

### 3. Klausur Statik und elementare Festigkeitslehre WS 11/12

Name, Vorname:		1	
Matr.-Nr.:		2	
Studiengang:		3	
<input type="radio"/> Studienbegleitende Prüfung (Bachelor)		Σ	
<input type="radio"/> Übungsscheinklausur (ohne Theorieteil)		T	

*Musterlösung*

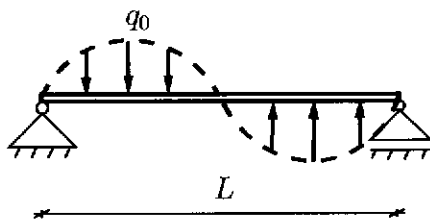
## Theorieaufgaben

1. Geben Sie die Maßeinheiten folgender Größen **ausschließlich** in den Einheiten 1, kg, m, s und N an:

Schubmodul $\dim [G] \hat{=} \frac{N}{m^2}, \frac{kg}{ms^2}$	$\dim [w'''] \hat{=} \frac{1}{m^2}$
--	-------------------------------------

**(1 Punkt)**

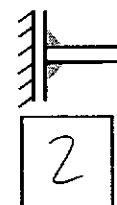
2. Der Balken wird durch eine sinusförmige Streckenlast belastet. Wie ist der Momentenverlauf im Balken? Bitte ankreuzen!



- $M(x) = \frac{L^2}{4\pi^2} q_0 \sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$   
  $M(x) = \frac{L}{2\pi} q_0 \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$   
  $M(x) = \frac{L^2}{\pi^2} q_0 \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$

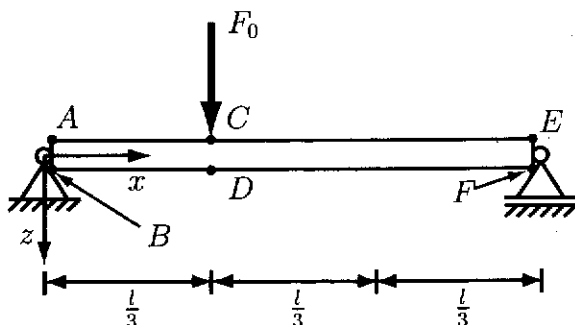
**(1 Punkt)**

3. Geben Sie zu jedem Lager die Wertigkeit im ebenen Fall an.



**(1 Punkt)**

4. An welchem der Punkte A bis F tritt die größte Zugspannung auf?

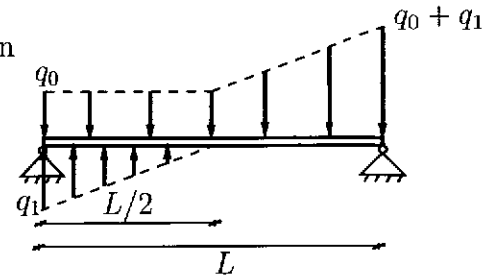


- A     B     C  
 D     E     F

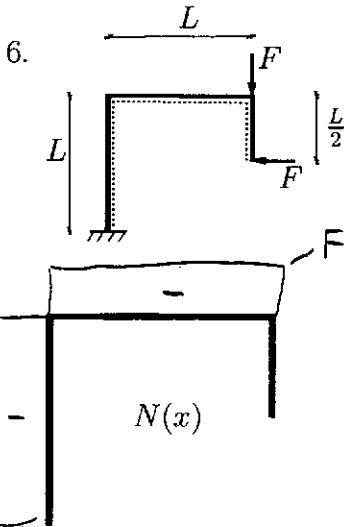
**(1 Punkt)**

5. Wie groß ist die gesamte resultierende Kraft des eingezeichneten Belastungszustandes?

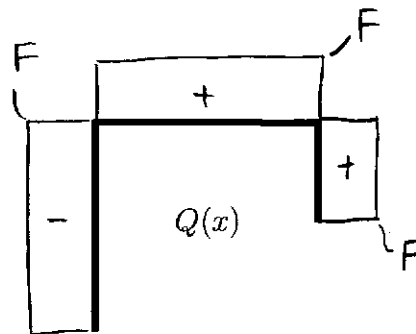
$$F_{\text{res}} = q_0 L$$



(1 Punkt)

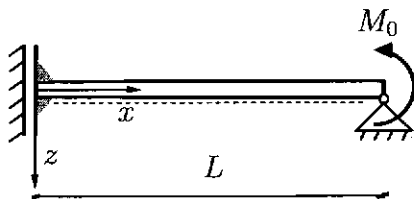


Zeichnen Sie die Schnittlastenverläufe des geknickten Trägers in die entsprechenden Diagramme ein. Geben Sie die richtigen Vorzeichen und markante Punkte an.



