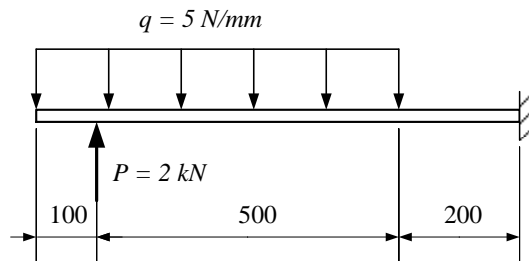


## 2 Aufgaben zum Thema Biegung aus den Modulendprüfungen

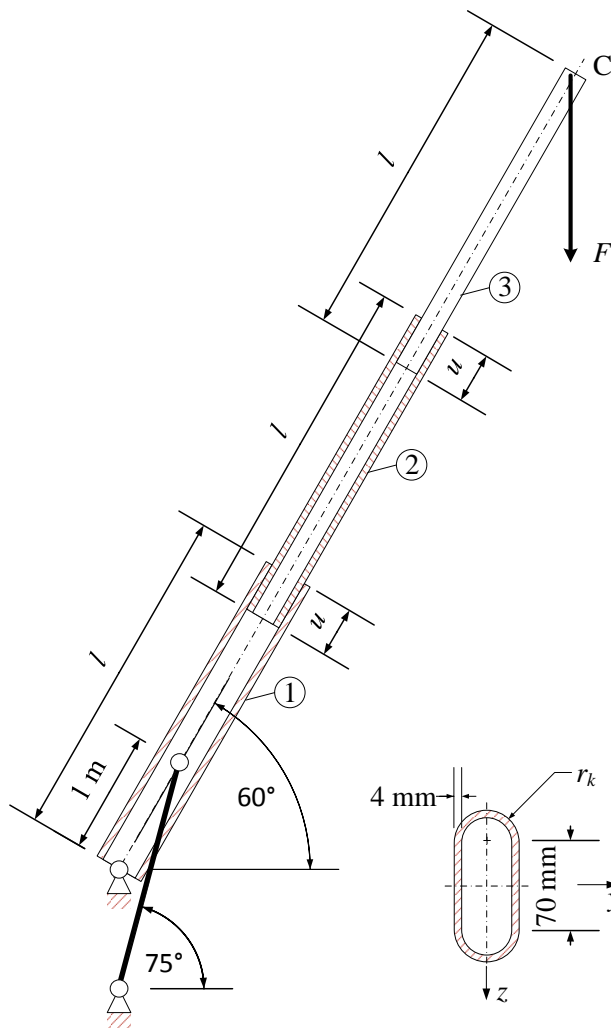
### PRMECH Aufgabe 4 (8 Punkte)



Für den mit einer Kraft und einer konstanten Streckenlast belasteten Kragträger sind der Ort und der Wert des max. Biegemomentes gesucht.

Lösen Sie dazu folgende Teilaufgaben:

- Graphische Darstellung der Querkraft mit Angabe der Eckwerte
- Graphische Darstellung des Biegemomentes mit Angabe der Eckwerte
- Maximales Biegemoment nach Ort, Betrag und Vorzeichen.



Zu betrachten ist der idealisiert dargestellte Auto-Teleskopkran.

Die drei Segmente jeweils der Länge  $l$  haben den dargestellten Querschnitt und können ineinander gefahren werden.

Im Ausgefahrenen Zustand muss eine Überlappung  $u$  gewährleistet sein. Die Segmente sind aus S355JR mit den unten angegebenen Werkstoffwerten. Die gehobene angreifende Kraft ist  $F$ .

Gegeben:

$$r_3 = 50 \text{ mm (für das 3. Segment)}$$

$$u = 400 \text{ mm}$$

$$W_{y,1} = 161.5 \text{ cm}^3 \text{ (für das erste Segment)}$$

S355JR:

$$R_m = 470 \text{ N/mm}^2, \quad R_e = 355 \text{ N/mm}^2,$$

$$\sigma_{bW} = 255 \text{ N/mm}^2, \quad \sigma_{bSch} = 425 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kraft: } F = 3000 \text{ N}$$

$$\text{Min. Sicherheit gegen Gewaltbruch: } S_{Bmin} = 4$$

- a) Bestimmen Sie für den vollständig ausgefahrenen Kran das jeweils max. Biegemoment in den 3 Segmenten als Funktion der Segmentlänge  $l$ .  
Hinweis: Betrachten Sie den ausgefahrenen Ausleger als einen zusammenhängenden Balken.

