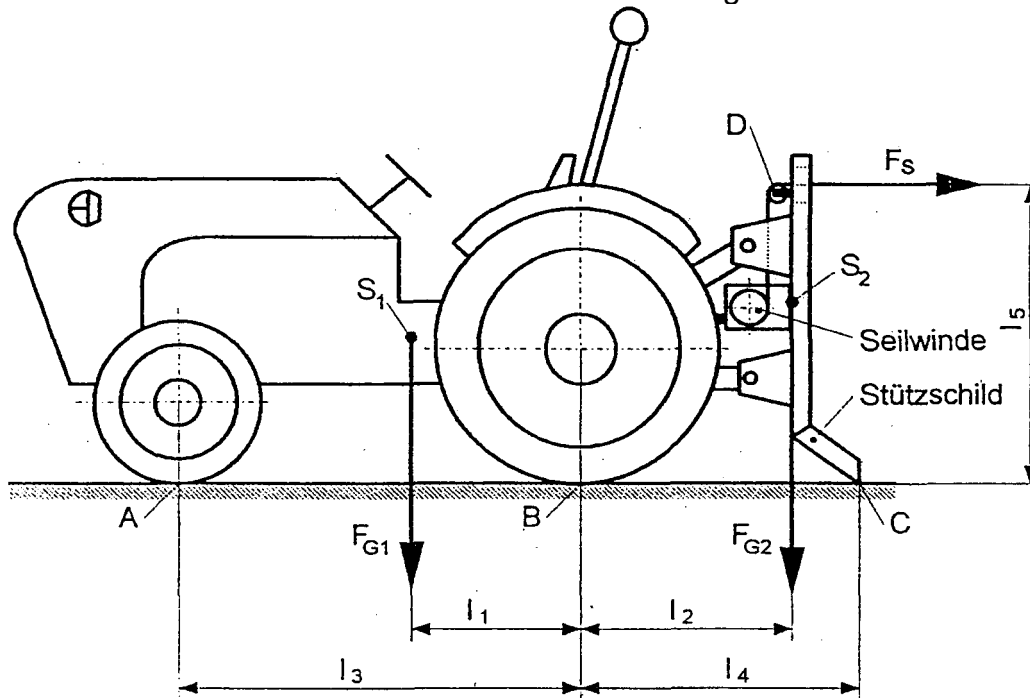




tgt HP 2004/05-1: Traktor

Ein Traktor mit Seilwinde und Stützschild wird zur Holzernte eingesetzt.



Daten

- $l_1 = 600 \text{ mm}$
- $l_2 = 1000 \text{ mm}$
- $l_3 = 1600 \text{ mm}$
- $l_4 = 1300 \text{ mm}$
- $l_5 = 800 \text{ mm}$

- $F_{G1} = 16 \text{ kN}$
- $F_{G2} = 4 \text{ kN}$

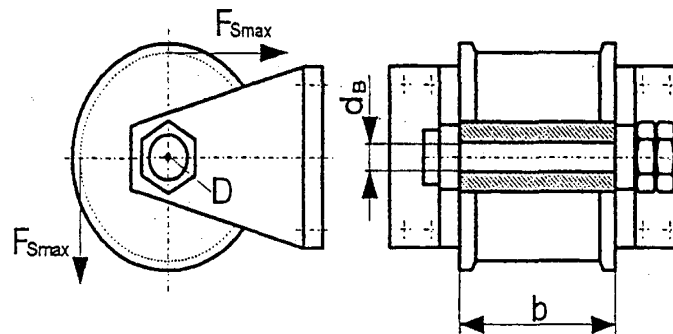
Teilaufgaben:

Punkte

- | | | |
|---|---|-----|
| 1 | Ermitteln Sie zeichnerisch die Achslasten F_A und F_B bei angehobenem Stützschild und ohne Seilkraft F_s . | 5,0 |
| 2 | Im Betrieb der Seilwinde wird das Stützschild so auf den Boden gedrückt, dass die Hinterräder gerade abheben.
Berechnen Sie die Kräfte in A und C bei einer Seilkraft $F_s = 30 \text{ kN}$. | 4,0 |
| 3 | Das Seil besteht aus 133 Einzeldrähten mit dem Einzeldrahtdurchmesser $d_E = 0,8 \text{ mm}$ und der Zugfestigkeit $R_m = 1960 \text{ N/mm}^2$.
Die maximale Seilkraft beträgt $F_{Smax} = 40 \text{ kN}$.
Berechnen Sie die vorhandene Sicherheit gegen Bruch. | 3,0 |

