

## 2. Klausur Statik und elementare Festigkeitslehre WS 11/12

Name, Vorname:

1

Matr.-Nr.:

2

Studiengang:

3

- Studienbegleitende Prüfung (Bachelor)  
 Übungsscheinklausur (ohne Theorieteil)

$\Sigma$

T

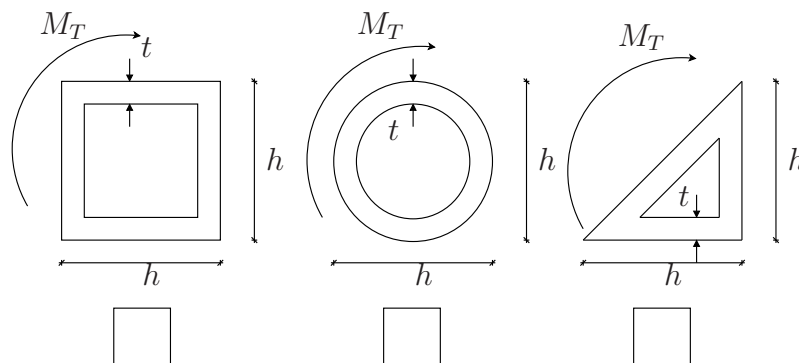
### Theorieaufgaben

1. Geben Sie die Maßeinheiten folgender Größen **ausschließlich** in den Einheiten 1, kg, m s N an:

dim $[EIw^{IV}] \hat{=}$	Widerstandsmoment dim $[W] \hat{=}$
Schubspannung dim $[\tau] \hat{=}$	Querkontraktionszahl dim $[\nu] \hat{=}$

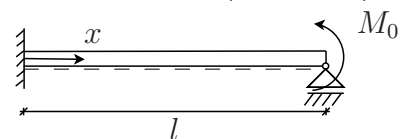
(2 Punkte)

2. Die dargestellten dünnwandigen Querschnitte sind alle mit demselben Torsionsmoment  $M_T$  belastet. Sortieren Sie die Querschnitte nach der maximal auftretenden Schubspannung  $\tau$ , welche durch die 1. BREDT'sche Formel  $\tau = \frac{M_T}{2A_m t}$  berechnet wird. Kennzeichnen Sie dazu den Querschnitt mit der größten Schubspannung mit einer 1, mit der mittleren mit einer 2 und den mit der kleinsten Schubspannung mit einer 3.



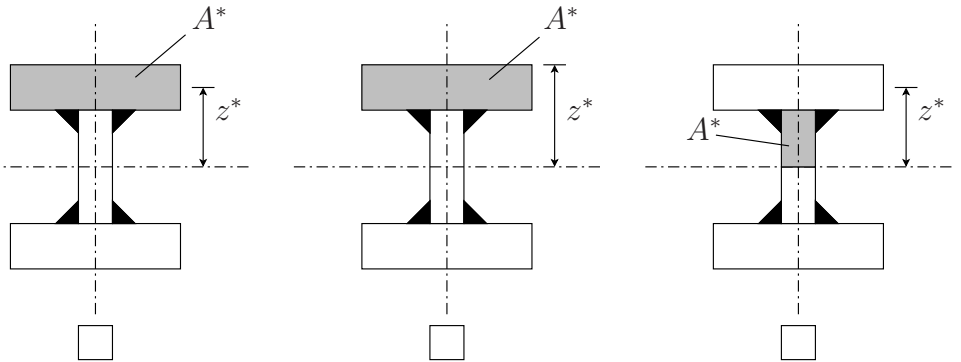
(1 Punkt)

3. Geben Sie alle 4 Randbedingungen an, die für die Berechnung der Durchbiegung mit der Biegeliniendifferentialgleichung 4. Ordnung im nebenstehenden System erforderlich sind.

