

Nachname : ..... Klausurnummer : .....

Vorname : ..... Matrikelnummer : .....

Hinweise zur Klausur: BPO2012?

Nachname, Vorname und Matrikelnummer in die vorgesehenen Felder eintragen. Bitte verwenden Sie **keinen** Bleistift, grünen oder roten Stift (Korrekturfarben!). **Jedes Blatt** mit Namen und Matrikelnummer versehen, Blätter **durchlaufend nummerieren** und **nur einseitig** beschreiben! Jede Aufgabe auf einem **neuen Blatt** beginnen. Die **Klausurnummer** bitte **merken** oder **notieren**!  
**Zulässige Hilfsmittel:** Formelblatt des Instituts. Taschenrechner, nicht programmierbar.

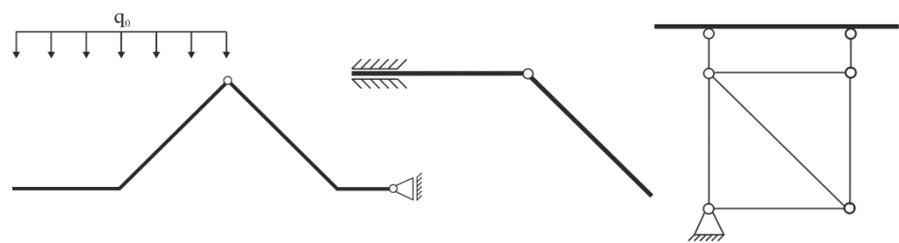
Aufgabe	1	2	3	4	5	HÜ	Σ (60)
Punkte							

**1. Aufgabe (12 Punkte)**

Markieren Sie alle zutreffenden Aussagen bzw. notieren Sie die Antwort

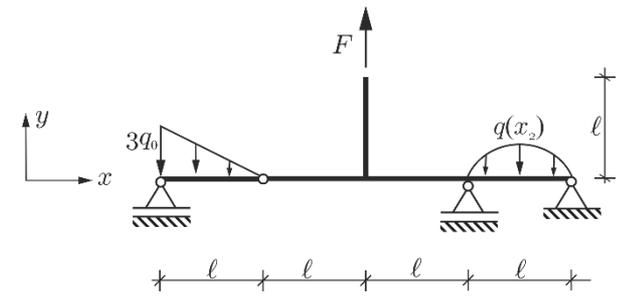
- Ein Körper ist im statischen Gleichgewicht, wenn
  - er statisch bestimmt ist
  - er sich nicht bewegt
  - die Summe aller Momente Null ist und er sich nicht dreht
  - alle Auflagerreaktionen bekannt sind
- Wenn ein System statisch bestimmt ist
  - kann man immer alle Auflagerreaktionen berechnen
  - wird das Material nicht versagen
  - wird sich das System nicht bewegen
  - sind mindestens 2 Auflager vorhanden
- Über Fachwerke ist bekannt:
  - Sie bestehen aus Stäben, die nur Normalkräfte aufnehmen
  - Sie haben Gelenke, die Momente übertragen
  - Sie sind mindestens kinematisch bestimmt
  - In 3D gibt es \_\_\_\_\_ Gleichgewichtsbedingungen pro Knoten

- Schnittgrößen zeigen folgende Zusammenhänge:
  - Hat der Momentenverlauf einen Knick, so hat der Querkraftverlauf einen Sprung
  - Ohne verteilte Belastung ist das Schnittmoment konstant
  - Ein einzelnes Moment bewirkt einen \_\_\_\_\_ im Momentenverlauf
  - Eine linear ansteigende Belastung bewirkt einen \_\_\_\_\_ Momentenverlauf
  - Normal- und Querkraftverlauf sind unabhängig voneinander
- Die nachfolgenden drei Systeme sind statisch nicht bestimmt. Fügen Sie je ein Lager ein, um dies zu korrigieren.



**2. Aufgabe (10 Punkte)**

Ein ebenes Balkensystem wird durch eine parabolische Streckenlast  $q(x_2)$ , eine lineare Streckenlast und eine Einzellast  $F$  belastet.

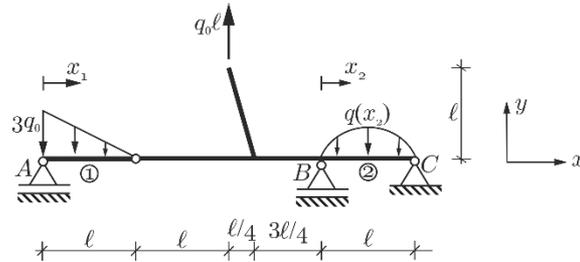


Bestimmen Sie alle Auflagerreaktionen.

