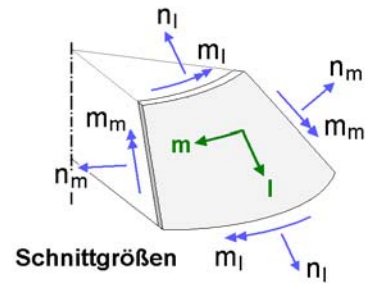
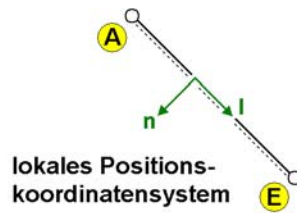
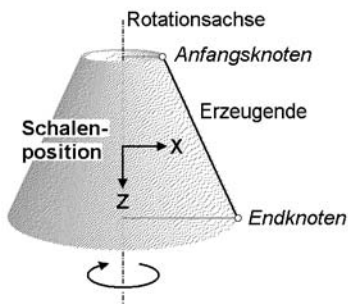


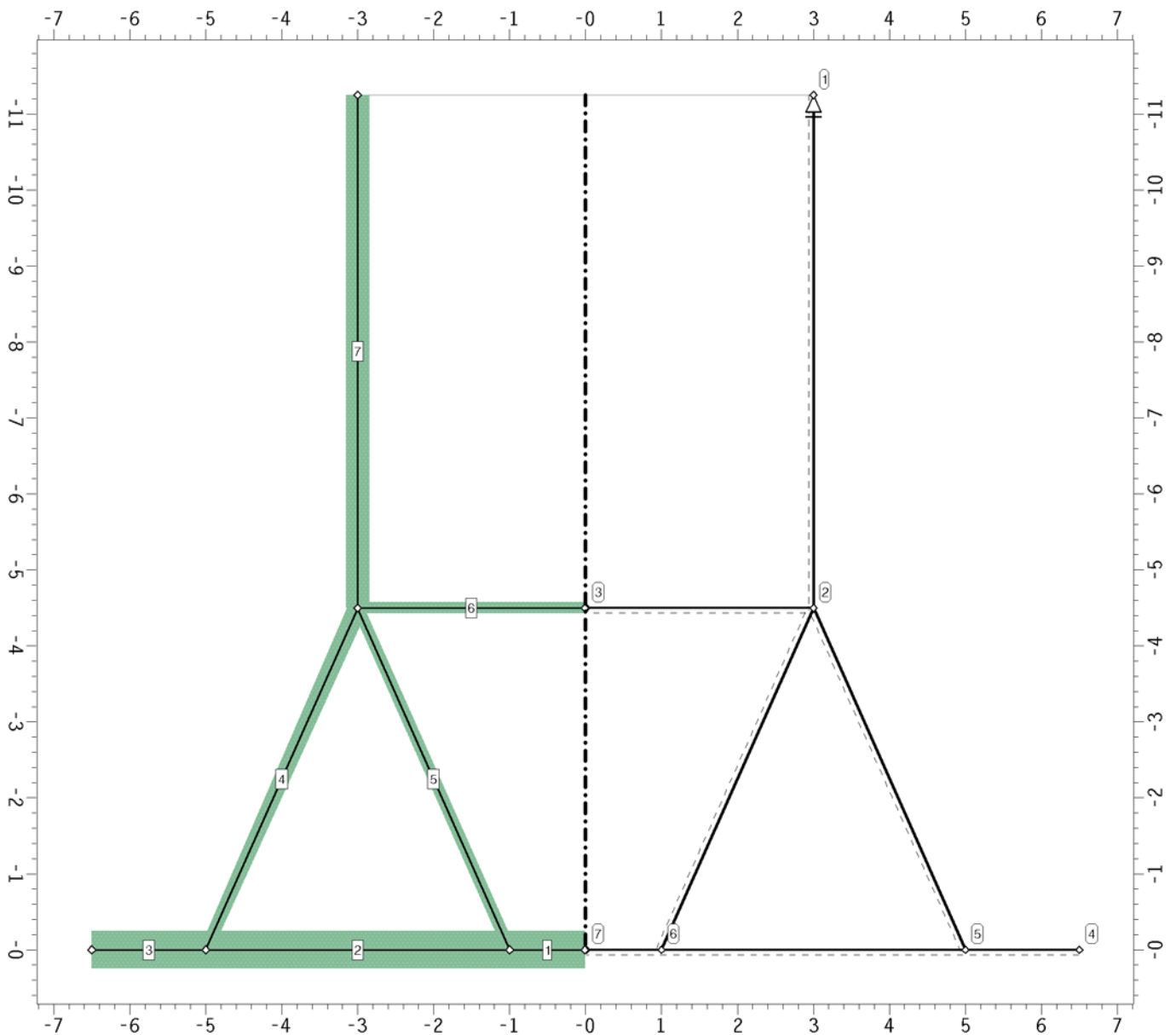
Statische Berechnung eines rotationssymmetrischen Schalentragwerkes mit Hilfe der Finiten Element Methode