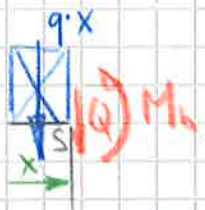
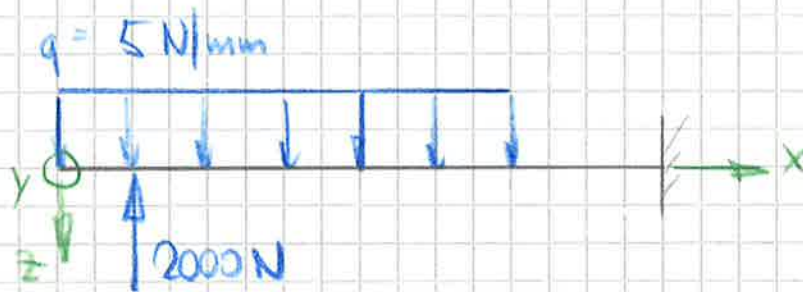
- b) Bestimmen Sie anhand der maximalen Biegespannung **im Segment 1** die maximale Segmentlänge  $l_{max}$  für rein statische Belastung mit einer geforderten Sicherheit gegen Bruch von  $S_{Bmin}$ .

Für die folgenden Teilaufgaben seien die max. Biegemomente in den Segmenten 1 und 3 wie folgt:

$$M_{b1} = 25 \text{ kNm}, \quad M_{b3} = 8.8 \text{ kNm}$$

- c) Der Kran soll nun dauerhaft ausgelegt werden. Welche Beanspruchungsart nach Bach liegt vor und wie gross ist das Spannungsverhältnis  $\kappa$  wenn immer die gleiche Last gehoben wird?
- d) Bestimmen Sie die Sicherheit gegen Dauerbruch von  $S_D$  **im Segment 1**.
- e) Ermitteln Sie nun **für das Segment 3** das Flächenmoment  $I_{y,3}$  und damit die maximale Spannung in diesem Segment ausserhalb der Überlappung.

# Aufgabe 4 (PRMECH)

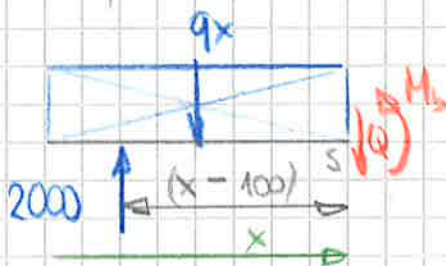


$$\sum F_z = Q + q \cdot x = 0$$

$$Q = -qx$$

$$\sum M_s = M_b + q \cdot x \cdot \frac{x}{2} = 0$$

$$M_b = -\frac{q}{2}x^2$$

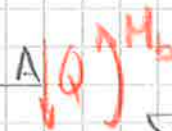
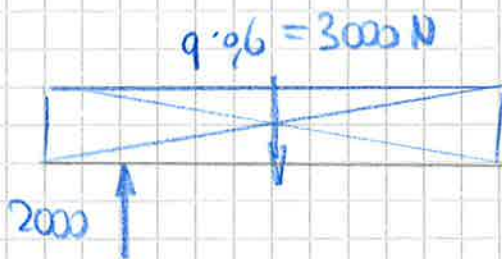


