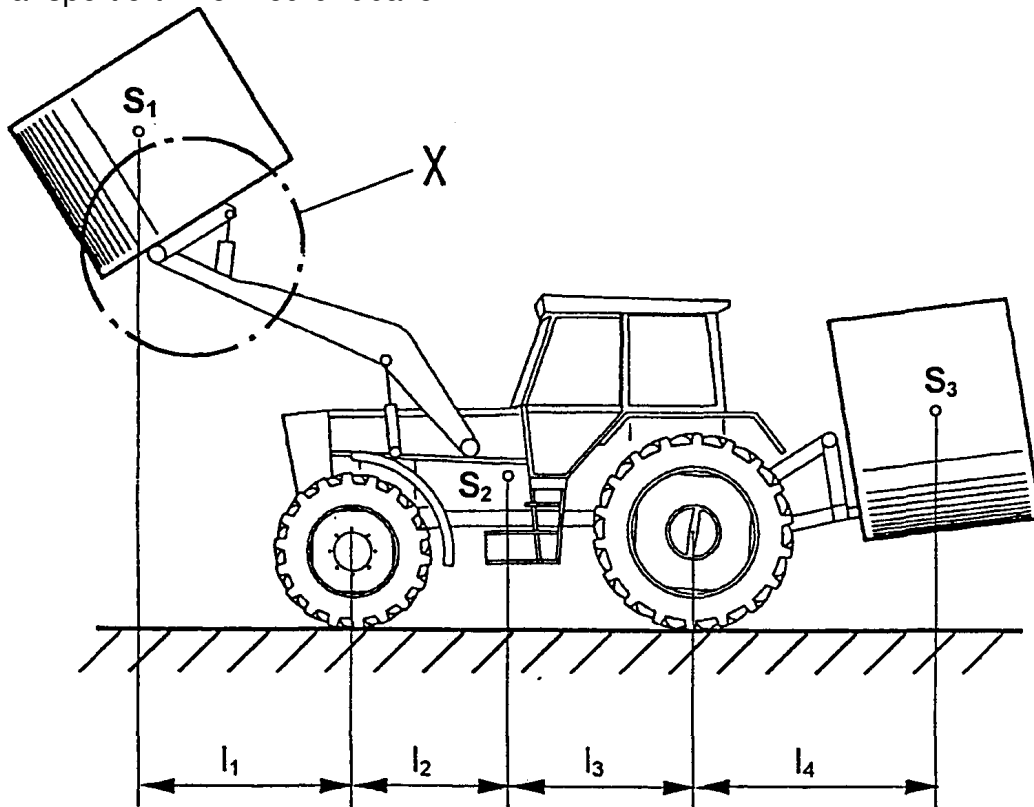


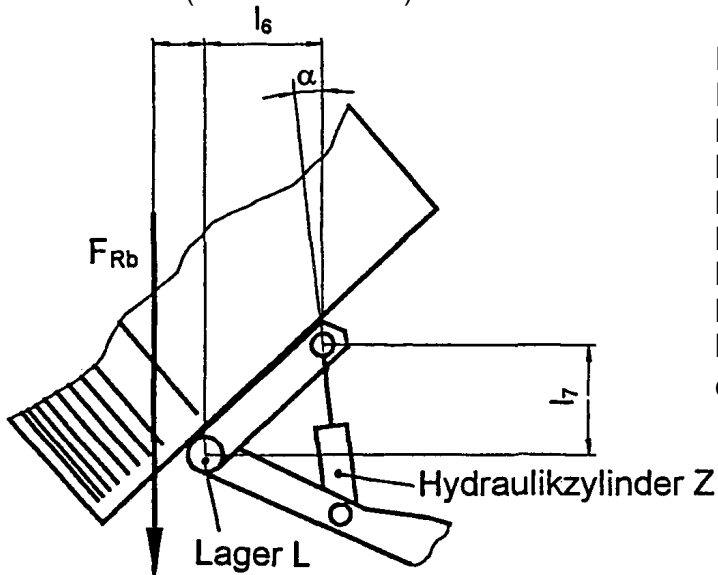
HP 2002/03-2: Traktor

HP 2002/03-2: Traktor

Ein Traktor transportiert zwei Heurundballen.



Einzelheit X (unmaßstäblich)



- $F_G = 15 \text{ kN}$ (in S_2)
- $F_{Rb} = 2 \text{ kN}$ (in S_1 und S_3)
- $l_1 = 1100 \text{ mm}$
- $l_2 = 1200 \text{ mm}$
- $l_3 = 1000 \text{ mm}$
- $l_4 = 1500 \text{ mm}$
- $l_5 = 140 \text{ mm}$
- $l_6 = 320 \text{ mm}$
- $l_7 = 300 \text{ mm}$
- $\alpha = 10^\circ$

Teilaufgaben:

	Punkte
1 Ermitteln Sie zeichnerisch die beiden Achslasten.	5,5
2 Berechnen Sie die Zylinderkraft F_Z und die Lagerkraft F_L (s. Einzelheit X).	5,0

HP 2002/03-2: Traktor

3 Beim Anheben einer schweren Last tritt eine maximale Zylinderkraft F_{zmax} von 5 kN auf. 5,0

Ermitteln Sie den erforderlichen Bolzendurchmesser d .

