

Trichter stehend unter Innendruck - Membranzustand

(Formular TR-stehend-Mem-pi_05-09-26.mcd)

Quelle: Markus 1978, Tab. 82 c

Geometrie

Großer Durchmesser

$$D := 10\text{m}$$

Radius

$$R := \frac{D}{2}$$

$$R = 5000\text{mm}$$

Meridianwinkel gegen die Horizontale

$$\alpha := 45.0\text{Grad}$$

Höhe

$$H := 2.5\text{m}$$

Meridianlänge (Mantellänge
bis zur theor. Kegelspitze)

$$L := \frac{R}{\cos(\alpha)}$$

$$L = 7071\text{mm}$$

informativ: Volumen
des Kegelstumpfes

$$V := \frac{\pi}{3} \cdot R^2 \cdot L \cdot \sin(\alpha) \cdot \left[1 - \left(\frac{L \cdot \sin(\alpha) - H}{L \cdot \sin(\alpha)} \right)^3 \right] \quad V = 114.5\text{m}^3$$

Wanddicke gewählt

$$T := 4\text{mm}$$

Werkstoff

E-Modul

$$E := 2.1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Querdehnzahl

$$\mu := 0.3$$

Lasten

Innendruck

$$pi := 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Vorbereiten der graphischen Darstellung

x läuft vom kleinen Durchmesser entlang des Meridians zum großen Durchmesser

$$\text{start} := L - \frac{H}{\sin(\alpha)} \quad \text{end} := L \quad \text{Npts} := 10 \quad i := 1.. \text{Npts}$$

$$\text{step} := \frac{\text{end} - \text{start}}{\text{Npts} - 1} \quad x_i := \text{start} + \text{step} \cdot (i - 1)$$

Schnittgrößen

Umfangskraft $n_{\varphi_i} := \pi \cdot x_i \cdot \cot(\alpha)$

Extrema $n_{\varphi_1} := \max(n_{\varphi})$ $n_{\varphi_2} := \min(n_{\varphi})$ $n_{\varphi} = \begin{pmatrix} 141 \\ 71 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

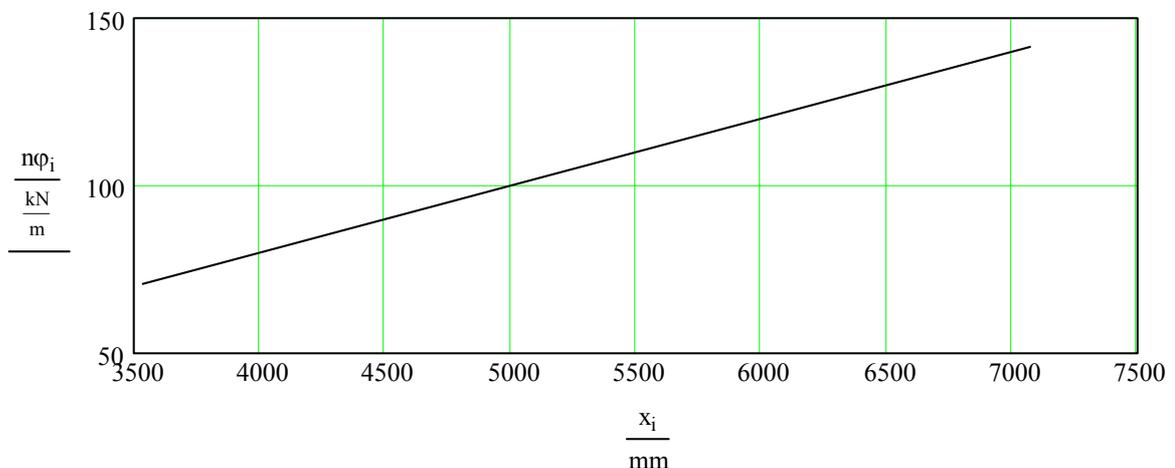
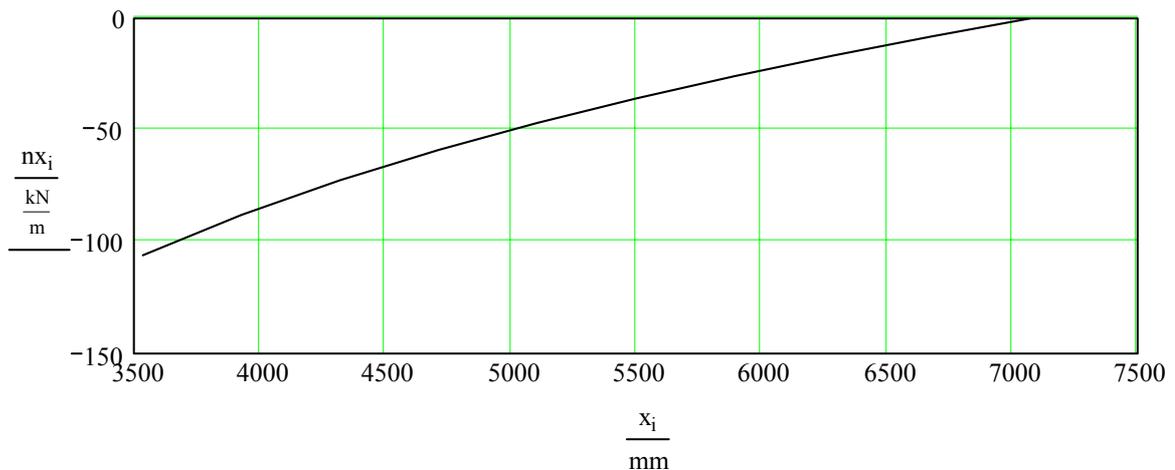
Längskraft $n_{x_i} := \frac{\pi i}{2 x_i} \cdot [(x_i)^2 - L^2] \cdot \cot(\alpha)$

