

TU Dortmund

Fakultät Maschinenbau Institut für Mechanik

Prof. Dr.-Ing. A. Menzel

Prof. Dr.-Ing. J. Mosler

Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung WS22/23 - 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.

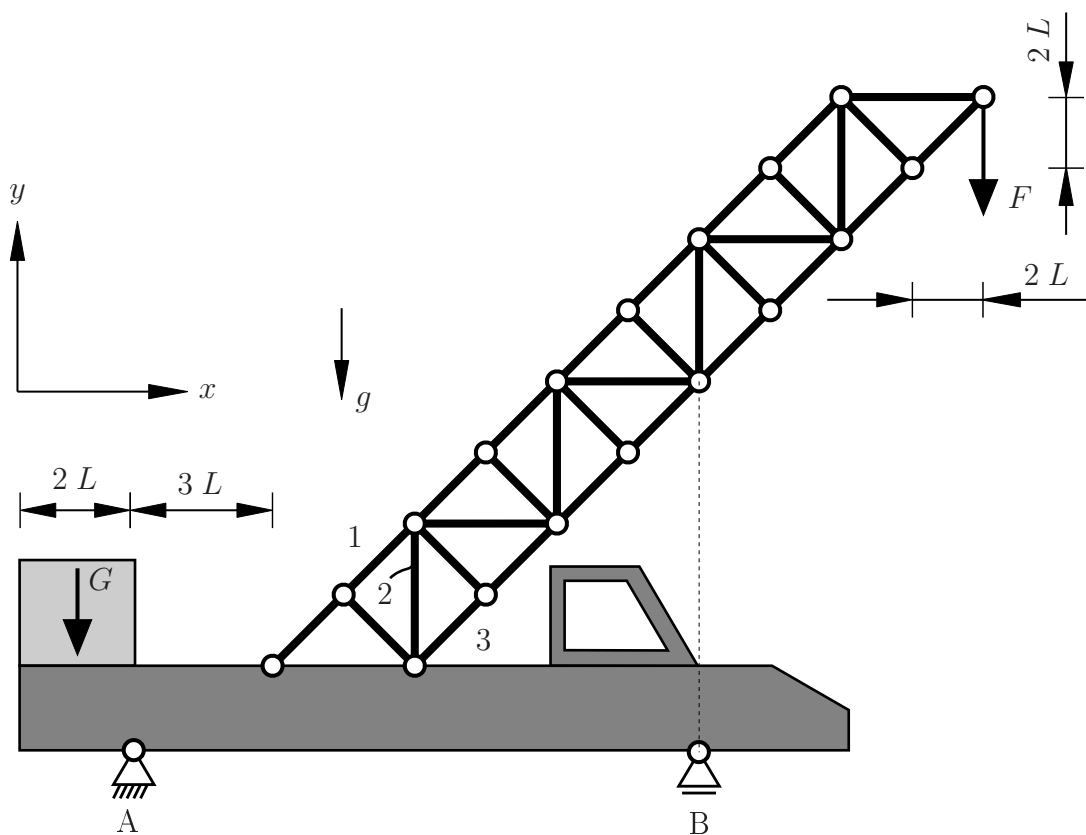
Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Aufgabe 1 - Fachwerke (Seite 1 von 3)

(10,0 Punkte)

Dargestellt ist nachfolgend das Modell eines Kranfahrzeuges, an dem ein frei wählbares rechteckiges Gegengewicht (Gewichtskraft G) angebracht werden kann. Das Modell kann bis auf das Gegengewicht als masselos betrachtet werden.

Hinweise: 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 g 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 Bestimmen Sie das Momentengleichgewicht um das Auflager A. (1,0 Punkte)

- | | |
|----------------------------------|------------------------------------|
| a) $G L - B_y 14 L - F 24 L = 0$ | b) $G 2 L + B_y 14 L + F 23 L = 0$ |
| c) $G L + B_y 13 L - F 24 L = 0$ | d) $G 2 L - B_y 15 L + F 22 L = 0$ |
| e) $G L + B_y 15 L - F 23 L = 0$ | f) $G 2 L + B_y 13 L - F 24 L = 0$ |

