

Trichter stehend unter Flüssigkeitsfüllung - Membranzustand

(Formular TR-stehend-Mem-gamma_05-09-26.mcd)

Quelle: Markus 1978, Tab. 82 f

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 aus Flüssigkeitsfüllung

Pegelhöhe über der theor. Kegelspitze

$$h := 7000\text{mm}$$

Spezifisches Gewicht

$$\gamma := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Vorbereiten der graphischen Darstellung

x läuft vom kleinen Durchmesser entlang des Meridians zum großen Durchmesser

$$\text{start} := L - \frac{H}{\sin(\alpha)}$$

$$\text{end} := L$$

$$\text{Npts} := 10$$

$$i := 1 \dots \text{Npts}$$

$$\text{step} := \frac{\text{end} - \text{start}}{\text{Npts} - 1}$$

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

Schnittgrößen

Umfangskraft
$$n_{\varphi_i} := \gamma \cdot x_i \cdot \left(\frac{h}{\sin(\alpha)} - x_i \right) \cdot \cos(\alpha)$$

Extrema $n_{\varphi_1} := \max(n_{\varphi})$ $n_{\varphi_2} := \min(n_{\varphi})$ $n_{\varphi} = \left(\frac{173}{141} \right) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

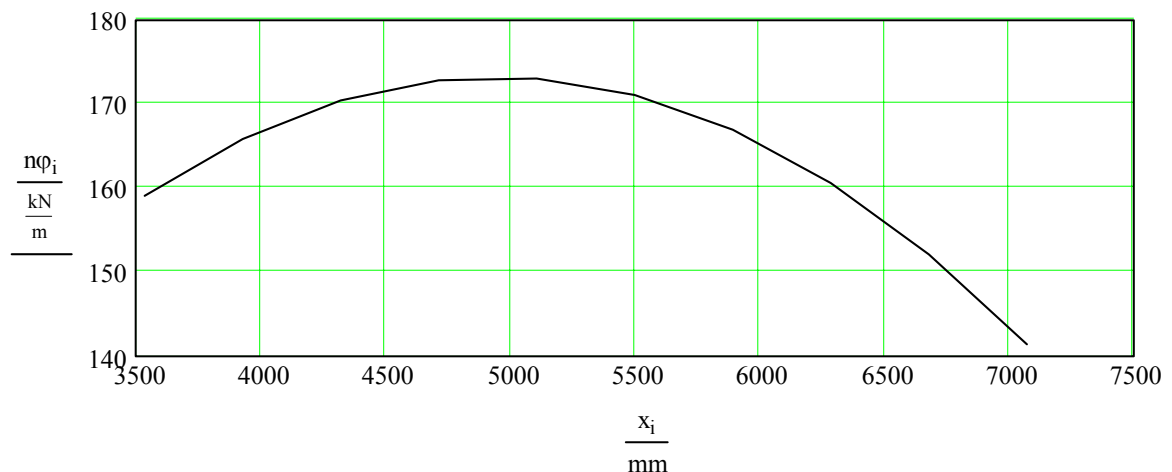
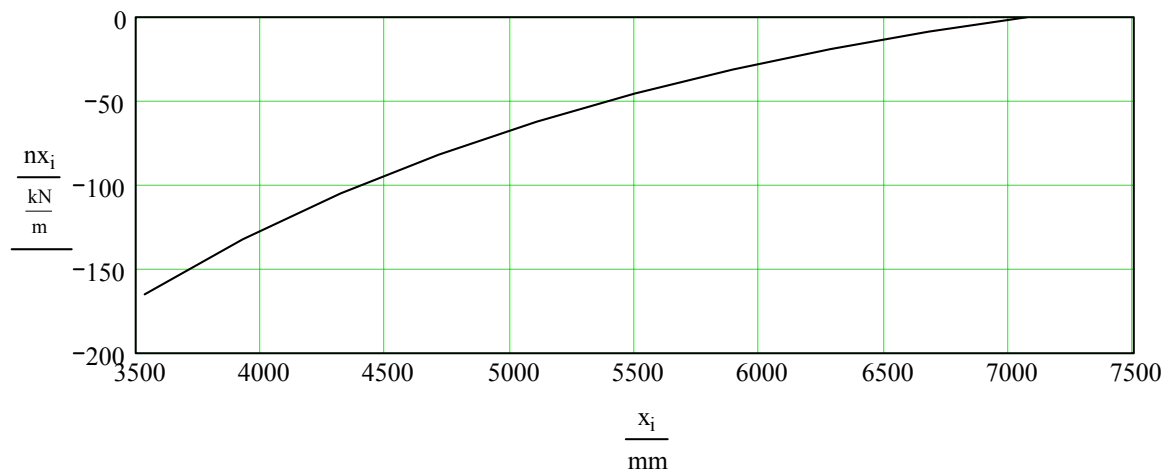
Längsskraft
$$n_{x_i} := \frac{-\gamma}{2 \cdot x_i} \cdot \left[h \cdot [L^2 - (x_i)^2] - \frac{2}{3} \cdot [L^3 - (x_i)^3] \cdot \sin(\alpha) \right] \cdot \cot(\alpha)$$