SYSTEMBESCHREIBUNG

Systemgrafik

rechte Seite: Knotennummern, Lagerangaben und Positionsorientierung; linke Seite: Positionsnummern und -dicken



Knotenkoordinaten und Lagerangaben

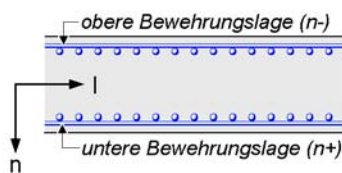
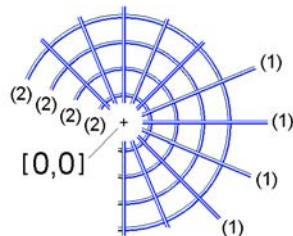
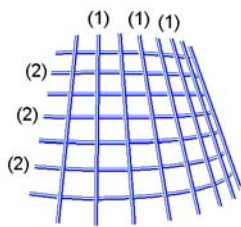
Knoten	X	Z	Cf-X	Cf-Z	Cm-Y	Bezeichnung
-	m	m	MN/m ²	MN/m ²	MNm/m	-
1	3.000	-11.250	-	fest	-	
2	3.000	-4.500	-	-	-	
3	0.010	-4.500	-	-	-	
4	6.500	0.000	-	-	-	
5	5.000	0.000	-	-	-	
6	1.000	0.000	-	-	-	
7	0.010	0.000	-	-	-	

Rechenkennwerte der Position 1: PLATTE INNEN

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 7	E-Modul: 2100.00 MN/m ²	keine
Endknoten: 6	Querdehnzahl: 0.17 -	
Länge: 0.99 m	Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	
Dicke: 50.00 cm		

Erläuterung zu den Bemessungseigenschaften



Bewehrungsanordnung bei Schalen und Platten

Definition: oben - unten

Bemessungseigenschaften der Position 1:

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung
(2)oben = 4.5 cm	(2)oben = 0.00 cm ² /m		
(1)unten = 3.5 cm	(1)unten = 0.00 cm ² /m		
(2)unten = 4.5 cm	(2)unten = 0.00 cm ² /m		

Position 1:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 2: PLATTE ZW. KEGELSCHA

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 6	E-Modul: 2100.00 MN/m ²	keine
Endknoten: 5	Querdehnzahl: 0.17 -	
Länge: 4.00 m	Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	
Dicke: 50.00 cm		

Bemessungseigenschaften der Position 2:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung
(2)oben = 4.5 cm	(2)oben = 0.00 cm ² /m		
(1)unten = 3.5 cm	(1)unten = 0.00 cm ² /m		
(2)unten = 4.5 cm	(2)unten = 0.00 cm ² /m		

Position 2:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 3: BODENPLATTE AUSSEN

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 5 Endknoten: 4 Länge: 1.50 m Dicke: 50.00 cm	E-Modul: 2100.00 MN/m ² Querdehnzahl: 0.17 - Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	keine

Bemessungseigenschaften der Position 3:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm (2)oben = 4.5 cm (1)unten = 3.5 cm (2)unten = 4.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m (2)oben = 0.00 cm ² /m (1)unten = 0.00 cm ² /m (2)unten = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung

Position 3:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 4: KEGELSCHALE AUSSEN

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 2 Endknoten: 5 Länge: 4.92 m Dicke: $t_A = 25.00$ cm $t_E = 15.00$ cm	E-Modul: 2100.00 MN/m ² Querdehnzahl: 0.17 - Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	keine

