

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

# Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung SS22 - Fragebogen

Die Aufgaben sind an eine Altklausur angelehnt, können aber stellenweise in Inhalt und Form abweichen.

## **Hinweis zur Bearbeitung:**

Bei der Beantwortung der Fragen ist zu beachten, dass **ausschließlich** das Ankreuzen der dafür vorgesehenen Kästchen auf dem **Antwortbogen** als Antwort gewertet wird. Es ist immer nur **eine** Antwortmöglichkeit richtig. Markierungen von Formeln, Wörtern, Bildern usw. auf dem Fragebogen werden nicht berücksichtigt, sondern nur die zugehörigen Kästchen auf dem Antwortbogen. Beachte Sie auch das gezeigte Beispiel zur Markierung und zur Korrektur auf dem Antwortbogen.

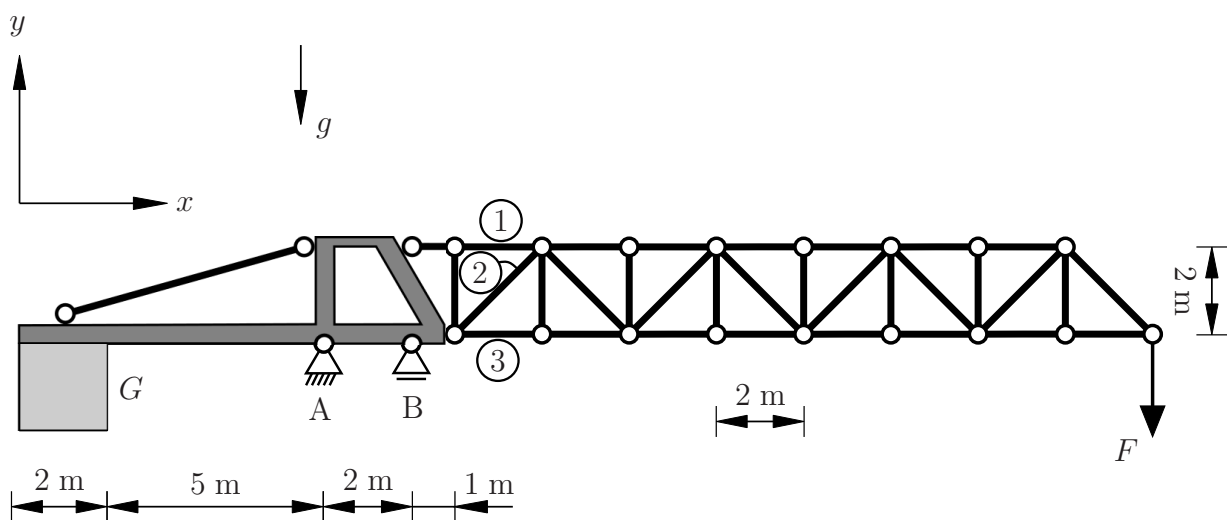
**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

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

(10,0 Punkte)

Dargestellt ist nachfolgend das Modell eines Kranauslegers, an dem ein frei wählbares rechteckiges Gegengewicht (Gewichtskraft  $G$ ) angebracht werden kann.

**Hinweis:** Die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B sind positiv gemäß der vorgegebenen  $x$ - und  $y$ -Koordinatenachsen definiert. Stabkräfte innerhalb des Fachwerks sind nach der üblichen Konvention positiv, falls es sich um Zugkräfte handelt. Die Richtung der Gewichtskraft ist durch die Erdbeschleunigung vorgegeben.



