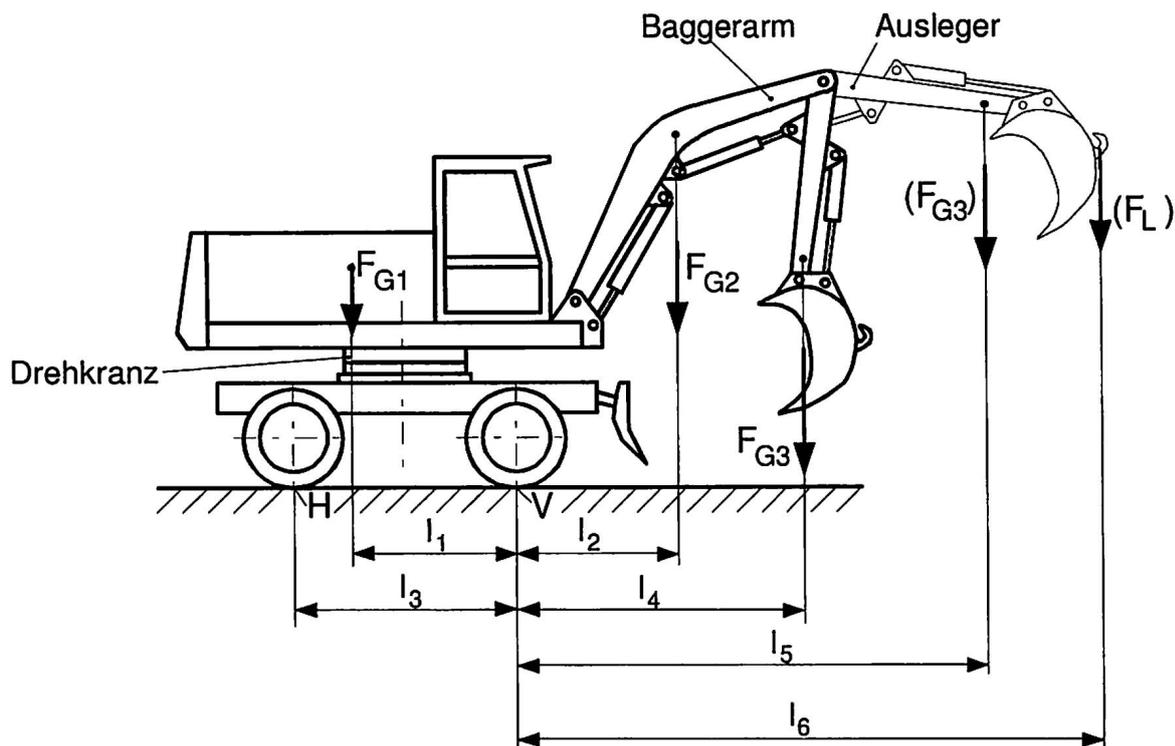




tgt HP 2012/13-5: Bagger



Daten:

$l_1 = 2000 \text{ mm}$

$l_2 = 2000 \text{ mm}$

$l_3 = 2800 \text{ mm}$

$l_4 = 3500 \text{ mm}$

$l_5 = 6800 \text{ mm}$

$l_6 = 8000 \text{ mm}$

Baggerwagen:

$F_{G1} = 70 \text{ kN}$

Baggerarm:

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

Ausleger mit Schaufel:

$F_{G3} = 5 \text{ kN}$

- 1 Bestimmen Sie die Aufstandskräfte der Baggerräder, wenn  $F_{G3}$  im Abstand von  $l_4$  wirkt. 5,0
- 2 Bei vollständig ausgeschwenktem Ausleger befindet sich die angehängte Last  $F_L$  im horizontalen Abstand  $l_6$  von Punkt V. Berechnen Sie die maximale Last  $F_L$ , die der Bagger ohne zu kippen heben kann. 3,0