Bemessungseigenschaften der Position 4:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm (2)oben = 4.5 cm (1)unten = 3.5 cm (2)unten = 4.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m (2)oben = 0.00 cm ² /m (1)unten = 0.00 cm ² /m (2)unten = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung

Position 4:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 5: KEGELSCHALE INNEN

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 2 Endknoten: 6 Länge: 4.92 m Dicke: 15.00 cm	E-Modul: 2100.00 MN/m ² Querdehnzahl: 0.17 - Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	keine

Bemessungseigenschaften der Position 5:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm (2)oben = 4.5 cm (1)unten = 3.5 cm (2)unten = 4.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m (2)oben = 0.00 cm ² /m (1)unten = 0.00 cm ² /m (2)unten = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung

Position 5:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 6: OBERE KREISPLATTE

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 3 Endknoten: 2 Länge: 2.99 m Dicke: 15.00 cm	E-Modul: 2100.00 MN/m ² Querdehnzahl: 0.17 - Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	keine

Bemessungseigenschaften der Position 6:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm (2)oben = 4.5 cm (1)unten = 3.5 cm (2)unten = 4.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m (2)oben = 0.00 cm ² /m (1)unten = 0.00 cm ² /m (2)unten = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung

Position 6:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Rechenkennwerte der Position 7: OBERE ZYLINDERSCHALE

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 1 Endknoten: 2 Länge: 6.75 m Dicke: 30.00 cm	E-Modul: 2100.00 MN/m ² Querdehnzahl: 0.17 - Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	keine

Bemessungseigenschaften der Position 7:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

Achsabstände	Grundbewehrung	Bewehrungsrichtung	Bewehrungsanordnung
(1)oben = 3.5 cm (2)oben = 4.5 cm (1)unten = 3.5 cm (2)unten = 4.5 cm	(1)oben = 0.00 cm ² /m (2)oben = 0.00 cm ² /m (1)unten = 0.00 cm ² /m (2)unten = 0.00 cm ² /m	Typ: orthogonal mit $\alpha = 0.00^\circ$	Zugbewehrung

Position 7:

Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.0\%$

Beschreibung der Belastungsstruktur

Auf der linken Seite sind die Beziehungen der Einwirkungen, Lastfallordner und Lastfälle zueinander in einer Baumstruktur dargestellt. Auf der rechten Seite sind die überlagerungsspezifischen Eigenschaften den links stehenden Objekten zugeordnet angegeben. Ein Lastfallordner entspricht überlagerungstechnisch einer Extremierung der in ihm definierten Objekte und kann seinerseits wiederum additiv oder alternativ überlagert werden.

verwendete Symbole:



