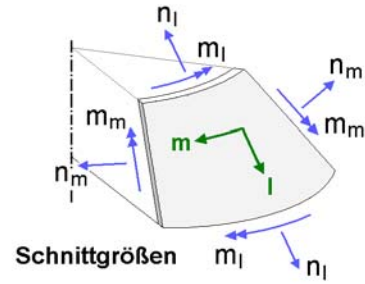
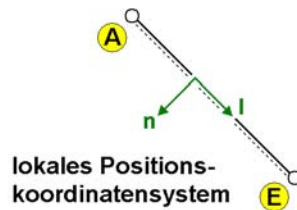
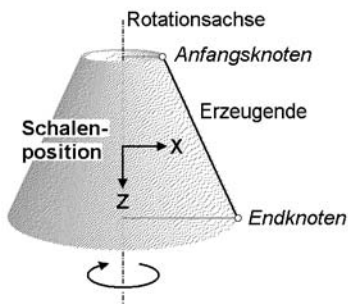


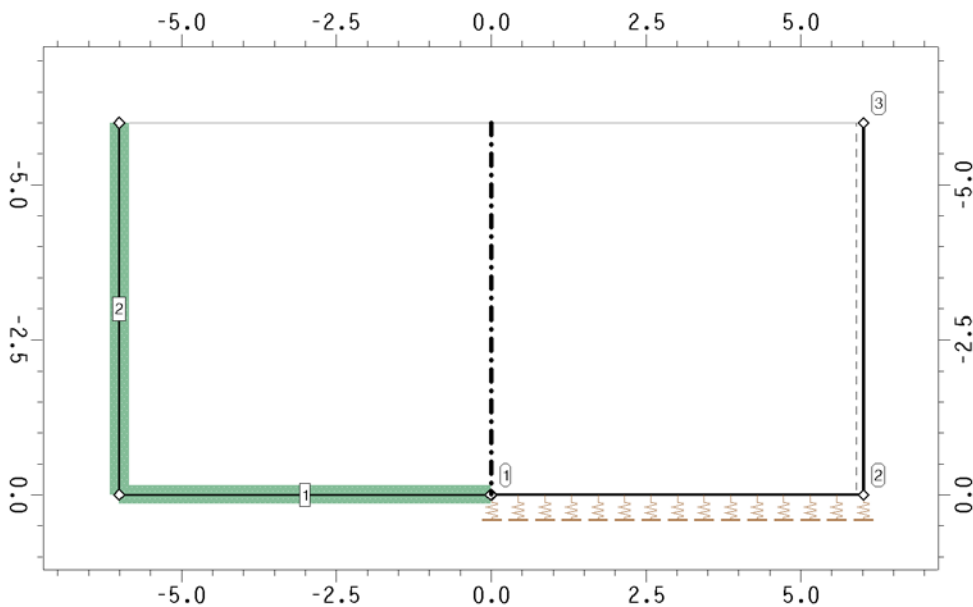
# Statische Berechnung eines rotationssymmetrischen Schalentragwerkes mit Hilfe der Finiten Element Methode



## SYSTEMBESCHREIBUNG

### Systemgrafik

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



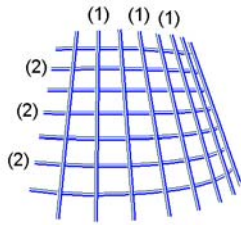
### Knotenkoordinaten und Lagerangaben

| Knoten | X<br>m | Z<br>m | Cf-X<br>MN/m <sup>2</sup> | Cf-Z<br>MN/m <sup>2</sup> | Cm-Y<br>MNm/m | Bezeichnung |
|--------|--------|--------|---------------------------|---------------------------|---------------|-------------|
| 1      | 0.010  | 0.000  | -                         | -                         | -             |             |
| 2      | 6.010  | 0.000  | -                         | -                         | -             |             |
| 3      | 6.010  | -6.000 | -                         | -                         | -             |             |

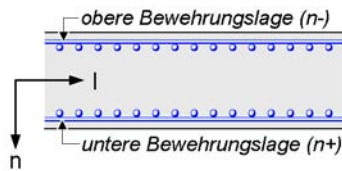
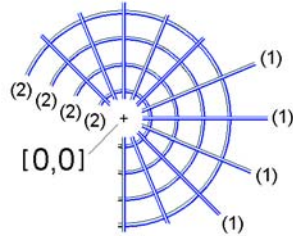
### Rechenkennwerte der Position 1: Gebettete Bodenplatte

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

| Geom. Kennwerte | Phys. Kennwerte                        | elastische Bettung            |
|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| Anf.-knoten: 1  | E-Modul: 2100.00 MN/m <sup>2</sup>     | senkrecht zur Schalenebene:   |
| Endknoten: 2    | Querdehnzahl: 0.17 -                   | Cbn = 20.00 MN/m <sup>3</sup> |
| Länge: 6.00 m   | Temp.-Koeff.: 1.00 10 <sup>-5</sup> /K | in Schalenrichtung:           |
| Dicke: 30.00 cm |                                        | keine                         |