**1.1** Bestimmen Sie den allgemeinen Zusammenhang zwischen der Auflagerreaktion  $A_y$  und den sonstigen Reaktions- und äußeren Kräften über das Kräftegleichgewicht in  $y$ -Richtung. (1,0 Punkte)

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| a) $A_y = F + G + B_y$  | b) $A_y = F + G - B_y$  | c) $A_y = F - G + B_y$  |
| d) $A_y = F - G - B_y$  | e) $A_y = -F + G + B_y$ | f) $A_y = -F + G - B_y$ |
| g) $A_y = -F - G + B_y$ | h) $A_y = -F - G - B_y$ | i) $A_y = 0$            |

**1.2** Welches der nachfolgenden Momentengleichgewichte ist korrekt? (1,0 Punkte)

- |   |   |
|---|---|
| a) $G 6 \text{ m} + B_y 2 \text{ m} - F 19 \text{ m} = 0$ | b) $G 7 \text{ m} + B_y 2 \text{ m} - F 17 \text{ m} = 0$ |
| c) $G 6 \text{ m} + B_y 2 \text{ m} + F 19 \text{ m} = 0$ | d) $G 5 \text{ m} + B_y 2 \text{ m} + F 17 \text{ m} = 0$ |
| e) $G 7 \text{ m} + B_y 3 \text{ m} - F 19 \text{ m} = 0$ | f) $G 7 \text{ m} - B_y 3 \text{ m} + F 19 \text{ m} = 0$ |

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

(10,0 Punkte)

**1.3** Welchen Wert muss  $G$  aufweisen, damit der Betrag der Auflagerreaktion  $B_y$  möglichst klein wird? (1,0 Punkte)

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| a) $G = F$             | b) $G = 2F$            | c) $G = 3F$            |
| d) $G = \frac{19}{5}F$ | e) $G = \frac{19}{6}F$ | f) $G = \frac{19}{7}F$ |
| g) $G = \frac{17}{5}F$ | h) $G = \frac{17}{6}F$ | i) $G = \frac{17}{7}F$ |
- 

**1.4** Wie viele Nullstäbe sind im Fachwerk vorhanden?

(1,0 Punkte)

- |      |      |      |
|------|------|------|
| a) 0 | b) 1 | c) 2 |
| d) 3 | e) 4 | f) 5 |
| g) 6 | h) 7 | i) 8 |
- 

**1.5** Welche Reaktionskraft wirkt in Stab 1?

(1,0 Punkte)

- |                          |                           |                |
|--------------------------|---------------------------|----------------|
| a) $S_1 = 7F$            | b) $S_1 = 8F$             | c) $S_1 = 9F$  |
| d) $S_1 = -7F$           | e) $S_1 = -8F$            | f) $S_1 = -9F$ |
| g) $S_1 = 7 + \sqrt{2}F$ | h) $S_1 = -7 - \sqrt{2}F$ | i) $S_1 = 0$   |

**1.6** Welche Reaktionskraft wirkt in Stab 2?

(1,0 Punkte)

- |                        |                       |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) $S_2 = -F$          | b) $S_2 = F$          | c) $S_2 = -\sqrt{2}F$ |
| d) $S_2 = \sqrt{2}F$   | e) $S_2 = -2F$        | f) $S_2 = 2F$         |
| g) $S_2 = -2\sqrt{2}F$ | h) $S_2 = 2\sqrt{2}F$ | i) $S_2 = 0$          |

**1.7** Welche Reaktionskraft wirkt in Stab 3?

(1,0 Punkte)

- |                 |                |                |
|-----------------|----------------|----------------|
| a) $S_3 = -F$   | b) $S_3 = F$   | c) $S_3 = -6F$ |
| d) $S_3 = 6F$   | e) $S_3 = -7F$ | f) $S_3 = 7F$  |
| g) $S_3 = -14F$ | h) $S_3 = 14F$ | i) $S_3 = 0$   |
-

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

(10,0 Punkte)

Für ein anderes hier nicht näher spezifiziertes Fachwerk wurden als maximal bzw. minimal auftretende Zug- und Druckkraft 625.000 N sowie  $-500.000$  N berechnet. Die zulässige Spannung des verwendeten Materials beträgt  $\sigma_{zul} = \pm 250$  N/mm<sup>2</sup> (also betraglich identisch im Zug- und Druckbereich). Für die Stäbe stehen Ihnen folgende Profile zur Auswahl:

Profil-Nr.	1	2	3	4	5	6
Massendichte $\rho$ in kg/m <sup>3</sup>	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850
Querschnittsfläche $A$ in mm <sup>2</sup>	600	3.200	1.500	3.800	2.000	5.000
Flächenträgheitsmoment $I_y$ in mm <sup>4</sup>	$1,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^6$

**1.8** Welches Profil ist im Sinne der Tragfähigkeit und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit/Ressourcenschonung zu wählen? (1,5 Punkte)

- a) Profil 1                                      b) Profil 2                                      c) Profil 3  
 d) Profil 4                                      e) Profil 5                                      f) Profil 6

Gehen Sie nun davon aus, dass aus der oben gegebenen Liste **Profil 6** ausgewählt wird (unabhängig von der Lösung der vorangegangenen Aufgabe).