$$\sum F_z = Q + q \cdot x - 2000 = 0$$

$$\sum M_s = M_b + q \cdot x \cdot \frac{x}{2} - 2000(x - 100) = 0$$

$$Q(x) = -qx + 2000$$

$$M_b(x) = -\frac{q}{2}x^2 + 2000x - 200'000$$

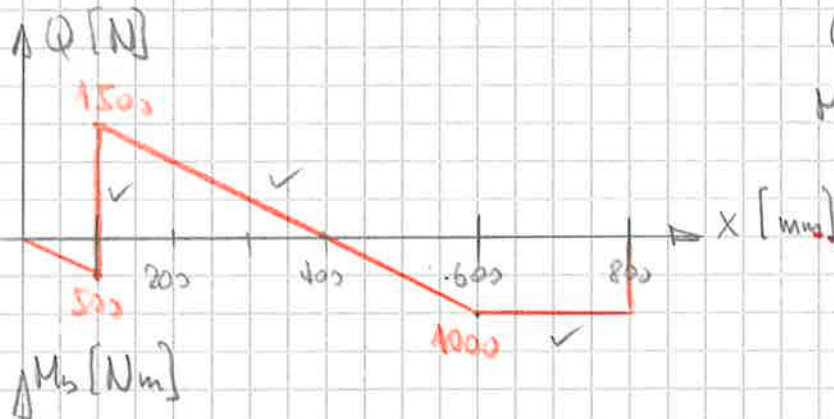


$$\sum F_z = Q + 3000 - 2000 = 0$$

$$\sum M_A = M_b + 3000 \cdot 500 - 2000 \cdot 700 = 0$$

$$Q = -1000 \text{ N}$$

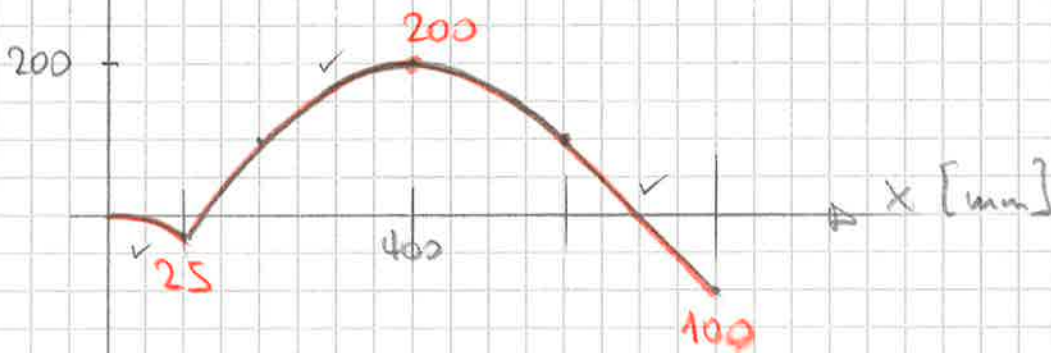
$$M_b = -105'000 \text{ Nmm}$$



$$c) Q = -5 \cdot x + 2000 = 0$$

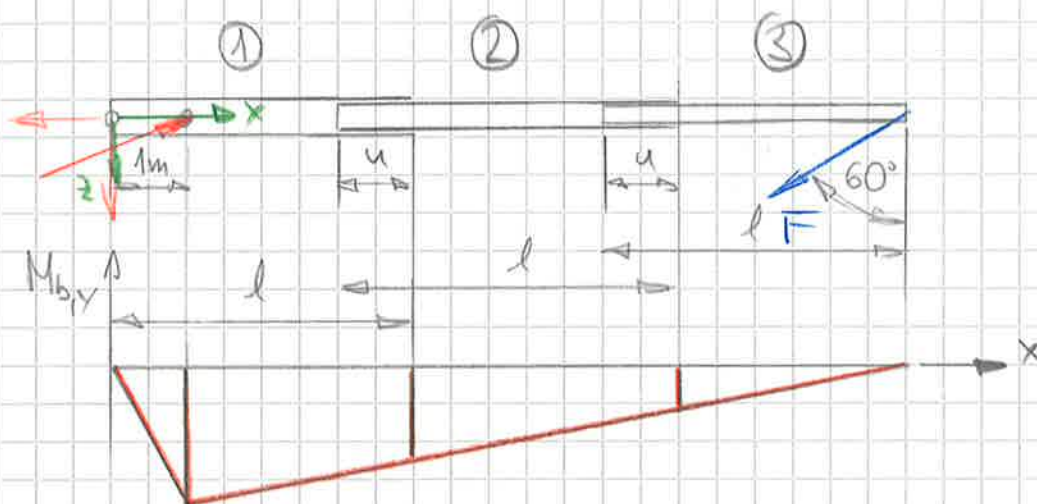
$$x = 400 \text{ mm}$$

$$M_b(x=400) = 200 \text{ Nmm}$$



PRKOM Aufgabe 3

a) Biegemoment



$$\text{Segment 3: } M_{b3, \max} = F \cdot \cos 60^\circ (l-u) \quad (1)$$

$$\text{Segment 2: } M_{b2, \max} = F \cdot \cos 60^\circ 2(l-u) \quad (2)$$

$$\text{Segment 1: } M_{b1, \max} = F \cdot \cos 60^\circ (3l - 2u - 1m) \quad (3)$$

b) Segment 1

$$\sigma_{1, \max} = \frac{M_{b1, \max}}{W_{y,1}} \leq \frac{R_m}{S_{B, \min}}$$

$$\hookrightarrow M_{b1, \max} \leq \frac{R_m}{S_{B, \min}} \cdot W_{y,1} = \frac{470}{4} \cdot 161,5 \cdot 10^3 = 18,976 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$(3) \rightarrow l_{\max} = \left( \frac{M_{b1, \max}}{F \cdot \cos 60^\circ} + 2u + 1m \right) \frac{1}{3} = \underline{\underline{4817 \text{ mm}}}$$