(3 Punkt)

7. Welche der unten angegebenen Randbedingungen sind für das vorliegende System zutreffend?



- $EIw''(l) = -M_0$      $w(0) = 0$   
  $EIw''(l) = M_0$      $EIw'''(0) = 0$

(1 Punkt)

8. Es wird der CAUCHYSche Spannungstensor

$$\sigma_{ij} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}$$

betrachtet. Welche der folgenden Aussagen sind für allgemeine Belastungsfälle gültig?

- $\sigma_{xx} > \sigma_{yy}$   
  $\sigma_{xy} = \sigma_{yz}$   
  $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$

(1 Punkt)

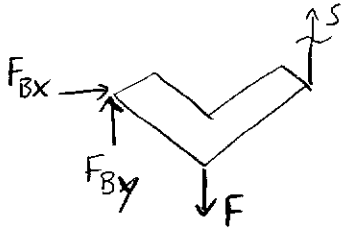
# Musterlösung 3. Klausur Statik / Festigkeitslehre WS 11/12

**A 1**

a)  $2K = 5 + 3$

$2 \cdot 12 = 27 + 3$

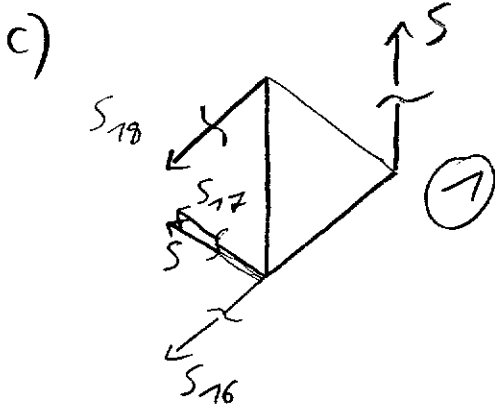
$\checkmark \Rightarrow$  statisch bestimmt (7)



$$\left. \begin{aligned} F_{Bx} &= 0 \\ F_{By} &= \frac{F}{2} \end{aligned} \right\} (7)$$

$$S = \frac{F}{2} \quad (7)$$

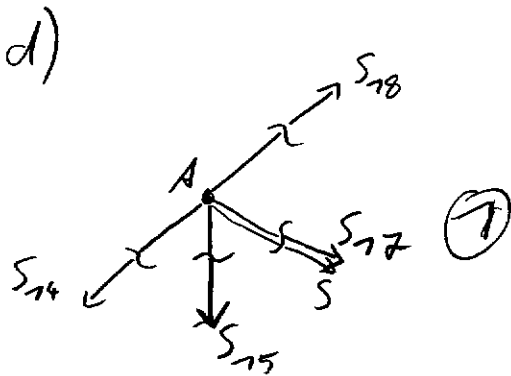
b) keine Nullstäbe (7)



$$S_{18} = -\frac{1}{2} F \text{ (Druck)} \quad (7)$$

$$S_{17} = -F \text{ (Druck)} \quad (7)$$

$$S_{16} = F \text{ (Zug)} \quad (7)$$



$$\sum F_x = 0: \quad (\cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

$$S_{18} \frac{\sqrt{3}}{2} + S \frac{\sqrt{3}}{2} + S_{17} \frac{\sqrt{3}}{2} - S_{14} \frac{\sqrt{3}}{2} = 0$$

$$\Rightarrow S_{14} = -F \quad (7)$$

$$\sum F_y = 0: \quad (\sin(30^\circ) = \frac{1}{2})$$

$$S_{18} \frac{1}{2} - S \frac{1}{2} - S_{17} \frac{1}{2} - S_{15} - S_{14} \frac{1}{2} = 0$$

$$\Rightarrow S_{15} = \frac{1}{2} F \quad (7)$$

A2

a) I: A-B

$$EI w^{IV} = q_0$$

$$EI w^{III} = q_0 x_1 + C_1$$

$$EI w'' = q_0 \frac{x_1^2}{2} + C_1 x_1 + C_2$$

$$EI w' = q_0 \frac{x_1^3}{6} + C_1 \frac{x_1^2}{2} + C_2 x_1 + C_3$$

$$EI w = q_0 \frac{x_1^4}{24} + C_1 \frac{x_1^3}{6} + C_2 \frac{x_1^2}{2} + C_3 x_1 + C_4$$

①

II: B-C

$$EI w^{IV} = 0$$

$$EI w^{III} = C_5$$

$$EI w'' = C_5 x_2 + C_6$$

$$EI w' = C_5 \frac{x_2^2}{2} + C_6 x_2 + C_7$$

$$EI w = C_5 \frac{x_2^3}{6} + C_6 \frac{x_2^2}{2} + C_7 x_2 + C_8$$

①

$$\left. \begin{aligned}
 b) \quad w(x_1=0) &= 0 \\
 w''(x_1=0) &= 0 \\
 w(x_1=L) &= 0 \\
 w(x_2=0) &= 0 \\
 w'(x_1=L) &= 0 \\
 w'(x_2=0) &= 0 \\
 w(x_2=L) &= 0 \\
 w'(x_2=L) &= 0
 \end{aligned} \right\}$$

je 2 Richtige ①

$$c) \quad \left. \begin{aligned}
 C_2 &= 0 \\
 C_4 &= 0 \\
 C_5 &= 0 \\
 C_6 &= 0 \\
 C_7 &= 0 \\
 C_8 &= 0
 \end{aligned} \right\}$$

je 2 Richtige ①

$$C_1 = -q_0 L \frac{3}{8} \quad \text{①}$$

$$C_3 = q_0 L \frac{3^7}{48} \quad \text{①}$$

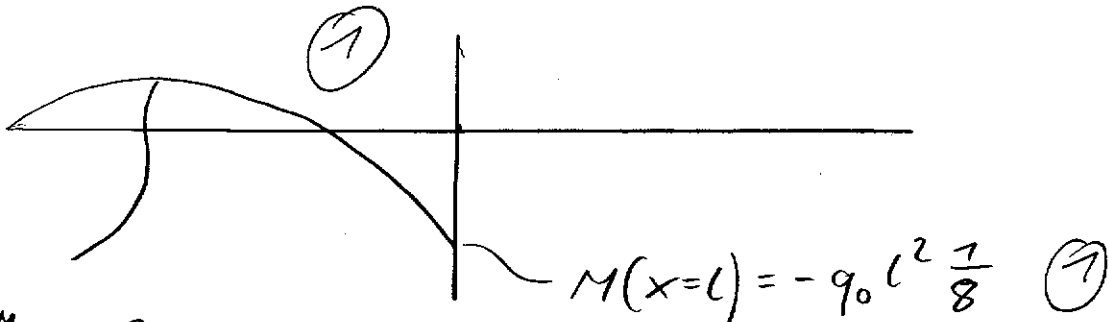
A-B:

$$M(x) = -q_0 \frac{x_1^2}{2} + q_0 l \frac{3}{8} x_1 \quad \textcircled{7}$$

B-C:

$$M(x) = 0$$

d)



$$\frac{dM}{dx} = q_0 l \frac{3}{8} - q_0 x = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{3}{8} l$$

$$M(x = \frac{3}{8} l) = q_0 l^2 \frac{9}{128} \quad \textcircled{7}$$

Vergleich:

$$|-q_0 l^2 \frac{7}{8}| > |q_0 l^2 \frac{9}{128}| \quad \textcircled{7}$$

e)  $w(x_2=l) = 0$  ist nicht mehr gültig  $\textcircled{7}$

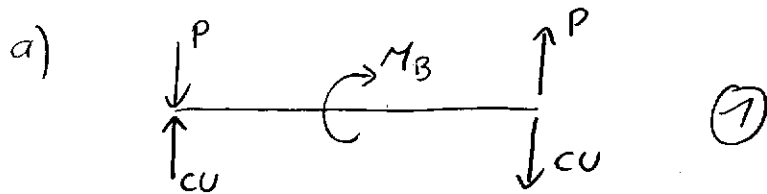
$$Q(x_2=l) \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \Rightarrow Q(x_2=l) = -EI w'''(x_2=l) = -S \quad \textcircled{7}$$

$$\text{Stab: } \sigma = E \frac{\Delta l}{L} \quad \text{mit} \quad \Delta l = w(x_2=l)$$

$$\sigma = \frac{S}{A}$$

$$\Rightarrow EI w'''(x_2=l) = \frac{EA}{L} w(x_2=l) \quad \textcircled{7}$$

A3



$$\sum M^{(B)} = 0: \Rightarrow M_B = (P - cu)L$$

b)

$$\theta' = \frac{M_T}{G I_p} \Rightarrow \theta = \frac{M_T x}{G I_p} + C_1$$

$$\text{mit } \theta(x=0) = 0 \Rightarrow C_1 = 0$$

$$I_p = \frac{\pi(R^4 - r^4)}{2} \quad \text{①}$$

$$\theta = \frac{2 M_T x}{G \pi (R^4 - r^4)}$$

$$\theta_B = \theta(x=L) = \frac{2 M_T L}{G \pi (R^4 - r^4)} \Rightarrow M_T = \frac{G \pi (R^4 - r^4) \theta_B}{2L} \quad \text{②}$$

kinemat. Beziehung:

$$v = \theta_B \frac{L}{2} \quad \text{①}$$

c)

$$M_B = M_T$$

$$\Rightarrow P = \left( \frac{G \pi (R^4 - r^4)}{L^3} + c \right) v \quad \text{①}$$

$$P_{\max} = \left( \frac{G \pi (R^4 - r^4)}{L^3} + c \right) v_{\text{zul}} \quad \text{①}$$

d) maximale Schubspannung am äußeren Rand des Stabes

$$\tau_{\max} = \frac{M_T}{W} \quad \text{①}$$

$$W = \frac{I_p}{R} \quad \text{①}$$