

Nachname : Klausurnummer :

Vorname : Matrikelnummer :

BPO 2012?	TM1 <input type="checkbox"/>	TM2 <input type="checkbox"/>
-----------	------------------------------	------------------------------

Hinweise zur Klausur:

Nachname, Vorname und Matrikelnummer in die vorgesehenen Felder eintragen. Bitte verwenden Sie **keinen** Bleistift, grünen oder roten Stift (Korrekturfarben!). **Jedes Blatt** mit Namen und Matrikelnummer versehen, Blätter **durchlaufend nummerieren** und **nur einseitig** beschreiben! Jede Aufgabe auf einem **neuen Blatt** beginnen. Die **Klausurnummer** bitte **merken** oder **notieren!**

Zulässige Hilfsmittel: Formelblatt des Instituts. Taschenrechner, nicht programmierbar.

BPO 2012: beantworten Sie nur die mit TM 1 bzw. TM 2 gekennzeichneten Fragen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	HÜ	Σ(57)
Punkte								

1. Aufgabe (12 Punkte) [TM 1 BPO 2012: 1-3 / TM 2 BPO 2012 : 4-6]

Markieren Sie alle zutreffenden Aussagen bzw. notieren Sie die Antwort.

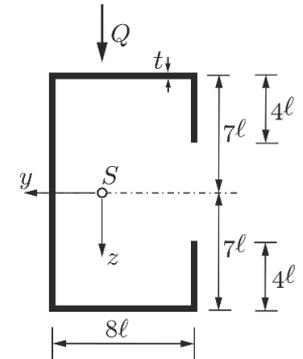
1. Linear elastisches, isotropes Material:
 - Normalspannungen sind proportional zu Schubdehnungen
 - Die Summe der Normaldehnungen ist immer Null
 - Mindestens eine Hauptspannung ist Null
 - Verformungen sind reversibel
2. Beispiele für ebene Verzerrungszustände:
 - Ein Damm/Deich
 - Eine Eisenbahnschiene
 - Ein dünnwandiger Kessel
 - Ein Metallwürfel auf dem Grund eines Ozeans
3. In einem Zugversuch nahm die Länge eines Stabes von 100 auf 105 mm zu, die Breite von 10 auf 9,7 mm ab. Wie groß ist die Poissonzahl? Ist der berechnete Wert zulässig?

4. Die Einheiten der nachfolgenden Größen sind:
 - o Flächenlast _____
 - o Biegesteifigkeit _____
 - o Torsionssteifigkeit _____
 - o Torsionsträgheitsmoment _____
5. Torsion: Annahmen
 - a) Kinematische Annahmen für Kreis- (Ring-) Profile?
 - b) Schubfluss in dünnwandigen, geschlossenen Profilen?
 - c) Schubspannungsverteilung in offenen, dünnen Rechteckprofilen?
6. Erstellen Sie ein Diagramm *Kritische Normalspannung gegen Schlankheitsgrad* für das Knicken von Stäben. Markieren Sie die Bereiche, in denen Versagen durch Knicken bzw. Materialversagen zu erwarten sind.

2. Aufgabe (8 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Der dargestellte Querschnitt gleichmäßiger Dicke t wird durch eine Querkraft Q auf Biegung beansprucht. Die Lage des Schwerpunktes S und das Flächenträgheitsmoment I_y sind bekannt.

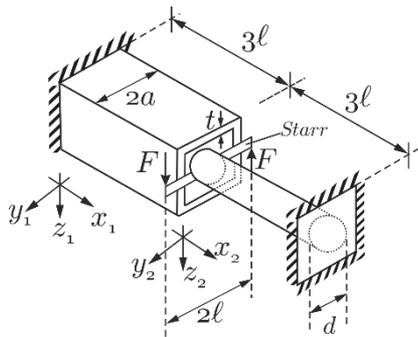
- a) Berechnen Sie die Schubspannung an markanten Punkten (Ecken, Extrema, Sprünge).
- b) Skizzieren Sie qualitativ den Schubspannungsverlauf. Kennzeichnen Sie lineare oder quadratische Verläufe, Orte der Extrema und die Richtung.



Gegeben: $l, I_y, t \ll l, Q$.

3. Aufgabe (13 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Das skizzierte Tragwerk besteht aus einem Rundstab (Durchmesser d , Länge 3ℓ) und einem geschlossenen, dünnwandigen, quadratischen Profil (Wandstärke t , Länge 3ℓ). Beide Träger sind an ihren Enden fest eingespannt und aneinander geschweißt. Das quadratische Profil besitzt den Schubmodul G_q , der Rundstab den Schubmodul G_r . Die Belastung erfolgt durch die zwei symmetrisch angeordneten Kräfte F an dem starren Stab zwischen beiden Profile.



