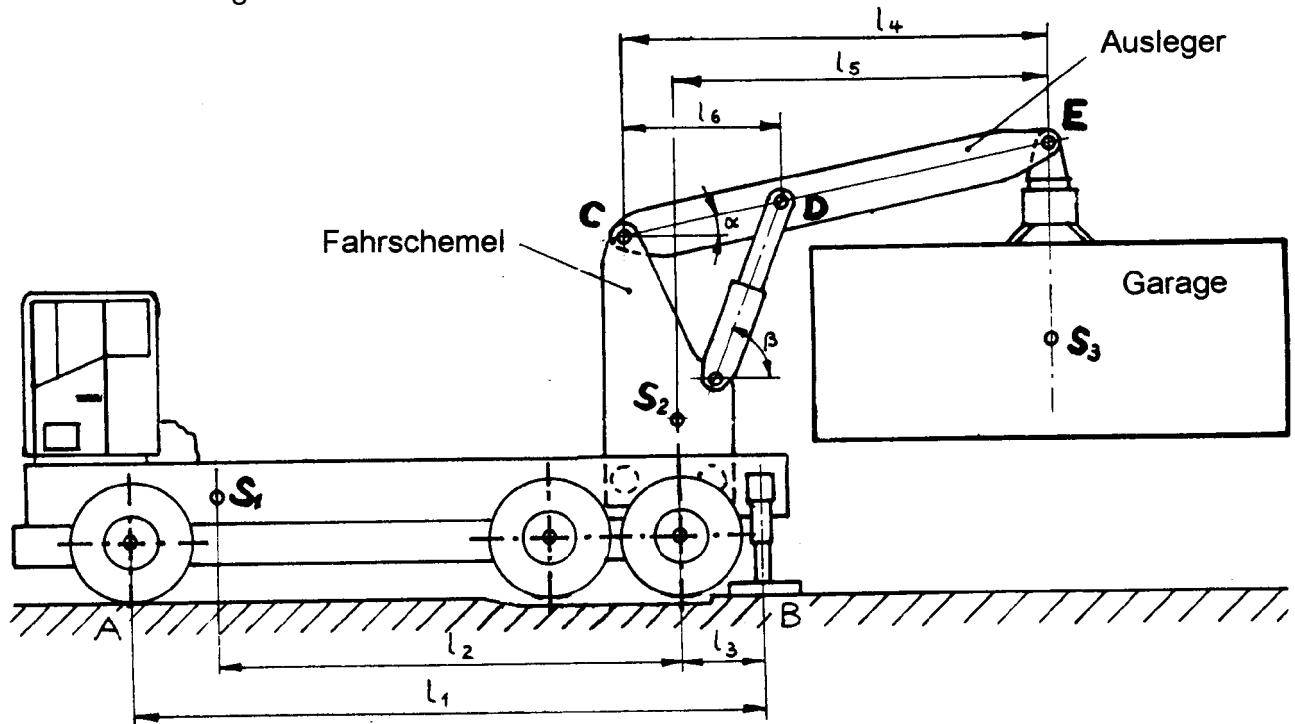




tgt HP 1995/96-1: Garagentransporter

Das Fahrzeug transportiert Fertiggaragen zum Bestimmungsort und setzt diese dort ab. Skizziert ist die Abladestelle.



Maße:

$$l_1 = 9,0 \text{ m}$$

$$l_4 = 6,5 \text{ m}$$

$$\alpha = 15^\circ$$

$$l_2 = 6,5 \text{ m}$$

$$l_5 = 5,5 \text{ m}$$

$$\beta = 60^\circ$$

$$l_3 = 1 \text{ m}$$

$$l_6 = 2,0 \text{ m}$$

Gewichtskräfte:

$$\text{Fahrzeug: } F_{G1} = 100 \text{ kN}$$

$$\text{Hebezeug: } F_{G2} = 10 \text{ kN}$$

$$\text{Garage: } F_{G3} = 120 \text{ kN}$$

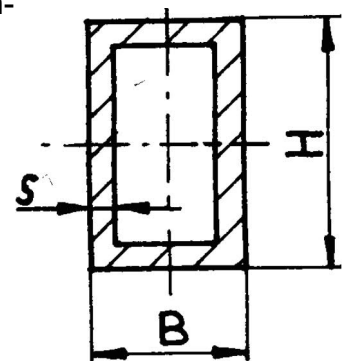
Teilaufgaben:

	Punkte
1 Ermitteln Sie zeichnerisch die Aufstandskräfte F_A und F_B für eine Fahrzeugseite.	5,0
2 Ab welchem Garagengewicht $F_{G3\max}$ kippt der LKW ?	1,5
3 Berechnen Sie die Kolbenkraft F_D und die Lagerkraft F_C	5,0



