

Zylinder unter Innendruck - Membrandehnungen

(Formular Z-Mem-pi_05-09-26.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

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

vorhandene Umfangsspannung (charakteristisch)

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

$$\sigma_\varphi = 125 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

vorhandene Umfangsspannung (Bemessungswert)

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

$$\sigma_{\varphi.d} = 188 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Tragsicherheitsnachweis als Spannungsnachweis (Ausnutzungsgrad)

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

$$\eta = 0.859$$

Vorhandene Umfangsdehnung

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

$$\varepsilon_\varphi = 0.0595\%$$

Vorhandene Radienzunahme

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

$$\Delta R = 3.0\text{mm}$$

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

$$\beta_d := \frac{\beta_S}{\gamma_M} \quad \beta_d = 286 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Teilsicherheitsbeiwert Last

$$\gamma_F := 1.0$$

vorhandene Umfangskraft (übertragen von oben)

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

erforderlicher Bewehrungsquerschnitt

$$a_S := \frac{n_\varphi}{\beta_d} \quad a_S = 17.5 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

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

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

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

$$\varepsilon_{\varphi,b} := \frac{\beta_d}{E} \quad \varepsilon_{\varphi,b} = 0.14\%$$

Vorhandene Radienzunahme

$$\Delta R_b := R \cdot \varepsilon_{\varphi,b} \quad \Delta R_b = 6.8 \text{ mm}$$