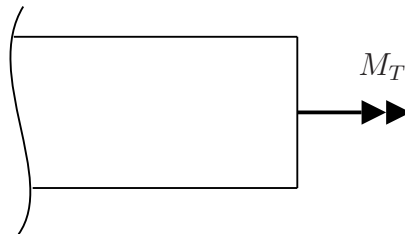
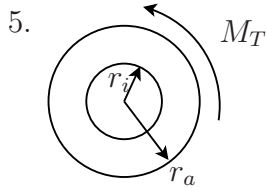


(2 Punkte)

4. In welcher Skizze sind das richtige  $z^*$  und  $A^*$  für die Berechnung der Schubspannung in der oberen Schweißnaht gemäß  $\tau = \frac{Q(x)A^*z^*}{I_{yy}2a}$  eingezeichnet?



(1 Punkt)

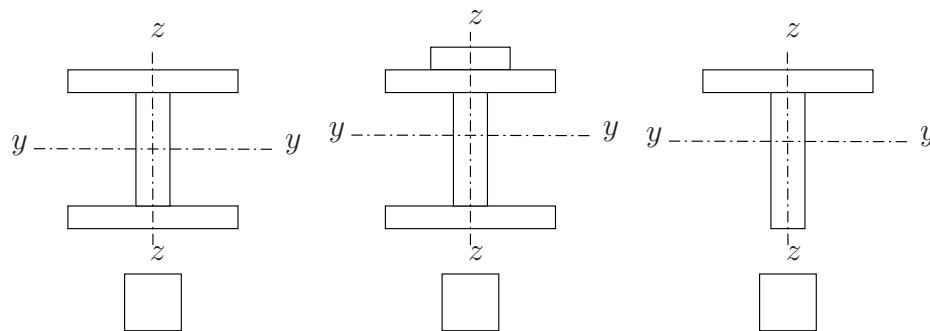


Das skizzierte Hohlprofil wird durch ein Torsionsmoment  $M_T$  belastet. Kreuzen Sie die richtige Antwort bezüglich der auftretenden Schubspannung an.

- $\tau(r = r_a) < \tau(r = r_i)$   
  $\tau(r = r_a) = \tau(r = r_i)$   
  $\tau(r = r_a) > \tau(r = r_i)$

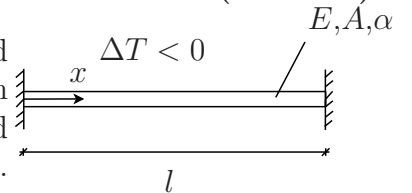
(1 Punkt)

6. Die dargestellten Querschnitte sind alle im selben Maßstab dargestellt. Sortieren Sie die Querschnitte nach dem Flächenträgheitsmoment  $I_{yy}$ . Kennzeichnen Sie dazu das Profil mit dem größten Flächenträgheitsmoment  $I_{yy}$  mit einer 1, mit dem mittleren mit einer 2 und das mit dem kleinsten mit einer 3.



(1 Punkt)  
 $E, A, \alpha$

7. Der abgebildete Stab ist auf beiden Seiten fest eingespannt und wird um eine Temperatur  $\Delta T < 0$  abgekühlt. Geben Sie die Spannung  $\sigma$  in Abhängigkeit der gegebenen Größen an, die sich im Stab einstellt und geben Sie an, ob es sich um eine Druck- oder Zugspannung handelt.  
 Geg.:  $l, E, A, \alpha, \Delta T < 0$



$\sigma =$

(1 Punkt)

8. Wie groß ist der Elastizitätsmodul für Stahl?

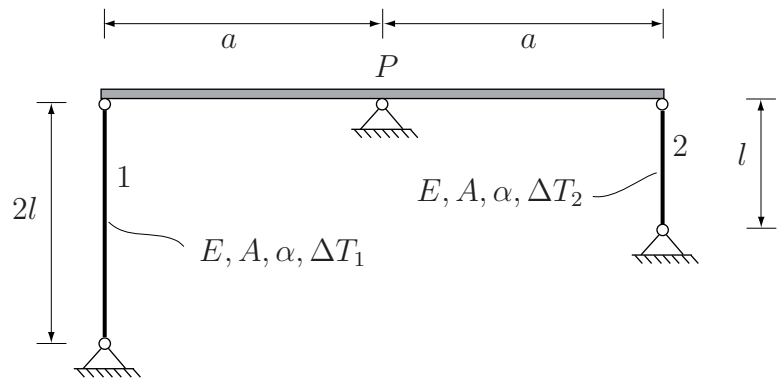
- $E=210 \text{ Pa}$       $E=210 \text{ MPa}$       $E=210 \text{ GPa}$

