

Schriftliche Prüfung am 06.02.2006

Musterlösung

Erreichbare Punktzahl: 38

erreichte Punkte

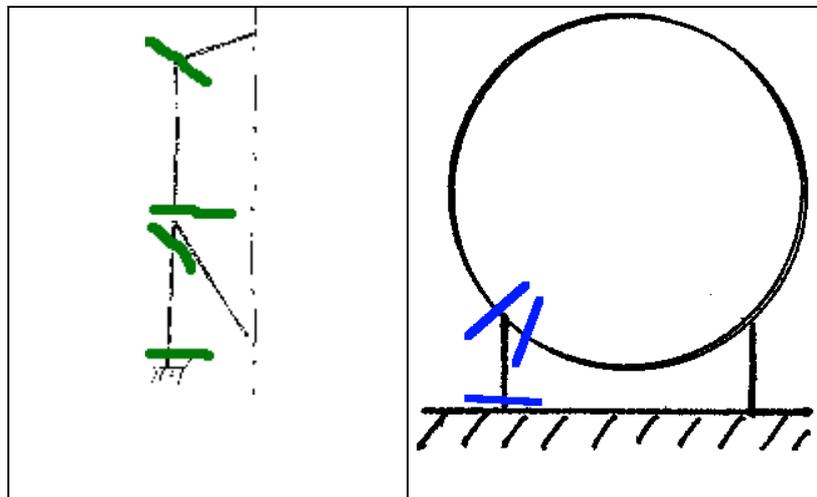
(Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Hinweis:

Falls nicht anders angegeben, sind die angegebenen Einwirkungen Gebrauchszustände.
Auch die Schnittgrößen und Spannungen sind auf Gebrauchslastniveau anzugeben.
Geben Sie alle Ergebnisse mit (mindestens) 3 Ziffern Genauigkeit an.

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	$H_{\text{zyl}} = 15,50 \text{ m}$
Füllhöhe	$H_{\text{füll}} = 15,20 \text{ m}$

Werkstoff. S 235 JR
mit $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$; $E_{s,k} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$; $\mu = 0,3$

Flüssiges Medium $\gamma = 11 \text{ kN/m}^3$

Berechnen Sie die maximale Umfangszugkraft $n\varphi$ [kN/m] für einen maximalen Innendruck $p_{i,innen} = 167 \text{ kN/m}^2$

Lösung: $n\varphi = p_i \cdot R = 167 \text{ kN/m}^2 \cdot 8,50 \text{ m} / 2 = 710 \text{ kN/m}$

Ergebnis (1P):

3. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 2:
Ermitteln Sie die Umfangszugspannung σ_φ [N/mm²], wenn der Behälter aus Stahlblech (siehe Aufgabe 2) mit einer Wanddicke von 4 mm gefertigt ist.

Falls Sie für Aufgabe 2 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $n\varphi = 815 \text{ kN/m}$

Lösung: $\sigma_\varphi = n\varphi / T = 710 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = 178 \text{ N/mm}^2$

Ersatzlösung: $\sigma_\varphi = n\varphi / T = 815 \text{ N/mm} / 4 \text{ mm} = 204 \text{ N/mm}^2$

Ergebnis (1P):

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

Ermitteln Sie die maximale Radienvergrößerung w_0 [mm]

Falls Sie für Aufgabe 3 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $\sigma_\varphi = 195 \text{ N/mm}^2$

Lösung: $w_0 = R \cdot \sigma_\varphi / E = 8500 \text{ mm} / 2 \cdot 178 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,60 \text{ mm}$

Ersatzlösung: $w_0 = R \cdot \sigma_\varphi / E = 8500 \text{ mm} / 2 \cdot 195 \text{ N/mm}^2 / 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 = 3,95 \text{ mm}$

Ergebnis (1P):

5. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Beton-Behälter mit den Schnittgrößen aus Aufgabe 2:

Ermitteln Sie die erforderliche Gesamt-Umfangsbewehrung a_s [cm²/m], wenn aus Gründen der Risseverteilung die Bewehrung im Gebrauchszustand nur mit 155 N/mm^2 ausgenutzt werden soll.

Falls Sie für Aufgabe 2 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie $n\varphi = 815 \text{ kN/m}$

Lösung: $a_s = n\varphi / \sigma_{zul} = 710 \text{ kN/m} / 15,5 \text{ kN/cm}^2 = 45,8 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ersatzlösung: $a_s = n\varphi / \sigma_{zul} = 815 \text{ kN/m} / 15,5 \text{ kN/cm}^2 = 52,6 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ergebnis (1P):

6. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 5:
Legen Sie die Verteilung der Umfangsbewehrung auf die Innen- und Außenfläche der Behälterwand fest.

Lösung: $a_{s,innen} = 22,9 \text{ cm}^2 / \text{m}$; $a_{s,außen} = 22,9 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ersatzlösung: $a_{s,innen} = 26,3 \text{ cm}^2 / \text{m}$; $a_{s,außen} = 26,3 \text{ cm}^2 / \text{m}$

Ergebnis (1P):

7. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 5:
Warum wird bei Betonbehältern nicht die ganze Umfangsbewehrung in der Mitte der Wand angeordnet? Begründen Sie in Stichworten.