Zulässige Flächenpressung:

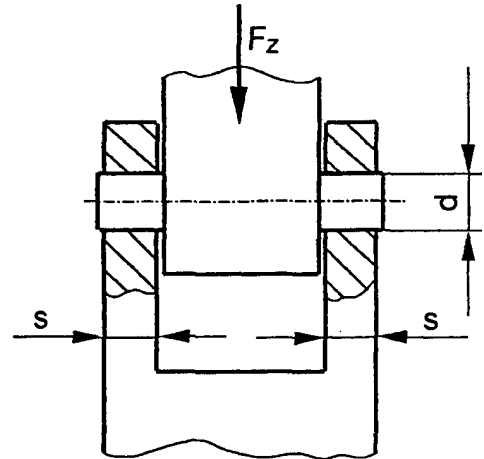
$$p_{zul} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 8 \text{ mm}$$

Bolzenwerkstoff: S235JR

Sicherheit gegen Abscheren:

$$v = 5$$



Lagerung der Kolbenstange

4 Der Traktor treibt über einen Keilriemen und ein Getriebe die Hydraulikpumpe an.

Daten:

$$n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$$

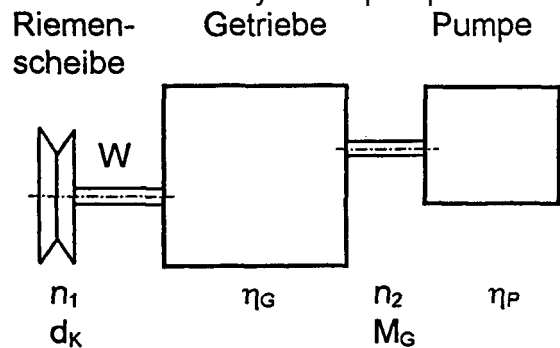
$$d_k = 80 \text{ mm}$$

$$\eta_G = 0,95$$

$$n_2 = 1200 \text{ min}^{-1}$$

$$M_G = 45 \text{ Nm}$$

$$\eta_P = 0,9$$



4.1 Berechnen Sie die aufzubringende Leistung P_1 und das erforderliche Drehmoment M_1 an der Keilriemenscheibe. 3,0

4.2 Welche Leistung gibt die Hydraulikpumpe ab ? 2,0

4.3 Bestimmen Sie den Durchmesser der Riemenscheibenwelle W , wenn ein maximales Drehmoment von 75 Nm übertragen werden soll. 2,0

$$\tau_{tzul} = 120 \text{ N/mm}^2$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

HP 2002/03-2: Traktor

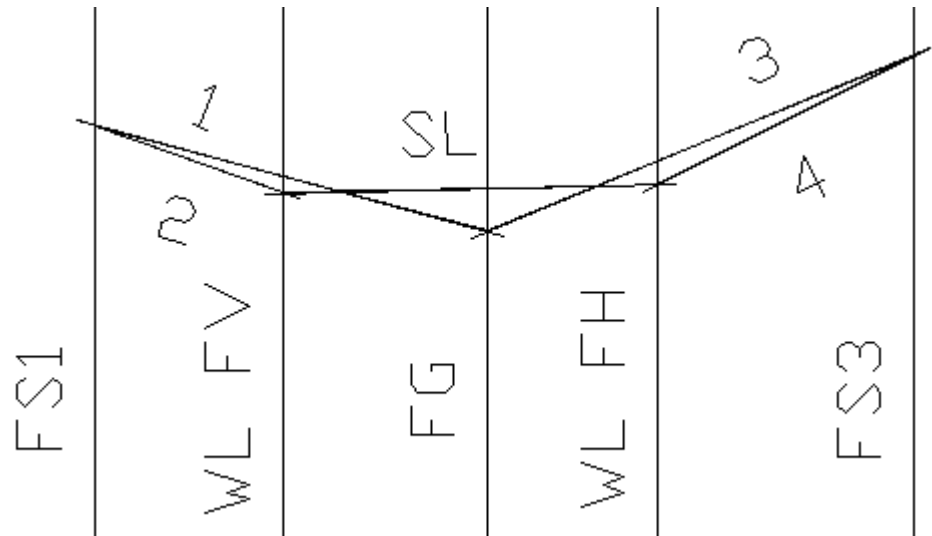
Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