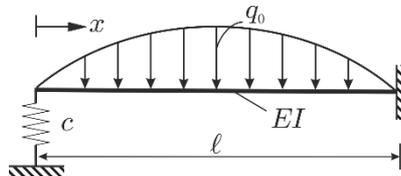
Bestimmen Sie die Verdrehung des starren Stabes.

Gegeben: $F, a = \frac{\ell}{20}, G_q, G_r = \frac{81}{8\pi}G_q, d = \frac{4}{3}a, t = \frac{a}{4}$.

4. Aufgabe (9 Punkte) [TM 2 BPO 2012]

Gesucht ist die Durchbiegung des links elastisch gestützten, rechts eingespannten Balkens unter einer Belastung in Form einer quadratischen Parabel.

Gegeben: EI, ℓ, q_0, c .

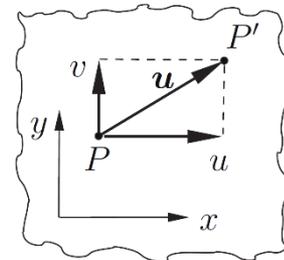


5. Aufgabe (7 Punkte) [TM 1 BPO 2012]

Für eine Scheibe wurde aus Messungen das folgende ebene Verschiebungsfeld ermittelt:

$$u(x, y) = u_0 + 7 \cdot 10^{-3}x + 4 \cdot 10^{-3}y$$

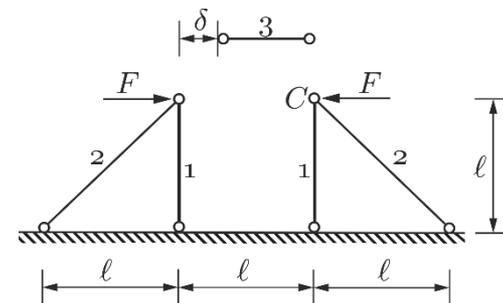
$$v(x, y) = v_0 + 2 \cdot 10^{-3}x - 1 \cdot 10^{-3}y.$$



- Bestimmen Sie die Dehnungen.
- Wie groß sind die Hauptdehnungen und unter welchen Winkeln zur x -Achse treten sie auf?
- Wie groß ist die maximale Winkelverzerrung γ_{max} ?

6. Aufgabe (8 Punkte) [TM 1 BPO 2012]

Der bei der Fertigung um δ zu kurz geratene Stab 3 soll zwischen zwei gleiche Zweiböcke eingebaut werden.

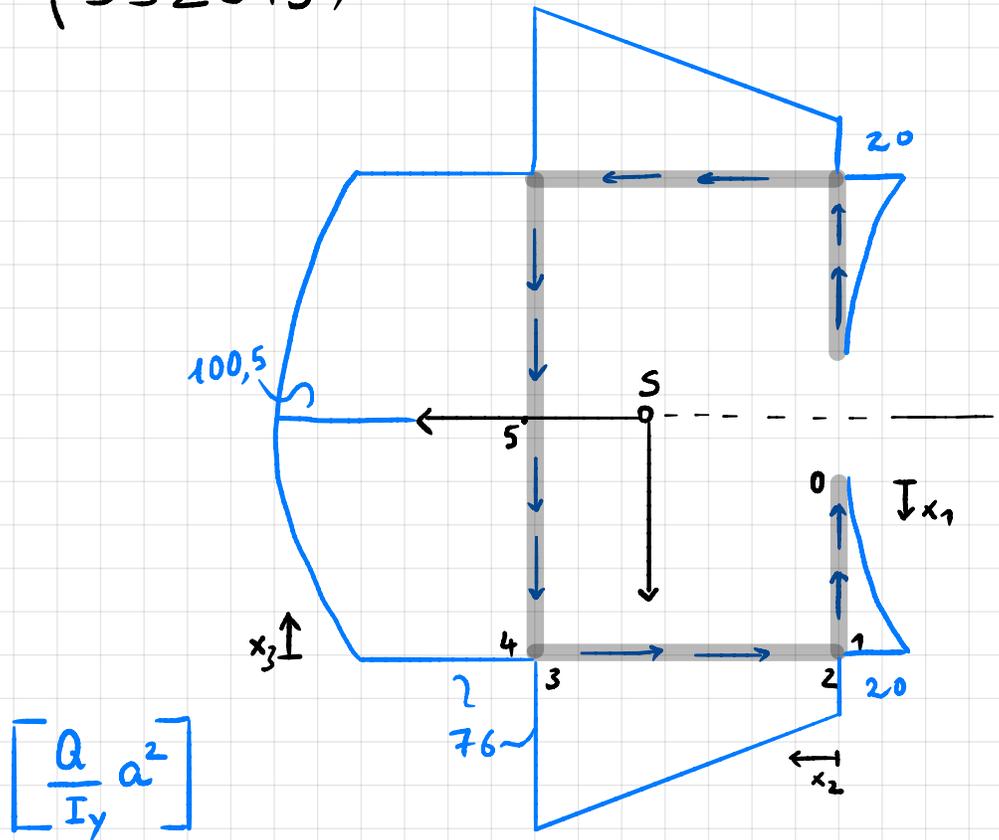


- Wie groß ist die notwendige Montagekraft F ?
- Wie groß ist S_3 nach der Montage ($F = 0$)?