3 Daten:

$l_7 = 500 \text{ mm}$

$l_8 = 2000 \text{ mm}$

$l_9 = 2500 \text{ mm}$

$l_{10} = 5000 \text{ mm}$

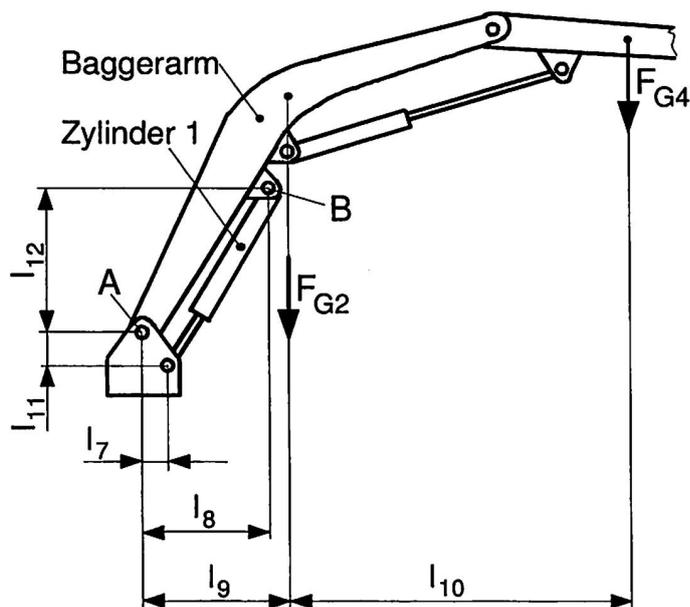
$l_{11} = 500 \text{ mm}$

$l_{12} = 2000 \text{ mm}$

$F_{G2} = 10 \text{ kN}$  (Baggerarm)

$F_{G4} = 15 \text{ kN}$

(Ausleger mit Schaufel und Last)



- 3.1 Bestimmen Sie für den Baggerarm die Lagerkräfte  $F_A$  und  $F_B$ . 6,0
- 3.2 Berechnen Sie den erforderlichen Öl-druck in bar im Zylinder 1 bei einem wirksamen Kolbendurchmesser  $d_K = 130 \text{ mm}$  bei vernachlässigbarer Reibung im Zylinder. 3,0

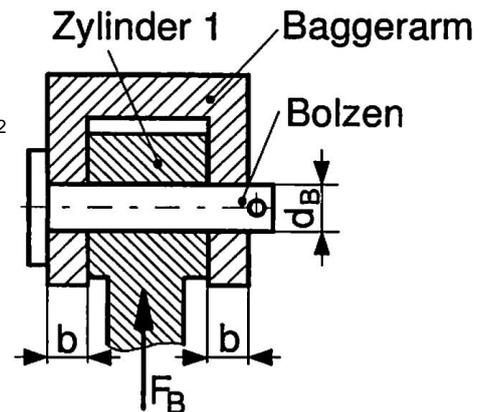


4 Der Zylinder 1 ist über einen Bolzen mit dem Baggerarm verbunden.

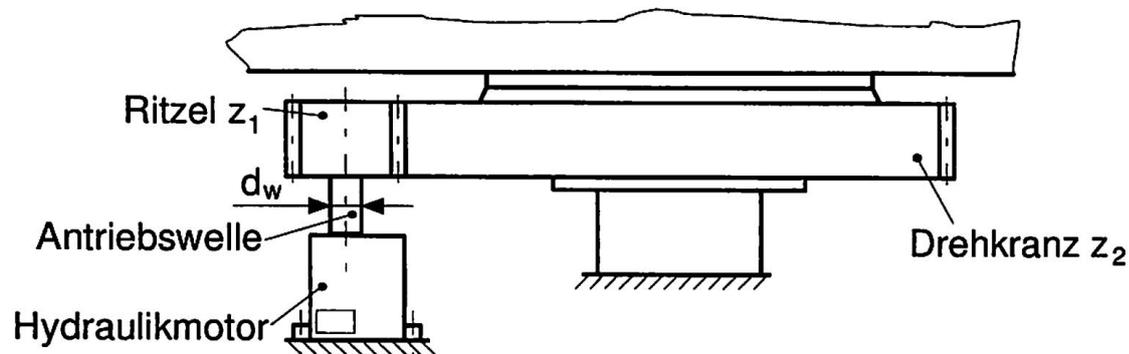
5,0

Daten:

Lagerkraft:	$F_B = 200 \text{ kN}$
Zul. Flächenpressung:	$p_{zul} = 50 \text{ N/mm}^2$
Sicherheit gegen Abscheren:	$v = 4$
Breite	$b = 34 \text{ mm}$
Bolzenwerkstoff:	E360



5 Der Drehkranz des Baggers wird durch ein Ritzel und einen Hydraulikmotor angetrieben.



Daten:

Ritzel:	$z_1 = 19$
Drehkranz:	$z_2 = 95$
Nenn Drehzahl des Motors:	$n_M = 50 \text{ min}^{-1}$
Nenn Drehmoment des Motors:	$M_M = 400 \text{ Nm}$

5.1 Berechnen Sie das Übersetzungsverhältnis.

1,0

5.2 Ermitteln Sie die Zeit für eine halbe Umdrehung des Baggers.

3,0

5.3 Die Antriebswelle des Ritzels besteht aus C45E. Berechnen Sie den erforderlichen Wellendurchmesser  $d_w$  bei einer Sicherheit von  $v = 4$ .

