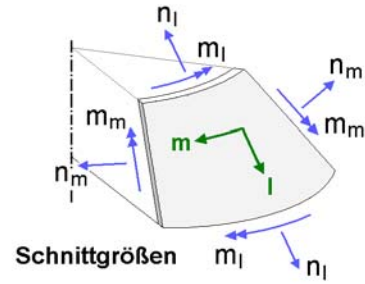
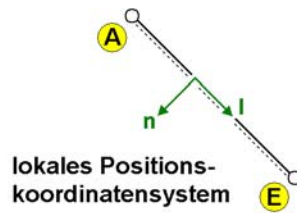
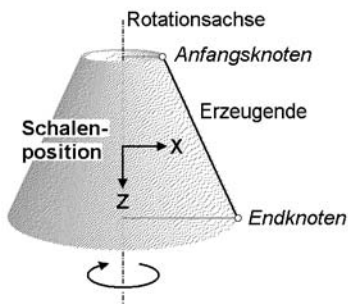


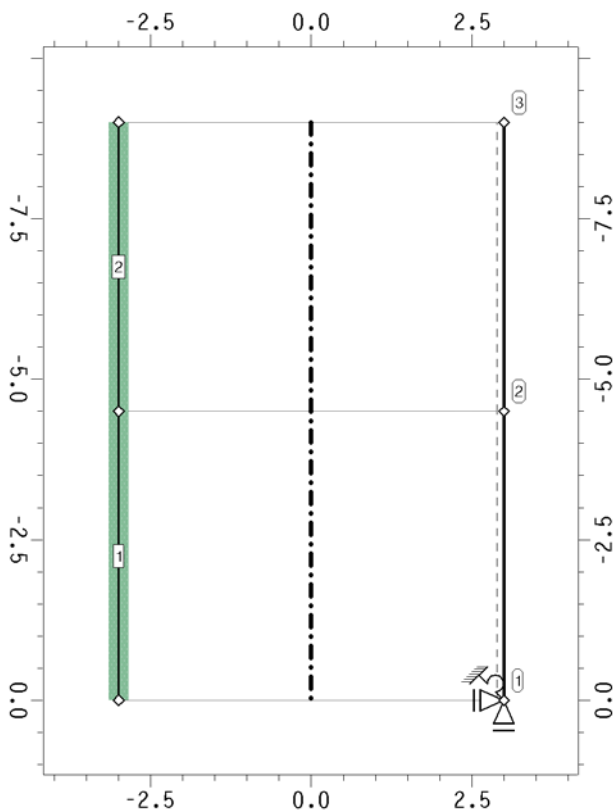
Statische Berechnung eines rotationssymmetrischen Schalentragwerkes mit Hilfe der Finiten Element Methode



SYSTEMBESCHREIBUNG

Systemgrafik

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



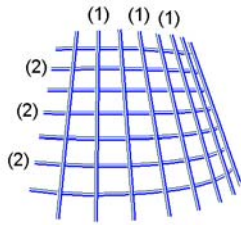
Knotenkoordinaten und Lagerangaben

Knoten	X m	Z m	Cf-X MN/m ²	Cf-Z MN/m ²	Cm-Y MNm/m	Bezeichnung
1	3.000	0.000	fest	fest	fest	
2	3.000	-4.500	-	-	-	
3	3.000	-9.000	-	-	-	

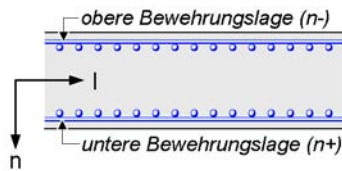
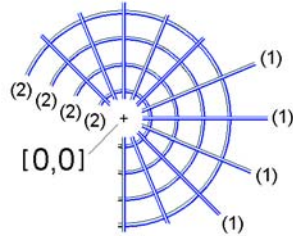
Rechenkennwerte der Position 1: Schale unten

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 2	E-Modul: 2100.00 MN/m ²	keine
Endknoten: 1	Querdehnzahl: 0.17 -	
Länge: 4.50 m	Temp.-Koeff.: 1.00 10 ⁻⁵ /K	
Dicke: 30.00 cm		



Bewehrungsanordnung bei Schalen und Platten



Definition: oben - unten

Bemessungseigenschaften der Position 1:

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 1:

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

Rechenkennwerte der Position 2: Schale oben

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

Geom. Kennwerte	Phys. Kennwerte	elastische Bettung
Anf.-knoten: 3 Endknoten: 2 Länge: 4.50 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 2:

(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 2:

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

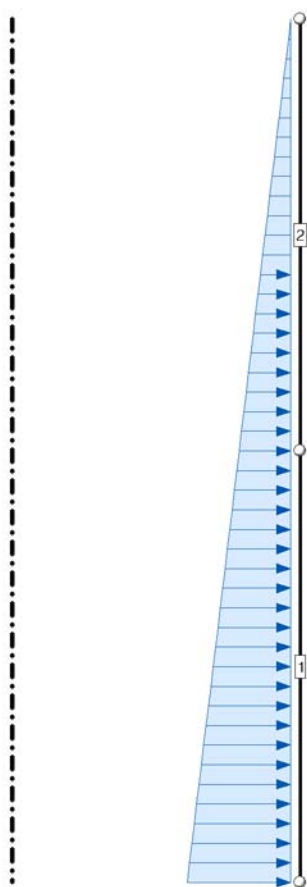
Beschreibung der Belastungsstruktur

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.

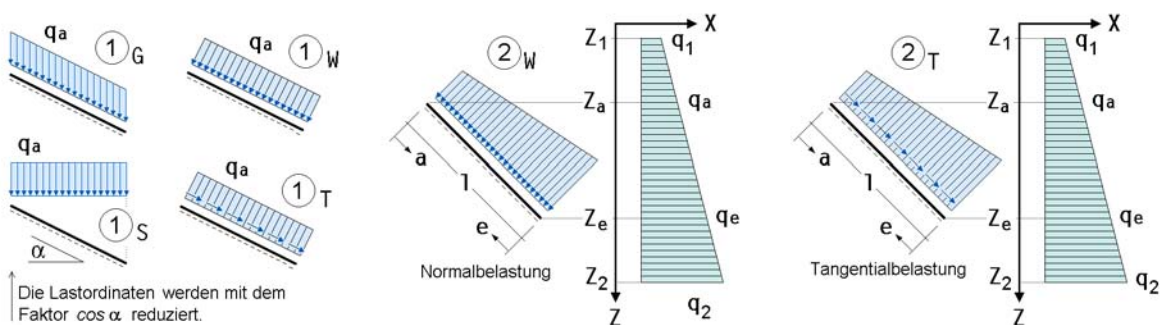
	1: ständige Lasten	ständige Lasten
	1: Fuellung	additiv
	2: gleichm. Temperatur	additiv
	3: ungleichm. Temperatur	additiv

LASTBILDER IN LASTFALL 1: FUELLUNG

belastete Objekte in Lastfall 1



Erläuterung der Lastbildtypen und Lastrichtungen



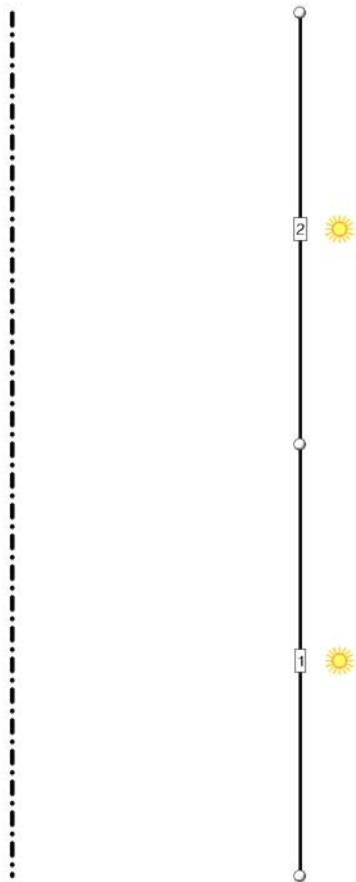
Flächenlasten in Lastfall 1

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	z_1 m	q_1 kN/m ²	z_2 m	q_2 kN/m ²
1	2W	-45.000	-90.000	0.000	4.500	0.000	-9.000	0.000	0.000	-90.000
2	2W	0.000	-45.000	0.000	4.500	0.000	-9.000	0.000	0.000	-90.000