(1 Punkt)

1

(10 Punkte)

Der starre Hebel (grau) mit der Länge  $2a$  ist in seiner Mitte durch ein Festlager im Punkt  $P$  und an seinen Rändern durch je eine elastische Pendelstütze gelagert. Beide Pendelstützen haben den E-Modul  $E$ , die Querschnittsfläche  $A$  und den Temperaturausdehnungskoeffizienten  $\alpha$ . Sie erfahren unterschiedliche Temperaturänderungen  $\Delta T_1$  und  $\Delta T_2$ .



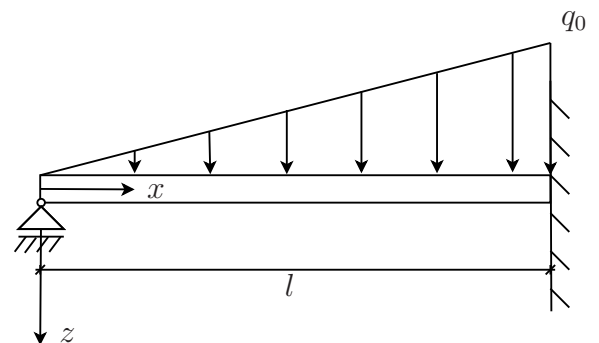
- Ist das System statisch bestimmt? Begründen Sie Ihre Aussage durch einen Freischnitt des Hebels und Abzählen der Unbekannten.
- Geben Sie durch Auswerten des Momentengleichgewichts am Hebel den Zusammenhang zwischen den Stabkräften  $S_1$  und  $S_2$  in den Pendelstützen an. Benutzen Sie den in (a) erstellten Freischnitt.
- Ermitteln Sie durch Anwendung des HOOKEschen Gesetzes mit thermischer Ausdehnung die Längenänderungen  $\Delta l_1$  und  $\Delta l_2$  der Pendelstützen in Abhängigkeit von  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $\Delta T_1$  und  $\Delta T_2$  unter der Annahme kleiner Verformungen und linear elastischen Verhaltens.
- Geben Sie den (geometrischen) Zusammenhang zwischen  $\Delta l_1$  und  $\Delta l_2$  an und bestimmen Sie die Stabkräfte  $S_1$  und  $S_2$ .
- Welches Verhältnis  $\Delta T_1/\Delta T_2$  müsste gelten, damit die vertikale Lagerkraft im Festlager  $P$  verschwindet?

Geg.:  $a, l, E, A, \alpha, \Delta T_1, \Delta T_2$

2

(14 Punkte)

Der abgebildete schlanke Balken (Länge  $l$ , Biegesteifigkeit  $EI$ ) ist rechts fest eingespannt und links über ein Loslager an die Umgebung gekoppelt. Der Balken wird durch eine lineare Streckenlast  $q(x)$  belastet.



- Bestimmen Sie  $q(x)$ . Hinweis: Sollten Sie  $q(x)$  nicht bestimmen können rechnen Sie mit  $q(x) = \frac{q_0}{2l}x$  weiter.
- Bestimmen Sie mittels Integration die allgemeine Lösung der Biegeliniendifferentialgleichung 4. Ordnung  $EIw^{IV}(x) = q(x)$ .
- Stellen Sie die zur Berechnung der Integrationskonstanten notwendigen Randbedingungen auf.
- Berechnen Sie mittels Auswertung dieser Randbedingungen die Integrationskonstanten!
- Wie groß ist die Querkraft  $Q(x)$  im Balken?
- Bestimmen Sie die Lagerreaktionen in der festen Einspannung mit Hilfe eines geeigneten Freischnittes der Einspannung.

