

Bitte deutlich schreiben!

Name, Vorname:

Matr.-Nr.:

Studiengang:

☐ Studienbegleitende Prüfung

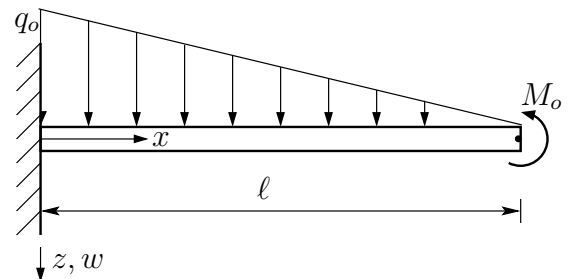
☐ Übungsscheinklausur

|          |  |
|----------|--|
| 1        |  |
| 2        |  |
| 3        |  |
| $\Sigma$ |  |
| T        |  |

**1**

**(12 Punkte)**

Der skizzierte, homogene, schubstarre Balken (Biegesteifigkeit  $EI$ ) der Länge  $\ell$  ist an seinem linken Ende fest eingespannt. Er wird sowohl durch eine lineare Streckenlast  $q(x)$  als auch durch ein eingepprägtes Moment  $M_o$  an seinem rechten Ende beansprucht.



- (a) **(2 Punkte)** Bestimmen Sie mittels Integration der Biegeliniendifferentialgleichung 4.Ordnung

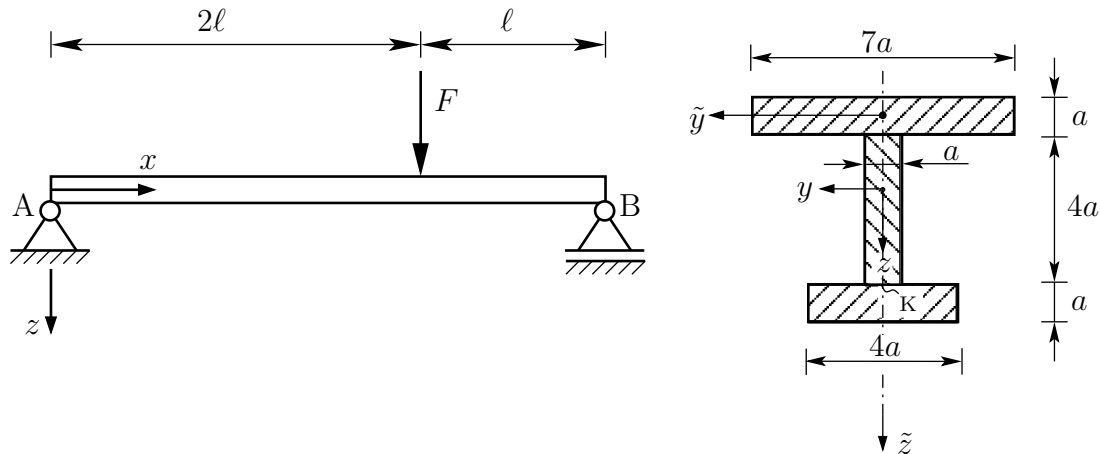
$$EIw^{IV}(x) = q(x)$$

deren allgemeine Lösung.

- (b) **(2 Punkte)** Stellen Sie die zur Berechnung der Integrationskonstanten notwendigen Randbedingungen auf.
- (c) **(3 Punkte)** Berechnen Sie mittels Auswertung dieser Randbedingungen die Integrationskonstanten!
- (d) **(2 Punkte)** Geben Sie die Absenkung des Balkens an der Stelle  $x = \ell$  an.
- (e) **(1 Punkt)** Wie groß ist die Querkraft  $Q(x)$  im Balken?
- (f) **(2 Punkte)** Wie groß muß das eingepprägte Moment  $M_o$  gewählt werden, damit der Neigungswinkel an der Stelle  $x = \ell$  verschwindet?

Gegeben:  $\ell$ ,  $q_o$ ,  $M_o$ ,  $EI$

Der beidseitig gelenkig gelagerte Balken mit einfach symmetrischem Querschnitt ist wie skizziert durch eine Einzelkraft  $F$  belastet. Ober- und Untergurt des Trägers sind mit dem Steg verklebt.

