

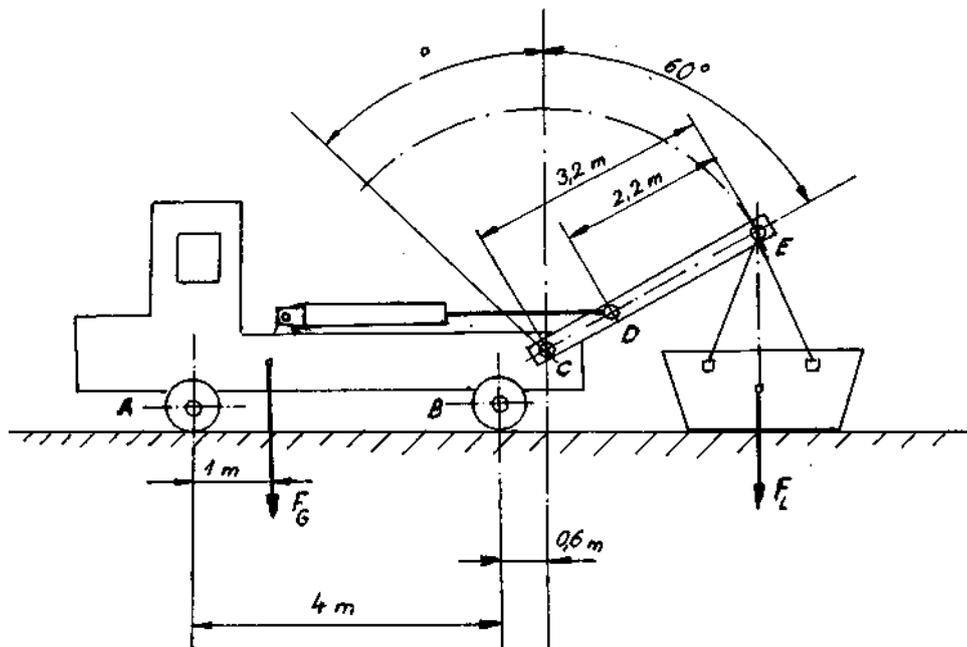


## tgt HP 1979/80-1: Beladeeinrichtung

Ein Fahrzeug zur Beförderung von Müllcontainern, besitzt einen Schwenkrahrnen, der aus zwei verbundenen Hebebäumen besteht, die durch je einen Hydraulikzylinder auf jeder Seite geschwenkt werden.

Bezogen auf eine Seite des Fahrzeuges sind die Belastungskräfte:

(Anteil) Last  $F_L = 30 \text{ kN}$   
 (Anteil) Fahrzeuggew.  $F_G = 20 \text{ kN}$

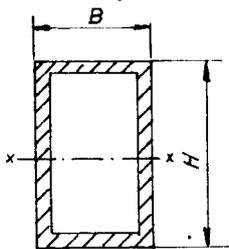


Mit den nach der Skizze gegebenen Abmessungen sind in der ausgeschwenkten Lage beim Anheben zu bestimmen:

Teilaufgaben:		Punkte
1	Wie groß ist die Lagerkraft $F_C$ im Punkt C nach Größe und Richtung und die Kraft $F_H$ im Punkt D, die der Hydraulikkolben aufbringen muss? (Zeichnerische Lösung)	4,0
2		6,0
2.1	Weisen Sie rechnerisch nach, dass das Fahrzeug um die Hinterachse kippt, die Last also mit den Gegebenheiten der Aufgabe nicht angehoben werden kann.	
2.2	Durch welche Maßnahmen könnte das Kippen verhindert werden?	