c) schwellend  $\lambda = 0$ 

d)  $M_{b1} = 25 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

$$\sigma_1 = \frac{M_{b1}}{W_{y,1}} = \frac{25 \cdot 10^6}{161,5 \cdot 10^3} = 154,8 \text{ N/mm}^2$$

$$s_0 = \frac{\sigma_{\text{Bsch}}}{\sigma_1} = \frac{425}{154,8} = \underline{\underline{2,75}}$$

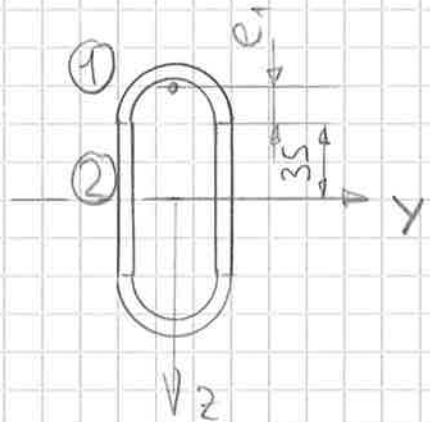
e) Fläche ① → Tabelle B-1

$$R = 50 ; r = 46$$

$$A_0 = \frac{1}{2} \cdot \pi (50^2 - 46^2) = 603,2 \text{ mm}^2$$

$$e_1 = \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{50^2 + 50 \cdot 46 + 46^2}{96} = 30,58 \text{ mm}$$

$$I_{y0} = 0,1098(50^4 - 46^4) - 0,283 \cdot 50^2 \cdot 46^2 \cdot \frac{4}{96} = 132247 \text{ mm}^4$$



	$I_{y0}$	$z$	$A$	$z^2 A$
①	$13,2 \cdot 10^4$	$-65,58$	$603,2$	$259,4 \cdot 10^4$
②	$11,4 \cdot 10^4$	$0$	$-$	$-$
①+②	$24,6 \cdot 10^4$			$259,4 \cdot 10^4$

$$I_0 = \frac{4 \cdot 70^3}{12}$$

$$I_{y,3} = 2(24,6 + 259,4) \cdot 10^4 = \underline{\underline{568 \cdot 10^4 \text{ mm}^4}}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_{b3}}{I_{y,3}} \cdot z_{\text{max}} = \frac{88 \cdot 10^6}{568 \cdot 10^4} \cdot 85 = \underline{\underline{131,7 \text{ N/mm}^2}}$$