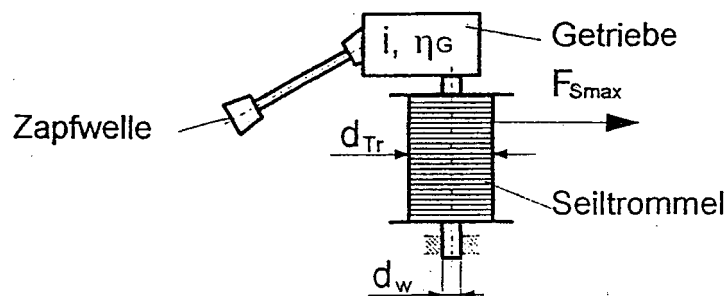


4 Lagerung der Umlenkrolle in D:



Die Umlenkrolle lenkt das Seil um 90° um. Die maximale Seilkraft beträgt $F_{Smax} = 40 \text{ kN}$.

- 4.1 Berechnen Sie die Lagerkraft F_D . 2,0
- 4.2 Ermitteln Sie den erforderlichen Durchmesser d_B des Bolzens aus C60E bei einer 5-fachen Sicherheit gegen Abscherung. 3,0
- 4.3 Ermitteln Sie den Durchmesser d_B des Bolzens bei einer zulässigen Flächenpressung $p_{zul} = 20 \text{ N/mm}^2$ und einer Rollenbreite $b = 150 \text{ mm}$. 3,0
- 5 Der Traktormotor treibt über eine Zapfwelle und ein Getriebe die Seiltrommel an.



Daten:

Zapfwelldrehzahl $n_Z = 1000 \text{ min}^{-1}$

Seilgeschwindigkeit $v_S = 1 \text{ m/s}$

Seiltrommel $d_{Tr} = 250 \text{ mm}$

Wirkungsgrad Getriebe: $\eta_G = 0,85$

Wirkungsgrad Seiltrommel: $\eta_S = 0,95$

Maximale Seilkraft $F_{Smax} = 40 \text{ kN}$

- 5.1 Berechnen Sie die erforderliche Motorleistung. 2,5
- 5.2 Bestimmen Sie das erforderliche Übersetzungsverhältnis des Getriebes. 3,5
- 5.3 Berechnen Sie den Durchmesser d_w der Seiltrommelwelle bei einer zulässigen Torsionsspannung $\tau_{zul} = 160 \text{ N/mm}^2$. 4,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30$



Lösungsvorschlag

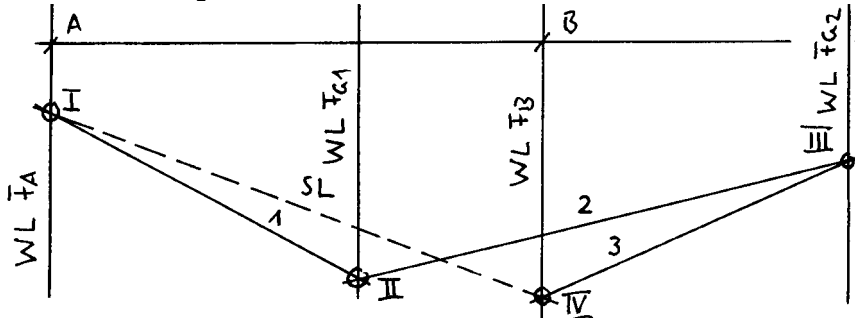
Drahtseil, BolzenØ

Teilaufgaben:

Punkte

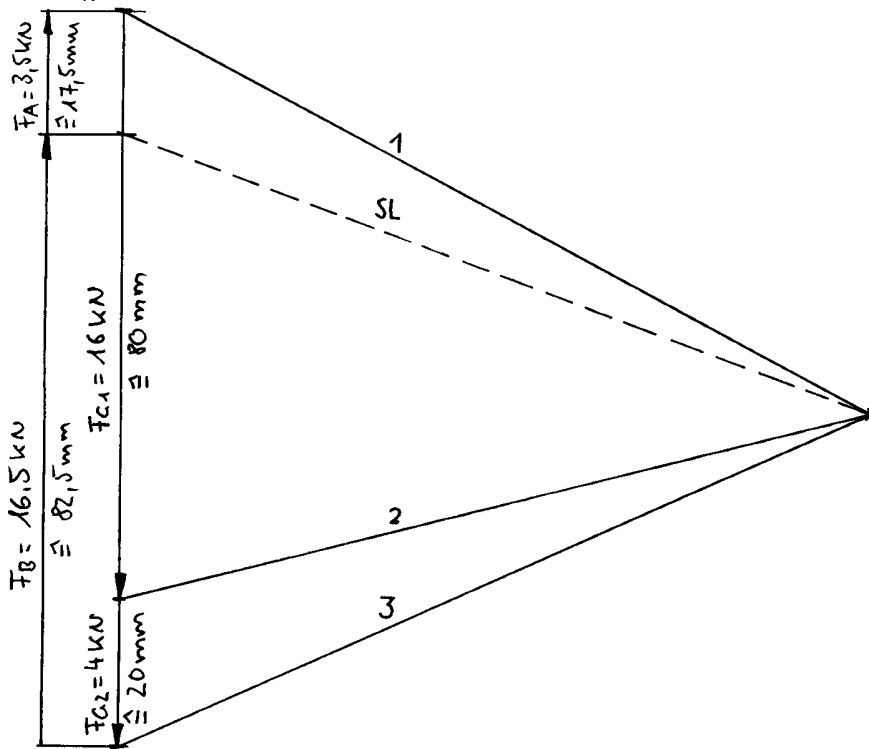
1 LP Traktor $M_L = 1600 \text{ mm} / 64 \text{ mm}$

5,0



Hinweis: Gute Schüler prüfen, ob ihr Lageplan der Aufgabe ähnlich ist, und werden in diesem (Ausnahme-)Fall irritiert, weil die Ähnlichkeit nicht genau ist. Sie verlieren dann Zeit, weil sie alle Maße kontrollieren müssen. Ursache ist die Zeichnung in der Aufgabe, die ohne entsprechende Angabe unmaßstäblich gezeichnet ist.

KP $M_K = 16 \text{ kN} / 80 \text{ mm}$



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

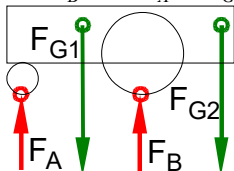
LS Traktor

$$\sum M_B = 0 = -F_A \cdot l_3 + F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 \Rightarrow$$

$$F_A = \frac{F_{G1} \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2}{l_3} = \frac{16 \text{ kN} \cdot 600 \text{ mm} - 4 \text{ kN} \cdot 1000 \text{ mm}}{1600 \text{ mm}} = 3,5 \text{ kN}$$

$$\sum F_y = 0 \quad F_A - F_{G1} + F_B - F_{G2} \Rightarrow$$

$$F_B = -F_A + F_{G1} + F_{G2} = -3,5 \text{ kN} + 16 \text{ kN} + 4 \text{ kN} = 16,5 \text{ kN}$$





2 Lageskizze Traktor

4,0

$$\Sigma M_C = 0 = -F_A \cdot (l_4 + l_3) + F_{G1} \cdot (l_4 + l_1) + F_{G2} \cdot (l_4 - l_2) - F_S \cdot l_5 \Rightarrow$$

$$F_A = \frac{F_{G1} \cdot (l_4 + l_1) + F_{G2} \cdot (l_4 - l_2) - F_S \cdot l_5}{(l_4 + l_3)}$$

$$F_A = \frac{16 \text{ kN} \cdot (1300 + 600) \text{ mm} + 4 \text{ kN} \cdot (1300 - 1000) \text{ mm} - 30 \text{ kN} \cdot 800 \text{ mm}}{(1300 + 1600) \text{ mm}} = 2,62 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Cx} + F_S \Rightarrow F_{Cx} = -F_S = -30 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_A - F_{G1} - F_{G2} + F_{Cy} \Rightarrow$$

