

## Schriftliche Prüfung am 05.07.2004

### Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 34

erreichte Punkte

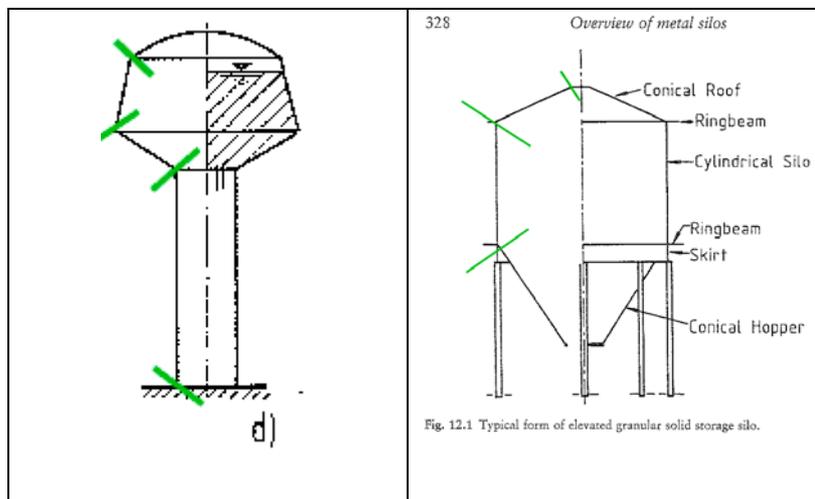
(Unterschrift Prüfer)

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 (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  $D = 8,50 \text{ m}$   
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  $p_i$  [ $\text{kN/m}^2$ ] bei einer Füllhöhe von 12,00 m.

Lösung:  $p_i = H \cdot \gamma = 120 \text{ kN/m}^2$

Ergebnis (1P): .....

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

Berechnen Sie die maximale Umfangszugkraft  $n_\phi$  [ $\text{kN/m}$ ]

Falls Sie für Aufgabe 2 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie  $p_i = 150 \text{ kN/m}^2$

Lösung:  $n_\phi = p_i \cdot R = 120 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,50 \text{ m} / 2 = 510 \text{ kN/m}$

Ersatzlösung:  $n_\phi = p_i \cdot R = 150 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,50 \text{ m} / 2 = 638 \text{ kN/m}$

Ergebnis (1P): .....

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

Ermitteln Sie die Umfangszugspannung  $\sigma_\phi$  [ $\text{N/mm}^2$ ], wenn der Behälter aus Stahlblech mit einer Wanddicke von 4 mm gefertigt ist.

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

Lösung:  $\sigma_\phi = n_\phi / T = 510 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = 128 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung:  $\sigma_\phi = n_\phi / T = 780 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = 195 \text{ N/mm}^2$

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  $\sigma_\phi = 115 \text{ N/mm}^2$

Lösung:  $w_0 = R \cdot \sigma_\phi / E = 8500 \text{ mm} / 2 \cdot 128 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 2,59 \text{ mm}$

Ersatzlösung:  $w_0 = R \cdot \sigma_\phi / E = 8500 \text{ mm} / 2 \cdot 115 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 2,33 \text{ mm}$

Ergebnis (1P): .....

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

Ermitteln Sie die erforderliche Umfangsbewehrung  $a_s$  [ $\text{cm}^2/\text{m}$ ], wenn aus Gründen der Risseverteilung die Bewehrung im Gebrauchszustand nur mit  $120 \text{ N/mm}^2$  ausgenutzt werden soll.

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

Lösung:  $a_s = n_\phi / \sigma_{zul} = 510 \text{ kN/m} / 12 \text{ kN/cm}^2 = 42,5 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ersatzlösung:  $a_s = n_\phi / \sigma_{zul} = 780 \text{ kN/m} / 12 \text{ kN/cm}^2 = 65,0 \text{ cm}^2 / \text{m}$

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  $w_0 = 6,4 \text{ mm}$

Lösung:	$K = 1,23 \text{ kNm}$	$\lambda = 9,86 * 1/m$
	$R = 12,2 \text{ kN/m ...}$	$M = 0,620 \text{ kNm/m}$
Ersatzlösung:	$K = 1,23 \text{ kNm}$	$\lambda = 9,86 * 1/m$
	$R = 30,2 \text{ kN/m ...}$	$M = 1,53 \text{ kNm/m}$