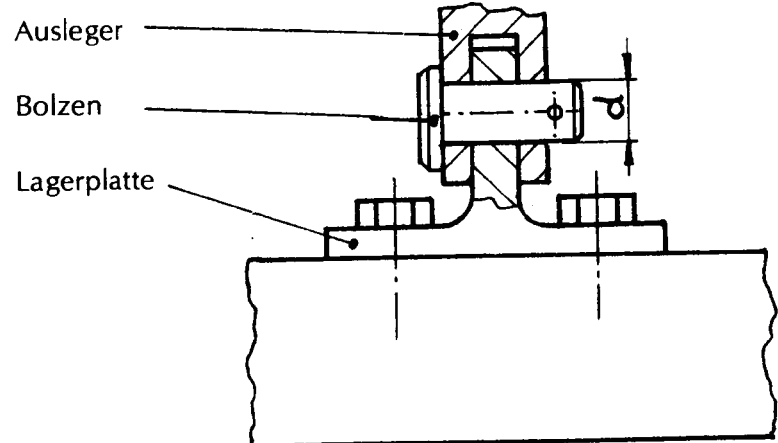
- 4 Der Ausleger hat einen kastenförmigen Querschnitt nach nebenstehender Skizze. Bestimmen Sie das maximale Biegemoment M_{bmax} und die Auslegerbreite B bei folgenden Daten:

$$\begin{aligned}\sigma_{bzul} &= 150 \text{ N/mm}^2 \\ H &= 400 \text{ mm} \\ s &= 30 \text{ mm}\end{aligned}$$



5,0

- 5 Die Skizze zeigt einen Schnitt durch das Lager E



- 6 Bestimmen Sie den erforderlichen Bolzendurchmesser d , wenn als Bolzenwerkstoff C45 in vergütetem Zustand verwendet und mit 6facher Sicherheit gegen Abscherung gerechnet wird.
- 7 Die Lagerplatte ist mit vier Schrauben befestigt. Welches metrische ISO-Regelgewinde ist für die Schrauben aus dem Werkstoff 8.8 bei 6facher Sicherheit zu wählen ?

3,0

3,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$



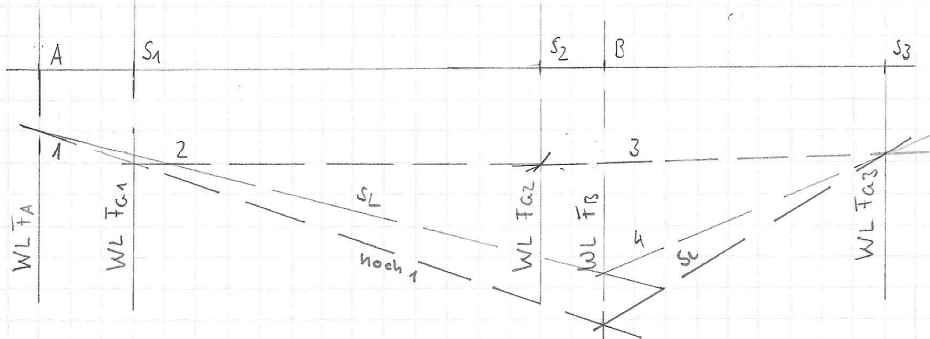
Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