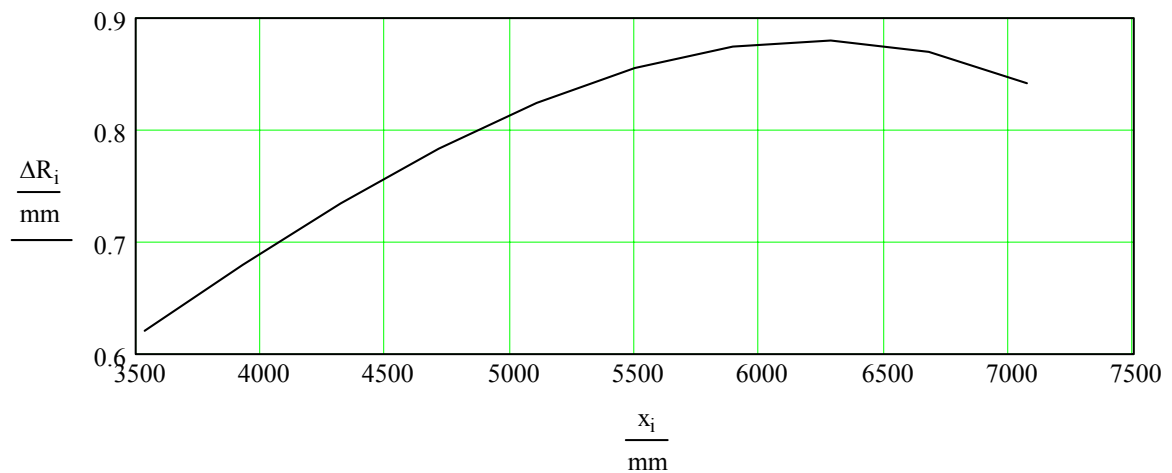
Extrema $n_{x_1} := \max(n_x)$ $n_{x_2} := \min(n_x)$ $n_x = \left(\frac{0}{-165} \right) \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Radienvergrößerung

$$\Delta R_i := \frac{\gamma \cdot x_i}{E \cdot T} \left[x_i \cdot \left(\frac{h}{\sin(\alpha)} - x_i \right) + \frac{\mu}{2 x_i} \cdot \left[\frac{h}{\sin(\alpha)} \cdot [L^2 - (x_i)^2] - \frac{2}{3} \cdot [L^3 - (x_i)^3] \right] \right] \cdot \cos(\alpha)^2$$

Extrema $\Delta R_1 := \max(\Delta R)$ $\Delta R_2 := \min(\Delta R)$ $\Delta R = \left(\frac{0.9}{0.6} \right) \text{mm}$





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)

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

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0.0 \\ -41.2 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Umfangsspannungen (charakteristisch)

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

$$\sigma_\varphi = \begin{pmatrix} 43.3 \\ 35.4 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vergleichsspannungen (charakteristisch)
siehe DIN 18800 Teil1 Gl. 36

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

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

$$\sigma_v = \begin{pmatrix} 43.3 & 35.4 \\ 73.2 & 66.4 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

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

$$\eta = 0.503$$