

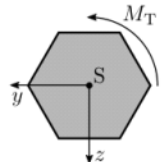
## 2. Kurzfragentest – Statik und elementare Festigkeitslehre WiSe 2019/2020

Name, Vorname:

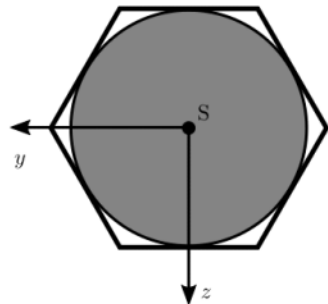
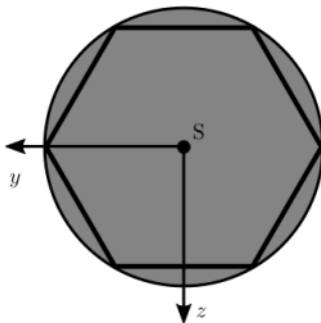
Matr.-Nr.:

**Hinweis:** Tragen Sie Ihre Antworten ausschließlich in die dafür vorgesehenen Kästen ein.

1. Das dargestellte hexagonale Profil wird mit einem Torsionsmoment  $M_T$  belastet. Zur Abschätzung der vorliegenden Spannung soll ein kreisförmiges Ersatzprofil ausgewählt werden. Die Auswahl soll so erfolgen, sodass die maximale Schubspannung des Ersatzprofils,  $\tau_{\max}$ , größer als die im hexagonalen Profil vorliegende Schubspannung ist. Für das Ersatzprofil ist die Formel  $\tau_{\max} = M_T/W_{T,\text{Ersatz}}$  zu verwenden. Kreuzen Sie an, welches der dargestellten Ersatzprofile zu verwenden ist? (1 Punkt)



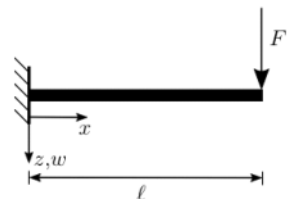
Antwort



2. Es werden zwei geometrisch identische Balken betrachtet. Der eine Balken besteht aus Stahl und besitzt einen Elastizitätsmodul von  $E_{\text{Stahl}} = 200 \text{ GPa}$ . Der andere Balken besteht aus Holz und besitzt einen Elastizitätsmodul von  $E_{\text{Holz}} = 10 \text{ GPa}$ . Beide Balken werden wie dargestellt identisch belastet.

Wie groß ist das Verhältnis der Durchbiegung des Stahlbalkens zu der Durchbiegung des Holzbalkens am Balkenende bei  $x = \ell$ ? (1 Punkt)

Geg.:  $E_{\text{Stahl}} = 200 \text{ GPa}$ ,  $E_{\text{Holz}} = 10 \text{ GPa}$ .

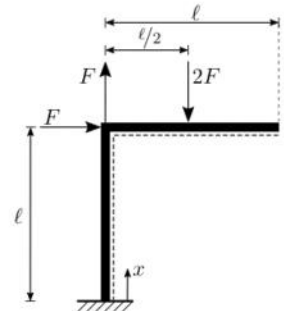


Antwort

$$\frac{w_{\text{Stahl}}(x = \ell)}{w_{\text{Holz}}(x = \ell)} = \frac{E_{\text{Holz}}}{E_{\text{Stahl}}} = \frac{1}{20}$$

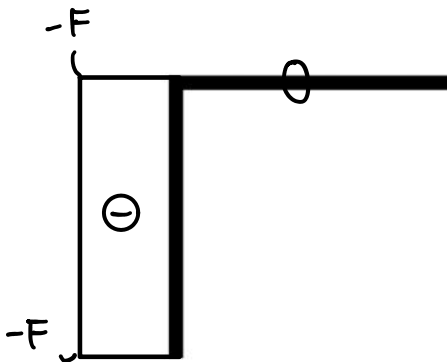
3. Skizzieren für den dargestellten geknickten Träger die Verläufe der Normalkraft  $N(x)$ , der Querkraft  $Q(x)$  und des Biegemoments  $M(x)$ . Kennzeichnen Sie die Vorzeichen der Schnittgrößen eindeutig und geben Sie markante Punkte an. (3 Punkte)

Geg.:  $F$ ,  $\ell$ .