Einwirkung



Lastfallordner



Lastfall



1: ständige Lasten



1: Eigengewicht

2: Gleichlast

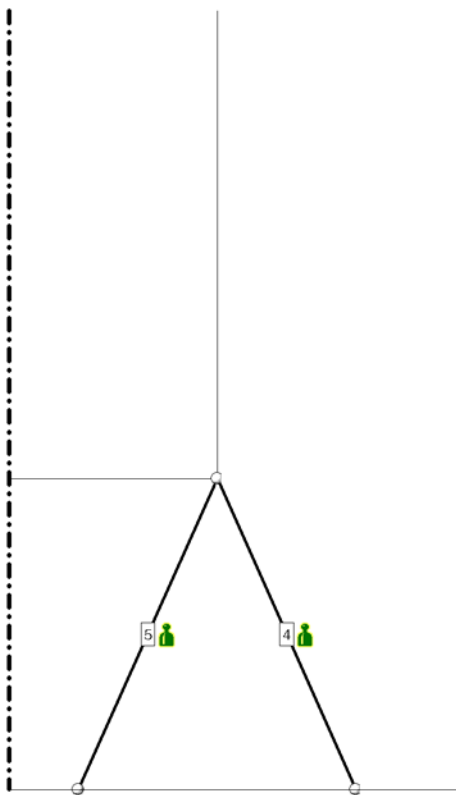
ständige Lasten

additiv

additiv

LASTBILDER IN LASTFALL 1: EIGENGEWICHT

belastete Objekte in Lastfall 1

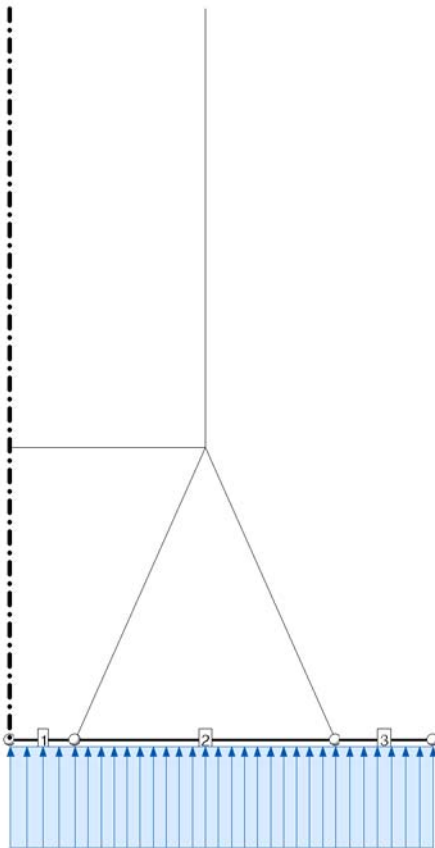


Eigengewichtslasten in Lastfall 1

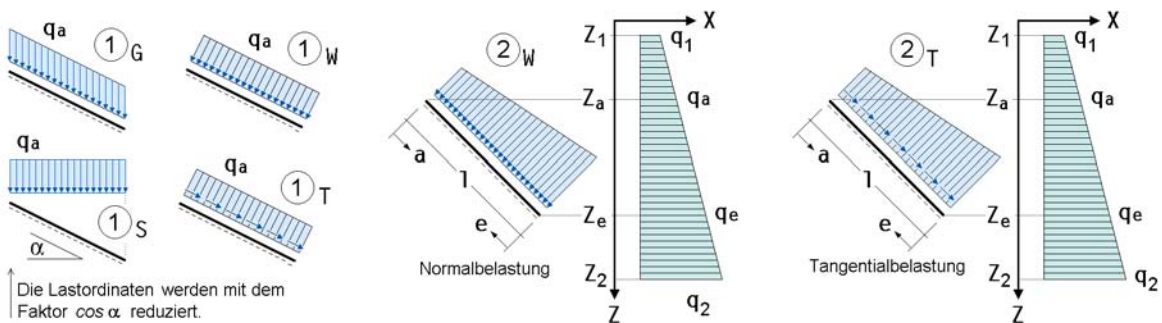
Pos.	Rohdichte
-	kN/m ³
4	2.500
5	2.500

LASTBILDER IN LASTFALL 2: GLEICHLAST

belastete Objekte in Lastfall 2



Erläuterung der Lastbildtypen und Lastrichtungen



Flächenlasten in Lastfall 2

Bei den Z-abhängigen Lasten (Typ 2) definieren Z_1 und Z_2 das Lastintervall. Hierdurch werden Positionen u. U. nur teilweise belastet. a beschreibt hierbei den Abstand der Last vom Anfangsknoten, e beschreibt den Abstand der Last vom Endknoten. l ist die belastete Strecke.

Pos.	Typ	q_a kN/m ²	q_e kN/m ²	a m	l m	e m	$z1$ m	$q1$ kN/m ²	$z2$ m	$q2$ kN/m ²
1	1W	-20.000	-	-	0.990	-				
2	1W	-20.000	-	-	4.000	-				
3	1W	-20.000	-	-	1.500	-				

NACHWEISE

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach Eurocode bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine führende	Verkehrslasteinwirkung	(Leiteinwirkung)
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine nichtführende	Verkehrslasteinwirkung	(Begleiteinwirkung)
γ_{sup}	Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig	wirkende Laststellungen	
γ_{inf}	Teilsicherheitsbeiwert für günstig	wirkende Laststellungen	

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach DIN 18800 bedeuten:

Ψ_{dom}	Kombinationsbeiwert für eine Hauptkombination
Ψ_{sub}	Kombinationsbeiwert für eine Nebenkombination

Überlagerungsregeln Brückenbau und DIN 1055-100 verhalten sich wie Eurocode.
Bei nichtlinearer Berechnung bleiben Extremalbildungsvorschriften unberücksichtigt

Werden nachfolgend Nachweise nach Eurocode aufgeführt, so gilt:
Der nationale Anhang "Deutschland" wird berücksichtigt.