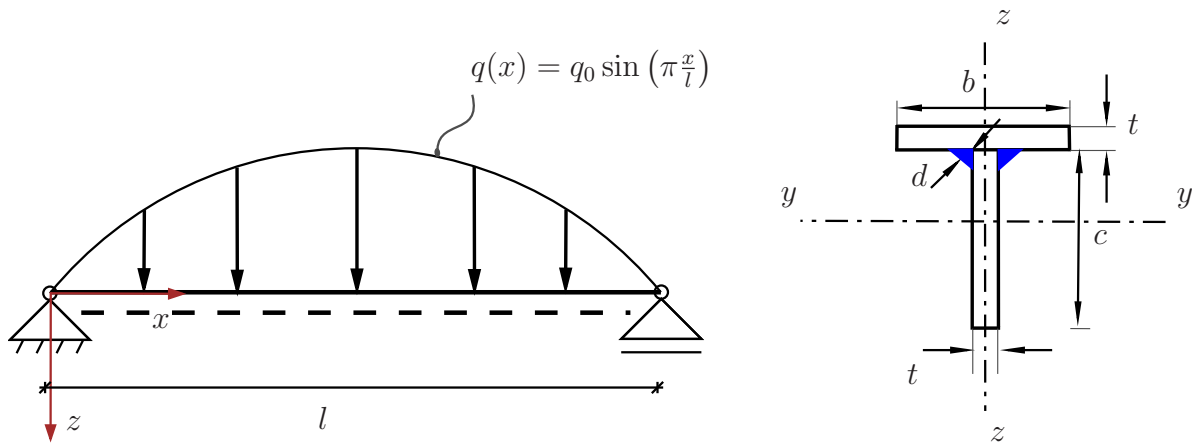
(g) Wie groß muss  $q_0$  gewählt werden, damit im Loslager ein Neigungswinkel  $\varphi \approx w' = \frac{1}{10}$  auftritt?

Geg.:  $q_0, l, EI$

**3**

**(16 Punkte)**

Der skizzierte T-Träger ist in den Endpunkten gelagert und wird durch die Streckenlast  $q(x) = q_0 \sin\left(\frac{\pi x}{l}\right)$  belastet.



- Bestimmen Sie den Momentenverlauf durch Lösen der Schnittlastendifferentialgleichungen. Ermitteln Sie die Stelle, an der die maximale Momentenbelastung auftritt und geben Sie an, wie groß diese ist.
- Berechnen Sie die Lage des Flächenschwerpunktes der Querschnittsfläche (Schweißnähte sind zu vernachlässigen) mit dem Tabellenverfahren. Gehen Sie dazu von einem Koordinatensystem aus, das im Schwerpunkt des oberen Rechteckes liegt.
- Berechnen Sie das Flächenträgheitsmoment  $I_{yy}$  mit dem Tabellenverfahren in Bezug auf die gemeinsame Schwerachse beider Querschnitte (siehe Zeichnung). Hinweis: Brüche müssen nicht zusammengefasst werden.
- Berechnen Sie die Widerstandsmomente  $W_{y,o}$  und  $W_{y,u}$ . Wie groß sind die maximale Zug- und Druckspannung im Träger? (Hinweis: Das Ergebnis für  $I_{yy}$  muss in Aufgabenteil (d) nicht eingesetzt werden.)
- Der Träger hat die zulässige Zugspannung  $\sigma_{zul} = \frac{1 \text{ Nm}}{\pi^2 W_{y,u}}$ . Wie groß darf  $q_0$  maximal sein, damit der maximale Zugspannungswert die zulässige Zugspannung nicht überschreitet.
- Berechnen Sie die maximale im Träger auftretende Schubspannung in der Schweißnaht. Hinweis: Das Ergebnis für  $I_{yy}$  muss in Aufgabenteil (f) nicht eingesetzt werden.

Geg.:  $b, c, d, t, l, q_0$