Lösung: ... unplanmäßige Biegebeanspruchung in der Wand abdecken

Ergebnis (1P):

8. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 4:
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 4 keine Lösung ermittelt haben, verwenden sie $w_0 = 4,75 \text{ mm}$

Lösung: $K = 1,23 \text{ kNm}$ $\lambda = 9,86 * 1/\text{m}$

$R = 17,0 \text{ kN/m}$... $M = 0,861 \text{ kNm/m}$

Ersatzlösung: $R = 22,4 \text{ kN/m}$... $M = 1,136 \text{ kNm/m}$

Ergebnis (4P):

9. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 8:
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 8 keine Lösung ermittelt haben, verwenden Sie

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

Lösung: $n\varphi = -713 \text{ kN/m} \text{ ./} +30,8 \text{ kN/m}$ $m_x = +0,861 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,18 \text{ kNm/m}$

Ersatzlösung: $n\varphi = +123 \text{ kN/m} \text{ ./} -658 \text{ kN/m}$ $m_x = +2,715 \text{ kNm/m} \text{ ./} -0,17 \text{ kNm/m}$

(betragsmäßige Minima aus Kurvenverlauf im Skript abschätzen)

Ergebnis (4P):

10. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 8:
Skizzieren Sie einen sinnvollen biegesteifen Anschluß des Behälters an die Bodenplatte.
Bemaßen Sie die Bauteildicken mit Zirka-Maßen. (2P)

11. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit dem Anschluß aus Aufgabe 10:
Skizzieren Sie einen alternativen Anschluß, mit dem der Behältermantel eher biegeweich ("gelenkig") als biegesteif an die Bodenplatte angeschlossen wird. (2P)

12. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit dem Anschluß aus Aufgabe 11:
Beantworten Sie folgende Fragen (es genügen jeweils 2 Stichworte):

Worin liegt der Vorteil des Anschlusses? (1P)

Lösung: konstruktiv einfacher, kleinere Kräfte

Ergebnis:

Welche Einschränkungen bedeutet der Anschluß für den Behälter bzw. das gelagerte Medium? (1P)

Lösung: Flüssigkeiten und feinkörnige Medien scheiden aus

Ergebnis:

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

Der Behälter ist mit einer dichten Dachscheibe am oberen Ende abgeschlossen. 20 cm unter der Traufe befindet sich ein offener Entlüftungsstutzen. Der untere Rand des Behälters ist ausreichend verankert.

Führen Sie für den leeren Behälter den Beulnachweis für Außendruck nach DIN 18800 Teil 4 im Bemessungszustand.

Verwenden sie vereinfachend C_φ (statt C_φ^*).

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

Ergebnisse:

Randbedingungen nach Bild 11 (1P):

Lösung: RB2 / RB1 .

C_φ nach Tabelle 2 (1P):

Lösung: $C_\varphi = 1,25$.

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

Lösung: $\sigma_{\varphi, Si} = 1,91 \text{ N/mm}^2$.

Umfangswellenzahl n_φ (entspricht $n_{Si, mittel}$) (1P):

Lösung: $n_\varphi = 9,2$.

Schlankheit λ (1P):

Lösung: $\lambda = 11,2$.

Abminderungsfaktor κ_1 (1P):

Lösung: $\kappa_1 = 0,00518$.

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

Lösung: $\sigma_{\varphi, S, R, k} = 1,24 \text{ N/mm}^2$.

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

Lösung: $\sigma_{\varphi, S, R, d} = 1,13 \text{ N/mm}^2$.

Beiwert δ für die Ersatz-Windbelastung (1P):

Lösung: $\delta = 0,614$.

Begründen sie stichwortartig den Staudruck, den Sie ansetzen (1P):

Lösung: über 8 m Traufhöhe: $0,8 \text{ kN/m}^2$, sonst $0,5 \text{ kN/m}^2$ nach DIN 1055-4 .

Anzusetzender-Manteldruck (1P):

Lösung: $q_1+q_2 = (0,614+0,6) * 0,80 \text{ kN/m}^2 = 0,971 \text{ kN/m}^2$.

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

Lösung: $\sigma_{\phi,S,d} = 1,5 * 0,000971 \text{ N/mm}^2 * 8500 \text{ mm} / 2 / 4 \text{ mm} = 1,548 \text{ N/mm}^2$.

Ausnutzungsgrad η (1P):

Lösung: $\eta = 1,548 \text{ N/mm}^2 / 1,13 \text{ N/mm}^2 = 1,369$.

14. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 13:

Wie können Sie durch geschicktes Verlegen einer Leitung von dem Entlüftungsstutzen den Unterdruck im Behälter wesentlich verringern? Begründen Sie stichwortartig. (2P)

Lösung:

Leitung vom Entlüftungsstutzen nach unten so, daß die Öffnung deutlich unter 8 m liegt – dann ist nur noch $0,6 * 0,5 \text{ kN/m}^2$ als Innensog anzusetzen

Ergebnis:

15. Gegeben ist ein zylindrischer stehender Behälter mit den Angaben aus Aufgabe 13:

Legen Sie die Elementeinteilung für einen Beulnachweis mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode fest. Welche Länge dürfen die Elemente in Umfangsrichtung maximal haben, damit sinnvolle Ergebnisse zu erwarten sind? Welche Länge der Elemente wählen Sie in Längsrichtung des Behälters? (2 P)

Lösung:

Halbwellenlänge in Umfangsrichtung: $\pi * 8,50 \text{ m} / 9,2 / 2 = 1,45 \text{ m}$

Elementlänge höchstens 1/5 der Halbwellenlänge: $1,45 \text{ m} / 5 = 290 \text{ mm}$

(Umfangsteilung gewählt: $12 * 8 = 96$ Elemente; Länge = ca. 278 mm)

Längsteilung gewählt: 40 Elemente; Länge ca. 388 mm, Seitenverhältnis ca. 1/1,4

Ergebnis: