

Kegeldach unter Außendruck - Membranzustand

(Formular K-Mem-pi_05-09-26.mcd)

Quelle: Hampe 1981

Geometrie

Durchmesser	$R := \frac{10.0\text{m}}{2}$	$R = 5000\text{ mm}$
Meridianwinkel gegen die Horizontale		$\alpha := 10.0\text{Grad}$
Höhe	$H := R \cdot \tan(\alpha)$	$H = 882\text{ mm}$
Meridianlänge (Mantellänge)	$L := \frac{R}{\cos(\alpha)}$	$L = 5077\text{ mm}$
informativ: Volumen	$V := \frac{\pi}{3} \cdot R^2 \cdot H$	$V = 23.1\text{ m}^3$
Wanddicke gewählt		$T := 5\text{ mm}$

Werkstoff

E-Modul	$E := 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Querdehnzahl	$\mu := 0.3$

Lasten, z.B. aus innerem Unterdruck

Wassersäule	$h := 300\text{ mm}$
Außendruck (positiv)	$pi := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot h$ $pi = 3.00 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Vorbereiten der graphischen Darstellung

$start := 0\text{ mm}$	$end := L$	$Npts := 10$	$i := 1..Npts$
$step := \frac{end - start}{Npts - 1}$	$x_i := start + step \cdot (i - 1)$		

Schnittgrößen

Umfangskraft

$$n\varphi_i := -\pi \cdot \cot(\alpha) \cdot x_i$$

Extrema

$$n\varphi_1 := \max(n\varphi)$$

$$n\varphi_2 := \min(n\varphi)$$

$$n\varphi = \begin{pmatrix} 0.00 \\ -86.38 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Längsskraft

$$n x_i := -\pi \cdot \frac{\cot(\alpha)}{2} \cdot x_i$$

Extrema

$$n x_1 := \max(n x)$$

$$n x_2 := \min(n x)$$

$$n x = \begin{pmatrix} 0.00 \\ -43.19 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Radienvergrößerung

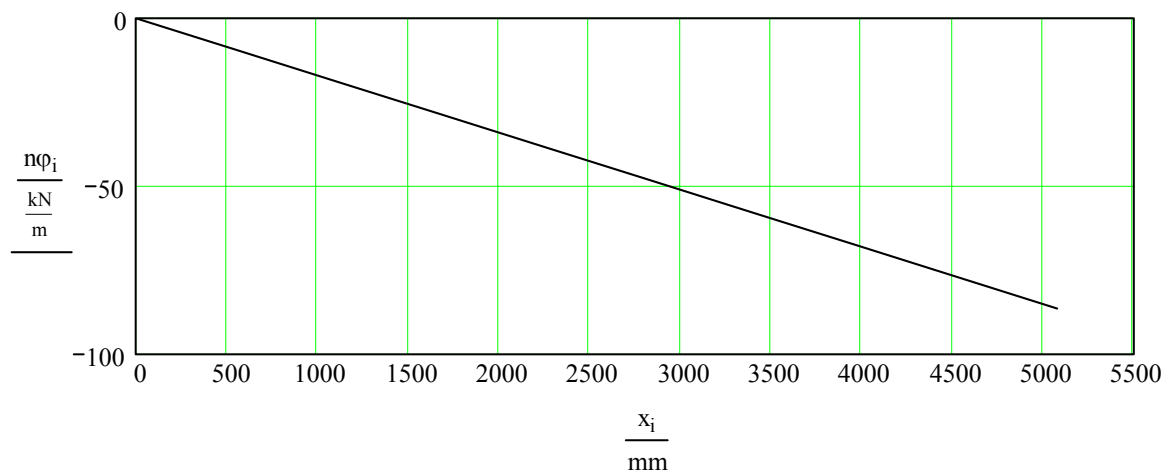
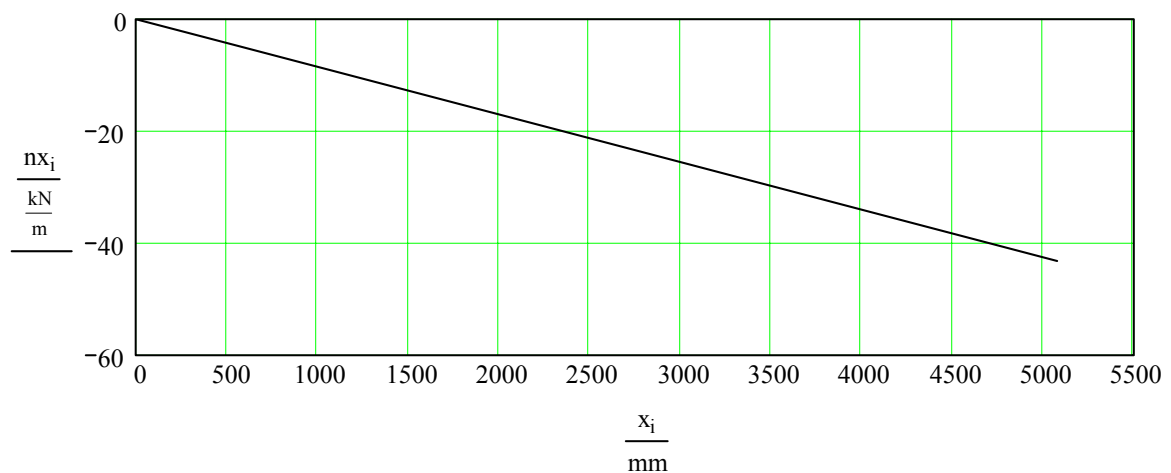
$$\Delta R_i := -\pi \cdot \frac{\cos(\alpha)^2}{E \cdot T \cdot \sin(\alpha)} \cdot \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) \cdot (x_i)^2$$