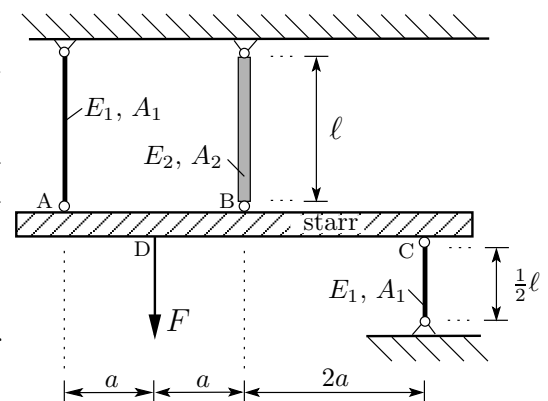


- (3 Punkte) Bestimmen Sie die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B. Ziehen Sie zudem die Querkraft- und Momentenfläche auf. Werte für die markanten Punkte sind anzugeben.
- (5 Punkte) Berechnen Sie das Flächenträgheitsmoment  $I_{yy}$  mit Hilfe des **erweiterten Tabellenverfahrens**! Nutzen Sie als Grundlage ihrer Berechnung das  $\tilde{y}, \tilde{z}$ -Koordinatensystem, dessen Ursprung im Flächenschwerpunkt der Querschnittsfläche des Obergurtes liegt!  
Anmerkung: Das Schwerachsensystem ist durch die Koordinaten  $y$  und  $z$  gekennzeichnet!
- (3 Punkte) Berechnen Sie die Schubspannungen  $\tau$  an der Klebestelle K zwischen Steg und Untergurt im Bereich  $2\ell \leq x \leq 3\ell$ .
- (4 Punkte) Geben Sie für die Ober- und Unterkante des Trägers die Widerstandsmomente  $W_{y,o}$  und  $W_{y,u}$  an und ermitteln Sie die betragsmäßig größten Zug- und Druckspannungen.

Gegeben:  $a, \ell, F$

Ein starrer Träger ist über drei linear elastische Stäbe an die Umgebung gekoppelt. Während die beiden äußeren Stäbe den Elastizitätsmodul  $E_1$  und die Querschnittsfläche  $A_1$  haben, ist der mittlere Stab aus einem anderen Material gefertigt (Elastizitätsmodul  $E_2$ ) und besitzt die Querschnittsfläche  $A_2$ . Der starre, horizontale Träger wird im Punkt D durch eine vertikale Einzelkraft  $F$  belastet.

- (2 Punkte) Schneiden Sie den starren Träger frei und stellen Sie die Gleichgewichtsbedingungen auf.
- (2 Punkte) Geben Sie die Materialgesetze für die einzelnen Stäbe an.
- (2 Punkte) Stellen Sie zwischen den Längenänderungen der Stäbe eine geometrische Verträglichkeitsbedingung auf (**Strahlensatz**!).
- (3 Punkte) Berechnen Sie die Stabkräfte.
- (2 Punkte) Welche Längenänderung  $\Delta\ell_2$  erfährt der mittlere Stab?
- (2 Punkte) Bestimmen Sie die Verschiebung des Punktes D.



Gegeben:  $a, \ell, A_1, A_2, E_1, E_2, F$

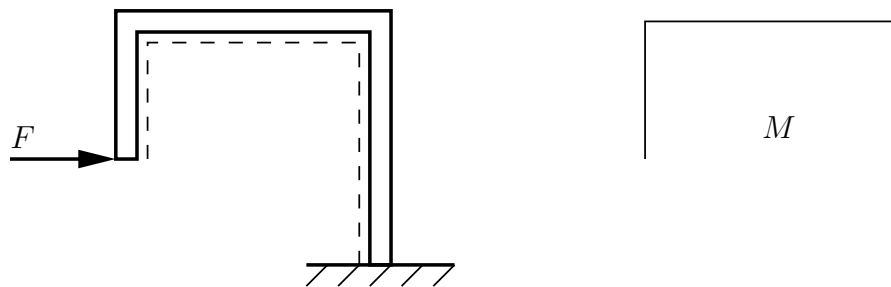
# Kurzfragen

---

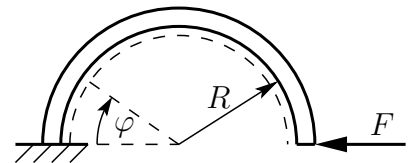
1. (2 Punkte) Geben Sie die Maßeinheiten folgender Größen in den Einheiten 1,  $N$  und  $m$  bzw. Vielfachen davon an.

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Polares Flächenträgheitsmoment $I_p$ |  |
| Torsionsmoment $M_T$                 |  |
| Schubspannung $\tau$                 |  |
| Gleitwinkel $\gamma$                 |  |

2. (1 Punkt) Ein Rahmentragwerk ist wie skizziert durch eine horizontale Einzelkraft  $F$  belastet. Ziehen Sie die Momentenfläche  $M$  über den Rahmen **qualitativ** auf. Vorzeichen sind anzugeben. Orientieren Sie sich dazu an der strichlierten Linie!