**1.9** Welchen Elastizitäts-Modul  $E_{min}$  sollte das verwendete Material mindestens haben, sodass die Längenänderung  $\Delta L$  des maximal belasteten Zugstabes ( $S = 625.000$  N) den Wert 0,9375 mm nicht überschreitet, wenn dieser eine Länge von  $L = 1,5$  m aufweist? (1,5 Punkte)

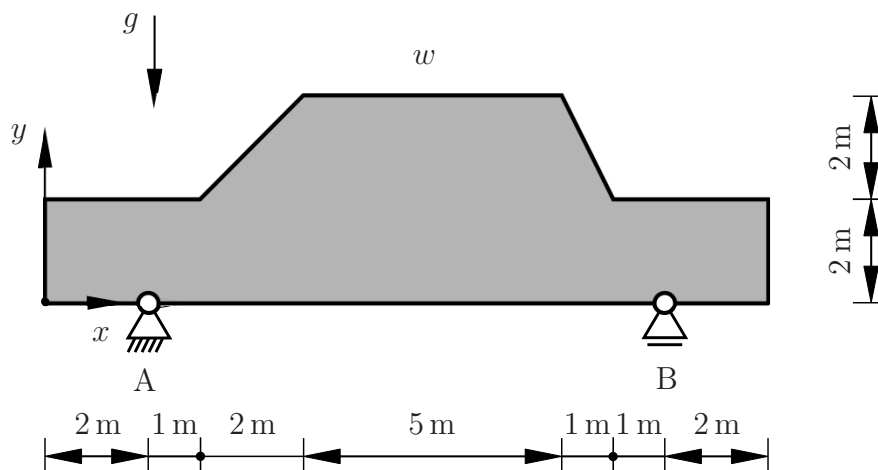
- a)  $E_{min} = 1,9 \frac{N}{mm^2}$                                       b)  $E_{min} = 190 \frac{N}{mm^2}$                                       c)  $E_{min} = 190.000 \frac{N}{mm^2}$   
 d)  $E_{min} = 2,0 \frac{N}{mm^2}$                                       e)  $E_{min} = 200 \frac{N}{mm^2}$                                       f)  $E_{min} = 200.000 \frac{N}{mm^2}$   
 g)  $E_{min} = 2,1 \frac{N}{mm^2}$                                       h)  $E_{min} = 210 \frac{N}{mm^2}$                                       i)  $E_{min} = 210.000 \frac{N}{mm^2}$

**Aufgabe 2** - Schwerpunkt und Reibung (Seite 1 von 3)

(10,0 Punkte)

Der nachfolgend dargestellte Körper der Masse  $w$  lagert in den Punkten A und B.

**Hinweis:** Die Auflagerreaktionen in den Punkten A und B sind positiv gemäß der vorgegebenen  $x$ - und  $y$ -Koordinatenachsen definiert.



**2.1** Welcher Wert für die  $x$ -Koordinate des Massenschwerpunktes S dieses Körpers ist korrekt (auf 2 Nachkommastellen gerundet)? (2,5 Punkte)

- |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| a) $x_S = 6,07$ m | b) $x_S = 6,55$ m | c) $x_S = 6,72$ m |
| d) $x_S = 7,07$ m | e) $x_S = 7,55$ m | f) $x_S = 7,82$ m |
| g) $x_S = 8,07$ m | h) $x_S = 8,55$ m | i) $x_S = 8,62$ m |

Im Folgenden sei die Massenschwerpunktskoordinate  $2 \text{ m} < x_S < 12 \text{ m}$  bekannt.

