

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Vorname: \_\_\_\_\_

Nachname: \_\_\_\_\_

Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

# Klausur WS20/21 - Fragebogen

## Hinweis zur Bearbeitung:

Bitte füllen Sie die Klausur durch das Auswählen der korrekten Lösung für jede Teilaufgabe direkt in der pdf-Datei aus. Beim *Anklicken* des Kästchens erscheint eine Markierung für die gewählte Antwort, die durch ein zweites Anklicken wieder entfernt werden kann. Beachten Sie, dass in jeder Teilaufgabe genau **eine** Antwortmöglichkeit korrekt ist. Sollten Sie für eine Teilaufgabe mehr als eine Antwortmöglichkeit als korrekt markieren, wird diese Teilaufgabe mit 0 Punkten bewertet.

Bitte sehen Sie davon ab, weitere Eintragungen in der pdf-Datei zu machen (Kommentare, Markierungen etc.). Diese werden bei der Bewertung der Klausur *nicht* berücksichtigt.

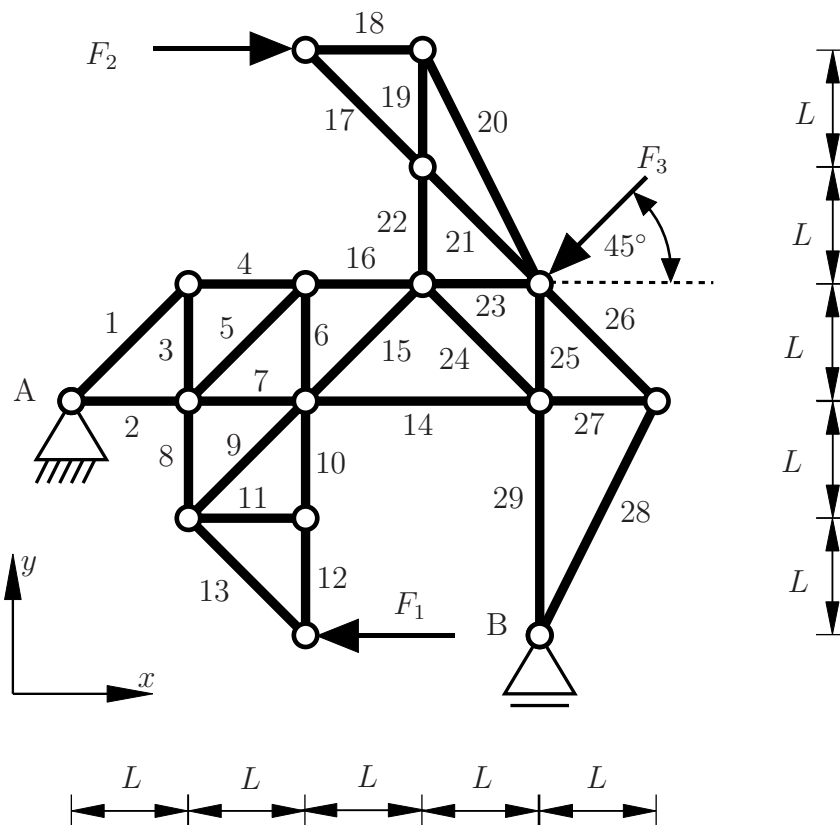
Für die Einsendung der bearbeiteten Klausur müssen Sie die pdf-Datei mit den von Ihnen gemachten Änderungen (Auswahl der Antworten) abspeichern. Stellen Sie sicher dass Sie bei der Bearbeitung regelmäßig zwischenspeichern, und kontrollieren Sie vor Abgabe, dass Ihre Markierungen in der neu erzeugten Datei angezeigt werden.

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

**Aufgabe 1 - Fachwerk (Seite 1 von 3)**

**(10,0 Punkte)**

Das dargestellte Fachwerk ist in den Punkten A und B gelagert und wird durch drei Einzelkräfte belastet. Die Werte der Einzelkräfte sind mit  $F_1 = F$ ,  $F_2 = 1,5F$  und  $F_3 = \sqrt{2}F$  gegeben.



