

**Schriftliche Prüfung am 26.01.2004 – Musterlösung**

Erreichbare Punktzahl: 34

erreichte Punkte

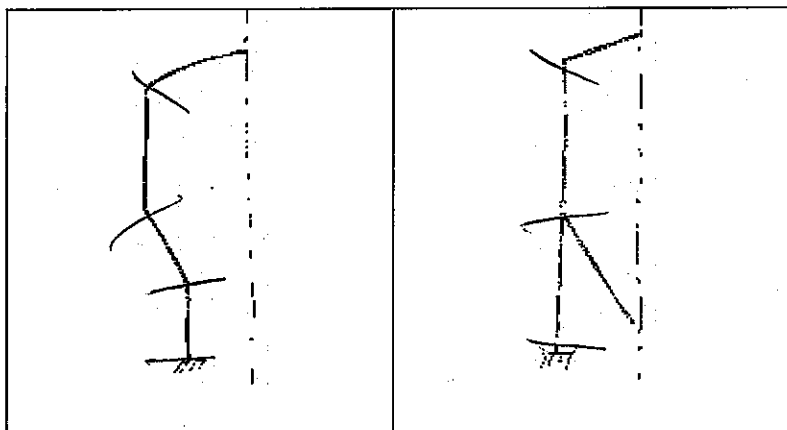
(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Geburtsdatum: .....

**Hinweis:**

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

1. Skizzieren Sie an den untenstehenden Behältern die Freischnitte, die geführt werden müssen, um die Membranzustände berechnen zu können.



Ergebnis (1P) .....an jeden Knick ein Strich .....

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

Durchmesser  $D = 12,00 \text{ m}$

Höhe  $H = 8,20 \text{ m}$

Werkstoff. S 235 JR mit  $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$

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

Berechnen Sie den maximalen Innendruck  $p_i$  [kN/m<sup>2</sup>] bei einer Füllhöhe von 8,00 m.

Lösung:  $p_i = H \cdot \gamma = 80 \text{ kN/m}^2$

Ergebnis (1P): .....

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

Berechnen Sie die maximale Umfangszugkraft  $n\varphi$  [kN/m]

Falls Sie für Aufgabe 2 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie  $p_i = 120 \text{ kN/m}^2$

Lösung:  $n\varphi = p_i \cdot R = 80 \text{ kN/m}^2 \cdot 12,00 \text{ m} / 2 = 480 \text{ kN/m}$

Ersatzlösung:  $n\varphi = p_i \cdot R = 120 \text{ kN/m}^2 \cdot 12,00 \text{ m} / 2 = 720 \text{ kN/m}$

Ergebnis (1P): .....

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

Ermitteln Sie die Umfangszugspannung  $\sigma\varphi$  [N/mm<sup>2</sup>], wenn der Behälter aus Stahlblech mit einer Wanddicke von 5 mm gefertigt ist.

Falls Sie für Aufgabe 3 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie  $n\varphi = 780 \text{ kN/m}$

Lösung:  $\sigma\varphi = n\varphi / T = 480 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = 96 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung:  $\sigma\varphi = n\varphi / T = 780 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = 156 \text{ N/mm}^2$

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  $\sigma\varphi = 115 \text{ N/mm}^2$

Lösung:  $w_0 = R \cdot \sigma\varphi / E = 12000 \text{ mm} / 2 \cdot 96 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 2,74 \text{ mm}$

Ersatzlösung:  $w_0 = R \cdot \sigma\varphi / E = 12000 \text{ mm} / 2 \cdot 115 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,29 \text{ mm}$

Ergebnis (1P): .....

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

Ermitteln Sie die erforderliche Umfangsbewehrung  $a_s$  [cm<sup>2</sup>/m], wenn aus Gründen der Risseverteilung die Bewehrung im Gebrauchszustand nur mit 110 N/mm<sup>2</sup> ausgenutzt werden soll.

Falls Sie für Aufgabe 3 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie  $n\varphi = 780 \text{ kN/m}$

Lösung:  $a_s = n\varphi / \sigma_{zul} = 480 \text{ kN/m} / 11 \text{ kN/cm}^2 = 43,6 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ersatzlösung:  $a_s = n\varphi / \sigma_{zul} = 780 \text{ kN/m} / 11 \text{ kN/cm}^2 = 70,9 \text{ cm}^2 / \text{m}$

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  $w_0 = 4,2 \text{ mm}$

Lösung:  $R = 10,8 \text{ kN/m} \dots$   $M = 0,726 \text{ kNm/m}$

Ersatzlösung:  $R = 16,5 \text{ kN/m} \dots$   $M = 1,11 \text{ kNm/m}$

Ergebnis (4P): .....

8. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 7:  
Ermitteln sie die extremalen Werte (Maximum und Minimum) für  $n\varphi = f(R,M)$  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

$R = 25,8 \text{ kN/m}$  und  $M = 0,95 \text{ kNm/m}$

Lösung:  $n\varphi = -482 \text{ kN/m} \dots +21 \text{ kN/m}$   $m_x = +0,726 \text{ kNm/m} \dots -0,15 \text{ kNm/m}$

Ersatzlösung:  $n\varphi = -1670 \text{ kN/m} \dots +83,4 \text{ kN/m}$   $m_x = +0,95 \text{ kNm/m} \dots -0,61 \text{ kNm/m}$

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  $\sigma_\varphi$  [ $\text{N/mm}^2$ ] jeweils für die Innen- und Außenseite der Schalenwand.

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

$n\varphi = -964 \text{ kN/m}$  und  $m_x = +1,45 \text{ kNm/m}$

Lösung:  $\sigma_{x,\text{innen}} = +726 \text{ N} * 6 / 5^2 \text{ mm}^2 = +174 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_\varphi = -482 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = -96,4 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung:

$\sigma_{x,\text{innen}} = 1450 \text{ N} * 6 / 5^2 \text{ mm}^2 = +348 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_\varphi = -964 \text{ N/mm} / 5 \text{ mm} = -193 \text{ N/mm}^2$

Ergebnis (4P): .....

10. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 9:  
Ermitteln Sie die maximalen Vergleichsspannungen  $\sigma_v$  [ $\text{N/mm}^2$ ] jeweils für die Innen- und Außenseite der Schalenwand.

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

$$\begin{aligned}\sigma_{x,innen} &= +318 \text{ N/mm}^2 \quad \text{und} \quad \sigma_{\varphi} = -195 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,innen} &= \sqrt{[(+174)^2 - (+174) \cdot (-96,4) + (-96,4)^2]} = 237 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,aussen} &= \sqrt{[(-174)^2 - (-174) \cdot (-96,4) + (-96,4)^2]} = 151 \text{ N/mm}^2 \\ \text{Ersatzlösung:} \\ \sigma_{v,innen} &= \sqrt{[(+318)^2 - (+318) \cdot (-195) + (-195)^2]} = 449 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,aussen} &= \sqrt{[(-318)^2 - (-318) \cdot (-195) + (-195)^2]} = 278 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

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  $a_s = 54,6 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lösung:  $w_0 = R \cdot \sigma_{\varphi}/E = 12000 \text{ mm} / 2 \cdot 110 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,31 \text{ mm}$

Ersatzlösung: identisch

3,31 mm  
3,14 !

Ergebnis (1P): .....

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

Der Behälter hat ein festes Dach, der untere Rand ist ausreichend verankert.

Führen Sie den Beulnachweis für Außendruck nach DIN 18800 Teil 4.

Verwenden sie vereinfachend  $C_{\varphi}$  (statt  $C_{\varphi}^*$ ).

Es handelt sich um einen "mittellangen Zylinder" nach Gl. 33.

Ergebnisse:

Randbedingungen nach Bild 11 (1P): .....

. Lösung: RB2 / RB1 .

$C_{\varphi}$  nach Tabelle 2 (1P): .....

. Lösung:  $C_{\varphi} = 1,25$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\varphi,Si} = 4,26 \text{ N/mm}^2$  .

Schlankheit  $\lambda$  (1P): .....

. Lösung:  $\lambda = 7,50$  .

Abminderungsfaktor  $\kappa_1$  (1P): .....

. Lösung:  $\kappa_1 = 0,012$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\varphi,S,R,k} = 2,77 \text{ N/mm}^2$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\phi,S,R,d} = 2,52 \text{ N/mm}^2$  .

Beiwert  $\delta$  für die Ersatz-Windbelastung (1P): .....

. Lösung:  $\delta = 0,719$  .

Ersatz-Manteldruck  $q_1$  (1P): .....

. Lösung:  $q_1 = 0,719 * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 0,575 \text{ kN/m}^2$  .

Bemessungswert der Umfangsspannung  $\sigma_{\phi,S,d}$  (1P): .....

. Lösung:  $\sigma_{\phi,S,d} = 1,5 * 0,000575 \text{ N/mm}^2 * 6000 \text{ mm} / 5 \text{ mm} = 1,04 \text{ N/mm}^2$  .

Ausnutzungsgrad  $\eta$  (1P): .....

. Lösung:  $\eta = 1,04 \text{ N/mm}^2 / 2,52 \text{ N/mm}^2 = 0,41$  .