Gegeben: $EA_1 = EA_3 = EA, EA_2 = \sqrt{2}EA, \ell, \delta$.

Mustelösung TM2 (SS2019)

Aufgabe 2

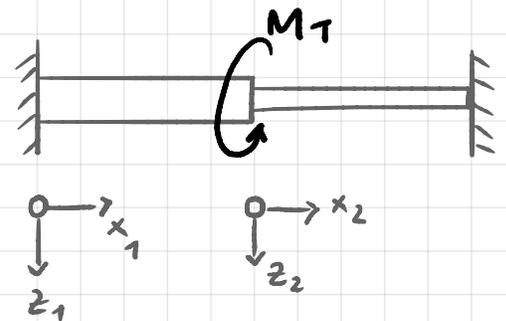


Aufg. 3

$$M_T = 2Fl$$

$$I_{Tq} = 2a^4$$

$$I_{Tr} = \frac{8\pi}{81} a^4$$



Rand- und Übergangsbed.

$$\Theta_q(x_1=0) = 0 ; \Theta_r(x_2=3l) = 0$$

$$\Theta_q(x_1=3l) = \Theta_r(x_2=0) ; M_q = M_T + M_r$$

$$\Rightarrow \Theta(x_1) = \frac{2Fl}{3Gq a^4} x_1$$

Aufg. 4

$$q(x) = \frac{4q_0}{l^2} (-x^2 + lx)$$

Randbedingungen:

$$M(x=0) = 0 \quad ; \quad Q(x=0) = c w(0)$$

$$w(x=l) = 0 \quad ; \quad w'(x=l) = 0$$

$$\Rightarrow C_1 = -\frac{7q_0 l^4}{90\Delta} \quad ; \quad C_2 = 0 \quad ;$$

$$C_3 = -\frac{q_0 l^3}{45} + \frac{7q_0 l^3}{90\Delta} \left(\frac{l^3}{6} - \frac{EI}{c} \right) \quad ; \quad C_4 = \frac{EI}{c} \frac{7q_0 l^4}{90\Delta}$$

$$\text{Mit } \Delta = \frac{l^3}{3} + \frac{EI}{c}$$

Aufg. 5

$$\epsilon_x = 7 \cdot 10^{-3} \quad ; \quad \epsilon_y = -10^{-3}$$

$$\gamma_{xy} = 6 \cdot 10^{-3}$$

$$\epsilon_{1,2} = 3 \cdot 10^{-3} \pm 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\varphi^* = 36,9^\circ \quad ; \quad 126,9^\circ$$

$$\gamma_{\max} = \epsilon_1 - \epsilon_2$$

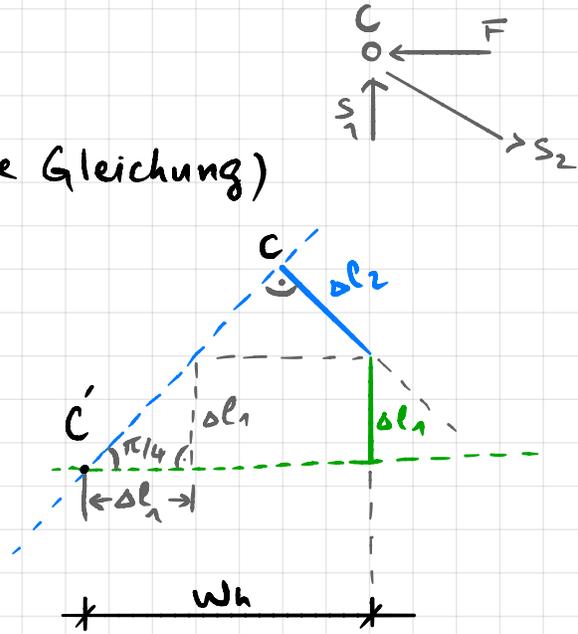
Aufg. 6

a)

$$w_h = \frac{\delta}{2} = \Delta l_1 + \sqrt{2} \Delta l_2 \quad (\text{Fehlende Gleichung})$$

$\Delta l_1, \Delta l_2$ einsetzen

$$\Rightarrow F = \frac{1}{6} \frac{EA}{l} \delta \quad \text{---(i)}$$



b)

$$2w_h + \Delta l_3 = \delta$$

(In (b), w_h ist unbekannt)

$$\text{mit } \Delta l_3 = \frac{S_3 l}{EA}$$

$$(i) \leadsto F = S_3 = \frac{1}{6} \frac{EA}{l} (2w_h)$$

$$\Rightarrow S_3 = \frac{1}{7} \frac{\delta}{l} EA$$

