



Stahlbau – Spezielle Kapitel M2
Schriftliche Prüfung 8765000 am 19.01.2011

Erreichbare Punktzahl: B: 113 (entspr. 126 %); D/E: 138 (entspr. 153 %)

erreichte Punkte (Unterschrift Prüfer)

Name, Vorname, Matrikelnummer:

Bearbeitungsdauer: 90 Minuten

Sofern nicht anders angegeben: EC3

Hilfsmittel: alle, außer elektronische Kommunikationsmittel

Geben die alle Ergebnisse in folgenden Einheiten an: Kräfte [kN], Momente [kNm], Spannungen [N/mm^2], Querschnittswerte [cm^x], Längen [mm], Flächenlasten [kN/m^2];

Geben Sie alle Ergebnisse mit (mindestens) 3 Ziffern Genauigkeit an.

1. Ermitteln Sie für einen drucklosen, oberirdischen Flachbodentank die maximale Beanspruchung der Wand (höchste auftretende Spannungen) aus Flüssigkeitsfüllung.
 - a) Ermitteln Sie die Spannungen getrennt für den Membranspannungszustand und die Störgrößen unter Annahme einer starren Fußeinspannung im Fundament.
Durchmesser: 8,50 m; zylindrische Höhe 15 m; Pegelhöhe 14,5 m; Kegeldach 15° ; Wanddicke 4 mm; S235; spezifisches Gewicht des gelagerten Mediums $9,5 \text{ kN/m}^3$; (15 P)
 - b) Stellen Sie den Verlauf der Membranspannungen und den Verlauf der Biegespannungen σ_x grafisch dar. (Fußpunkt bis +1 m). (5 P)
 - c) Diskutieren Sie die Ergebnisse unter a) und b), machen Sie Verbesserungsvorschläge. (5 P)
 - d) Warum braucht man nach deutschem Regelwerk die Störgrößen bei der Bemessung nicht zu berücksichtigen? Begründen Sie. (5)
2. a) Skizzieren Sie für den oben angegebenen zylindrischen Tank unter natürlichem Wind den Verlauf der Druckbeiwerte entlang des Umfangs (Draufsicht). (5 P)

- b) Skizzieren und begründen Sie qualitativ eine strömungsmechanische Begründung für den oben angegebenen Verlauf. (5 P)
- c) Wie unterscheidet sich der tatsächliche Verlauf der Druckbeiwerte (Momentaufnahme) von dem in den einschlägigen Lastnormen angegebenen Verlauf? (5 P)
- d) Erläutern Sie den Entstehungsmechanismus der kármánschen Wirbelstraße. (5 P)
- e) Wie unterscheidet sich der oben angegebene Verlauf der Druckbeiwerte von den Druckbeiwerten eines Stahlschornsteins mit 25 m Höhe und 0,85 m Anströmdurchmesser?. Welche Auswirkungen hat dies auf den Quertriebsbeiwert? (5 P)
3. Führen Sie den Beulnachweis für den leeren Tank unter Wind. Gehen Sie von einem Staudruck von $0,7 \text{ kN/m}^2$ aus. Das Tankdach ist belüftet. (15 P).
Zur Bearbeitung der Aufgabe mussten Sie mindestens 3 Annahmen treffen. Welche sind das? Begründen Sie. (5 P)
4. a) Skizzieren Sie für den oben gegebenen Tank einen Tankfuß in üblicher Ausführung. Geben Sie in Ihrer Skizze die Abmessungen der Bauteile, Verbindungsmittel und Schweißnähte an. (8 P)
b) Welche konstruktiven Änderungen müssen vorgenommen werden, damit der Fuß als „starr eingespannt“ gelten kann? Skizzieren Sie. (5 P)
5. Ermitteln Sie für einen Silo mit den Abmessungen $D = 3,0 \text{ m}$; Zellenhöhe = Füllhöhe = $h = 10 \text{ m}$; $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$; aufgeständert auf 4 Einzelstützen mit $L = 5,0 \text{ m}$ die Horizontallasten aus Erdbeben nach DIN 4149. Gehen Sie von einer Eigenfrequenz von $0,8 \text{ Hz}$ aus. Nehmen Sie Baugrundklasse C und $0,8 \text{ m/s}^2$ an, treffen Sie ansonsten auf der sicheren Seite liegende Annahmen (Begründen). (15 P)
6. Welcher Effekt tritt bei Tanks unter Erdbebenlasten auf, der durch das Modell eines elastischen Starrkörpers nicht erfasst werden kann. Machen Sie Angaben zur Zahlenmäßigen Ermittlung. (10 P)
7. Geben Sie die sogenannte mittragende Breite für eine Zylinderschale an. (2 P)
a) Unter welchen Annahmen wird diese abgeleitet? (3 P)
b) Wie kann sich die mittragende Breite verändern, wenn diese Annahmen nicht zutreffen? (5 P)
c) Diskutieren Sie die mittragende Breite am Fuß der Standzarge für einen Aluminiumsilo mit den Auflagervarianten (5 P)