Beurteilen Sie anhand der gängigen Kriterien, welche der Stäbe offensichtlich als Nullstäbe identifiziert werden können.

**1.1 Ist Stab 1 ein Nullstab? (0,25 Punkte)**

|    Nein    |

**1.2 Ist Stab 11 ein Nullstab? (0,25 Punkte)**

|    Ja    |

**1.3 Ist Stab 13 ein Nullstab? (0,25 Punkte)**

|    Nein    |

**Aufgabe 1 - Fachwerk (Seite 2 von 3)**

1.4 Ist Stab 17 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

| Ja |

1.5 Ist Stab 20 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

| Nein |

1.6 Ist Stab 29 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

| Nein |

1.7 Ist Stab 28 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

| Ja |

1.8 Ist Stab 26 ein Nullstab? (0,25 Punkte)

| Ja |

---

Es sollen nun die Auflagerreaktionen bezüglich des vorgegebenen  $x$ - $y$ -Koordinatensystems bestimmt werden, wobei diese in positive  $x$ - $y$ -Richtung anzusetzen sind.

1.9 Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion  $A_x$  an. (1,5 Punkte)

|  $A_x = \frac{1}{2} F$  |

1.10 Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion  $A_y$  an. (1,5 Punkte)

|  $A_y = -\frac{11}{8} F$  |

**Aufgabe 1** - Fachwerk (Seite 3 von 3)

**1.11** Geben Sie den Wert der Auflagerreaktion  $B_y$  an. **(1,0 Punkte)**

$$\left| \quad B_y = \frac{19}{8} F \quad \right|$$

---

Im Folgenden seien die Beträge der Einzelkräfte verändert zu  $F_1 = F$ ,  $F_2 = 2F$  und  $F_3 = \sqrt{2}F$ .

Daraus ergeben sich die Lagerkräfte  $A_x = 0F$ ,  $A_y = -\frac{7}{4}F$  und  $B_y = \frac{11}{4}F$ . Es sollen nun die Stabkräfte ausgewählter Stäbe bestimmt werden. Dabei ist die Konvention positiver Zugkräfte zu berücksichtigen.

**1.12** Geben Sie den Wert der Stabkraft  $S_{14}$  an. **(1,5 Punkte)**

$$\left| \quad S_{14} = -\frac{9}{4} F \quad \right|$$

**1.13** Geben Sie den Wert der Stabkraft  $S_{15}$  an. **(1,5 Punkte)**

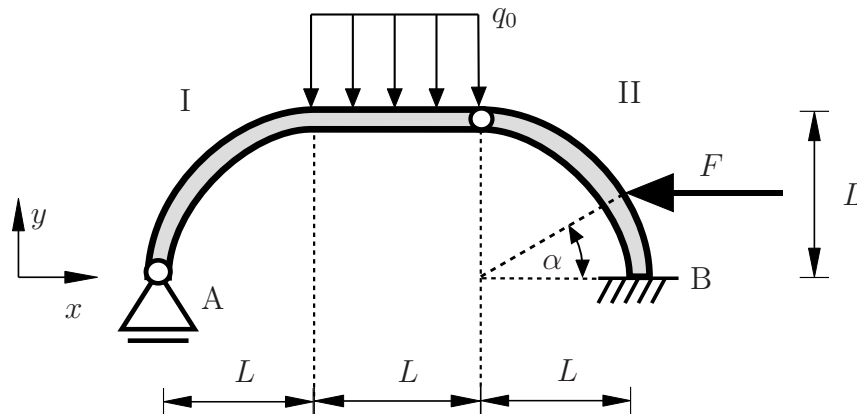
$$\left| \quad S_{15} = \frac{7}{2\sqrt{2}} F \quad \right|$$

**1.14** Geben Sie den Wert der Stabkraft  $S_{16}$  an. **(1,0 Punkte)**

$$\left| \quad S_{16} = \frac{3}{2} F \quad \right|$$

**Aufgabe 2** - Schnittgrößen (Seite 1 von 4)**(10,0 Punkte)**

Im gezeigten System sind ein Rahmen (Teilsystem I) und ein viertelkreisförmiger Balken (Teilsystem II) in den Punkten A und B wie dargestellt gelagert.



Bestimmen Sie die Lagerreaktionen bezogen auf die positiven Koordinatenrichtungen im  $x$ - $y$ -Koordinatensystem. Benutzen Sie dafür die Zusammenhänge  $F = q_0 L$  und  $\alpha = 30^\circ$ .

**2.1** Bestimmen Sie den Wert der Auflagerkraft  $A_y$ . **(1,0 Punkte)**

$$\left| \quad A_y = \frac{1}{4} q_0 L \quad \right|$$

**2.2** Bestimmen Sie den Wert der Auflagerkraft  $B_y$ . **(1,0 Punkte)**

$$\left| \quad B_y = \frac{3}{4} q_0 L \quad \right|$$

**2.3** Bestimmen Sie den Wert des Auflagermoments  $M_B$ . **(1,0 Punkte)**

$$\left| \quad M_B = -\frac{5}{4} q_0 L^2 \quad \right|$$

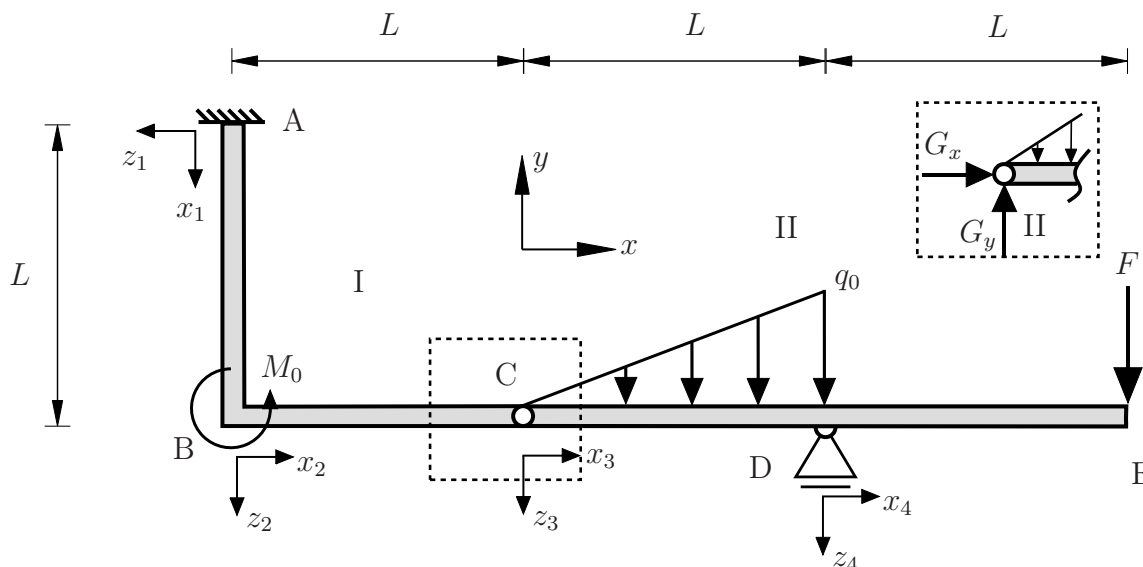
**Aufgabe 2** - Schnittgrößen (Seite 2 von 4)

Im Folgenden wird das unten abgebildete System betrachtet, welches aus zwei Teilsystemen I und II besteht. Im Punkt A befindet sich eine feste Einspannung und im Punkt B ( $x_2 = 0$ ) greift ein Moment  $M_0 = q_0 L^2$  an. Im Punkt D befindet sich ein Auflager und am rechten Ende greift die Kraft  $F = q_0 L$  an.

Die Auflagerreaktionen bezogen auf die durch das  $x$ - $y$ -Koordinatensystem als positiv definierten Richtungen sind gegeben als

$$A_x = 0 \qquad A_y = -\frac{5}{6} q_0 L \qquad M_A = -\frac{11}{6} q_0 L^2 \qquad D_y = \frac{7}{3} q_0 L$$

Die Gelenkkräfte in **Teilsystem II** sind mit  $G_x = 0$  und  $G_y = -\frac{5}{6} q_0 L$  gegeben.



**2.4** Geben Sie den Verlauf des Biegemomentes  $M_4(x_4)$  im Bereich  $0 \leq x_4 \leq L$  an. **(1,5 Punkte)**

$$\left| \qquad M_4(x_4) = q_0 L (x_4 - L) \qquad \right|$$

**Aufgabe 2** - Schnittgrößen (Seite 3 von 4)

**2.5** Geben Sie die Übergangsbedingungen im Punkt B an. **(2,0 Punkte)**

$$\left| \begin{array}{l} N(x_1 = L) = Q(x_2 = 0) \\ Q(x_1 = L) = -N(x_2 = 0) \\ M(x_1 = L) = M(x_2 = 0) + q_0 L^2 \end{array} \right|$$

**2.6** Geben Sie den Wert des Biegemomentes  $M_3(x_3 = 0)$  im Punkt C an. **(1,0 Punkte)**

$$\left| M_3(x_3 = 0) = 0 \right|$$

**2.7** Geben Sie den Verlauf des Biegemomentes  $M_3(x_3)$  für  $0 \leq x_3 \leq L$  an. **(1,5 Punkte)**

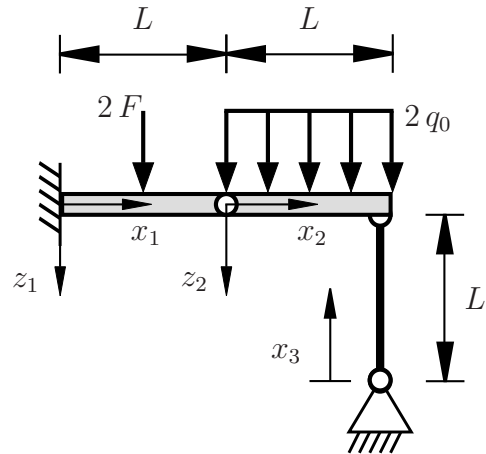
$$\left| M_3(x_3) = q_0 \left( -\frac{x_3^3}{6L} - \frac{5x_3 L}{6} \right) \right|$$

**2.8** Geben Sie den Verlauf der Querkraft  $Q_3(x_3)$  für  $0 < x_3 < L$  an. **(1,0 Punkte)**

$$\left| Q_3(x_3) = q_0 \left( -\frac{x_3^2}{2L} - \frac{5L}{6} \right) \right|$$

**Aufgabe 3** - Biegelinie und Flächenträgheitsmoment (Seite 1 von 3) (10,0 Punkte)

Das nebenstehende System wird durch eine Einzelkraft  $2F$  und eine konstante Streckenlast  $2q_0$  belastet. Beide Balken weisen die Biegesteifigkeit  $EI$  und die Pendelstütze die Dehnsteifigkeit  $EA$  auf. Die Abmessungen sowie die lokalen Koordinatensysteme sind der Abbildung zu entnehmen.  $w_1(x_1)$  und  $w_2(x_2)$  bezeichnen die Funktionen der Biegelinie und  $u_3(x_3)$  sei die Verschiebungsfunktion der Pendelstütze.