**Bewehrungsanordnung bei Schalen und Platten**



**Definition: oben - unten**

## Bemessungseigenschaften der Position 1:

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

## Position 1:

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

## Rechenkennwerte der Position 2: Zylinderschale

Materialbezeichnung: Stahlbeton frei

| Geom. Kennwerte                                                    | Phys. Kennwerte                                                                                      | elastische Bettung |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Anf.-knoten: 3<br>Endknoten: 2<br>Länge: 6.00 m<br>Dicke: 30.00 cm | E-Modul: 2100.00 MN/m <sup>2</sup><br>Querdehnzahl: 0.17 -<br>Temp.-Koeff.: 1.00 10 <sup>-5</sup> /K | keine              |

## Bemessungseigenschaften der Position 2:

(vgl. Erläuterungsskizze Seite 2)

| Achsabstände                                                                   | Grundbewehrung                                                                                                                                     | Bewehrungsrichtung                           | Bewehrungsanordnung |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| (1)oben = 3.5 cm<br>(2)oben = 4.5 cm<br>(1)unten = 3.5 cm<br>(2)unten = 4.5 cm | (1)oben = 0.00 cm <sup>2</sup> /m<br>(2)oben = 0.00 cm <sup>2</sup> /m<br>(1)unten = 0.00 cm <sup>2</sup> /m<br>(2)unten = 0.00 cm <sup>2</sup> /m | Typ: orthogonal<br>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



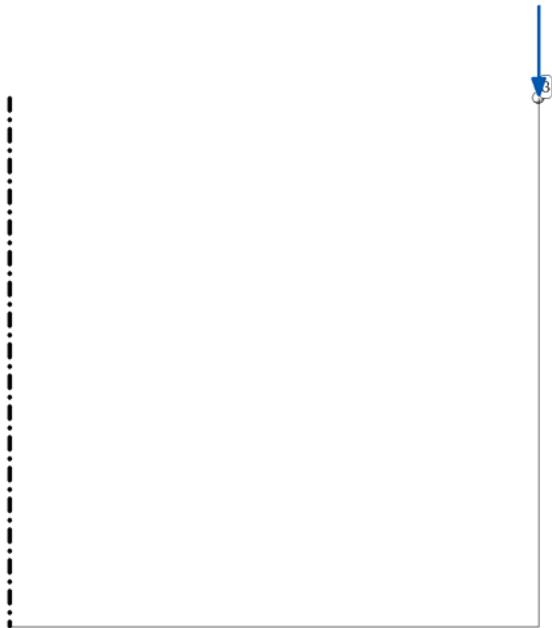
1: Ringlast

ständige Lasten

additiv

## LASTBILDER IN LASTFALL 1: RINGLAST

belastete Objekte in Lastfall 1



### Ringlasten in Lastfall 1

| Punkt | Syst. | P <sub>x</sub><br>kN/m | P <sub>z</sub><br>kN/m | M <sub>y</sub><br>kNm/m | Lauflänge<br>m |
|-------|-------|------------------------|------------------------|-------------------------|----------------|
| 3     | r-s-t | 0.000                  | 10.000                 | 0.000                   | 37.762         |

## NACHWEISE

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach Eurocode bedeuten:

|                |                                            |                         |                     |
|----------------|--------------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| $\Psi_{dom}$   | Kombinationsbeiwert für eine führende      | Verkehrslasteinwirkung  | (Leiteinwirkung)    |
| $\Psi_{sub}$   | Kombinationsbeiwert für eine nichtführende | Verkehrslasteinwirkung  | (Begleiteinwirkung) |
| $\gamma_{sup}$ | Teilsicherheitsbeiwert für ungünstig       | wirkende Laststellungen |                     |
| $\gamma_{inf}$ | Teilsicherheitsbeiwert für günstig         | wirkende Laststellungen |                     |

Bei Anwendung der Überlagerungsregeln nach DIN 18800 bedeuten:

|              |                                               |
|--------------|-----------------------------------------------|
| $\Psi_{dom}$ | Kombinationsbeiwert für eine Hauptkombination |
| $\Psi_{sub}$ | 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. | $\gamma_{sup}$ | $\gamma_{inf}$ |
|-------|----------------|----------------|
| 1     | 1.00           | 1.00           |

## Stabverzeichnis zum Nachweis 1:

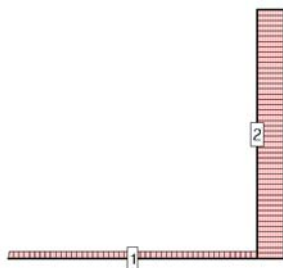
| Stabnummern ... |
|-----------------|
| 1      2        |