Nachweis 1: Schnittgrößenermittlung

Schnittgrößenermittlung: Schnittgrößenermittlung ohne Nachweise

1: Eigengewicht

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: benutzerdefiniert, Überlagerungsregel: charakteristisch

LF	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00

2: Gleichlast

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: benutzerdefiniert, Überlagerungsregel: charakteristisch

LF	γ_{sup}	γ_{inf}
2	1.00	1.00

3: Summe

Extremalbildungsvorschrift zum Nachweis 1, Typ: benutzerdefiniert, Überlagerungsregel: charakteristisch

LF	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00
2	1.00	1.00

Stabverzeichnis zum Nachweis 1:

Stabnummern ...							
	1	2	3	4	5	6	7

VORSCHRIFTEN

NACHWEIS 1: ZUSAMMENFASSUNG

extremale Lagerreaktionen der Knoten (γF-fach)

Knonr	Typ	apx kN/m	apz kN/m	amy kNm/m
-	-	-	-	-
1	Min	0.00	-4.45	0.00
	Max	0.00	140.83	0.00
	Minimum	0.00	-4.45	0.00
	Maximum	0.00	140.83	0.00

Normalkraft n_l

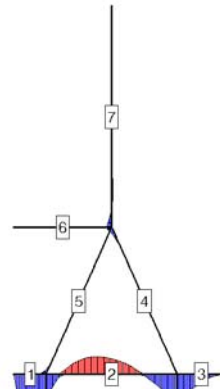
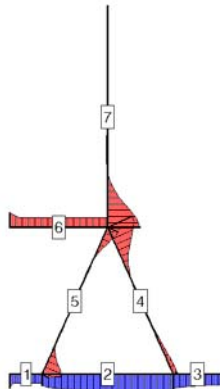
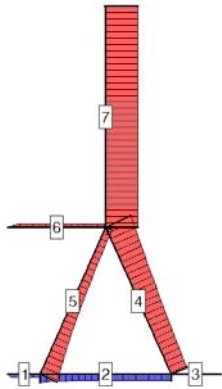
Min/Max: -140.83/35.48 kN/m

Normalkraft n_m

Min/Max: -47.87/25.63 kN/m

Moment m_l

Min/Max: -14.48/25.91 kNm/m

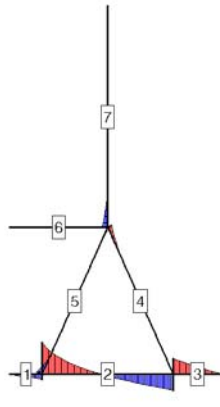
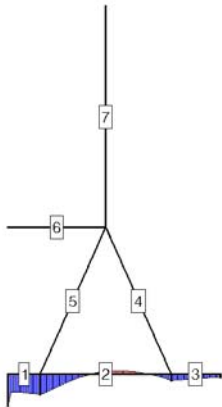


Moment m_m

Min/Max: -3.06/27.25 kNm/m

Querkraft q_l

Min/Max: -69.48/34.12 kN/m



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	n _l	n _m	m _l	m _m	q _l
-	m		kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m	kN/m
Schale 1: PLATTE INNEN							
7	0.00	Min	0.00	-0.09	0.00	-0.09	0.00
		Max	0.00	20.25	0.00	27.25	0.00
	0.10	Min	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	0.00
		Max	12.71	12.81	14.97	15.23	1.08
6	0.99	Min	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	0.00
		Max	12.78	12.79	19.01	16.94	10.00
Schale 2: PLATTE ZW. KEGELSCHA							
6	0.00	Min	-0.12	-0.07	-0.05	-0.05	-69.48
		Max	35.48	16.25	22.25	17.41	0.07
	0.40	Min	-0.10	-0.08	-0.03	-0.04	-42.77
		Max	30.84	21.21	1.69	12.44	0.05
	1.00	Min	-0.10	-0.09	-11.43	-0.03	-19.74
		Max	28.37	23.65	-0.01	4.42	0.04
	1.60	Min	-0.10	-0.09	-14.48	-0.75	-4.57

