A mm ² /mm	W mm ³ /mm	I mm ⁴ /mm	Biegung		Druck		Zug		Biegung		Zug und Druck	
							f _m N/mm ²	f _{m⊥} N/mm ²	f _c N/mm ²	f _{c⊥} N/mm ²	f _t N/mm ²	f _{t⊥} N/mm ²	E _m N/mm ²	E _{m⊥} N/mm ²	E _{t/c} N/mm ²	E _{t/c⊥} N/mm ²
-	6.5	5	6.4	6.4	6.83	21.8	50.9	16.6	29.3	15.8	42.2	12.3	12737	3538	9844	5688
- -	9	7	9.2	9.2	14.1	64.9	45.6	18.3	28.3	16.4	40.8	12.8	11395	4535	9511	5935
- - -	12	9	12.0	12.0	24.0	144	42.9	19.0	27.7	16.8	40.0	13.1	10719	5037	9333	6067
- - - -	15	11	14.8	14.8	36.5	270	41.3	19.3	27.4	17.0	39.5	13.2	10316	5337	9223	6149
- - - - -	18	13	17.6	17.6	51.6	454	40.2	19.5	27.2	17.2	39.2	13.4	10048	5536	9148	6205
- - - - - -	21	15	20.4	20.4	69.4	707	39.4	19.6	27.0	17.3	39.0	13.5	9858	5677	9093	6245
- - - - - - -	24	17	23.2	23.2	89.7	1041	38.9	19.7	26.9	17.4	38.8	13.5	9717	5782	9052	6276
- - - - - - - -	27	19	26.0	26.0	113	1465	38.4	19.7	26.8	17.4	38.7	13.6	9607	5863	9019	6300
- - - - - - - - -	30	21	28.8	28.8	138	1991	38.1	19.8	26.7	17.5	38.5	13.6	9519	5928	8993	6319