- ca) auf einer massiven Kreisplatte als Fundament;
cb) auf den Bühnenträgern einer Stahlkonstruktion;
8. Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem mathematischen und physikalischen Pendel. Wie wirken sich die unterschiedlichen Modellannahmen auf die Ermittlung der Eigenfrequenz aus? (10 P)
9. a) Beschreiben Sie das Rayleigh-Morleigh-Verfahren zur näherungsweisen Ermittlung der Eigenfrequenz eines Bauwerks. (5 P)
b) Wenden Sie das Rayleigh-Morleigh-Verfahren auf einen kontinuierlich massebelegten Einfeldträger an (L , $E \cdot I$, m [kg/m], $g = 10 \text{ m/s}^2$). Wie groß ist die rechnerische Eigenfrequenz? Geben Sie aus der Literatur einen anderen Term für die Eigenfrequenz des Einfeldträgers an. Begründen Sie die Abweichung. (10 P)
10. a) Beschreiben Sie das Phänomen „Dämpfung“ mit Hilfe des logarithmischen Dekrements. (5 P)
b) Geben Sie unterschiedliche Mechanismen bei Bauwerken an, mit denen man das Entstehen von „Dämpfung“ erklären kann. Nennen Sie jeweils Beispiele. (5 P)
c) Welches andere physikalische Maß zur zahlenmäßigen Beschreibung der Dämpfung ist üblich. Wie lässt sich dieses Maß mechanisch deuten? (5 P)
d) Warum wird – von Teilaufgabe b) abweichend – die Dämpfung in den meisten Fällen geschwindigkeitsproportional angenommen? (5 P)
e) Welcher Zahlenwert für die Dämpfung ist bei Stahlbauten ein üblicher Ansatz? Welches der oben genannten Dämpfungsmaße ist damit gemeint? (3 P)
f) Welches Dämpfungsmaß wird in DIN 4149 bzw. EC8 für Bauwerke angenommen? (2 P)
Welches der oben genannten Dämpfungsmaße ist damit gemeint? (2 P)
Warum wird dabei nicht zwischen Beton-, Holz-, Mauerwerks- und Stahlbauten unterschieden? (3 P)
Warum könnte dieser Wert auch für Stahlbauten gerechtfertigt sein? (3 P)
11. Beschreiben Sie jeweils für einen ungedämpften und einen gedämpften Schwinger die Entwicklung der Amplituden, wenn sich die Erregerfrequenz Ω der Eigenfrequenz ω nähert. Skizzieren Sie charakteristische Funktionsverläufe. (10 P)
12. a) Skizzieren Sie schematisch je eine genormte Wöhlerlinie mit der Angabe realistischer Zahlen auf beiden Koordinatenachsen für ein scharf und ein weniger scharf gekerbtes Bauteil. Wählen Sie als „Kerbe“ jeweils ein stahlbauübliches geschweiß-

- tes Detail aus (Skizze). (10 P)
- b) Worin unterscheidet sich die tatsächliche Wöhlerlinie für die beiden Kerbfälle? Warum wurde das in der Normung nicht entsprechend berücksichtigt? (5 P)
13. a) Worin besteht die Mittelspannungsabhängigkeit ungeschweißter Bauteile bei Ermüdungsbeanspruchung? (5 P)
- b) Beschreiben Sie die Modellvorstellung, mit der man die Mittelspannungsunabhängigkeit geschweißter Bauteile begründen kann. (5 P)
14. Für einen Werkstattkran mit Nennlast 10 kN werden folgende Hubzyklen während der Lebensdauer geschätzt:
- | | |
|---------|--------|
| 10,0 kN | 5 |
| 7,0 kN | 40 |
| 5,0 kN | 200 |
| 3,0 kN | 1000 |
| 2,0 kN | 2000 |
| 1,0 kN | 10000 |
| 0,5 kN | 50000 |
| 0,2 kN | 200000 |
- a) Zeichnen Sie ein normiertes Lastkollektiv in doppeltlogarithmischer Darstellung. (10 P)
- b) Schätzen Sie ab, ob der Ermüdungsnachweis für die Bemessung des Kranes maßgebend wird. Begründen Sie. (5 P)
15. a) Gegeben ist ein zweistufiges Spannungskollektiv für die Lebensdauer eines Bauteils:
- | | | |
|------------------------------------|-----|----------------------|
| $\Delta\sigma = 27 \text{ N/mm}^2$ | mit | 10 Mio Lastwechseln |
| $\Delta\sigma = 90 \text{ N/mm}^2$ | mit | 0,2 Mio Lastwechseln |
- Ermitteln Sie die Schädigung nach Palmgren-Miner, wenn das maßgebende Detail in Kerbfallklasse 51 einzuteilen ist. (10 P)
- b) Skizzieren Sie zwei geschweißte Details, die der Kerbfallklasse 51 entsprechen (mit Angabe der Beanspruchungsrichtung und der Lage des möglichen Risses). (6 P)
- c) Beschreiben Sie mindestens zwei unterschiedliche Fälle, in denen die Palmgren-Miner-Hypothese erkennbar falsch ist. (6 P)
- d) Warum wird die PMH trotzdem durchgängig in den neueren Normenwerken verwendet? (3 P)