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

$$R = 28,5 \text{ kN/m und } M = 1,15 \text{ kNm/m}$$

Lösung:	$n\varphi = -510 \text{ kN/m} \text{ ./} +22 \text{ kN/m}$	$m_x = +0,620 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,13 \text{ kNm/m}$
Ersatzlösung:	$n\varphi = -1440 \text{ kN/m} \text{ ./} +64 \text{ kN/m}$	$m_x = +1,15 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,38 \text{ kNm/m}$

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

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

$$n\varphi = -978 \text{ kN/m und } m_x = +1,55 \text{ kNm/m}$$

Lösung:	$\sigma_{x,\text{innen}} = +620 \text{ N} * 6 / 4^2 \text{ mm}^2 = +233 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_{x,\text{ausen}} = -233 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_{\varphi,\text{innen}} = -510 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = -128 \text{ N/mm}^2$
	$\sigma_{\varphi,\text{ausen}} = -128 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung:

$$\sigma_{x,\text{innen}} = 1550 \text{ N} * 6 / 4^2 \text{ mm}^2 = +581 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma_{x,\text{ausßen}} &= -581 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{\phi,\text{innen}} &= -978 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = -245 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{\phi,\text{ausßen}} &= -245 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Ergebnis (4P): .....

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

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

$$\begin{aligned}\sigma_{x,\text{innen}} &= +318 \text{ N/mm}^2 \quad \text{und} \quad \sigma_{\phi} = -195 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,\text{innen}} &= \sqrt{[(+233)^2 - (+233) \cdot (-128) + (-128)^2]} = 317 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,\text{ausßen}} &= \sqrt{[(-233)^2 - (-233) \cdot (-128) + (-128)^2]} = 202 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Ersatzlösung:

$$\begin{aligned}\sigma_{v,\text{innen}} &= \sqrt{[(+318)^2 - (+318) \cdot (-195) + (-195)^2]} = 449 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{v,\text{ausßen}} &= \sqrt{[(-318)^2 - (-318) \cdot (-195) + (-195)^2]} = 278 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Lösung: } w_0 = R \cdot \sigma_{\phi} / E = 8500 \text{ mm} / 2 \cdot 120 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 2,43 \text{ mm}$$

Ersatzlösung: identisch

Ergebnis (1P): .....

12. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 2:  
Der Behälter hat ein festes Dach und ist nicht belüftet, betriebsmäßiger Unterdruck ist nicht vorhanden. Der untere Rand ist ausreichend verankert.  
Führen Sie den Beulnachweis für Außendruck nach DIN 18800 Teil 4 im Bemessungszustand.

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

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:  $\sigma_{\varphi, Si} = 2,37 \text{ N/mm}^2$  .

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

. Lösung:  $\lambda = 10,1$  .

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

. Lösung:  $\kappa_1 = 0,0064$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\varphi, S, R, k} = 1,54 \text{ N/mm}^2$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\varphi, S, R, d} = 1,40 \text{ N/mm}^2$  .

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

. Lösung:  $\delta = 0,631$  .

Begründen sie stichwortartig den Staudruck, den Sie ansetzen (0P): .....

hier durch den Prüfer vorgegeben mit  $0,8 \text{ kN/m}^2$

.....  
. Lösung: über 8 m Traufhöhe:  $0,8 \text{ kN/m}^2$  , sonst  $0,5 \text{ kN/m}^2$  .

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

. Lösung:  $q_1 = 0,631 * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 0,505 \text{ kN/m}^2$  .

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

. Lösung:  $\sigma_{\varphi, S, d} = 1,5 * 0,000505 \text{ N/mm}^2 * 8500 \text{ mm} / 2 / 4 \text{ mm} = 0,805 \text{ N/mm}^2$  .

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

. Lösung:  $\eta = 0,805 \text{ N/mm}^2 / 1,40 \text{ N/mm}^2 = 0,58$  .