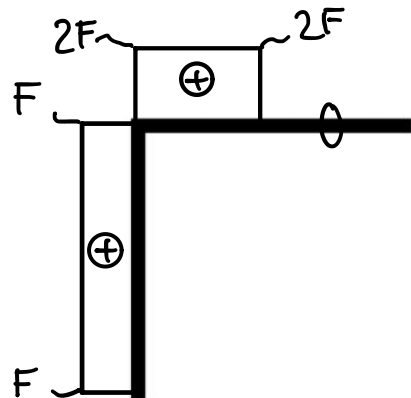


Antwort

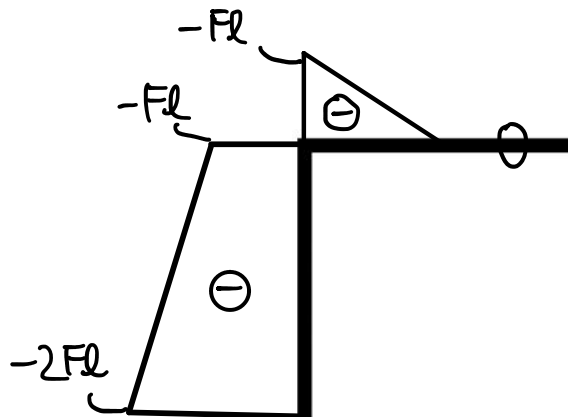
Normalkraft  $N(x)$ :



Querkraft  $Q(x)$ :



Biegemoment  $M(x)$ :

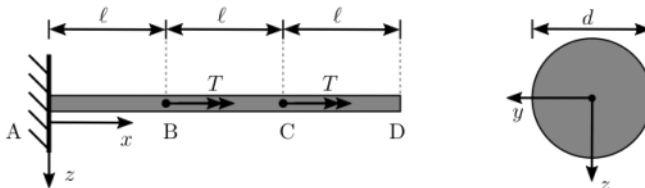


4. Die dargestellte Getriebewelle wird an den Punkten B und C durch Zahnräder mit einem Torsionsmoment  $T$  belastet. Die Welle besitzt ein kreisförmiges Profil und ist im Punkt A fest eingespannt.

Bestimmen Sie die betragsmäßig größte Schubspannung  $\tau_{\max}$  im Punkt A.

(1 Punkt)

Geg.:  $T$ ,  $d$ ,  $\ell$ .



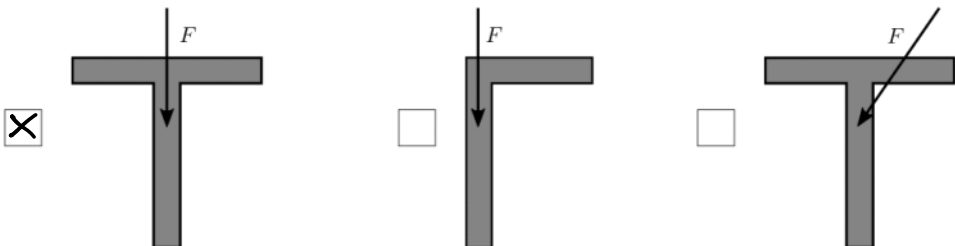
Antwort

$$|\tau_{\max}(x=0)| = \frac{2T}{\frac{\pi}{2} \left(\frac{d}{2}\right)^4} \frac{d}{2} = \underline{\underline{\frac{32T}{\pi d^3}}}$$

5. Für welche der Profile wirkt die Belastung in Richtung einer Hauptträgheitsachse? Kreuzen Sie alle entsprechenden Fälle an.

(1 Punkt)

Antwort



6. Geben Sie die Maßeinheiten der unten aufgeführten Größen **ausschließlich** in den Einheiten 1, N, kg, m, s und K an:

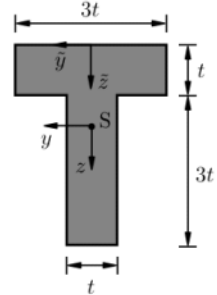
(1 Punkt)

Antwort

$$\alpha \Delta T: \underline{1} \quad G I_p: \underline{Nm^2 = kg m^3 s^{-2}}$$

$$E I_{yy}: \underline{Nm^2 = kg m^3 s^{-2}} \quad \varepsilon: \underline{1}$$

7. Für das dargestellte Profil wurde die Koordinate des Flächenschwerpunktes mit dem Tabellenverfahren zu  $\bar{z}_S = \frac{3}{2}t$  bestimmt. Außerdem gilt für das Flächenträgheitsmoment  $I_{yy} = \frac{17}{2}t^4$ . Es soll die Schubspannung an der Stelle  $z = 0$  untersucht werden.