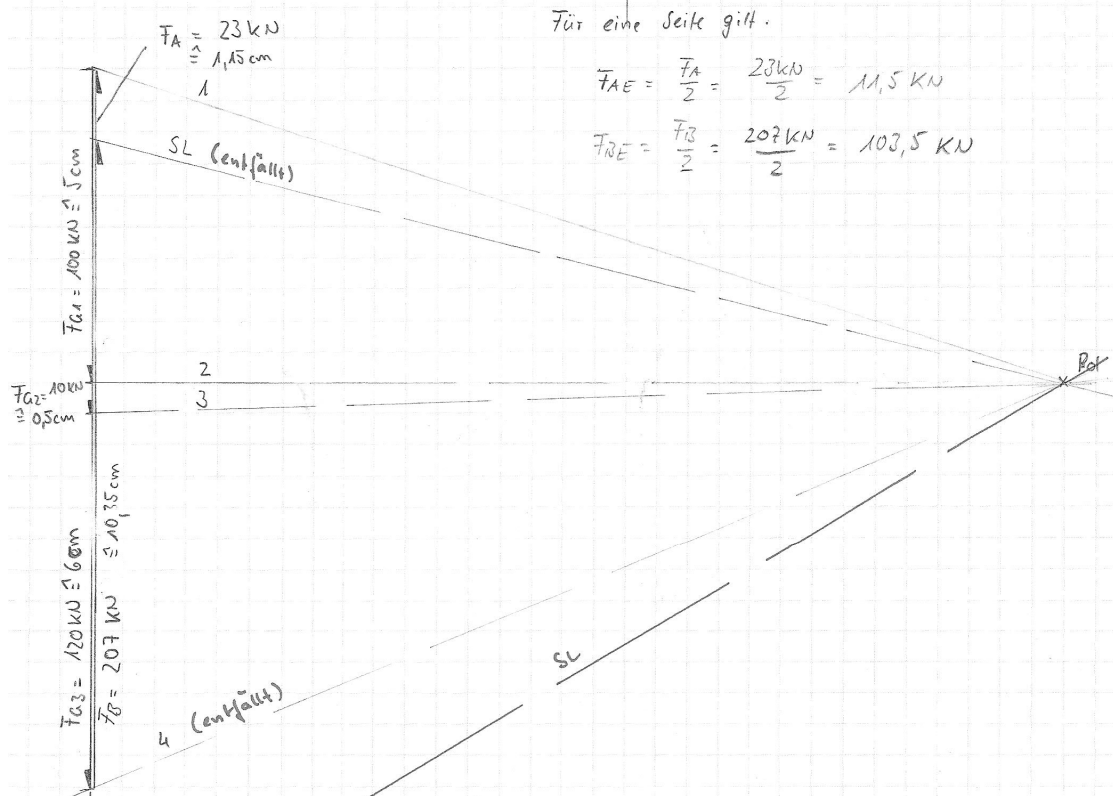
Punkte
5,0

1

1.1 Lageplan Fahrzeug mit Ladung $M_L = \frac{15m}{15cm}$



Kräfteplan $M_K = \frac{100kN}{5cm}$



1.2 Drehpunkt B; $\sum \pi = 0$; Kippbedingung $F_A < 0$, ich rechne mit $F_A = 0$

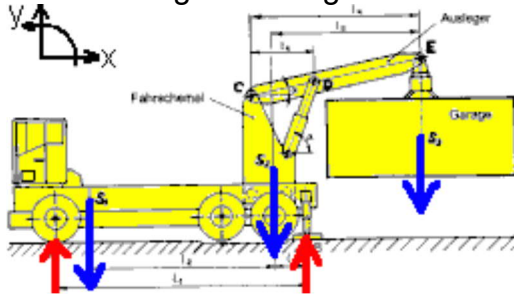
$$-F_{A1} \cdot (l_2 + l_3) - F_{A2} \cdot l_3 + F_{A3max} \cdot (l_5 - l_3) = 0$$

$$F_{A3max} = \frac{F_{A1} \cdot (l_2 + l_3) + F_{A2} \cdot l_3}{l_5 - l_3} = \frac{100kN \cdot (6,5m + 1m) + 10kN \cdot 1m}{5,5m - 1m} = 168,9kN$$

Der Lkw kippt bei einem Gewicht $\bar{F}_{Amax} \geq 168 kN$



LS Fahrzeug mit Garage



Rechnerische Lösung (nicht gefordert):

$$\Sigma M_B = 0 = -F_A \cdot l_1 + F_{G1} \cdot (l_2 + l_3) + F_{G2} \cdot l_3 - F_{G3} \cdot (l_5 - l_3)$$

$$F_A = \frac{F_{G1} \cdot (l_2 + l_3) + F_{G2} \cdot l_3 - F_{G3} \cdot (l_5 - l_3)}{l_1}$$

$$= \frac{100 \text{ kN} \cdot (6,5 \text{ m} + 1 \text{ m}) + 10 \text{ kN} \cdot 1 \text{ m} - 120 \text{ kN} \cdot (5,5 \text{ m} - 1 \text{ m})}{9 \text{ m}} = 24,4 \text{ kN (Achse)}$$

Zeichnerische Lösung nach dem Schlusslinienverfahren

2 LS siehe Aufgabe 1, Kippbedingung $F_A = 0$.

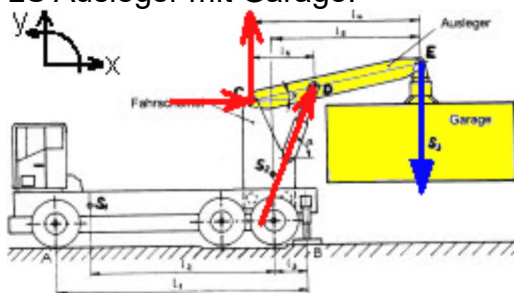
1,5

$$\Sigma M_B = 0 = F_{G1} \cdot (l_2 + l_3) + F_{G2} \cdot l_3 - F_{G3 \text{ max}} \cdot (l_5 - l_3)$$

$$F_{G3 \text{ max}} = \frac{F_{G1} \cdot (l_2 + l_3) + F_{G2} \cdot l_3}{l_5 - l_3} = \frac{100 \text{ kN} \cdot (6,5 \text{ m} + 1 \text{ m}) + 10 \text{ kN} \cdot 1 \text{ m}}{5,5 \text{ m} - 1 \text{ m}} = 168,9 \text{ kN}$$