4,0

$\Sigma=30,0$



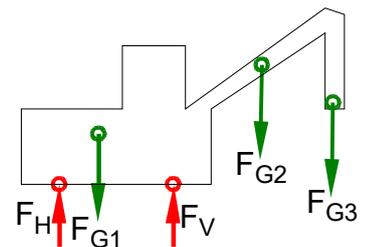
## Lösungsvorschläge

### 1 Lageskizze Bagger siehe rechts

$$\begin{aligned} \Sigma M_V = 0 &= -F_H \cdot l_3 + F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 - F_{G3} \cdot l_4 \Rightarrow \\ F_H &= \frac{+F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 - F_{G3} \cdot l_4}{l_3} \\ &= \frac{+70 \text{ kN} \cdot 2000 \text{ mm} - 10 \text{ kN} \cdot 2000 \text{ mm} - 5 \text{ kN} \cdot 3500 \text{ mm}}{2800 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$F_H = 36,6 \text{ kN} \Rightarrow F_{H\text{Rad}} = 18,4 \text{ kN}$$

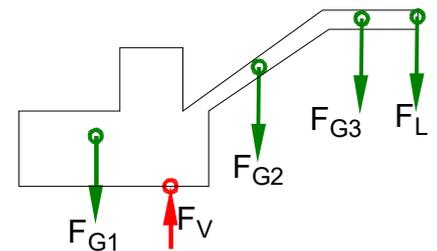
$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &= F_H - F_{G1} + F_V - F_{G2} - F_{G3} \Rightarrow \\ F_V &= -F_H + F_{G1} + F_{G2} + F_{G3} = -36,6 \text{ kN} + 70 \text{ kN} + 10 \text{ kN} + 5 \text{ kN} = 48,4 \text{ kN} \Rightarrow \\ F_{V\text{Rad}} &= 24,2 \text{ kN} \end{aligned}$$



### 2 Kippbedingung: $F_H = 0$ , Lageskizze Bagger mit Last

$$\begin{aligned} \Sigma M_V = 0 &= +F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 - F_{G3} \cdot l_5 - F_L \cdot l_6 \Rightarrow \\ F_L &= \frac{+F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 - F_{G3} \cdot l_5}{l_6} \\ &= \frac{+70 \text{ kN} \cdot 2000 \text{ mm} - 10 \text{ kN} \cdot 2000 \text{ mm} - 5 \text{ kN} \cdot 6800 \text{ mm}}{8000 \text{ mm}} \end{aligned}$$

$$F_L = 10,75 \text{ kN}$$



3

### 3.1 Lageskizze Ausleger siehe rechts

$$\alpha_B = \arctan \frac{l_{12} + l_{11}}{l_8 - l_7} = \arctan \frac{2000 \text{ mm} + 500 \text{ mm}}{2000 \text{ mm} - 500 \text{ mm}} = 59,04^\circ$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_A = 0 &= +F_{Bx} \cdot l_{11} + F_{By} \cdot l_7 - F_{G2} \cdot l_9 - F_{G4} \cdot (l_9 + l_{10}) \\ 0 &= +F_B \cdot \cos \alpha_B \cdot l_{11} + F_B \cdot \sin \alpha_B \cdot l_7 - F_{G2} \cdot l_9 - F_{G4} \cdot (l_9 + l_{10}) \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_B &= \frac{F_{G2} \cdot l_9 + F_{G4} \cdot (l_9 + l_{10})}{\cos \alpha_B \cdot l_{11} + \sin \alpha_B \cdot l_7} \\ &= \frac{10 \text{ kN} \cdot 2500 \text{ mm} + 15 \text{ kN} \cdot (2500 + 5000) \text{ mm}}{\cos 59,04^\circ \cdot 500 \text{ mm} + \sin 59,04^\circ \cdot 500 \text{ mm}} = 200,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Ax} + F_{Bx} \Rightarrow$$

$$F_{Ax} = F_{Bx} = -F_B \cdot \cos 59,04^\circ = -200,4 \text{ kN} \cdot \cos 59,04^\circ = -103,1 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Ay} + F_{By} - F_{G2} - F_{G4} \Rightarrow$$