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) $G = 22 F$

b) $G = \frac{23}{2} F$

c) $G = \frac{23}{3} F$

d) $G = 23 F$

e) $G = \frac{24}{2} F$

f) $G = \frac{24}{3} F$

g) $G = 24 F$

h) $G = \frac{22}{2} F$

i) $G = \frac{22}{3} F$

1.4 Wie viele offensichtliche 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 Kraft wirkt in Stab 1?

(1,0 Punkte)

a) $S_1 = 2\sqrt{2} F$

b) $S_1 = -4\sqrt{2} F$

c) $S_1 = 8\sqrt{2} F$

d) $S_1 = -8\sqrt{2} F$

e) $S_1 = 4\sqrt{2} F$

f) $S_1 = -2\sqrt{2} F$

g) $S_1 = \sqrt{2} F$

h) $S_1 = -\sqrt{2} F$

i) $S_1 = 0$

1.6 Welche Kraft wirkt in Stab 2?

(1,0 Punkte)

a) $S_2 = -5 F$

b) $S_2 = 5 F$

c) $S_2 = F$

d) $S_2 = -F$

e) $S_2 = 7 F$

f) $S_1 = -9 F$

g) $S_2 = 2\sqrt{2} F$

h) $S_2 = -2\sqrt{2} F$

i) $S_2 = 0$

1.7 Welche Kraft wirkt in Stab 3?

(1,0 Punkte)

a) $S_3 = 4\sqrt{2} F$

b) $S_3 = -4\sqrt{2} F$

c) $S_3 = 8\sqrt{2} F$

d) $S_3 = -8\sqrt{2} F$

e) $S_3 = 2\sqrt{2} F$

f) $S_3 = -2\sqrt{2} F$

g) $S_3 = \sqrt{2} F$

h) $S_3 = -\sqrt{2} F$

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 450.000 N sowie -550.000 N berechnet. Die zulässige Spannung des verwendeten Materials beträgt $\sigma_{zul} = \pm 250$ N/mm² (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 ρ in kg/m ³	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850	7.850
Querschnittsfläche A in mm ²	600	3.200	1.500	3.800	2.300	5.000
Flächenträgheitsmoment I_{yy} in mm ⁴	$1,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^6$	$2,0 \cdot 10^6$

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 2** ausgewählt wird (unabhängig von der Lösung der vorangegangenen Aufgabe).

1.9 Welchen Elastizitätsmodul E_{min} sollte das verwendete Material mindestens haben, sodass die Längenänderung ΔL des maximal belasteten Druckstabes ($S = -550.000$ N) den Wert $-0,9375$ mm nicht unterschreitet, wenn dieser eine initiale Länge von $L = 1,5$ m aufweist? (1,5 Punkte)

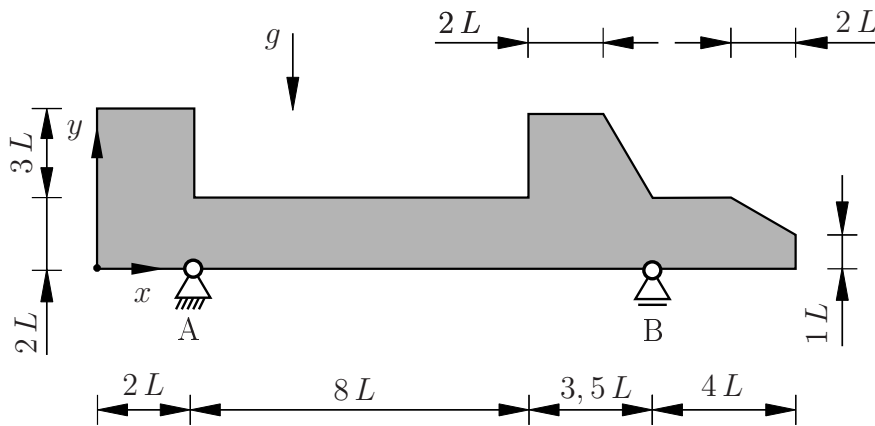
- a) $E_{min} = 2,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- b) $E_{min} = 275 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- c) $E_{min} = 275.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- d) $E_{min} = 2,85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- e) $E_{min} = 285 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- f) $E_{min} = 285.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- g) $E_{min} = 2,95 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- h) $E_{min} = 295 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
- i) $E_{min} = 295.000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

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

(10,0 Punkte)

Der nachfolgend dargestellte Körper der Masse m 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. Die Darstellung ist nicht maßstabsgetreu.



