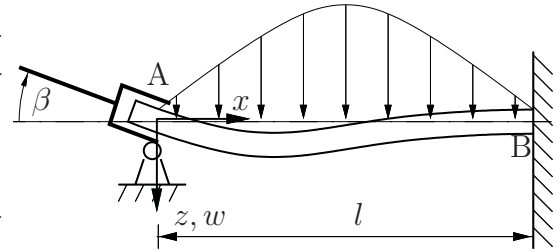


2. Probeklausur Statik und elementare Festigkeitslehre WiSe 2010/11,  
 Prof. Dr. rer. nat. Valentin Popov

**1**

Der skizzierte Balken (Länge  $l$ , Biegesteifigkeit  $EI$ ) ist belastet mit einer sinusförmigen Streckenlast mit dem Maximum  $q_0$ . Im Punkt A wird eine Verdrehung um den Winkel  $\beta$  erzwungen. Es soll die Durchbiegung mit Hilfe der Biegeliniendifferentialgleichung bestimmt werden.

- Geben Sie die allgemeine Lösung der Biegeliniendifferentialgleichung und die dazugehörigen Randbedingungen an.
- Berechnen Sie zwei der Integrationskonstanten.
- Geben Sie ein Gleichungssystem an, mit dem die beiden anderen Integrationskonstanten zu bestimmen sind.

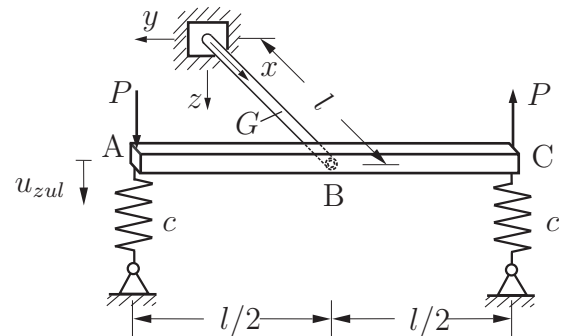


**Geg.:**  $l, EI, q_0, \beta$

**2**

Ein Stab mit Kreisringquerschnitt (Außenradius  $R$ , Innenradius  $r$ ) ist wie abgebildet eingespannt. Am anderen Ende des Stabes ist ein starrer Balken angeschweißt, der durch zwei Federn abgestützt wird.

- Geben Sie die maximal mögliche Kraft  $P_{\max}$  an, wenn im Punkt A die zulässige Verschiebung  $u_{zul}$  (in  $z$ -Richtung) vorgegeben ist.
- Wo im Stabquerschnitt tritt die maximalen Schubspannung für  $P = P_{\max}$  auf und wie groß ist sie?



**Geg.:**  $R = 10 \text{ cm}, r = 5 \text{ cm}, l = 2 \text{ m}, c = 10^6 \text{ Nm}^{-1}, u_{zul} = 2 \text{ cm}, G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Nm}^{-2},$

# Theorieaufgaben

1. Ist der Elastizitätsmodul  $E$  kleiner, größer oder gleich dem Schubmodul  $G$ ?

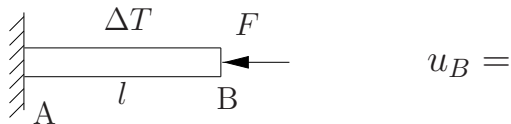
$E < G$

$E > G$

$E = G$

2. Auf einen Stab mit den elastischen Moduln  $E, G$ , dem linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten  $\alpha$ , dem Querschnittsfläche  $A$  und der Anfangslänge  $l$  wirkt eine Kraft  $F$ , gleichzeitig wird der Stab um die Temperatur  $\Delta T$  erwärmt.

Wie groß ist die Verschiebung des Punktes  $B$ ?

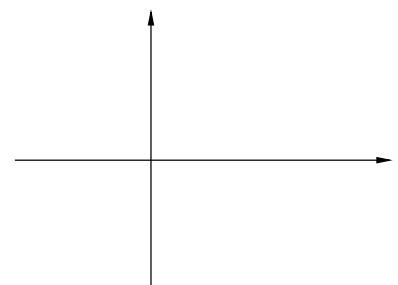


3. Skizzieren Sie bitte den Mohrschen Spannungskreis für einen einachsigen Normalspannungszustand mit  $\sigma_x > 0$ !

Wie groß sind die Hauptspannungen?

$\sigma_{\text{I}} =$

$\sigma_{\text{II}} =$



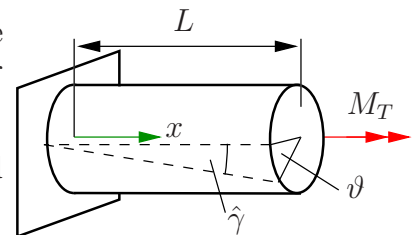
Wie groß ist die maximale Tangentialspannung  $\max \tau$  und unter welchem Winkel  $\beta$  tritt sie auf? (Bitte in Skizze eintragen!)

$\max \tau =$

$\beta =$

4. Eine Welle (Länge  $L$ , Durchmesser  $D$ ) wird durch eine äußere Belastung tordiert.  $\vartheta(x)$  sei der Verdrehwinkel gegenüber der unverformten Lage.

Wie groß ist der Gleitwinkel (Schubwinkel)  $\hat{\gamma}$  am Außenrand der Welle in Abhängigkeit vom Verdrehwinkel  $\vartheta(x)$ ?



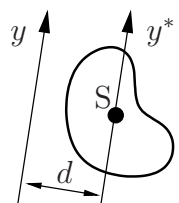
Geg.:  $L, D, \vartheta(x)$

$\hat{\gamma}(x) =$

5. Für ein gegebenes  $x$ - $y$ -Koordinatensystem sind die Flächenmomente zweiter Ordnung wie folgt gegeben:  $I_y = 100 \text{ mm}^4, I_z = 50 \text{ mm}^4, I_{yz} = -50 \text{ mm}^4$ . Handelt es sich um ein Hauptachsensystem?

ja     nein    Begründung:

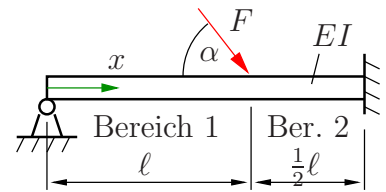
6. Von dem skizzierten Querschnitt seien die Querschnittsfläche  $A$  und das Flächenträgheitsmoment  $I_y$  bezüglich der  $y$ -Achse bekannt. Die  $y^*$ -Achse verläuft durch den Schwerpunkt  $S$  der Querschnittsfläche. Die beiden Achsen liegen in einem Abstand  $d$  parallel zueinander. Geben Sie das Flächenträgheitsmoment  $I_{y^*}$  bezüglich der  $y^*$ -Achse an!



Geg.:  $A, d, I_y$

$I_{y^*} =$

7. Geben Sie alle Übergangsbedingungen an der Kräfteinleitungsstelle ( $x = \ell$ ) an, die für die Berechnung der Durchbiegung mit der Biegeliniendifferentialgleichung erforderlich sind.



8. Unter welchen vereinfachenden Annahmen werden die Schnittlastendifferentialgleichungen nach Theorie 2. Ordnung für die ebene Biegung hergeleitet?
9. Nach **Leonhard Euler**, der das Knicken elastischer Stäbe als erster behandelt hat, sind 4 Sonderfälle für das Knicken des elastischen Stabes mit mittig wirkender Druckkraft und speziellen Randbedingungen benannt. Zeichnen Sie die 4 Stäbe mit ihrer Lagerung.