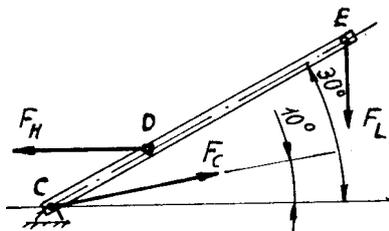


- 3 Bestimmen Sie mit 3-facher Sicherheit gegen Bruch den erforderlichen Durchmesser  $d$  der Kolbenstange, wenn der Stangenwerkstoff eine Zugfestigkeit  $R_m (\sigma_{zB}) = 700 \text{ N/mm}^2$  hat und eine angenommene Kolbenkraft  $F_H = 170 \text{ kN}$  wirkt. 3,5
- 4 Für die Konstruktion der Hubeinrichtung stehen nach einem Katalog Hydraulikzylinder mit den Kolbendurchmessern:  $D_1 = 160 \text{ mm}$ ,  $D_2 = 200 \text{ mm}$ ,  $D_3 = 250 \text{ mm}$  u.  $D_4 = 315 \text{ mm}$  zur Verfügung, deren Kolbenstangendurchmesser alle  $d = 35,5 \text{ mm}$  betragen. Welcher Hydraulikzylinder ist auszuwählen, wenn damit bei einem angenommenen Öldruck von  $p = 60 \text{ bar}$  eine Kraft von  $F_H = 180 \text{ kN}$  auf den Hebebaum ausgeübt werden soll? 4,0
- 5 Der Hebebaum besitzt (angenommen) über die ganze Länge einen konstanten Kastenquerschnitt mit den Abmessungen: 5,0



$$\begin{aligned} H &= 250 \text{ mm} \\ B &= 150 \text{ mm} \\ \text{Wanddicken } s &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_x = \frac{B H^3 - b h^3}{6 H}$$



Angenommene Belastungskräfte:  
 In E: senkrecht  $F_L = 30 \text{ kN}$   
 In D: waagrecht  $F_H = 166 \text{ kN}$   
 In C: unter  $10^\circ$   $F_C = 167,5 \text{ kN}$

- 5.1 Berechnen Sie an der Stelle des größten Biegemomentes die maximale Biegespannung im Träger (Hebebaum). Dabei sind die an den Stellen C, D und E angebrachten Bolzen zu vernachlässigen.
- 5.2 Ermitteln Sie, welche Sicherheit gegen Bruch gegeben ist, wenn der Hebebaum aus E360 gefertigt wird.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

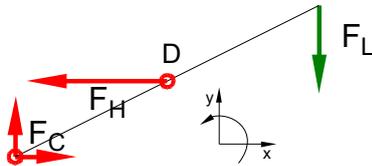
$\Sigma = 22,5$



Teilaufgaben:

1 LS Hebebaum

4,0



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

Weil hier die Hebelarme sehr leicht zu berechnen sind, wird ausnahmsweise das Koordinatensystem in Richtung der Kräfte gelegt.

$$\Sigma M_C = 0 = + F_H \cdot (3,2 - 2,2) \text{ m} \cdot \cos 60^\circ - F_L \cdot 3,2 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ \Rightarrow$$

$$F_H = F_L \cdot \frac{3,2 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ}{1 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ} = 30 \text{ kN} \cdot 3,2 \cdot \tan 60^\circ = 166,3 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Cx} - F_H \Rightarrow F_{Cx} = F_H = 166,3 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Cy} - F_L \Rightarrow F_{Cy} = F_L = 30 \text{ kN}$$

$$F_C = \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} = \sqrt{(166,3 \text{ kN})^2 + (30 \text{ kN})^2} = 169 \text{ kN}$$

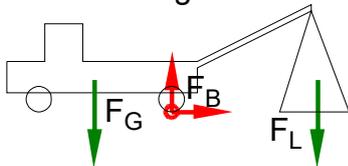
$$\alpha_C = \arctan \frac{F_{Cy}}{F_{Cx}} = \arctan \frac{30 \text{ kN}}{166,3 \text{ kN}} = 10,2^\circ \text{ (nach rechts oben gegen die x-Achse)}$$