Gegeben:  $l, q_0, q(x_2) = 12q_0 \left( -\frac{x_2^2}{l^2} + \frac{x_2}{l} \right), F = q_0 l.$

### 3. Aufgabe (14 Punkte)

Für das dargestellte Tragwerk sind die Auflagerreaktionen bekannt.



- Bestimmen Sie die Funktionen  $N(x_1), Q(x_1), M(x_1)$  der Schnittgrößen für den Bereich ① (mit linearer Streckenlast) sowie die Funktionen  $N(x_2), Q(x_2), M(x_2)$  für den Bereich ② (mit parabolischer Streckenlast). Benutzen Sie hierfür die vorgegebenen Laufvariablen  $x_1$  und  $x_2$ .
- Bestimmen Sie Lage und Größe des maximalen Biegemomentes im Bereich ①. Skizzieren Sie die Schnittgrößenverläufe für diesen Bereich und kennzeichnen Sie charakteristische Merkmale deutlich (z.B. Verlaufsformen, Extremwerte u.s.w.).

**Gegeben:** Lagerreaktionen  $A_y = q_0\ell, B_y = \frac{1}{2}q_0\ell, C_y = q_0\ell, C_x = 0,$   
 $\ell, q(x_2) = 12q_0 \left( -\frac{x_2^2}{\ell^2} + \frac{x_2}{\ell} \right).$

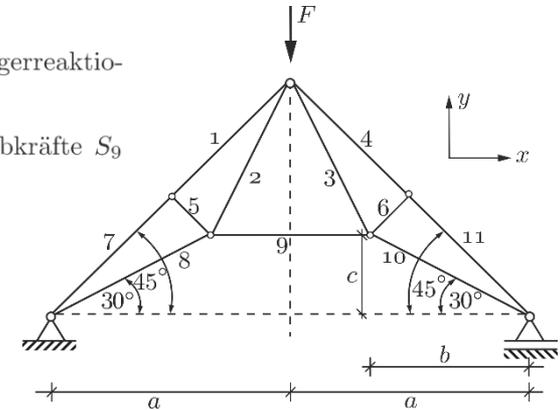
**Hinweis:** Zeichnen Sie alle Freikörperbilder, die Grundlage für Ihre Berechnungen sind.

### 4. Aufgabe (12 Punkte)

Gegeben sei ein symmetrisches Fachwerk, das durch eine Kraft  $F$  belastet wird.

- Bestimmen Sie die Lagerreaktionen.
- Wie groß sind die Stabkräfte  $S_9$  und  $S_{10}$ ?

**Gegeben:**  $F.$



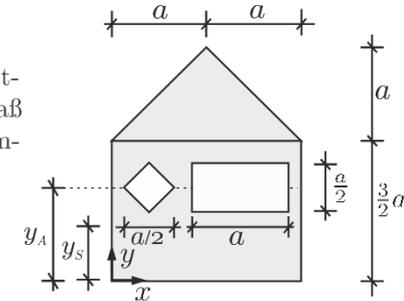
**Hinweise:** Zeichnen Sie alle Freikörperbilder, die Grundlage für Ihre Berechnungen sind. Die Ergebnisse in a) und b) sind unabhängig von den Abmessungen  $a, b, c.$

### 5. Aufgabe (9 Punkte)

Gegeben sei ein homogenes Blech mit konstanter Dicke.

Bestimmen Sie den Abstand  $y_A$  der Mittellinie der ausgestanzten Rechtecke so, daß die Schwerpunktskoordinate  $y_S$  der gesamten Figur bei  $y_S = a$  liegen soll.