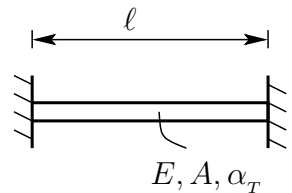
3. (2 Punkte) Der skizzierte Kreisbogenträger ist an einem Ende fest eingespannt und wird an seinem anderen Ende durch eine horizontale Einzelkraft  $F$  beansprucht. Wie groß sind Normalkraft und Schnittmoment bei einem Winkel  $\varphi = 30^\circ$ ? Gegeben:  $R$ ,  $F$ ,  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ ,  $\cos 30^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}$



$$N(\varphi = 30^\circ) =$$

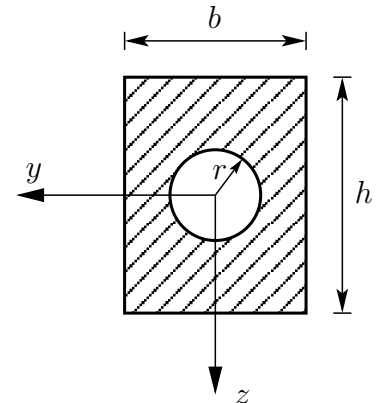
$$M(\varphi = 30^\circ) =$$

4. (1 Punkt) Ein Stab der Länge  $\ell$  und Querschnittsfläche  $A$ , welcher zunächst ohne Vorspannung zwischen zwei starren Wänden gelagert ist, wird anschließend gleichförmig um  $\Delta T$  erwärmt. Wie groß sind die Spannungen in dem Stab? Gegeben:  $E$ ,  $A$ ,  $\alpha_T$ ,  $\ell$ ,  $\Delta T$



$$\sigma =$$

5. (1 Punkt) Der skizzierte symmetrische Querschnitt besteht aus einem Rechteck mit kreisförmigem Ausschnitt in der Rechteckmitte. Geben Sie das axiale Flächenträgheitsmoment bezüglich der Schwerachse  $z$  an! Gegeben:  $b$ ,  $h$ ,  $r$



$$I_{zz} =$$

Hinweis: Für einen Kreis vom Radius  $r$  beträgt das Flächenträgheitsmoment bezüglich der  $z$ -Achse  $I_{zz}^{Kreis} = \frac{\pi}{4} r^4$ .

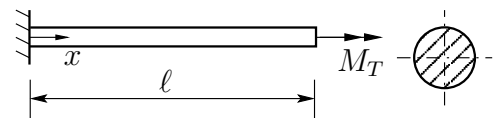
6. (1 Punkt) Kreuzen Sie die für Stahl typischen Materialkennwerte an!

Elastizitätsmodul  $E$       ☐ 20 GPa      ☐ 200 GPa      ☐ 2000 GPa

Querkontraktionszahl  $\nu$       ☐ 3      ☐ -0,3      ☐ 0,3

Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_T$       ☐  $12 \cdot 10^{-3} \frac{1}{K}$       ☐  $1,2 \cdot 10^{-5} \frac{1}{K}$       ☐  $1,2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{K}$

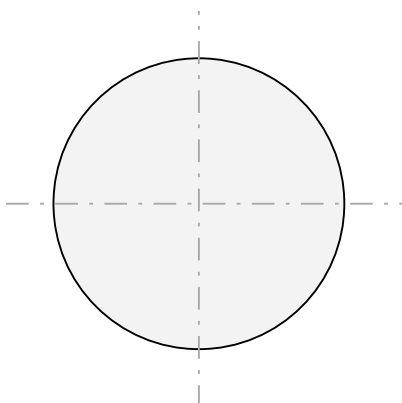
7. (2 Punkte) Der skizzierte Träger mit kreisförmigen Querschnitt ist an seinem rechten Ende durch ein Torsionsmoment  $M_T$  belastet. Gegeben:  $M_T$ ,  $\ell$ ,  $I_P$ ,  $G$



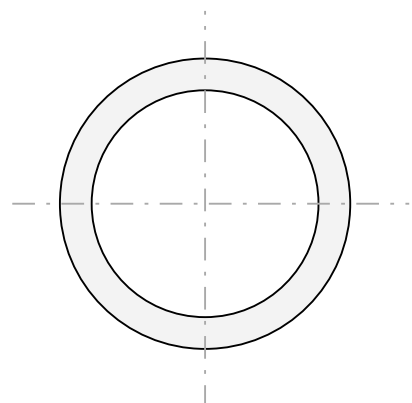
- (a) Wie groß ist der Verdrehwinkel  $\varphi$  an der Stelle  $x = \ell$ ?

$$\varphi(x = \ell) =$$

- (b) Skizzieren Sie qualitativ den Verlauf der Schubspannungen  $\tau$  über den Kreisquerschnitt. Geben Sie zudem den Verlauf der Schubspannungen im Falle eines dünnwandigen Rohrquerschnitts an, wenn die Theorie dünnwandiger Hohlprofile vorausgesetzt wird.



Vollkreisquerschnitt



Dünnwandiger Rohrquerschnitt