- 3.1** Welche der nachfolgenden kinematischen Randbedingungen an die Funktion der Biegelinie  $w_1$  an der Stelle  $x_1=0$  sind vollständig und korrekt? (0,5 Punkte)

$$\left| \quad w_1(x_1 = 0) = 0 \text{ und } w_1'(x_1 = 0) = 0 \quad \right|$$

- 3.2** Welche der nachfolgenden kinematischen Rand-/Übergangsbedingungen am Gelenk ( $x_1=L, x_2=0$ ) sind vollständig und korrekt? (0,5 Punkte)

$$\left| \quad w_1(x_1 = L) = w_2(x_2 = 0) \quad \right|$$

- 3.3** Welche der nachfolgenden kinematischen Rand-/Übergangsbedingungen an die Funktion der Biegelinie  $w_2$  an der Stelle  $x_2 = L$  sind vollständig und korrekt? (1,0 Punkte)

$$\left| \quad w_2(x_2 = L) = -u_3(x_3 = L) \quad \right|$$

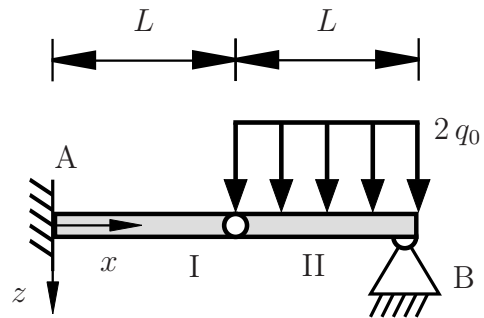


**Aufgabe 3** - Biegelinie und Flächenträgheitsmoment (Seite 2 von 3)

Für das nebenstehende System sind die Auflagerreaktionen entsprechend der positiven Koordinatenrichtungen durch

$$M^{(A)} = q_0 L^2, \quad A_z = B_z = -q_0 L$$

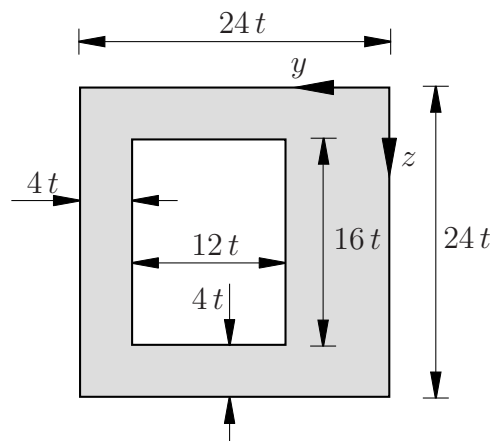
vorgegeben. Die Balken weisen die Biegesteifigkeit  $EI$  auf.



**3.4** Bestimmen Sie die Biegelinie  $w_1(x)$  im Bereich I ( $0 \leq x \leq L$ ). **(4,0 Punkte)**

$$\left| w_1(x) = \frac{1}{EI} \left( -\frac{q_0 L}{6} x^3 + \frac{q_0 L^2}{2} x^2 \right) \right|$$

Das dargestellte Profil ergibt sich aus einem Quadrat mit Seitenlänge  $24t$  und einer exzentrischen Aussparung mit der Breite  $12t$  und der Höhe  $16t$ . Die übrigen Maße sind der Zeichnung zu entnehmen.



**3.5** Bestimmen Sie die Schwerpunktskoordinate  $z_s$  bezüglich des dargestellten  $y$ - $z$ -Koordinatensystems. **(0,5 Punkte)**

$$\left| z_s = 12t \right|$$

**3.6** Bestimmen Sie die Schwerpunktskoordinate  $y_s$  bezüglich des dargestellten  $y$ - $z$ -Koordinatensystems. **(1,0 Punkte)**

$$\left| y_s = 11t \right|$$

**3.7** Bestimmen Sie das Flächenträgheitsmoment  $I_z$  bezogen auf die  $z$ -Achse. **(2,5 Punkte)**

$$\left| I_z = 70656 t^4 \right|$$