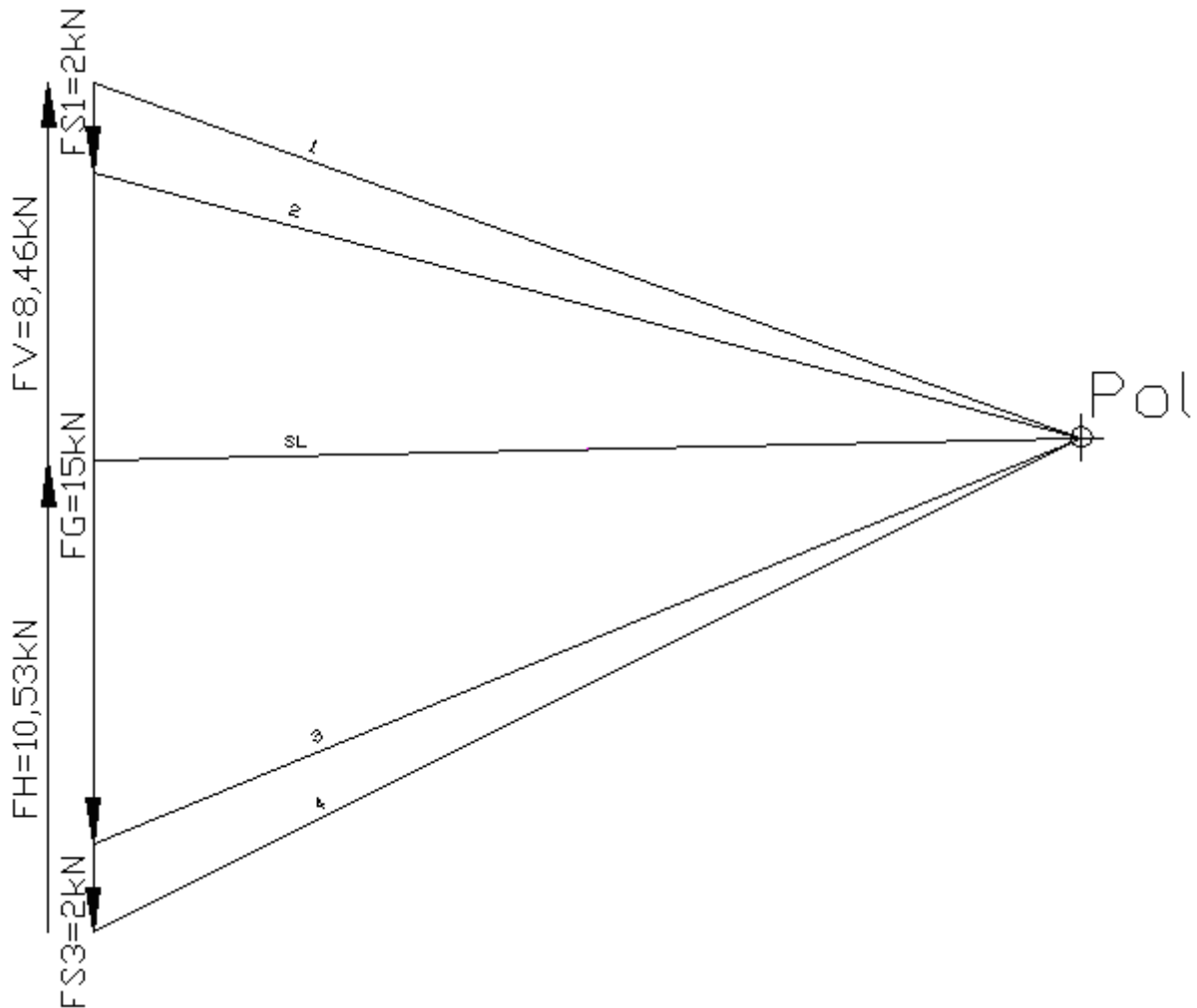
Punkte

- 1 Lageplan des Traktors mit den Heuballen (Lagemaßstab $M_L = \dots$)

5,5



Kräfteplan (Kräftemaßstab $M_K = \dots$)