LASTBILDER IN LASTFALL 2: GLEICHM. TEMPERATUR

belastete Objekte in Lastfall 2

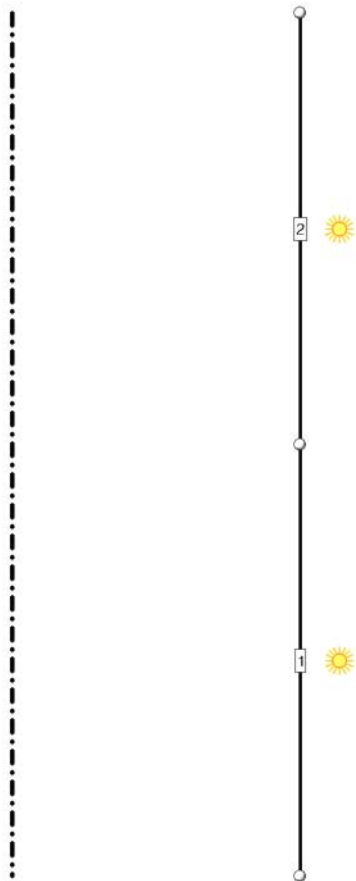


Temperaturlasten in Lastfall 2

Pos. -	t_o °K	t_u °K
2	10.00	10.00
1	10.00	10.00

LASTBILDER IN LASTFALL 3: UNGLEICHM. TEMPERATUR

belastete Objekte in Lastfall 3



Temperaturlasten in Lastfall 3

Pos. -	t_o °K	t_u °K
1	0.00	20.00
2	0.00	20.00

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: Standardkombination

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

Einw.	γ_{sup}	γ_{inf}
1	1.00	1.00

Stabverzeichnis zum Nachweis 1:

Stabnummern ...
1 2

VORSCHRIFTEN

NACHWEIS 1: ZUSAMMENFASSUNG

extremale Lagerreaktionen der Knoten (γ_F -fach)

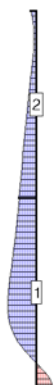
Knonr	Typ	a_{px} kN/m	a_{pz} kN/m	a_{my} kNm/m
-	-	-	-	-
1	Min	-93.19	0.00	29.08
	Max	-93.19	0.00	29.08
	Minimum	-93.19	0.00	29.08
	Maximum	-93.19	0.00	29.08

Normalkraft n_m
Min/Max: -126.01/224.73 kN/m

Moment m_l
Min/Max: -11.02/29.08 kNm/m

Moment m_m
Min/Max: -4.99/1.71 kNm/m

Querkraft q_l
Min/Max: -6.41/93.19 kN/m



extremale Schnittgrößen

Knonr	s m	Typ	n_l kN/m	n_m kN/m	m_l kNm/m	m_m kNm/m	q_l kN/m
Schale 1: Schale unten							
2	0.00	Min	0.00	134.27	-3.70	-3.77	0.19
		Max	0.00	134.27	-3.70	-3.77	0.19
	2.55	Min	0.00	224.73	-6.84	-4.29	-5.80
		Max	0.00	224.73	-6.84	-4.29	-5.80
	2.85	Min	0.00	217.62	-8.71	-4.60	-6.41
		Max	0.00	217.62	-8.71	-4.60	-6.41
	3.40	Min	0.00	150.15	-11.02	-4.99	0.56

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
1	4.03	Max	0.00	150.15	-11.02	-4.99	0.56
		Min	0.00	-25.96	-1.23	-3.36	37.60
	4.50	Max	0.00	-25.96	-1.23	-3.36	37.60
		Min	0.00	-126.01	29.08	1.71	93.19
		Max	0.00	-126.01	29.08	1.71	93.19
Schale 2: Schale oben							
3	0.00	Min	0.00	43.07	0.00	-3.15	0.00
		Max	0.00	43.07	0.00	-3.15	0.00
	0.25	Min	0.00	25.91	-0.35	-3.21	-2.49
		Max	0.00	25.91	-0.35	-3.21	-2.49
	0.55	Min	0.00	17.28	-1.28	-3.36	-3.36
		Max	0.00	17.28	-1.28	-3.36	-3.36
	0.65	Min	0.00	16.76	-1.61	-3.42	-3.32
		Max	0.00	16.76	-1.61	-3.42	-3.32
	1.40	Min	0.00	33.95	-3.46	-3.73	-1.42
		Max	0.00	33.95	-3.46	-3.73	-1.42
	2.25	Min	0.00	65.52	-3.95	-3.81	-0.03
		Max	0.00	65.52	-3.95	-3.81	-0.03
2	4.50	Min	0.00	134.40	-3.70	-3.77	0.19
		Max	0.00	134.40	-3.70	-3.77	0.19
Minimum			0.00	-126.01	-11.02	-4.99	-6.41
Maximum			0.00	224.73	29.08	1.71	93.19