3 LS Ausleger mit Garage.

5,0



Rechnerische Lösung:

$$\Sigma M_C = 0 = F_{Dy} \cdot l_6 - F_{Dx} \cdot l_6 \cdot \tan \alpha - F_{G3} \cdot l_4 = F_D \cdot \sin \beta \cdot l_6 - F_D \cdot \cos \beta \cdot l_6 \cdot \tan \alpha - F_{G3} \cdot l_4 \Rightarrow$$

$$F_D = \frac{F_{G3} \cdot l_4}{l_6 \cdot \sin \beta - l_6 \cdot \cos \beta \cdot \tan \alpha} = \frac{120 \text{ kN} \cdot 6,5 \text{ m}}{2 \text{ m} \cdot \sin 60^\circ - 2 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ \cdot \tan 15^\circ} = 532,7 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Cx} + F_{Dx} \Rightarrow F_{Cx} = -F_{Dx} = -F_D \cdot \cos \beta = -532,7 \text{ kN} \cdot \cos 60^\circ = -266,4 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Cy} + F_{Dy} - F_{G3} \Rightarrow$$

$$F_{Cy} = F_{G3} - F_{Dy} = F_{G3} - F_D \cdot \sin \beta = 120 \text{ kN} - 532,7 \text{ kN} \cdot \sin 60^\circ = -341,4 \text{ kN}$$

$$F_C = \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} = \sqrt{(266,4 \text{ kN})^2 + (341,4 \text{ kN})^2} = 433,0 \text{ kN}$$

$$\alpha_C = \arctan\left(\frac{F_{Cy}}{F_{Cx}}\right) = \arctan\left(\frac{-341,4 \text{ kN}}{-266,4 \text{ kN}}\right) = 52,0^\circ$$

$\alpha_A = 52,0^\circ$ nach links unten gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_A = 232,0^\circ$ gegen die positive x-Achse

Zeichnerische Lösung nach dem 3-Kräfteverfahren (nicht gefordert)



$$4 \quad M_{bmax} = |F_{G3} \cdot (l_4 - l_6)| = 120 \text{ kN} \cdot (6,5 \text{ m} - 2,0 \text{ m}) = 540 \text{ kNm} \quad 5,0$$

$$\frac{\sigma_{bF}}{v} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \Rightarrow$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{540 \text{ kNm}}{150 \text{ N/mm}^2} = 3600 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{B \cdot H^3 - (B - 2s) \cdot (H - 2s)^3}{6 \cdot H} \Rightarrow$$

$$B = \frac{W \cdot 6 \cdot H - 2s \cdot (H - 2s)^3}{(H^3 - (H - 2s)^3)}$$

$$= \frac{3600 \text{ cm}^3 \cdot 6 \cdot 400 \text{ mm} - 2 \cdot 30 \text{ mm} \cdot (400 \text{ mm} - 2 \cdot 30 \text{ mm})^3}{(400^3 \text{ mm}^3 - (400 \text{ mm} - 2 \cdot 30 \text{ mm})^3)} = 254,4 \text{ mm}$$

Max. Biegemoment und Maße eines Kastenprofils ermitteln

5 Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren: 3,0

$\tau_{aB} = 560 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$\frac{\tau_{aB}}{v} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{560 \text{ N/mm}^2}{6} = 93,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_{G3}}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{120 \text{ kN}}{2 \cdot 93,3 \text{ N/mm}^2} = 642,8 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 642,8 \text{ mm}^2}{\pi}} = 28,6 \text{ mm}$$

Gewählt wird der nächstgrößere angebotene BolzenØ 30mm (→ TabB „Bolzen“)

Scherfestigkeit (BolzenØ)

6 Festigkeitsklasse 8.8 bedeutet (siehe auch [EuroTabM] „Festigkeitsklasse“): 3,0

$$R_m = 8 \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_e = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\sigma_{zlim}}{v} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{4 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{v} = \frac{640 \text{ N/mm}^2}{6} = 106,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_{G3}}{2 \cdot \sigma_{zzul}} = \frac{120 \text{ kN}}{4 \cdot 106,7 \text{ N/mm}^2} = 281 \text{ mm}^2$$

Gewählt: M24 mit $S = 353 \text{ mm}^2$ (→ TabB „Gewinde“)

Schraubenauswahl nach Zugkraft mit Festigkeitsklasse

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$