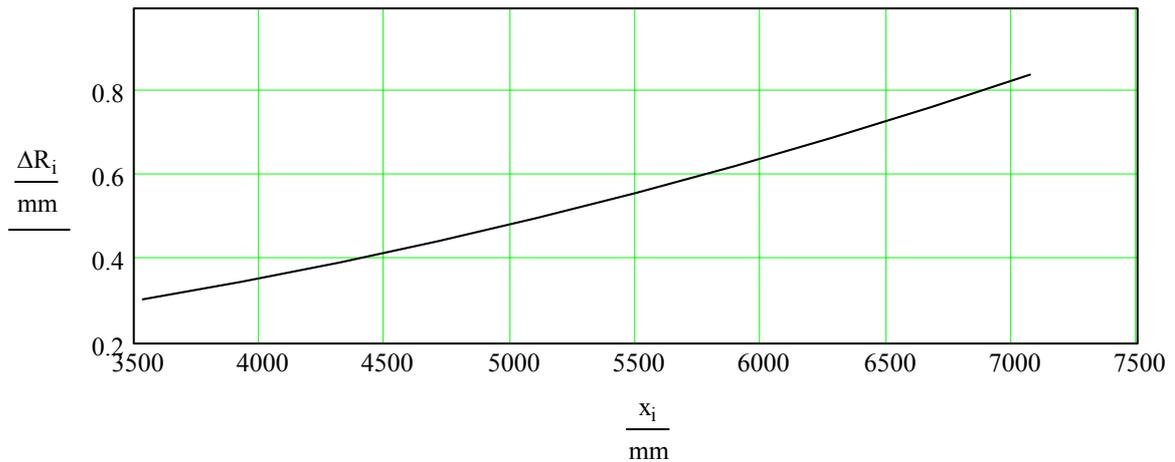
Extrema $n_{x_1} := \max(n_x)$ $n_{x_2} := \min(n_x)$ $n_x = \begin{pmatrix} 0 \\ -106 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Radienvergrößerung

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

Extrema $\Delta R_1 := \max(\Delta R)$ $\Delta R_2 := \min(\Delta R)$ $\Delta R = \begin{pmatrix} 0.8 \\ 0.3 \end{pmatrix} \text{mm}$





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)

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

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0.0 \\ -26.5 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Umfangsspannungen (charakteristisch)

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

$$\sigma_\varphi = \begin{pmatrix} 35.4 \\ 17.7 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vergleichsspannungen (charakteristisch)
siehe DIN 18800 Teil1 Gl. 36

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

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

$$\sigma_v = \begin{pmatrix} 35.4 & 17.7 \\ 53.8 & 38.5 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

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

$$\eta = 0.370$$