extremale Schnittgrößen

Knorr	s	Typ	n _l	n _m	m _l	m _m	q _l
-	m		kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m	kN/m
5	2.40	Max	27.41	24.61	0.01	-0.02	0.03
		Min	-0.09	-0.09	-9.01	-3.06	0.02
	3.00	Max	26.83	25.19	0.02	-0.01	10.65
		Min	-0.09	-0.09	0.03	-1.82	0.02
	4.00	Max	26.60	25.42	0.63	-0.00	20.15
		Min	-0.09	-0.09	0.04	0.01	0.01
	Max	26.39	25.63	25.53	5.14	34.12	
Schale 3: BODENPLATTE AUSSEN							
5	0.00	Min	-5.22	-0.07	-0.00	0.00	-34.50
		Max	0.02	20.43	25.91	5.19	0.00
4	0.75	Min	-2.10	-0.06	-0.00	0.00	-15.98
		Max	0.01	17.23	5.74	3.51	0.00
	1.50	Min	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	15.10	0.00	2.41	0.00
Schale 4: KEGELSCHALE AUSSEN							
2	0.00	Min	-121.07	-40.19	-0.13	-0.02	-9.12
		Max	3.33	0.83	3.56	0.60	0.35
	0.49	Min	-115.78	-29.33	-0.01	-0.01	-3.42
		Max	2.90	0.29	0.48	0.18	0.13
	1.15	Min	-108.24	-8.51	-0.42	-0.00	-0.09
		Max	2.32	-0.59	0.02	0.00	-0.00
	2.30	Min	-95.52	-0.98	-0.08	0.00	-0.00
		Max	1.41	1.72	0.00	0.00	0.18
5	4.92	Min	-75.53	-6.26	-0.04	-0.01	-0.11
		Max	0.03	-0.01	0.42	0.08	1.02
Schale 5: KEGELSCHALE INNEN							
2	0.00	Min	-30.17	-17.24	0.01	0.00	-2.67
		Max	1.36	0.40	0.66	0.11	-0.03
	0.33	Min	-30.86	-12.66	0.00	-0.01	-1.18
		Max	1.29	0.35	0.05	0.00	-0.02
	0.66	Min	-31.91	-5.99	-0.17	-0.04	-0.21
		Max	1.22	0.37	-0.00	-0.00	-0.01
	1.48	Min	-36.15	0.40	-0.06	-0.01	0.00
		Max	1.04	1.30	-0.00	-0.00	0.19
	3.94	Min	-62.29	-0.17	-0.16	-0.00	-0.37
		Max	0.40	0.24	-0.00	-0.00	-0.00
	4.27	Min	-68.50	-7.43	-0.23	-0.00	-0.00
		Max	0.30	0.22	-0.00	0.01	0.36
	4.60	Min	-74.79	-23.34	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.20	0.16	0.41	0.12	4.38
	4.76	Min	-77.90	-26.98	-0.00	-0.00	0.01
		Max	0.14	0.09	1.47	0.24	8.18
6	4.92	Min	-81.84	-9.87	0.00	0.00	0.02
		Max	0.09	0.00	3.24	0.39	11.56
Schale 6: OBERE KREISPLATTE							
3	0.00	Min	0.00	-20.67	0.00	-0.00	0.00
		Max	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00
	0.30	Min	-14.58	-14.58	-0.00	-0.00	0.00
		Max	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00
2	2.99	Min	-14.59	-14.59	-0.00	-0.00	0.00
		Max	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00
Schale 7: OBERE ZYLINDERSCHALE							
1	0.00	Min	-140.83	-0.00	0.00	0.00	0.00
		Max	4.45	0.02	0.00	0.00	0.00
	4.50	Min	-140.83	-0.05	-0.20	-0.03	-0.54
		Max	4.45	2.17	0.01	0.00	0.01
	4.95	Min	-140.83	-0.01	-0.50	-0.08	-0.79
		Max	4.45	0.82	0.01	0.00	0.02
	5.62	Min	-140.83	-10.38	-0.89	-0.15	-0.01
		Max	4.45	0.29	0.02	0.00	0.05
	6.30	Min	-140.83	-36.13	-0.02	-0.00	-0.14
		Max	4.45	0.90	0.52	0.09	5.11
2	6.75	Min	-140.83	-47.87	-0.12	-0.02	-0.29
		Max	4.45	1.09	4.21	0.70	11.58
Minimum			-140.83	-47.87	-14.48	-3.06	-69.48
Maximum			35.48	25.63	25.91	27.25	34.12