

Trichter hängend unter Flüssigkeitsfüllung - Membranzustand

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

Quelle: Markus 1978, Tab. 81 h

Geometrie

Großer Durchmesser

$$D := 8.3\text{m}$$

Radius

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

$$R = 4150\text{mm}$$

Meridianwinkel gegen die Horizontale

$$\alpha := 60.0\text{Grad}$$

Höhe wird hier nicht angegeben, es wird ein vollständiger Kegel gerechnet

Meridianlänge (Mantellänge bis zur theor. Kegelspitze)

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

$$L = 8300\text{mm}$$

informativ: Volumen des Kegelstumpfes

$$V := \frac{\pi}{3} \cdot R^2 \cdot L \cdot \sin(\alpha)$$

$$V = 129.6\text{m}^3$$

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 aus Flüssigkeitsfüllung

Pegelhöhe über der theor. Kegelspitze

$$h := L \cdot \sin(\alpha) + 2\text{m}$$

$$h = 9188\text{mm}$$

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

$$\text{start} := 0\text{mm}$$

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

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

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

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

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

Schnittgrößen

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

Extrema $n_{\varphi_1} := \max(n_{\varphi})$ $n_{\varphi_2} := \min(n_{\varphi})$ $n_{\varphi} = \begin{pmatrix} 140 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

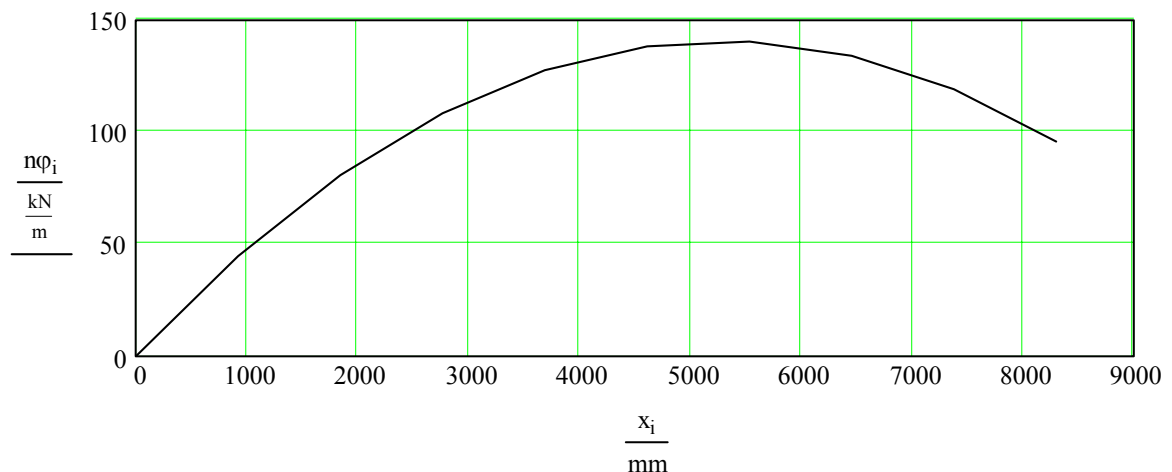
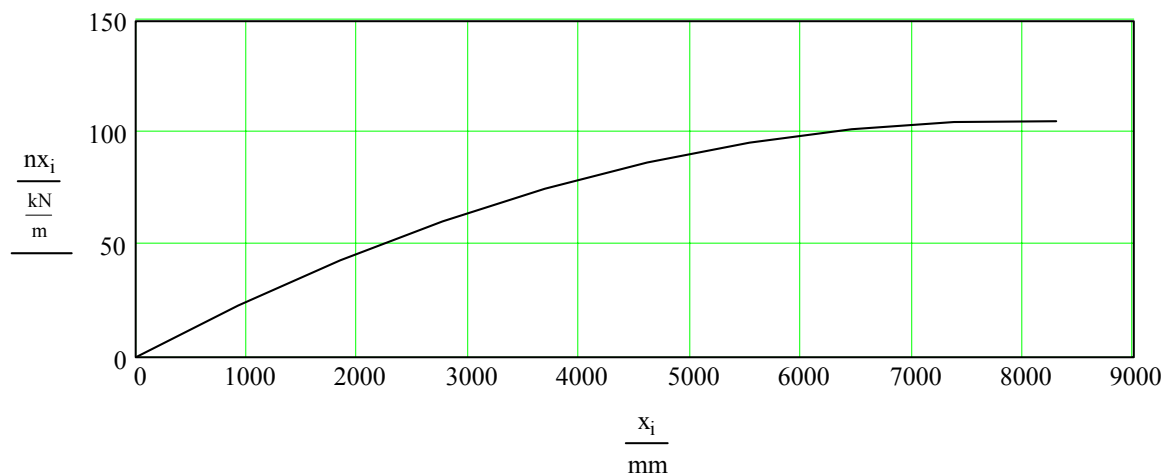
Längskraft $n_{x_i} := \gamma \cdot x_i \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x_i}{3} \cdot \sin(\alpha) \right) \cdot \cot(\alpha)$