2.1 Welcher Wert für die x -Koordinate des Massenschwerpunktes S dieses Körpers ist korrekt (auf 2 Nachkommastellen gerundet)? (3,0 Punkte)

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| a) $x_S = 8,03 L$ | b) $x_S = 8,05 L$ | c) $x_S = 8,07 L$ |
| d) $x_S = 7,04 L$ | e) $x_S = 7,06 L$ | f) $x_S = 7,08 L$ |
| g) $x_S = 6,05 L$ | h) $x_S = 6,07 L$ | i) $x_S = 6,09 L$ |

Im Folgenden sei die Massenschwerpunktskoordinate $2 L < x_S < 13,5 L$ bekannt.

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

- | | | |
|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| a) $A_y = \left(-\frac{27}{23} + \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | b) $A_y = \left(\frac{26}{23} - \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | c) $A_y = \left(\frac{27}{23} - \frac{3x_S}{23L}\right) mg$ |
| d) $A_y = \left(\frac{27}{23} - \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | e) $A_y = \left(-\frac{26}{23} + \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | f) $A_y = \left(-\frac{27}{23} + \frac{3x_S}{23L}\right) mg$ |
| g) $A_y = \left(-\frac{27}{25} + \frac{2x_S}{25L}\right) mg$ | h) $A_y = \left(\frac{26}{25} - \frac{2x_S}{25L}\right) mg$ | i) $A_y = \left(\frac{27}{25} - \frac{3x_S}{25L}\right) mg$ |

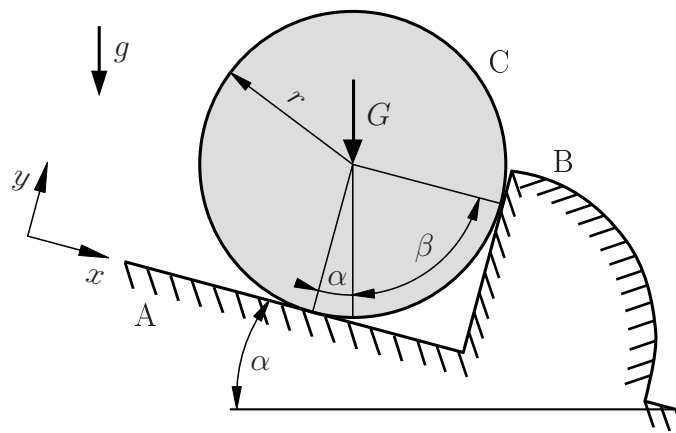
2.3 Wie lautet der korrekte Wert für die Auflagerreaktion B_y ? (1,5 Punkte)

- | | | |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| a) $B_y = \left(-\frac{4}{23} + \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | b) $B_y = \left(\frac{4}{23} + \frac{2x_S}{23L}\right) mg$ | c) $B_y = \left(-\frac{4}{23} + \frac{3x_S}{23L}\right) mg$ |
| d) $B_y = \left(\frac{4}{25} - \frac{2x_S}{25L}\right) mg$ | e) $B_y = \left(\frac{4}{25} - \frac{3x_S}{25L}\right) mg$ | f) $B_y = \left(-\frac{4}{25} + \frac{3x_S}{25L}\right) mg$ |
| g) $B_y = \left(-\frac{4}{25} - \frac{2x_S}{25L}\right) mg$ | h) $B_y = \left(\frac{4}{25} + \frac{2x_S}{25L}\right) mg$ | i) $B_y = \left(-\frac{4}{25} - \frac{3x_S}{25L}\right) mg$ |

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

(10,0 Punkte)

Auf einer um den Winkel α 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 $\alpha = 15^\circ$ und $\beta = 75^\circ$ und **Reibkräfte sind zunächst zu vernachlässigen**.