- a) Geben Sie das statische Moment erster Ordnung an der Stelle  $z = 0$  an. (1 Punkt)

- b) Geben Sie den Betrag der Schubspannung an der Stelle  $z = 0$  an. Nehmen Sie für die Querkraft  $Q = F$  an. (1 Punkt)

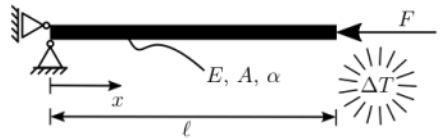
Geg.:  $F, t, \bar{z}_S = \frac{3}{2}t, I_{yy} = \frac{17}{2}t^4$ .

#### Antwort

$$a) S_y^*(z=0) = \frac{t^2}{2} \left( \frac{t}{4} \right) + 3t^2 (t) = \underline{\underline{\frac{25}{8}t^3}}$$

$$b) |\tau(z=0)| = \frac{F \frac{25}{8}t^3}{\frac{17}{2}t^4 t} = \frac{50}{136} \frac{F}{t^2} = \frac{25}{68} \frac{F}{t^2}$$

8. Gegeben ist der dargestellte axial belastete Stab. Die Temperatur des Stabs ändert sich um  $\Delta T$ .



- a) Berechnen Sie die Spannung in dem Stab. Kreuzen Sie an, ob es sich um eine Zug- oder Druckspannung handelt. (1 Punkt)

- b) Berechnen Sie die Längenänderung des Stabes in Folge der Belastung und Temperaturänderung. (1 Punkt)

Geg.:  $\alpha, F, E, A, \ell, \Delta T$ .

#### Antwort

$$a) \sigma = - \frac{F}{A} \quad \square \text{ Zug} \quad \boxed{\times} \text{ Druck}$$

$$b) \Delta \ell = - \frac{F \ell}{EA} + \ell \alpha \Delta T$$

9. Welche der folgenden Annahmen treffen zu, wenn die Biegeliniendifferentialgleichung zweiter Ordnung, d. h.  $w''(x) = -M(x)/(EI_{yy})$ , gilt? Kreuzen Sie die richtigen Aussagen an. (1 Punkt)

**Antwort**

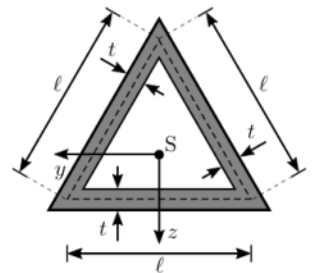
- ☐ Die angreifenden Kräfte und Momente sind infinitesimal klein und deshalb kann das Flächenträgheitsmoment  $I_{yy}$  verwendet werden.
- ☒ Die Abmaße des Querschnitts sind klein gegenüber der Länge des Balkens. Es handelt sich um einen schlanken Balken.
- ☒ Der Balken besteht aus einem homogenen linear elastischen Material und es gilt das HOOKEsche Gesetz.
- ☐ Das betrachtete System ist statisch bestimmt gelagert und der Biegemomentenverlauf ist eine lineare Funktion.

10. Für das dargestellte dünnwandige Profil ist das polare Flächenträgheitsmoment  $I_p$  gesucht. Gemäß der zweiten BREDTSchen Formel gilt

$$I_p = \frac{4A_m}{\oint_{L_m} \frac{1}{t(s)} ds}.$$

Bestimmen Sie das Integral im Nenner der zweiten BREDTSchen Formel. (1 Punkt)

Geg.:  $\ell$ ,  $t$ .

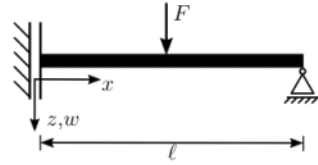


**Antwort**

$$\oint_{L_m} \frac{1}{t(s)} ds = \frac{3\ell}{t}$$

11. Geben Sie für den dargestellten Balken die für die Berechnung der Durchbiegung  $w(x)$  benötigten Randbedingungen am linken und rechten Rand an. (2 Punkte)

Geg.:  $F, \ell$ .