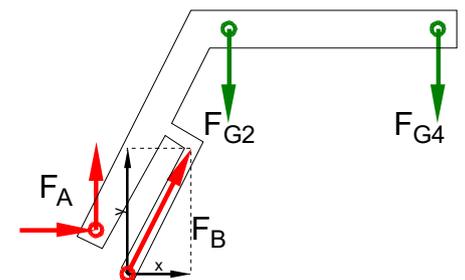
$$F_{Ay} = -F_B \cdot \sin \alpha_B + F_{G2} + F_{G4} = -200,4 \text{ kN} \cdot \sin 59^\circ + 10 \text{ kN} + 15 \text{ kN} = 146,8 \text{ kN}$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(-103,1 \text{ kN})^2 + (146,8 \text{ kN})^2} = 179,4 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{146,8 \text{ kN}}{-103,1 \text{ kN}} = -54,9^\circ$$

$\alpha_A = 54,9^\circ$  nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_A = 125,1^\circ$  gegen die positive x-Achse



Hinweis: Man kann die Kraft  $F_B$  in Drehmomentgleichung  $\Sigma M_A = 0$  auch im Punkt B angreifen lassen und mit  $l_8$  und  $l_{12}$  statt mit  $l_7$  und  $l_{11}$  rechnen (geänderte Drehrichtungen beachten!).

3.2

$$A = \frac{\pi \cdot d_K^2}{4} = \frac{\pi \cdot (130 \text{ mm})^2}{4} = 13273 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{200,4 \text{ kN}}{13273 \text{ mm}^2} = 15,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{(1000 \text{ mm})^2}{\text{m}^2} \cdot \frac{\text{Pa}}{\text{N/m}^2} \cdot 10^{-5} \frac{\text{bar}}{\text{Pa}} = 151 \text{ bar}$$



4

## 4.1 Bolzendurchmesser

Gegen Flächenpressung:

$$p_{zul} > p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_B}{p_{zul}} = \frac{200 \text{ kN}}{50 \text{ N/mm}^2} = 4000 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot 2 \cdot b \Rightarrow d_{Berf} = \frac{A}{2 \cdot b} = \frac{4000 \text{ mm}^2}{2 \cdot 34 \text{ mm}} = 58,8 \text{ mm}$$

Gegeb Abscheren:

$\tau_{aB} = 550 \text{ N/mm}^2$  (E360 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{550 \text{ N/mm}^2}{4} = 137,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_B}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{200 \text{ kN}}{2 \cdot 137,5 \text{ N/mm}^2} = 727,3 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{Berf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 727,3 \text{ mm}^2}{\pi}} = 30,4 \text{ mm}$$

Maßgeblich ist der größere Durchmesser 58,8 mm, gewählt  $d_B = 60 \text{ mm}$   
(diese Größe ist im TabB nicht mehr aufgeführt → TabB „Bolzen“)

*Flächenpressung und Scherfestigkeit (BolzenØ)*

## 5 Drehkranz

$$5.1 \quad i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{95}{19} = 5$$

$$5.2 \quad n_{Kranz} = \frac{n_M}{i} = \frac{50 \text{ min}^{-1}}{5} = 10 \text{ min}^{-1}$$

$$t = \frac{0,5 \text{ Umdr}}{n_{Kranz}} = \frac{0,5 \text{ Umdr}}{10 \frac{\text{Umdr}}{\text{min}}} = \frac{1}{20} \text{ min} = 3 \text{ s}$$

## 5.3 $\tau_{tF} = 350 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$\frac{\tau_{tF}}{v} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p} \Rightarrow$$

$$\tau_{tzul} = \frac{\tau_{tF}}{v} = \frac{360 \text{ N/mm}^2}{4} = 90 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{400 \text{ Nm}}{90 \text{ N/mm}^2} = 4,44 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{Werf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4,44 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 2,83 \text{ cm} = 28,3 \text{ mm}$$

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

*Erforderlicher Durchmesser bei Torsion*