2.4 Welche Lösung für die Normalkraft N_1 zwischen Rad (C) und Straße (A) ist korrekt? (1,0 Punkte)

a) $N_1 = \frac{\sqrt{2} - \sqrt{6}}{4} G \approx -0,259 G$

b) $N_1 = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} G \approx 0,259 G$

c) $N_1 = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{2} G \approx -0,518 G$

d) $N_1 = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2} G \approx 0,518 G$

e) $N_1 = -\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} G \approx -0,966 G$

f) $N_1 = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} G \approx 0,966 G$

2.5 Welche Lösung für die Normalkraft N_2 zwischen Rad (C) und Schwelle (B) ist korrekt? (1,0 Punkte)

a) $N_2 = \frac{\sqrt{2} - \sqrt{6}}{4} G \approx -0,259 G$

b) $N_2 = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} G \approx 0,259 G$

c) $N_2 = \frac{\sqrt{2} + \sqrt{6}}{2} G \approx -0,518 G$

d) $N_2 = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2} G \approx 0,518 G$

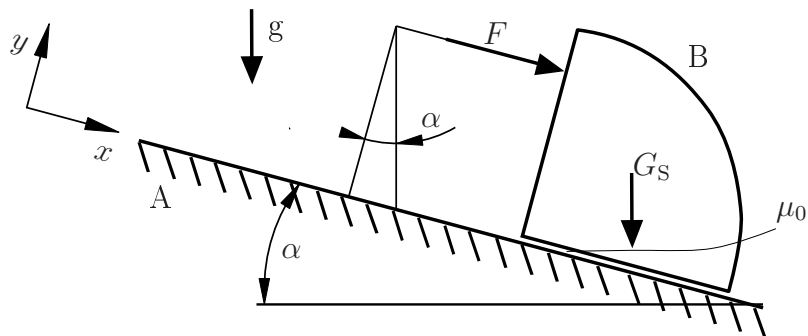
e) $N_2 = -\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} G \approx -0,966 G$

f) $N_2 = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} G \approx 0,966 G$

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

(10,0 Punkte)

Die Schwelle (B) sei nun **massebehaftet** mit der Masse m , sodass die Gewichtskraft $G_S = mg$ wirkt. Darüber hinaus sei die Schwelle nun nicht mehr fest mit der Straße (A) verbunden, sondern nur noch aufliegend. Die Kontaktfläche zwischen Schwelle und Straße ist rau, der zugehörige Haftreibungskoeffizient beträgt μ_0 .



2.6 Welche der nachfolgenden Ausdrücke gibt die korrekte Bedingung dafür an, dass bei einer vorgegebenen Masse m der Körper nicht nach unten rutscht? (2,0 Punkte)

- | | |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| a) $F \leq m (g \mu_0 \sin(\alpha) - g \cos(\alpha))$ | b) $F \leq m (g \sin(\alpha) - g \mu_0 \cos(\alpha))$ |
| c) $F \leq m (g \mu_0 \cos(\alpha) - g \sin(\alpha))$ | d) $F \leq m (g \mu_0 \cos(\alpha) + g \sin(\alpha))$ |
| e) $F \leq m (g \cos(\alpha) - g \mu_0 \sin(\alpha))$ | f) $F \leq m (g \cos(\alpha) + g \mu_0 \sin(\alpha))$ |

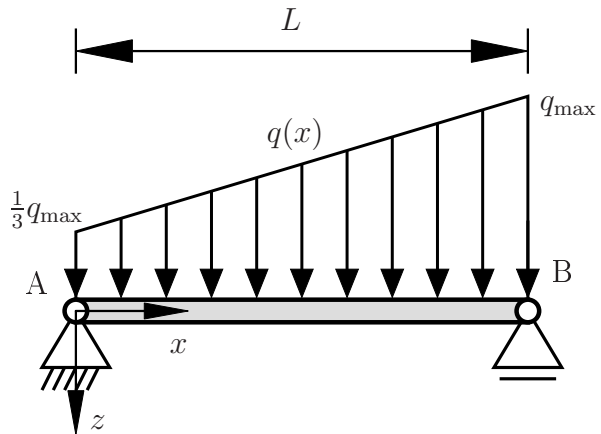
Aufgabe 3 - Schnittgrößen und Biegung (Seite 1 von 4)

(10,0 Punkte)