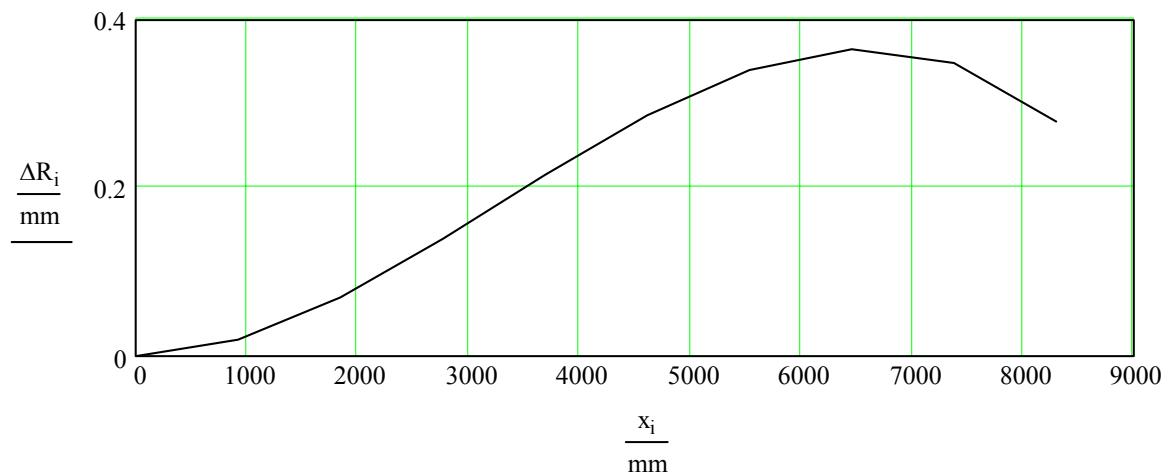
Extrema $n_{x_1} := \max(n_x)$ $n_{x_2} := \min(n_x)$ $n_x = \begin{pmatrix} 105 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Radienvergrößerung

$$\Delta R_i := \frac{\gamma \cdot (x_i)^2}{E \cdot T} \left[\left(\frac{h}{\sin(\alpha)} - x_i \right) - \frac{\mu}{6} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_i}{\sin(\alpha)} - 2 \cdot x_i \right) \right] \cdot \cos(\alpha)^2$$

Extrema $\Delta R_1 := \max(\Delta R)$ $\Delta R_2 := \min(\Delta R)$ $\Delta R = \begin{pmatrix} 0.4 \\ 0.0 \end{pmatrix} \text{mm}$





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)

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

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 21.1 \\ 0.0 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Umfangsspannungen (charakteristisch)

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

$$\sigma_\varphi = \begin{pmatrix} 28.1 \\ 0.0 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Vergleichsspannungen (charakteristisch)
siehe DIN 18800 Teil1 Gl. 36

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

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

$$\sigma_v = \begin{pmatrix} 25.3 & 21.1 \\ 28.1 & 0.0 \end{pmatrix} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

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

$$\eta = 0.193$$