Statik 4-Kräfteverfahren

2

6,0

2.1 LS Fahrzeug mit Müllcontainer



Kippbedingung  $F_A = 0$

$$\Sigma M_B = 0 = + F_G \cdot (4 - 1) \text{ m} - F_L \cdot (0,6 \text{ m} + 3,2 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ) \Rightarrow$$

$$F_{\text{Gerf}} = F_L \cdot \frac{0,6 \text{ m} + 3,2 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ}{3 \text{ m}} = 30 \text{ kN} \cdot \frac{3,37 \text{ m}}{3 \text{ m}} = 33,7 \text{ kN}$$

Zum Anheben des Containers wäre ein Gewicht  $F_G = 33,7 \text{ kN}$  erforderlich, das Fahrzeug wiegt aber nur  $20 \text{ kN}$ . Deshalb würde das Fahrzeug kippen.

Kippt das Fz?

2.2 Das Kippen kann verhindert werden durch:

- teilweises Leeren des Containers
- Stützen am Fahrzeug hinter der Hinterachse
- ein schwereres Fahrzeug oder Zusatzgewichte
- Verlagerung des Fahrzeuggewichtes nach vorne, z.B. Motor
- Verkürzen des Hebebaumes
- Container über eine Rampe auf das Fahrzeug ziehen

Verständnisfrage zum Kippen



3  $\frac{R_m}{\sqrt{v}} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$  3,5

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_m}{\sqrt{v}} = \frac{700 \text{ N/mm}^2}{3} = 233,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{F_H}{\sigma_{zzul}} = \frac{170 \text{ kN}}{233,3 \text{ N/mm}^2} = 728,6 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 728,6 \text{ mm}^2}{\pi}} = 30,5 \text{ mm}$$

Gewählt:  $d = 31,5 \text{ mm}$  aus Normzahlreihe R10

*Erforderlicher Durchmesser gegen Verformung durch Zug*

4  $p = \frac{F}{S} \Rightarrow S_{erf} = \frac{F}{p} = \frac{180 \text{ kN}}{60 \text{ bar}} = 30000 \text{ mm}^2$  4,0

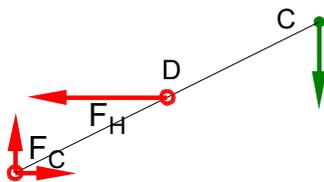
$$S = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \Rightarrow D_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi} + d^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30000 \text{ mm}^2}{\pi} + (35,5 \text{ mm})^2} = 198,6 \text{ mm}$$

Gewählt:  $D_2 = 200 \text{ mm}$  (nächstgrößere Durchmesser)

*erforderlicher Kolbendurchmesser (mit Kolbenstange)*

5 5,0

## 5.1 LS Hebebaum



Das maximale Biegemoment kann nur im Punkt D liegen, weil es der einzige innere Kräfteeinleitungspunkt ist:

$$M_D = F_L \cdot 2,2 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = 30 \text{ kN} \cdot 202 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ = 57,2 \text{ kNm}$$

Widerstandsmoment des Kastenprofils:

$$W = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{150 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm})^3 - (150 - 2 \cdot 10) \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} - 2 \cdot 10 \text{ mm})^3}{6 \cdot 250 \text{ mm}} = 508 \text{ cm}^3$$

Biegespannung im Profil:

$$\frac{\sigma_{bF}}{\sqrt{v}} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_b}{W} \rightarrow$$

$$\sigma_b = \frac{57,2 \text{ kNm}}{508 \text{ cm}^3} = 112,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

*Biegemoment und Biegespannung in einem Kastenprofil ermitteln*

## 5.2 Sicherheit gegen Bruch

$$\frac{R_m}{\sqrt{v}} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_b}{W} \rightarrow$$

$$v = \frac{R_m}{\sigma_b} = \frac{670 \text{ N/mm}^2}{112,6 \text{ N/mm}^2} = 5,9$$

*Sicherheit gegen Biegung*

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$