**2.2** Wie lautet der korrekte Wert für die Auflagerreaktion  $A_y$ ? (1,5 Punkte)

- |   |   |   |
|---|---|---|
| a) $A_y = \left(1,2 - \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$  | b) $A_y = \left(1,2 + \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$  | c) $A_y = \left(1,2 - \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$ |
| d) $A_y = \left(1,2 + \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$ | e) $A_y = \left(1,2 - \frac{x_S}{11 \text{ m}}\right) wg$ | f) $A_y = \left(1,2 + \frac{x_S}{11 \text{ m}}\right) wg$ |
| g) $A_y = \left(1,0 - \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$  | h) $A_y = \left(1,0 + \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$ | i) $A_y = \left(1,0 - \frac{x_S}{12 \text{ m}}\right) wg$ |

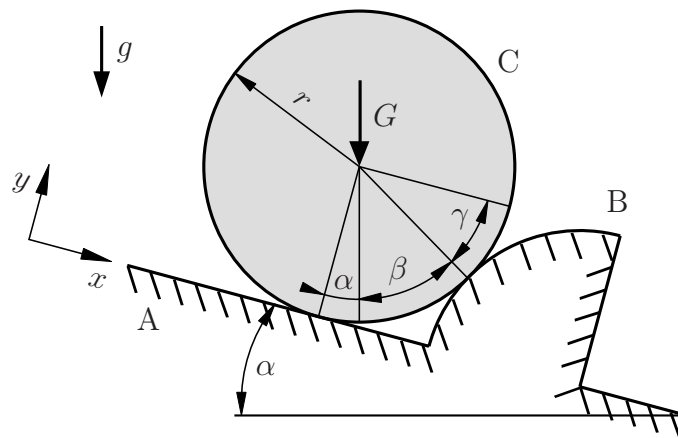
**2.3** Wie lautet der korrekte Wert für die Auflagerreaktion  $B_y$ ? (1,0 Punkte)

- |  |  |  |
|--|--|--|
| a) $B_y = \left(0,2 + \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$   | b) $B_y = \left(-0,2 + \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$  | c) $B_y = \left(0,2 + \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$  |
| d) $B_y = \left(-0,2 + \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$ | e) $B_y = \left(0,2 + \frac{x_S}{11 \text{ m}}\right) wg$  | f) $B_y = \left(-0,2 + \frac{x_S}{11 \text{ m}}\right) wg$ |
| g) $B_y = \left(0,1 + \frac{x_S}{9 \text{ m}}\right) wg$   | h) $B_y = \left(-0,1 + \frac{x_S}{10 \text{ m}}\right) wg$ | i) $B_y = \left(0,1 + \frac{x_S}{12 \text{ m}}\right) wg$  |

**Aufgabe 2** - Schwerpunkt und Reibung (Seite 2 von 3)

(10,0 Punkte)

Auf einer um den Winkel  $\alpha$  geneigten Straße (A) wurden Schwellen (B) angebracht, die ein Abrollen geparkter Fahrzeuge verhindern sollen. Eines der Räder (C) wurde modellhaft gezeichnet. Dabei wirkt auf das masselose Rad die anteilige Gewichtskraft des Fahrzeugs  $G$ . Die Winkel bezüglich der Kontaktpunkte sind gegeben zu  $\alpha = 15^\circ$ ,  $\beta = 30^\circ$  und  $\gamma = 45^\circ$  und **Reibkräfte sind zunächst zu vernachlässigen**.



**2.4** Welche Lösung für die Druckkraft  $N_1$  zwischen Rad (C) und Straße (A) ist korrekt? (1,5 Punkte)

- a)  $N_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} G \approx 0,707 G$     b)  $N_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} G \approx 0,866 G$     c)  $N_1 = \frac{\sqrt{5}}{2} G \approx 1,118 G$   
 d)  $N_1 = \frac{\sqrt{2}}{3} G \approx 0,471 G$     e)  $N_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} G \approx 0,577 G$     f)  $N_1 = \frac{\sqrt{5}}{3} G \approx 0,745 G$