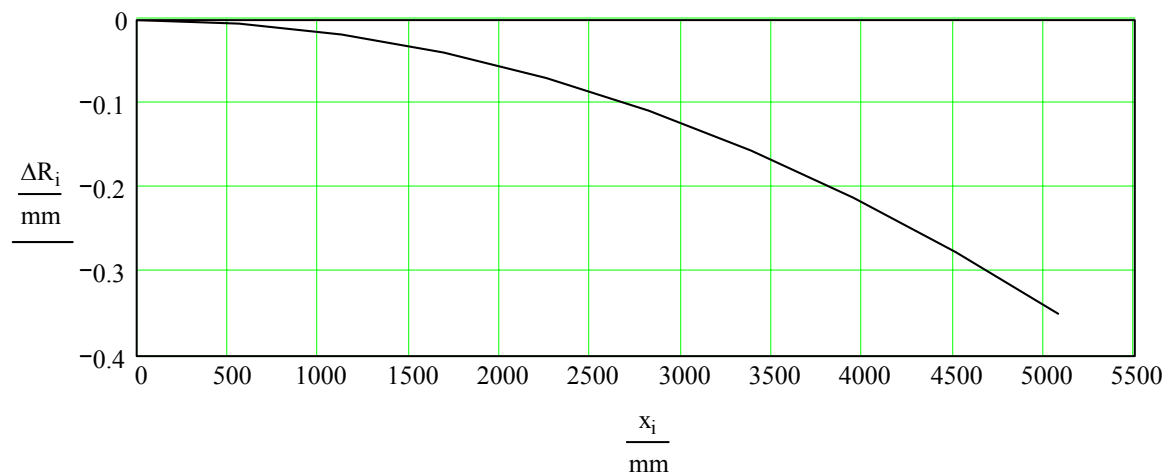
Extrema

$$\Delta R_1 := \max(\Delta R)$$

$$\Delta R_2 := \min(\Delta R)$$

$$\Delta R = \begin{pmatrix} 0.00 \\ -0.35 \end{pmatrix} \text{mm}$$





Bemessung Stahl

gewählt S 235

Streckgrenze DIN 18800 Teil 1

$$f_{y,k} := 240 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teilsicherheitsbeiwert Material

$$\gamma_M := 1.1$$

Bemessungswert der Spannungen

$$f_{y,d} := \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

$$f_{y,d} = 218 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teilsicherheitsbeiwert Last

$$\gamma_F := 1.5$$

Längsspannungen (charakteristisch)

$$\sigma_x := \frac{n_x}{T}$$

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0.0 \\ -8.6 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Umfangsspannungen (charakteristisch)

$$\sigma_\varphi := \frac{n_\varphi}{T}$$

$$\sigma_\varphi = \begin{pmatrix} 0.0 \\ -17.3 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vergleichsspannungen (charakteristisch)
siehe DIN 18800 Teil1 Gl. 36

$j := 1..2$ $k := 1..2$

$$\sigma_{v,j,k} := \sqrt{(\sigma_{x_j})^2 + (\sigma_{\phi_k})^2 - \sigma_{x_j} \cdot \sigma_{\phi_k}}$$

$$\sigma_v = \begin{pmatrix} 0.0 & 17.3 \\ 8.6 & 15.0 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

$$\eta := \frac{\gamma_F \cdot \max(\sigma_v)}{f_{y,d}}$$

$$\eta = 0.119$$