**Gegeben:**  $a.$

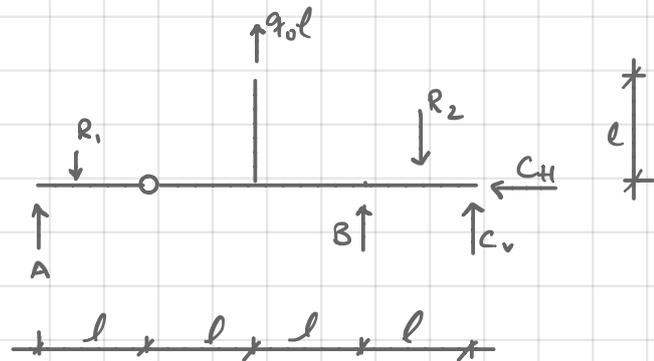


2

$$q(x_1) = -\frac{3}{2}q_0 x + 3q_0$$

$$R_1 = \frac{3}{2}q_0 l$$

$$\Rightarrow R_2 = \int_0^l q(x_2) dx_2 = 2q_0 l$$



GG am linken TS

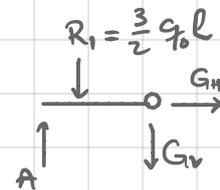
$$\sum M_G = 0 \Rightarrow A = q_0 l$$

GG am GS

$$\sum M_C = 0 \Rightarrow B = \frac{1}{2}q_0 l$$

$$\sum F_A = 0 \Rightarrow C_v = -q_0 l$$

$$C_H = 0$$



3

$$Q(x_1) = - \int q(x_1) dx_1 ; M(x_1) = \int Q(x_1) dx_1$$

mit RB

$$M(x_1=0) = 0 , Q(x_1=0) = A$$

$$Q(x_1) = \frac{3}{2l} q_0 x_1^2 - 3q_0 x_1 + q_0 l$$

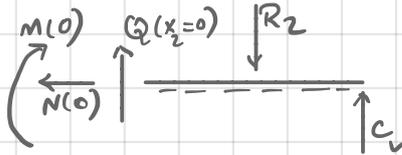
$$M(x_1) = \frac{q_0}{2l} x_1^3 - \frac{3}{2} q_0 x_1^2 + q_0 l x_1$$

$$N(x_1) = 0$$

Bereich 2

üB

$$Q(x_2) = - \int q(x_2) dx_2 ; M(x_2) = \int Q(x_2) dx_2$$



$$\Rightarrow \sum F \uparrow = 0 \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{Q(x_2=0) = q_0 l}}$$

$$\overset{(s)}{\sum} M = 0 \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{M(x_2=0) = 0}}$$

$$N(x_2) = 0$$

$$Q(x_2) = \frac{4q_0}{l^2} x_2^3 - \frac{6q_0}{l} x_2^2 + q_0 l$$

$$M(x_2) = \frac{q_0}{l^2} x_2^4 - \frac{2q_0}{l} x_2^3 + q_0 l x_2$$

N



$M_{max}$  befindet sich bei  $Q(x_{max}) \stackrel{!}{=} 0$

$Q(x_{max}) \stackrel{!}{=} 0$  (Bereich 1)

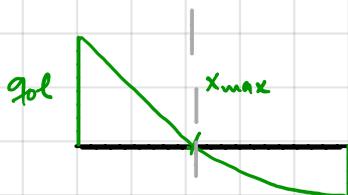
$\Rightarrow$

$$x_{1,2} = l \left( 1 \pm \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

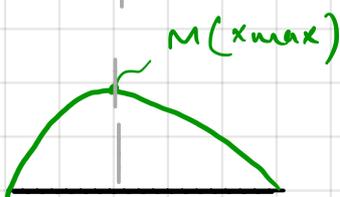
$$x_{max1} = 0,4226 l$$

$x_{max2} = l \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) > l$  nicht sinnvoll

Q



M



4

GG, GS

$$\sum \vec{M}_A = 0$$

$$\sum \vec{M}_B = 0$$

$$B = F/2$$

$$A_v = F/2$$

$$A_H = 0$$

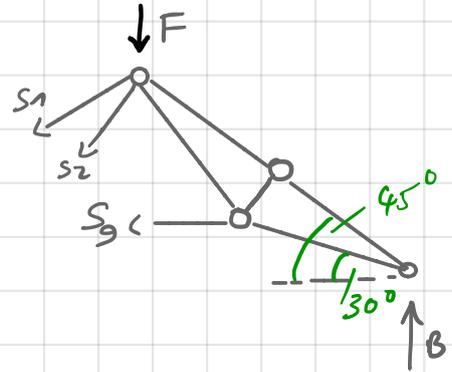
GG, RTS

$$\sum \vec{M}_F = 0 \Rightarrow S_g = \frac{a}{c} \frac{F}{2}$$

Geometrie  $\frac{b}{c} = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$\& a = b + c$$

$$\Rightarrow S_g = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \frac{F}{2}$$



GG am Knoten B

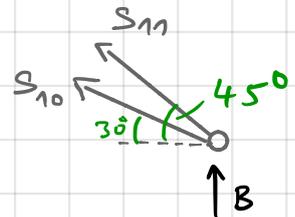
$$\sum F_{\uparrow} = 0 \quad \text{(i)}$$

$$\sum F_{\leftarrow} = 0 \Rightarrow S_{11} = -\sqrt{\frac{3}{2}} S_{10}$$

in (i) einsetzen

$\Rightarrow$

$$S_{10} = \frac{F}{\sqrt{3} - 1}$$



5

$$\frac{\sum A_i \gamma_i}{\sum A_i} \stackrel{!}{=} l \Rightarrow \gamma_A = \frac{17}{15} l$$