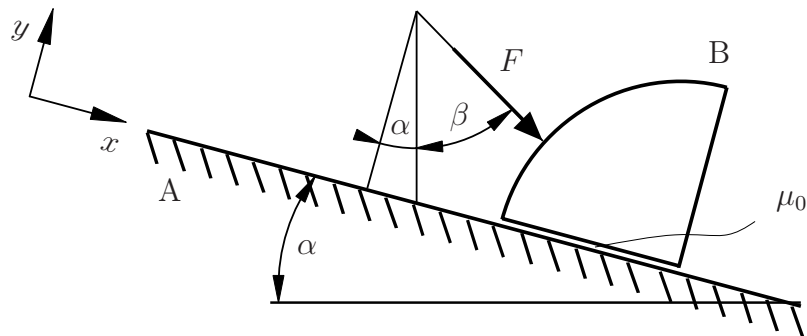
**2.5** Welche Lösung für die Druckkraft  $N_2$  zwischen Rad (C) und Schwelle (B) ist korrekt? (1,5 Punkte)

- a)  $N_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{5} - 1) G \approx 0,618 G$     b)  $N_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{3} - 1) G \approx 0,366 G$   
 c)  $N_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{2} - 1) G \approx 0,207 G$     d)  $N_2 = \frac{1}{3}(\sqrt{5} - 1) G \approx 0,412 G$   
 e)  $N_2 = \frac{1}{3}(\sqrt{3} - 1) G \approx 0,244 G$     f)  $N_2 = \frac{1}{3}(\sqrt{2} - 1) G \approx 0,138 G$
-

**Aufgabe 2** - Schwerpunkt und Reibung (Seite 3 von 3)

(10,0 Punkte)

Die Schwelle (B) sei nun **masselos** und nicht mehr fest mit der Straße (A) verbunden, sondern nur noch aufliegend. Die Kontaktfläche zwischen Schwelle und Straße ist rau, der zugehörige Haftreibungskoeffizient beträgt  $\mu_0$ .



**2.6** Welche der nachfolgenden Ausdrücke gibt die korrekte Bedingung dafür an, dass bei einer vorgegebenen Kraft  $F$ , Haftung bestehen bleibt? (2,0 Punkte)

- |  |                                      |  |
|--|--------------------------------------|--|
| a) $\mu_0 \geq \tan(\alpha)$                   | b) $\mu_0 \geq \tan(\beta)$          | c) $\mu_0 \geq \frac{1}{\tan(\beta)}$  |
| d) $\mu_0 \geq \frac{1}{\tan(\alpha + \beta)}$ | e) $\mu_0 \geq \tan(\alpha + \beta)$ | f) $\mu_0 \geq 2 \tan(\alpha + \beta)$ |

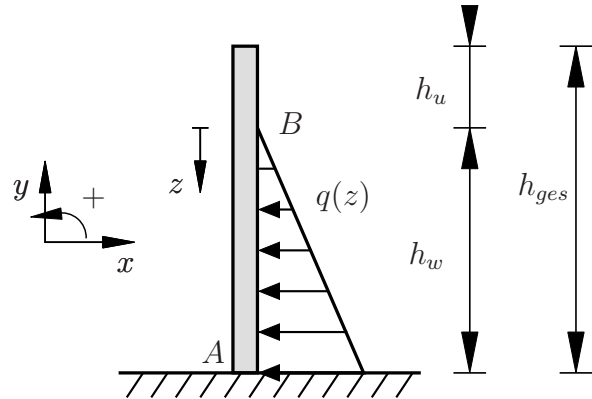
**Aufgabe 3** - Schnittgrößen und Biegung (Seite 1 von 4)

(10,0 Punkte)