## VORSCHRIFTEN

## NACHWEIS 1: ZUSAMMENFASSUNG

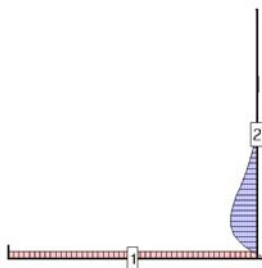
### Normalkraft $n_l$

Min/Max: -10.00/0.00 kN/m



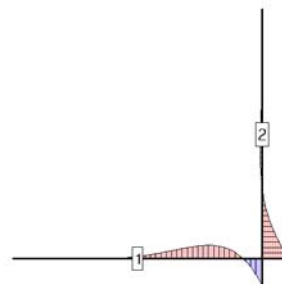
### Normalkraft $n_m$

Min/Max: -5.24/10.57 kN/m



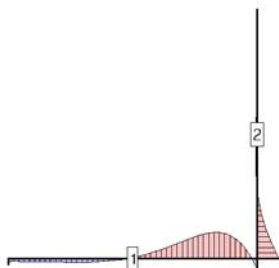
### Moment $m_l$

Min/Max: -3.19/3.19 kNm/m



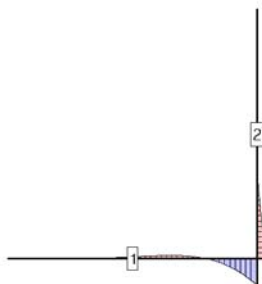
### Moment $m_m$

Min/Max: -0.64/0.24 kNm/m



### Querkraft $q_l$

Min/Max: -2.80/10.00 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  |
| <b>Schale 1: Gebettete Bodenplatte</b> |      |     |       |       |       |       |       |
| 1                                      | 0.00 | Min | 0.00  | -5.24 | 0.00  | 0.14  | 0.00  |
|                                        |      | Max | 0.00  | -5.24 | 0.00  | 0.14  | 0.00  |
|                                        | 0.03 | Min | -2.57 | -2.93 | 0.06  | 0.07  | 0.00  |
|                                        |      | Max | -2.57 | -2.93 | 0.06  | 0.07  | 0.00  |
|                                        | 0.08 | Min | -2.74 | -2.80 | 0.07  | 0.07  | 0.01  |

# extremale Schnittgrößen

| Knorr                    | s    | Typ | n <sub>l</sub> | n <sub>m</sub> | m <sub>l</sub> | m <sub>m</sub> | q <sub>l</sub> |
|--------------------------|------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| -                        | m    |     | kN/m           | kN/m           | kNm/m          | kNm/m          | kN/m           |
| 2                        | 2.50 | Max | -2.74          | -2.80          | 0.07           | 0.07           | 0.01           |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | -0.04          | 0.05           | -0.36          |
|                          | 3.90 | Max | -2.77          | -2.77          | -0.04          | 0.05           | -0.36          |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | -1.05          | -0.30          | -1.21          |
|                          | 4.70 | Max | -2.77          | -2.77          | -1.05          | -0.30          | -1.21          |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | -1.63          | -0.60          | -0.26          |
|                          | 5.00 | Max | -2.77          | -2.77          | -1.63          | -0.60          | -0.26          |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | -1.48          | -0.64          | 0.92           |
|                          | 5.55 | Max | -2.77          | -2.77          | -1.48          | -0.64          | 0.92           |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | 0.03           | -0.43          | 4.88           |
|                          | 6.00 | Max | -2.77          | -2.77          | 0.03           | -0.43          | 4.88           |
|                          |      | Min | -2.77          | -2.77          | 3.19           | 0.24           | 10.00          |
|                          |      | Max | -2.77          | -2.77          | 3.19           | 0.24           | 10.00          |
| Schale 2: Zylinderschale |      |     |                |                |                |                |                |
| 3                        | 0.00 | Min | -10.00         | 0.07           | 0.00           | 0.00           | 0.00           |
|                          |      | Max | -10.00         | 0.07           | 0.00           | 0.00           | 0.00           |
|                          | 2.70 | Min | -10.00         | 0.03           | 0.13           | 0.02           | 0.12           |
|                          |      | Max | -10.00         | 0.03           | 0.13           | 0.02           | 0.12           |
|                          | 3.50 | Min | -10.00         | 2.33           | 0.19           | 0.03           | -0.01          |
|                          |      | Max | -10.00         | 2.33           | 0.19           | 0.03           | -0.01          |
|                          | 4.30 | Min | -10.00         | 7.00           | -0.01          | -0.00          | -0.61          |
|                          |      | Max | -10.00         | 7.00           | -0.01          | -0.00          | -0.61          |
|                          | 5.10 | Min | -10.00         | 10.57          | -0.96          | -0.16          | -1.84          |
|                          |      | Max | -10.00         | 10.57          | -0.96          | -0.16          | -1.84          |
|                          | 5.53 | Min | -10.00         | 7.97           | -1.90          | -0.32          | -2.53          |
|                          |      | Max | -10.00         | 7.97           | -1.90          | -0.32          | -2.53          |
|                          | 5.88 | Min | -10.00         | 0.41           | -2.84          | -0.48          | -2.80          |
|                          |      | Max | -10.00         | 0.41           | -2.84          | -0.48          | -2.80          |
| 2                        | 6.00 | Min | -10.00         | -3.99          | -3.19          | -0.53          | -2.77          |
|                          |      | Max | -10.00         | -3.99          | -3.19          | -0.53          | -2.77          |
| Minimum                  |      |     | -10.00         | -5.24          | -3.19          | -0.64          | -2.80          |
| Maximum                  |      |     | 0.00           | 10.57          | 3.19           | 0.24           | 10.00          |