

Zylinder unter Innendruck - Membrandehnungen

(Formular Z-Mem-pi_10-01-31.mcd)

Geometrie

Durchmesser

$$D := 10.0\text{m}$$

Füllhöhe

$$L := 10.0\text{m}$$

informativ: Volumen

$$V := \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

$$V = 785 \text{ m}^3$$

Werkstoff

Stahl - E-Modul

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

Lasten

Wasserfüllung

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

Innendruck

$$p := L \cdot \gamma$$

$$p = 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Schnittgrößen

Radius

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

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

Umfangskraft nach der Kesselformel

$$n_{\varphi} := p \cdot R$$

$$n_{\varphi} = 500 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

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

$$\gamma_F := 1.5$$

Wanddicke gewählt

$$t := 5\text{mm}$$

vorhandene Umfangsspannung (charakteristisch)

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

$$\sigma_\varphi = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

vorhandene Umfangsspannung (Bemessungswert)

$$\sigma_{\varphi,d} := \sigma_\varphi \cdot \gamma_F$$

$$\sigma_{\varphi,d} = 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

$$\eta := \frac{\sigma_{\varphi,d}}{f_{y,d}}$$

$$\eta = 0.688$$

Vorhandene Umfangsdehnung

$$\varepsilon_\varphi := \frac{\sigma_\varphi}{E}$$

$$\varepsilon_\varphi = 0.0476\%$$

Vorhandene Radienzunahme

$$\Delta R := R \cdot \varepsilon_\varphi$$

$$\Delta R = 2.4\text{mm}$$

Bemessung Beton

gewählt

BSt 500

Streckgrenze BSt 500 DIN 488

$$\beta_S := 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teilsicherheitsbeiwert Betonstahl

$$\gamma_M := 1.75$$

Bemessungswert der Spannungen

$$\beta_d := \frac{\beta_S}{\gamma_M}$$

$$\beta_d = 286 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teilsicherheitsbeiwert Last

$$\gamma_F := 1.0$$

vorhandene Umfangskraft (übertragen von oben)

$$n_\varphi = 500 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

erforderlicher Bewehrungsquerschnitt

$$a_S := \frac{n_\varphi}{\beta_d}$$

$$a_S = 17.5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Bewehrung zu gleichen Teilen innen und außen verteilt,
ergibt je Fläche

$$a_{S,i} := \frac{a_S}{2}$$

$$a_{S,i} = 8.7 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

gewählt

K884 mit $a_{S,\text{vorh}} = 8,84 \text{ cm}^2/\text{m}$

alternativ gewählt

d12 e12,5

Vorhandene Umfangsdehnung

Beton gerissen, maßgebend wird nur die Bewehrung

$$\varepsilon_{\varphi,b} := \frac{\beta_d}{E}$$

$$\varepsilon_{\varphi,b} = 0.14\%$$

Vorhandene Radienzunahme

$$\Delta R_b := R \cdot \varepsilon_{\varphi,b}$$

$$\Delta R_b = 6.8 \text{ mm}$$