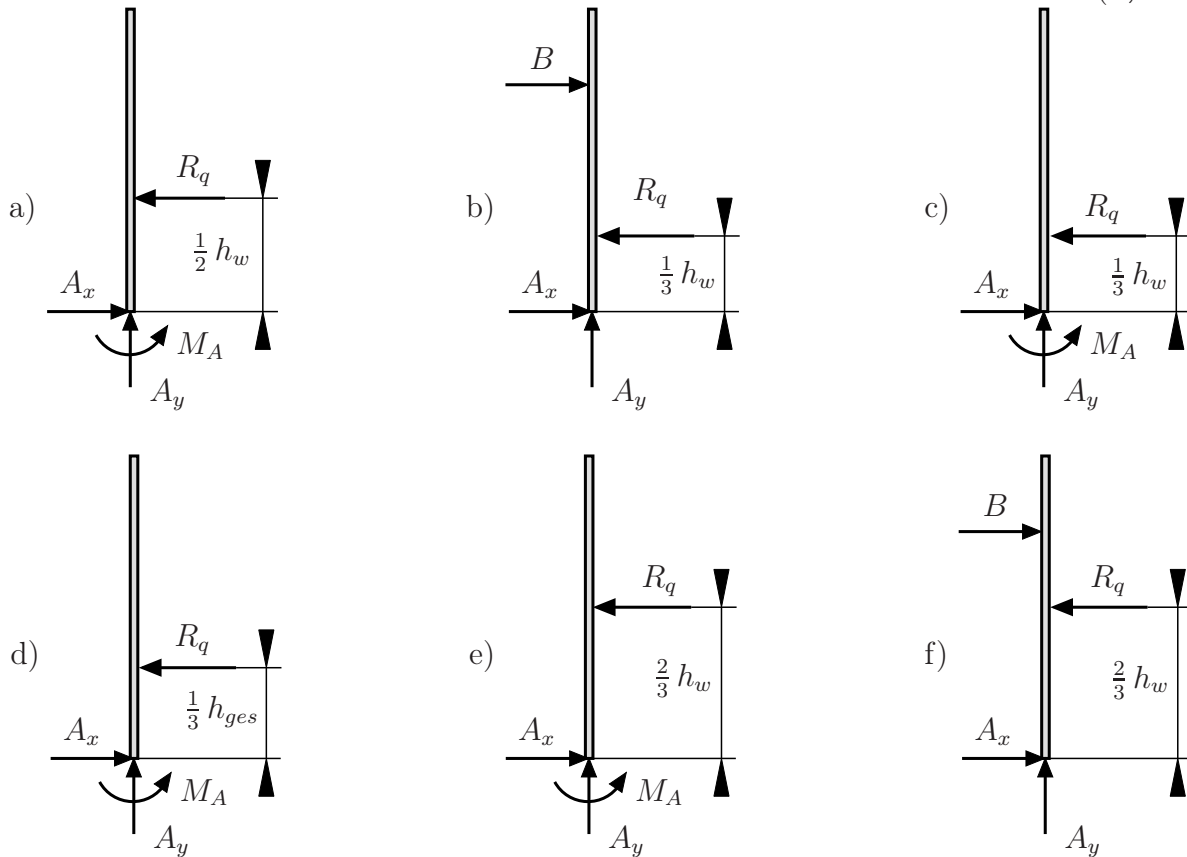
In nebenstehender Abbildung ist das Modell einer Staumauer dargestellt, welche durch den in der Tiefe zunehmenden Wasserdruck

$$q(z) = q_{\max} \frac{z}{h_w}$$

belastet wird. Die Auflagerreaktionen sollen in positive  $x$ - $y$ -Koordinatenrichtung angesetzt werden. Die resultierende Kraft der dreieckförmigen Wasserlast sei  $R_q$ .



**3.1** Welches der nachfolgend gezeigten Freikörperbilder ist für das oben dargestellte Modellsystem korrekt? (1,0 Punkte)



**3.2** Wie lautet der korrekte Wert für die resultierende Kraft  $R_q$ ? (1,0 Punkte)

- |                                     |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| a) $R_q = \frac{1}{3} q_{\max} h_w$ | b) $R_q = \frac{1}{3} q_{\max} h$   | c) $R_q = \frac{1}{2} q_{\max} h_w$ |
| d) $R_q = \frac{1}{2} q_{\max} h$   | e) $R_q = \frac{2}{3} q_{\max} h_w$ | f) $R_q = q_{\max} h_w$             |



