

Schriftliche Prüfung am 11.07.2005

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 35

erreichte Punkte

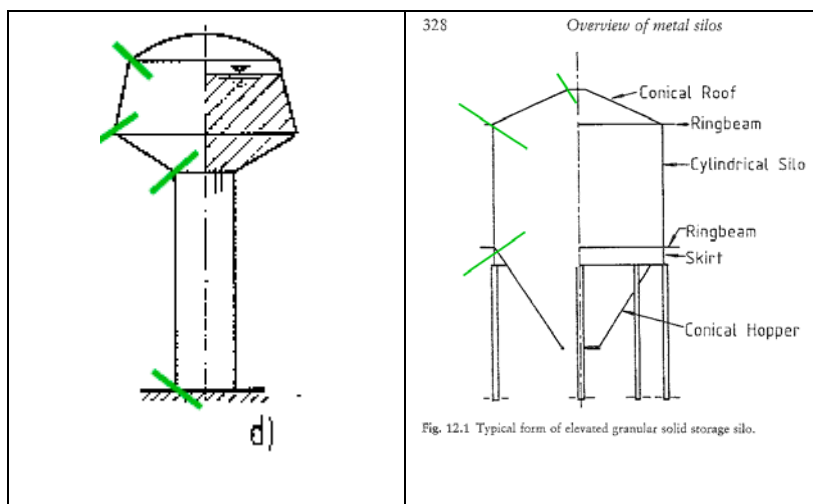
(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Geburtsdatum:

Hinweis:

Falls nicht anders angegeben, sind die angegebenen Einwirkungen Gebrauchszustände.
Auch die Schnittgrößen und Spannungen sind auf Gebrauchslastniveau anzugeben.

1. Skizzieren Sie an den untenstehenden Behältern die Freischnitte (jeweils nur auf einer Seite der Symmetrieachse), die geführt werden müssen, um die Membranzustände berechnen zu können.



Ergebnis (1P)

2. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit folgenden Abmessungen:

Durchmesser $D = 11,50 \text{ m}$

Höhe $H = 12,50 \text{ m}$

Werkstoff. S 235 JR

mit $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$; $E_{s,k} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$; $\mu = 0,3$

Der Behälter ist für ein flüssiges Medium mit $\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$ auszulegen.

Berechnen Sie den maximalen Innendruck p_i [kN/m^2] bei einer Füllhöhe von 12,30 m.

Lösung: $p_i = H \cdot \gamma = 12,30 \text{ m} \cdot 10 \text{ kN/m}^3 = 123 \text{ kN/m}^2$

Ergebnis (1P):

3. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Maßen aus Aufgabe 2:

Berechnen Sie die maximale Umfangszugkraft n_ϕ [kN/m]

Falls Sie für Aufgabe 2 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $p_i = 145 \text{ kN/m}^2$

Lösung: $n_\phi = p_i \cdot R = 123 \text{ kN/m}^2 \cdot 11,50 \text{ m} / 2 = 707 \text{ kN/m}$

Ersatzlösung: $n_\phi = p_i \cdot R = 145 \text{ kN/m}^2 \cdot 11,50 \text{ m} / 2 = 834 \text{ kN/m}$

Ergebnis (1P):

4. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 3:

Ermitteln Sie die Umfangszugspannung σ_ϕ [N/mm^2], wenn der Behälter aus Stahlblech mit einer Wanddicke von 5 mm gefertigt ist.

Falls Sie für Aufgabe 3 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $n_\phi = 815 \text{ kN/m}$

Lösung: $\sigma_\phi = n_\phi / T = 707 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = 141 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung: $\sigma_\phi = n_\phi / T = 815 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = 163 \text{ N/mm}^2$

Ergebnis (1P):

5. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 4:

Ermitteln Sie die maximale Radienvergrößerung w_0 [mm]

Falls Sie für Aufgabe 4 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $\sigma_\phi = 172 \text{ N/mm}^2$

Lösung: $w_0 = R \cdot \sigma_\phi / E = 11500 \text{ mm} / 2 \cdot 141 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,86 \text{ mm}$

Ersatzlösung: $w_0 = R \cdot \sigma_\phi / E = 11500 \text{ mm} / 2 \cdot 172 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 4,71 \text{ mm}$

Ergebnis (1P):

6. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Beton-Behälter mit den Schnittgrößen aus Aufgabe 3:

Ermitteln Sie die erforderliche Gesamt-Umfangsbewehrung a_s [cm^2/m], wenn aus

Gründen der Risseverteilung die Bewehrung im Gebrauchszustand nur mit 135 N/mm^2 ausgenutzt werden soll.

Falls Sie für Aufgabe 3 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $n_\phi = 815 \text{ kN/m}$

Lösung: $a_s = n_\phi / \sigma_{zul} = 707 \text{ kN/m} / 13,5 \text{ kN/cm}^2 = 52,4 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ersatzlösung: $a_s = n_\phi / \sigma_{zul} = 815 \text{ kN/m} / 13,5 \text{ kN/cm}^2 = 60,4 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ergebnis (1P):

7. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 5:

Ermitteln Sie die Randstörgrößen R und M für die Zylinderschale.

Näherungsweise ist anzunehmen, daß die Zylinderschale starr an eine unendlich steife Bodenplatte angeschlossen wird.

Falls Sie für Aufgabe 5 keine Lösung ermittelt haben, verwenden sie $w_0 = 5,28 \text{ mm}$

Lösung: $K = 2,40 \text{ kNm}$ $\lambda = 7,58 * 1/\text{m}$
 $R = 16,2 \text{ kN/m ...}$ $M = 1,067 \text{ kNm/m}$
Ersatzlösung: $R = 22,1 \text{ kN/m ...}$ $M = 1,459 \text{ kNm/m}$

Ergebnis (4P):

8. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 7:

Ermitteln sie die extremalen Werte (Maximum und Minimum) für $n\phi = f(R,M)$ und $m_x = f(R,M)$ für die Zylinderschale. Skizzieren Sie den Verlauf der genannten Größen entlang eines ca. 1 m langen Meridianbereiches.

Falls Sie für Aufgabe 7 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie

$R = 25,3 \text{ kN/m}$ und $M = 2,715 \text{ kNm/m}$

Lösung: $n\phi = -707 \text{ kN/m} \text{ ./} +30,5 \text{ kN/m}$ $m_x = +1,067 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,22 \text{ kNm/m}$
Ersatzlösung: $n\phi = -411 \text{ kN/m} \text{ ./} +32,1 \text{ kN/m}$ $m_x = +2,715 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,23 \text{ kNm/m}$
(betragsmäßige Minima aus Kurvenverlauf im Skript abschätzen)

Ergebnis (4P):

9. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 8:

Ermitteln Sie die maximalen Spannungen $\sigma_x [\text{N/mm}^2]$ und $\sigma_\phi [\text{N/mm}^2]$ jeweils für die Innen- und Außenseite der Schalenwand.

Falls Sie für Aufgabe 8 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie

$n\phi = -525 \text{ kN/m}$ und $m_x = +1,583 \text{ kNm/m}$

Lösung: $\sigma_{x,\text{innen}} = +1067 \text{ N} * 6 / 5^2 \text{ mm}^2 = +256 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{x,\text{aussen}} = -256 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{\phi,\text{innen}} = -707 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = -141 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{\phi,\text{aussen}} = -141 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung:

$\sigma_{x,\text{innen}} = 1583 \text{ N} * 6 / 5^2 \text{ mm}^2 = +380 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{x,\text{aussen}} = -380 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{\phi,\text{innen}} = -525 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = -105 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{\phi,\text{aussen}} = -105 \text{ N/mm}^2$

Ergebnis (4P):

10. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 9:
Ermitteln Sie die maximalen Vergleichsspannungen σ_v [N/mm²] jeweils für die Innen- und Außenseite der Schalenwand.

Falls Sie für Aufgabe 9 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie

$$\sigma_{x,innen} = +217 \text{ N/mm}^2 \quad \text{und} \quad \sigma_{\phi} = -712 \text{ N/mm}^2$$

Lösung:

$$\sigma_{v,innen} = \sqrt{[(+256)^2 - (+256) \cdot (-141) + (-141)^2]} = 349 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{v,aussen} = \sqrt{[(-256)^2 - (-256) \cdot (-141) + (-141)^2]} = 222 \text{ N/mm}^2$$

Ersatzlösung:

$$\sigma_{v,innen} = \sqrt{[(+217)^2 - (+217) \cdot (-712) + (-712)^2]} = 842 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{v,aussen} = \sqrt{[(-217)^2 - (-217) \cdot (-712) + (-712)^2]} = 632 \text{ N/mm}^2$$

Ergebnis (4P):

11. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 6:

Ermitteln Sie die maximale Radienvergrößerung w_0 [mm]

Hinweis: der Beton ist gerissen

Falls Sie für Aufgabe 6 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $a_s = 95,3 \text{ cm}^2/\text{m}$

$$\text{Lösung: } w_0 = R \cdot \sigma_{\phi} / E = 11500 \text{ mm} / 2 \cdot 135 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,70 \text{ mm}$$

Ersatzlösung: identisch

Ergebnis (1P):

12. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 2:

Der Behälter ist durch eine steife Dachscheibe geschlossen und innendruckfrei. Der untere Rand ist ausreichend verankert.

Das beplankte Gespärredach wiegt $0,50 \text{ kN/m}^2$, als Schneelast sind $0,75 \text{ kN/m}^2$ anzusetzen, die Eigenlast des Zylindermantels wird vernachlässigt.

Führen Sie den Beulnachweis für Axialdruck nach DIN 18800 Teil 4 im Bemessungszustand.

Es handelt sich um einen "mittellangen Zylinder" nach Gl. 27.

Ergebnisse:

Dachfläche A (0,5 P):

$$\text{Lösung: } A = \pi \cdot 11,50^2 \text{ m}^2 / 4 = 104 \text{ m}^2$$

Behälterumfang U (0,5 P):

$$\text{Lösung: } U = \pi \cdot 11,50 \text{ m} = 36,13 \text{ m}$$

Bemessungswert der Flächenlast q_d (1P):

$$\text{Lösung: } q_d = 1,35 \cdot 0,50 \text{ kN/m}^2 + 1,50 \cdot 0,75 \text{ kN/m}^2 = 1,80 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswert der Dachlast N_d (1P):

. Lösung: $N_d = 104 \text{ m}^2 * 1,80 \text{ kN/m}^2 = 187 \text{ kN}$.

Bemessungswert der Längsspannung $\sigma_{x,d}$ (1P):

. Lösung: $\sigma_{x,d} = 187000 \text{ N} / (36130 \text{ mm} * 5 \text{ mm}) = 1,04 \text{ N/mm}^2$.

Beiwert C_x (1P):

. Lösung: $C_x = 1,000$.

Ideale Beulspannung $\sigma_{x,Si}$ (1P):

. Lösung: $\sigma_{x,Si} = 111 \text{ N/mm}^2$.

Schlankheit λ (1P):

. Lösung: $\lambda = 1,47$.

Abminderungsfaktor κ_2 (1P):

. Lösung: $\kappa_2 = 0,094$.

Reale Beulspannung $\sigma_{x,S,R,k}$ (1P):

. Lösung: $\sigma_{x,S,R,k} = 22,5 \text{ N/mm}^2$.

Teilsicherheitsbeiwert γ_M (1P):

. Lösung: $\gamma_M = 1,35$.

Grenzbeulspannung $\sigma_{x,S,R,d}$ (1P):

. Lösung: $\sigma_{x,S,R,d} = 16,7 \text{ N/mm}^2$.

Ausnutzungsgrad η (1P):

. Lösung: $\eta = 1,04 \text{ N/mm}^2 / 16,7 \text{ N/mm}^2 = 0,062$.