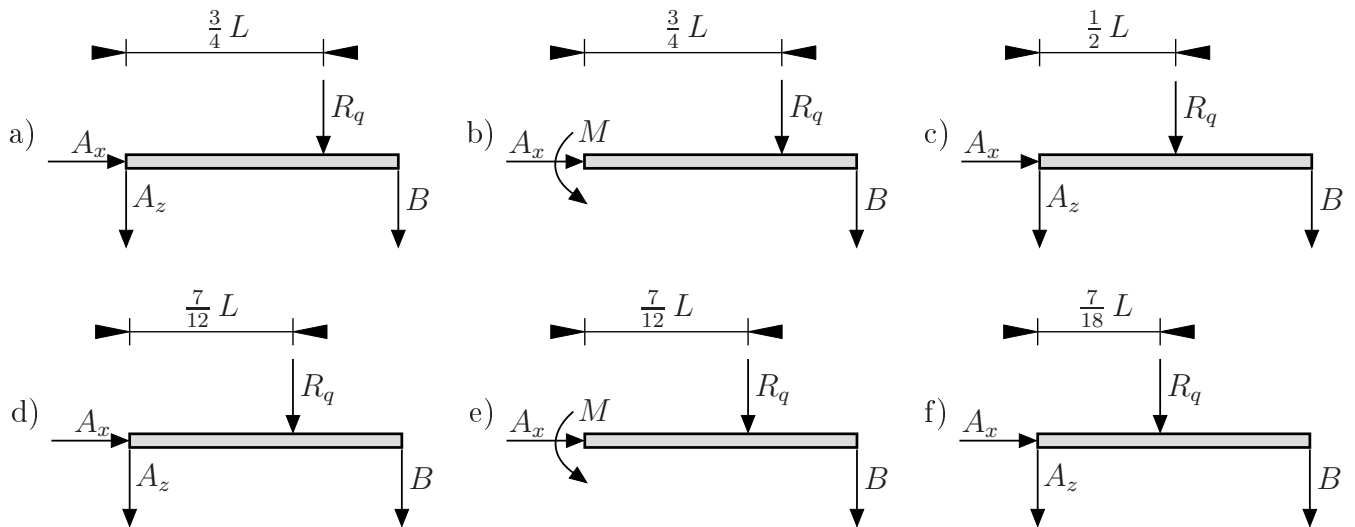
In nebenstehender Abbildung ist ein Balken gegeben, der mit der Streckenlast

$$q(x) = \frac{q_{\max}}{3L}(2x + L)$$

belastet wird. Die Auflagerreaktionen sollen in positive x - z -Koordinatenrichtung angesetzt werden. Die resultierende Kraft der Streckenlast sei R_q .



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



3.2 Wie lautet der korrekte Wert für die resultierende Kraft R_q ?

(1,0 Punkte)

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

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

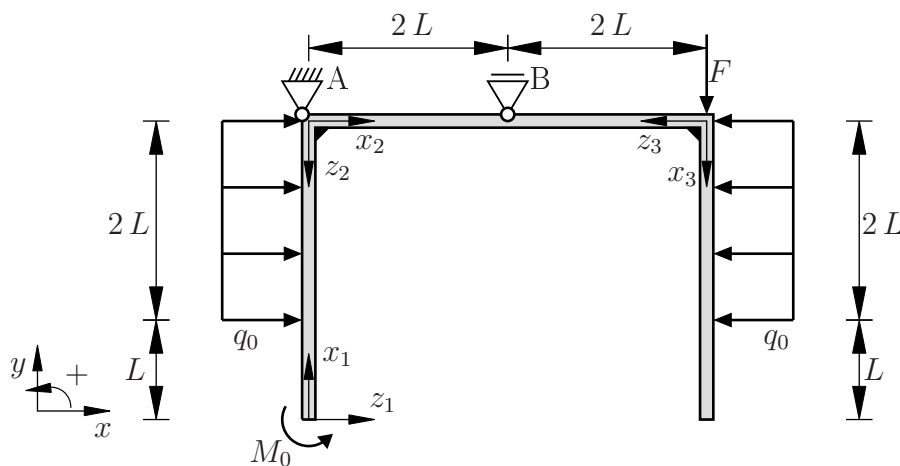
(10,0 Punkte)

3.3 Wie lautet der korrekte Wert für die Auflagerkraft B ?

(1,0 Punkte)

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| a) $B = -\frac{7}{12} q_{\max} L$ | b) $B = -\frac{5}{12} q_{\max} L$ | c) $B = -\frac{7}{18} q_{\max} L$ |
| d) $B = -\frac{5}{18} q_{\max} L$ | e) $B = 0$ | f) $B = \frac{5}{18} q_{\max} L$ |
| g) $B = \frac{7}{18} q_{\max} L$ | h) $B = \frac{5}{12} q_{\max} L$ | i) $B = \frac{7}{12} q_{\max} L$ |

Als nächstes wird das nachfolgende System betrachtet, welches durch eine Einzelkraft F , ein Einzelmoment M_0 sowie zwei Streckenlasten q_0 belastet wird.