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

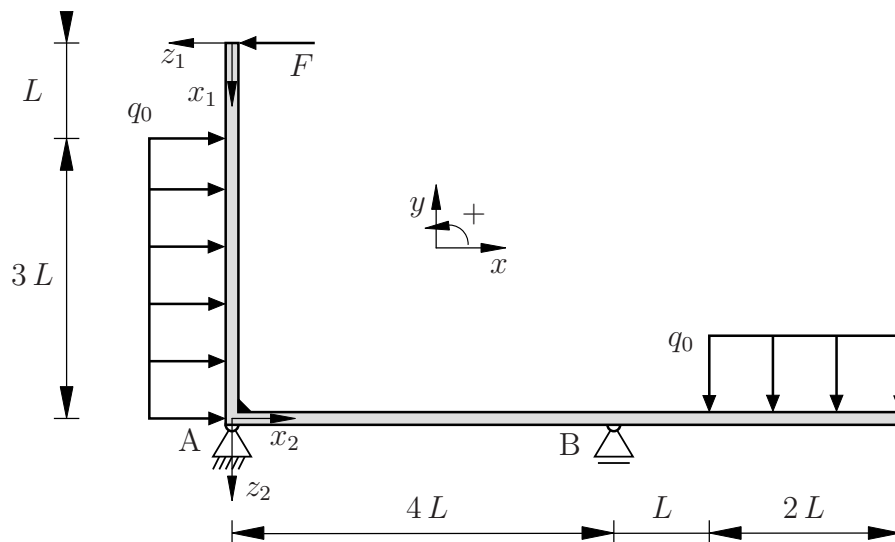
(10,0 Punkte)

3.3 Wie lautet der korrekte Wert für das Auflagermoment  $M_A$ ?

(1,0 Punkte)

- |                                       |  |  |
|---------------------------------------|--|--|
| a) $M_A = \frac{1}{2} q_{\max} h_w^2$ | b) $M_A = -\frac{1}{2} q_{\max} h_w^2$ | c) $M_A = \frac{2}{3} q_{\max} h_w^2$  |
| d) $M_A = \frac{1}{3} q_{\max} h_w^2$ | e) $M_A = -\frac{1}{3} q_{\max} h_w^2$ | f) $M_A = -\frac{2}{3} q_{\max} h_w^2$ |
| g) $M_A = \frac{1}{6} q_{\max} h_w^2$ | h) $M_A = -\frac{1}{6} q_{\max} h_w^2$ | i) $M_A = -q_{\max} h_w^2$             |

Als nächstes wird das nachfolgende System betrachtet, welches durch eine Einzelkraft  $F$  und zwei Streckenlasten  $q_0$  belastet wird.



3.4 In wie viele Bereiche ist dieses System zur vollständigen Berechnung der Schnittgrößenfunktionen zu unterteilen? (0,5 Punkte)

- |      |      |      |
|------|------|------|
| a) 2 | b) 3 | c) 4 |
| d) 5 | e) 6 | f) 7 |

3.5 Wie lautet die korrekte Lösung des Verlaufs des Biegemomentes  $M(x_1)$  im Bereich  $L \leq x_1 \leq 4L$ ? Gehen Sie bei der Berechnung durch die Wahl eines besonders gut geeigneten Teilsystems und Schnittufers möglichst effizient vor. (2,0 Punkte)

- |  |   |
|--|---|
| a) $M(x_1) = -F x_1 + \frac{1}{2} q_0 x_1^2$       | b) $M(x_1) = F(x_1 - L) - \frac{1}{2} q_0 x_1^2$        |
| c) $M(x_1) = F x_1 - \frac{1}{2} q_0 (x_1 - L)^2$  | d) $M(x_1) = -F x_1 + \frac{1}{2} q_0 (L - x_1)^2$      |
| e) $M(x_1) = -F x_1 + \frac{1}{2} q_0 (x_1 - L)^2$ | f) $M(x_1) = -F(x_1 - L) + \frac{1}{2} q_0 (x_1 - L)^2$ |

**Aufgabe 3** - Schnittgrößen und Biegung (Seite 3 von 4)**(10,0 Punkte)**Der Verlauf des Biegemomentes sei für den Bereich  $0 \leq x_2 \leq 4L$  vorgegeben durch

$$M(x_2) = \left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2 - \left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right).$$