2 Lageskizze der Heugabel mit Ballen:

5,0

$$\begin{aligned} \Sigma M_L = 0 &= +F_{Rb} \cdot l_5 - F_{Zx} \cdot l_7 - F_{zy} \cdot l_6 \\ &= F_{Rb} \cdot l_5 - F_Z \cdot \sin \alpha \cdot l_7 - F_Z \cdot \cos \alpha \cdot l_6 \quad \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_Z &= \frac{F_{Rb} \cdot l_5}{\sin \alpha \cdot l_7 + \cos \alpha \cdot l_6} \\ &= \frac{2 \text{ kN} \cdot 140 \text{ mm}}{\sin 10^\circ \cdot 300 \text{ mm} + \cos 10^\circ \cdot 320 \text{ mm}} = 0,7625 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y = 0 &= -F_{Rb} + F_{Ly} - F_{Zy} = -F_{Rb} + F_{Ly} - F_Z \cdot \cos \alpha \quad \Rightarrow \\ F_{Ly} &= +F_{Rb} + F_Z \cdot \cos \alpha = 2 \text{ kN} + 0,7625 \text{ kN} \cdot \cos 10^\circ = 2,7509 \text{ kN} \end{aligned}$$

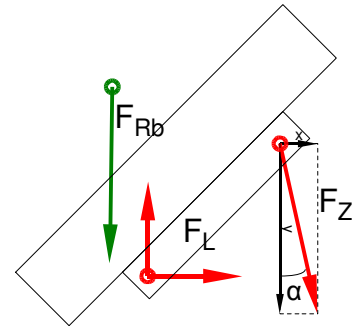
$$\begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &= F_{Lx} + F_{Zx} = F_{Lx} + F_Z \cdot \sin \alpha \quad \Rightarrow \\ F_{Lx} &= -F_Z \cdot \sin 10^\circ = -0,7625 \text{ kN} \cdot \sin 10^\circ = -0,1324 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_L = \sqrt{F_{Lx}^2 + F_{Ly}^2} = \sqrt{(2,7509 \text{ kN})^2 + (-0,1324 \text{ kN})^2} = 2,75 \text{ kN}$$

$$\alpha_L = \arctan \frac{F_{Ly}}{F_{Lx}} = \arctan \frac{2,7509 \text{ kN}}{-0,1324 \text{ kN}} = -87,2^\circ$$

$\alpha_L = 87,2^\circ$ nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_L = 92,8^\circ$ gegen die positive x-Achse



3 Erforderlicher Durchmesser gegen Flächenpressung:

5,0

$$p_{zul} = \frac{F}{A} \quad \Rightarrow \quad A_{erf} = \frac{F}{2 \cdot p_{zul}} = \frac{5 \text{ kN}}{2 \cdot 15 \text{ N/mm}^2} = 166,7 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot s \quad \Rightarrow \quad d_{erf} = \frac{A}{s} = \frac{166,7 \text{ mm}^2}{8 \text{ mm}} = 20,8 \text{ mm}$$

Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren;

$\tau_{aB} = 290 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{V} = \frac{290 \text{ N/mm}^2}{5} = 58 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{5 \text{ kN}}{2 \cdot 58 \text{ N/mm}^2} = 43,1 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \Rightarrow \quad d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 43,1 \text{ mm}^2}{\pi}} = 7,4 \text{ mm}$$

Maßgeblich ist der größere Durchmesser 20,8 mm, gewählt wird der nächstgrößere angebotene Bolzen $\varnothing 22 \text{ mm}$ (→ TabB „Bolzen“)

Flächenpressung und Scherfestigkeit (Bolzen \varnothing)

HP 2002/03-2: Traktor

4

4.1 $P_G = 2\pi \cdot n_2 \cdot M_G = 2\pi \cdot 1200 \text{ min}^{-1} \cdot 45 \text{ Nm} = 5655 \text{ W}$ 3,0

$$\frac{P_G}{P_1} = \eta_G \Rightarrow P_1 = \frac{P_G}{\eta_G} = \frac{5655 \text{ W}}{0,95} = 5953 \text{ W} \approx 6,0 \text{ kW}$$

oder :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{900 \text{ min}^{-1}}{1200 \text{ min}^{-1}} = 0,75$$

$$\frac{M_G}{M_1} = \eta_G \cdot i \Rightarrow M_1 = \frac{M_G}{\eta_G \cdot i} = \frac{45 \text{ Nm}}{0,95 \cdot 0,75} = 63,2 \text{ Nm}$$

$$P_1 = 2\pi \cdot n_1 \cdot M_1 = 2\pi \cdot 900 \text{ min}^{-1} \cdot 63,2 \text{ Nm} = 5953 \text{ W} \approx 6,0 \text{ kW}$$

4.2 $\frac{P_{ab}}{P_G} = \eta_P \Rightarrow P_{ab} = P_G \cdot \eta_P = 5655 \text{ W} \cdot 0,9 = 5090 \text{ W} \approx 5,1 \text{ kW}$ 2,0

4.3 $\frac{\tau_{tF}}{V} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p} \Rightarrow$ 2,0

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{75 \text{ Nm}}{120 \text{ N/mm}^2} = 0,625 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{0,625 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 14,7 \text{ mm}$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{68,9 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 7,05 \text{ mm}$$

$d_{gewählt} = 16 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R5

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$