**Antwort**

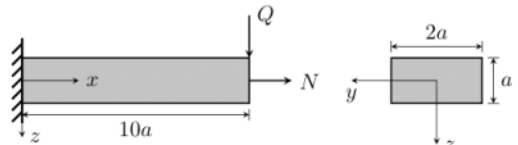
Linker Rand bei  $x = 0$ :

$$w'(x=0) = 0, Q(x=0) = 0 \text{ bzw. } w'''(x=0) = 0$$

Rechter Rand bei  $x = \ell$ :

$$w(x=\ell) = 0, M(x=\ell) = 0 \text{ bzw. } w''(x=\ell) = 0$$

12. Skizzieren Sie für den dargestellten Balken den Verlauf der Normalspannung  $\sigma(z)$  an der Stelle  $x = 0$  für den Fall  $N = 0$  und  $Q = \frac{F}{10}$ . (2 Punkte)



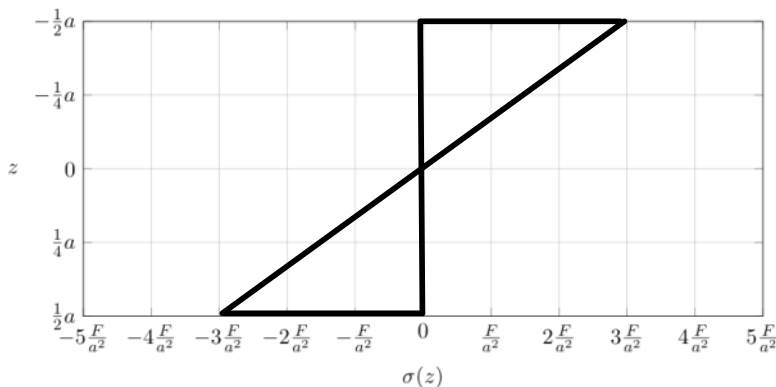
Geben Sie markante Punkte in den Diagrammen an.

Geg.:  $F, a$ .

$$\sigma(z=\frac{a}{2}) = \frac{-Fa}{\frac{1}{6}a^4} \cdot \frac{a}{2}$$

$$I_{yy} = \frac{1}{6}a^4$$

**Antwort**



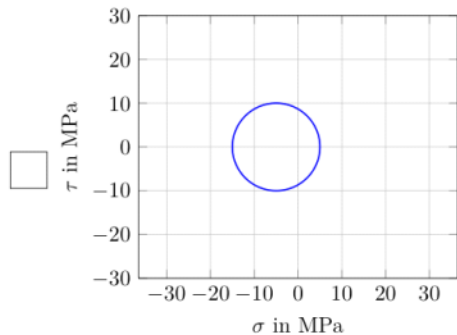
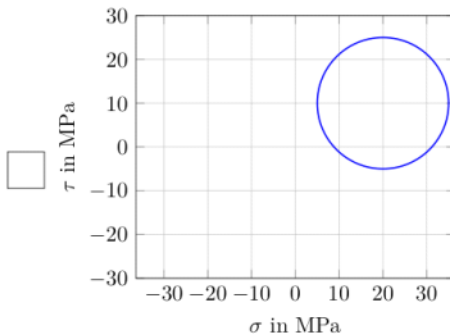
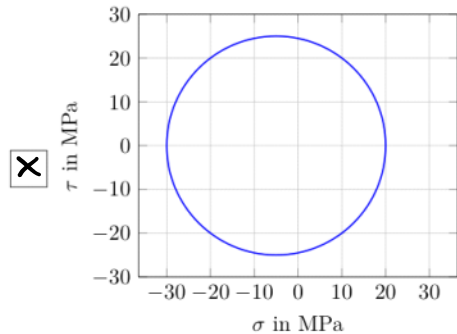
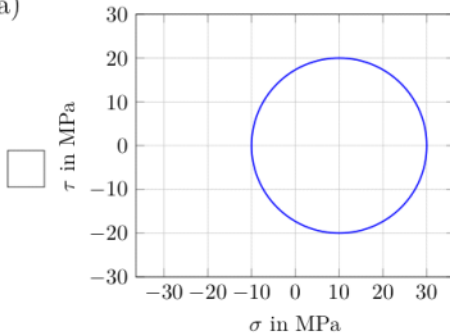
13. In einem Material wurde folgender Spannungszustand bestimmt:  $\sigma_{xx} = 10 \text{ MPa}$ ,  $\sigma_{yy} = -20 \text{ MPa}$ ,  $\tau_{xy} = 20 \text{ MPa}$ .

a) Kreuzen Sie den zugehörigen MOHRschen Spannungskreis im Antwortkasten an. (1 Punkt)

b) Geben Sie den Betrag der zugehörigen maximalen Schubspannung  $\tau_{\max}$  an. (1 Punkt)

Antwort

a)



b)  $|\tau_{\max}| = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sqrt{15^2 + 20^2} \text{ MPa} = 25 \text{ MPa}$