**3.6** Welche Lösung ergibt sich daraus für die Biegelinie in diesem Bereich (ohne Berechnung der Integrationskonstanten  $C_1, C_2$ )? **(1,0 Punkte)**

- a)  $EI w(x_2) = -\frac{1}{2}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^2 + \left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2 + C_1 x_2 + C_2$   
 b)  $EI w(x_2) = \frac{1}{4}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^2 + \frac{1}{2}\left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2 + C_1 x_2 + C_2$   
 c)  $EI w(x_2) = \frac{1}{6}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^3 - \frac{1}{2}\left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$   
 d)  $EI w(x_2) = -\frac{1}{6}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^3 + \frac{1}{2}\left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$   
 e)  $EI w(x_2) = -\frac{1}{3}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^3 - \frac{1}{2}\left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$   
 f)  $EI w(x_2) = \frac{1}{24}\left(F - \frac{17}{8} q_0 L\right) x_2^4 - \frac{1}{6}\left(4FL - \frac{9}{2} q_0 L^2\right) x_2^3 + C_1 x_2^2 + C_2$

**3.7** Welche Randbedingungen sind für diesen Bereich ( $0 \leq x_2 \leq 4L$ ) korrekt? **(1,0 Punkte)**

- a)  $w'(x_2 = 0) = 0$  und  $w'(x_2 = 4L) = 0$   
 b)  $w'(x_2 = 0) = 0$  und  $w(x_2 = 4L) = 0$   
 c)  $w(x_2 = 0) = 0$  und  $w'(x_2 = 4L) = 0$   
 d)  $w(x_2 = 0) = 0$  und  $w(x_2 = 4L) = 0$   
 e)  $w(x_2 = 0) = 0$  und  $w(x_2 = 2L) = 0$   
 f)  $w(x_2 = 0) = 0$  und  $w'(x_2 = 2L) = 0$

**3.8** Welche Lösungen folgen daraus für die Integrationskonstanten  $C_1$  und  $C_2$ ? **(1,0 Punkte)**

- a)  $C_1 = -\frac{16}{3} FL^2 + \frac{10}{3} q_0 L^3$  ,  $C_2 = 0$   
 b)  $C_1 = \frac{16}{3} FL^2 - \frac{10}{3} q_0 L^3$  ,  $C_2 = 0$   
 c)  $C_1 = -8FL^2 - \frac{94}{9} q_0 L^3$  ,  $C_2 = 0$   
 d)  $C_1 = -\frac{64}{3} FL^2 - 100 q_0 L^3$  ,  $C_2 = 0$   
 e)  $C_1 = 0$  ,  $C_2 = 0$   
 f)  $C_1, C_2$  nicht berechenbar
-

**Aufgabe 3** - Schnittgrößen und Biegung (Seite 4 von 4)

**(10,0 Punkte)**

Das betragsmäßig größte auftretende Biegemoment sei nun durch

$$M_{\max} = 12.000 \text{ Nm}$$

vorgegeben. Die zulässige/kritische Spannung des Materials betrage

$$\sigma_{\text{zul}} = 380 \text{ N/mm}^2 .$$

Folgende Profile stehen bei der Auslegung des Systems zur Auswahl:

Profil-Nr.	1	2	3	4	5	6
Massendichte $\rho$ in $\text{kg/m}^3$	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850
Querschnittsfläche $A$ in $\text{mm}^2$	600	3.200	1.500	3.800	2.000	5.000
Flächenträgheitsmoment $I_y$ in $\text{mm}^4$	$1,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^6$
max. Randabstand $z_{\max}$ in mm	40	40	40	40	40	40

**3.9** Wählen Sie auf Grundlage dieser Angaben ein im Sinne der Tragfähigkeit und Wirtschaftlichkeit/Ressourcenschonung optimales Profil aus der hier vorgegebenen Übersicht aus. Die aus Normalkräften ( $N$ ) resultierenden Spannungsanteile sollen hier vernachlässigt werden. **(1,5 Punkte)**

a) Profil 1

b) Profil 2

c) Profil 3

d) Profil 4

e) Profil 5

f) Profil 6