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

- | | | |
|------|------|------|
| a) 3 | b) 4 | c) 5 |
| d) 6 | e) 7 | f) 8 |

3.5 Wie lautet die korrekte Lösung des Verlaufs der Querkraft $Q(x_1)$ im Bereich $L \leq x_1 \leq 3L$? Gehen Sie bei der Berechnung durch die Wahl eines besonders gut geeigneten Teilsystems und Schnittufers möglichst effizient vor. **(2,0 Punkte)**

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------------|
| a) $Q(x_1) = q_0$ | b) $Q(x_1) = -\frac{1}{2} q_0 (x_1 - L)^2$ |
| c) $Q(x_1) = -q_0 L$ | d) $Q(x_1) = -q_0 (x_1 - L) + M_0 L$ |
| e) $Q(x_1) = -q_0 (x_1 - L)$ | f) $Q(x_1) = -q_0 L - M_0 L$ |

Aufgabe 3 - Schnittgrößen und Biegung (Seite 3 von 4)**(10,0 Punkte)**Der Verlauf des Biegemomentes sei für den Bereich $0 \leq x_2 \leq 2L$ vorgegeben durch

$$M(x_2) = \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) x_2 - (2q_0 L^2 + M_0).$$

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) $E I w(x_2) = -\frac{1}{6} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) x_2^3 + \frac{1}{2} (2q_0 L^2 + M_0) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$
 b) $E I w(x_2) = \frac{1}{2} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) x_2^3 - \frac{1}{2} (2q_0 L^2 + M_0) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$
 c) $E I w(x_2) = -\frac{1}{6} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) x_2^3 + \frac{1}{3} (2q_0 L^2 + M_0) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$
 d) $E I w(x_2) = \frac{1}{6} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) x_2^3 - \frac{1}{2} (2q_0 L^2 + M_0) x_2^2 + C_1 x_2 + C_2$

3.7 Welche Randbedingungen sind für diesen Bereich ($0 \leq x_2 \leq 2L$) korrekt?

(1,0 Punkte)

- a) $w'(x_2 = 0) = 0$ und $w(x_2 = 2L) = 0$
 b) $w'(x_2 = 0) = 0$ und $w(x_2 = 0) = 0$
 c) $w'(x_2 = 2L) = 0$ und $w(x_2 = 2L) = 0$
 d) $w'(x_2 = 0) = 0$ und $w'(x_2 = 2L) = 0$
 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) $C_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) L^2 - 2(2q_0 L^2 + M_0) L$, $C_2 = 0$
 b) $C_1 = -\frac{2}{3} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) L^2 + 2(2q_0 L^2 + M_0) L$, $C_2 = 0$
 c) $C_1 = \frac{2}{3} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) L^2 - (2q_0 L^2 + M_0) L$, $C_2 = 0$
 d) $C_1 = -\frac{2}{3} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) L^2 + (2q_0 L^2 + M_0) L$, $C_2 = 0$
 e) $C_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{M_0}{2L} - F \right) L^2 + (2q_0 L^2 + M_0) L$, $C_2 = 0$
 f) C_1 und C_2 sind nicht lösbar.

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

(10,0 Punkte)

Das betragsmäßig größte auftretende Biegemoment sei nun durch

$$\|M_{\max}\| = 18.500 \text{ Nm}$$

vorgegeben. Die zulässige/kritische Spannung des Materials betrage

$$\sigma_{\text{zul}} = \pm 1000 \text{ N/mm}^2.$$

Folgende Profile stehen bei der Auslegung des Systems zur Auswahl:

Profil-Nr.	1	2	3	4	5	6
Massendichte ρ in kg/m^3	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Querschnittsfläche A in mm^2	1.000	1.500	700	1.600	3.000	4.000
Flächenträgheitsmoment I_{yy} in mm^4	$0,4 \cdot 10^6$	$0,6 \cdot 10^6$	$0,8 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$1,4 \cdot 10^6$
max. Randabstand z_{\max} in mm	50	50	50	50	50	50

3.9 Welches Profil ist im Sinne der Tragfähigkeit und unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit/Ressourcenschonung zu wählen? Die aus Normalkräften 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