$$F_{Cy} = -F_A + F_{G1} + F_{G2} = -2,62 \text{ kN} + 16 \text{ kN} + 4 \text{ kN} = 17,38 \text{ kN}$$

$$F_C = \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} = \sqrt{(-30 \text{ kN})^2 + (17,38 \text{ kN})^2} = 34,7 \text{ kN}$$

$$\alpha_C = \arctan \frac{F_{Cy}}{F_{Cx}} = \arctan \frac{17,38 \text{ kN}}{-30 \text{ kN}} = -30^\circ$$

$\alpha_C = 30^\circ$ nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_C = 150^\circ$ gegen die positive x-Achse

$$3 \quad S_{\text{Draht}} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,8 \text{ mm})^2}{4} = 0,503 \text{ mm}^2$$

3,0

$$\frac{\sigma_{z\text{lim}}}{\nu} = \sigma_{z\text{zul}} > \sigma_z = \frac{F}{n \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_z = \frac{F}{S} = \frac{40 \text{ kN}}{133 \cdot 0,503 \text{ mm}^2} = 598 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

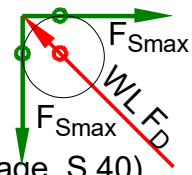
$$\nu = \frac{R_m}{\sigma_{z\text{zul}}} = \frac{1960 \text{ N/mm}^2}{598 \text{ N/mm}^2} = 3,2$$



4 Hinweis: Die Darstellung der Seiltrommel im Schnitt ohne Schraffur und mit umlaufenden äußeren Kanten ist nicht normgerecht.

4.1 Lageskizze Umlenkrolle (rechts=

$$F_D = \sqrt{F_{Smax}^2 + F_{Smax}^2} = \sqrt{2} \cdot F_{Smax} = \sqrt{2} \cdot 40 \text{ kN} = 56,57 \text{ kN}$$



4.2 Rechnung gegen Abscherung

$\tau_{aB} = 580 \text{ N/mm}^2$ (C60E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 41. Auflage, S.40)

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{\sqrt{v}} = \frac{580 \text{ N/mm}^2}{5} = 116 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{F_D}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{56,57 \text{ kN}}{2 \cdot 116 \text{ N/mm}^2} = 234,8 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 234,8 \text{ mm}^2}{\pi}} = 17,6 \text{ mm}$$

4.3 Rechnung gegen Flächenpressung

$$p_{zul} = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{p_{zul}} = \frac{56,57 \text{ kN}}{20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 2828,5 \text{ mm}^2$$

$$A = b \cdot d \rightarrow d = \frac{A}{b} = \frac{2828,5 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} = 18,9 \text{ mm}$$

Der Konstrukteur muss jetzt noch entscheiden, dass der größere der beiden Durchmesser ausgeführt wird. Diese Entscheidung ist bei anderen Abi-Aufgaben auch gefordert, in dieser nicht.

5

5.1 $P_{ab} = v_s \cdot F_{Smax} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 40 \text{ kN} = 40 \text{ kW}$ 2,5

$$P_M = \frac{P_{ab}}{\eta_{ges}} = \frac{P_{ab}}{\eta_G \cdot \eta_S} = \frac{40 \text{ kW}}{0,85 \cdot 0,95} = \frac{40 \text{ kW}}{0,8075} = 49,5 \text{ kW}$$

5.2 $v_s = \pi \cdot N_s \cdot d_{Tr} \Rightarrow n_s = \frac{v_s}{\pi \cdot d_{Tr}} = \frac{1 \text{ m}}{\pi \cdot 250 \text{ mm} \cdot \text{s}} = 1,27 \frac{1}{\text{s}} = 76,4 \text{ min}^{-1}$ 3,5

$$i_{erf} = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{n_Z}{n_S} = \frac{1000 \text{ min}^{-1}}{76,4 \text{ min}^{-1}} = 13,1$$

5.3 $M_{tmax} = F_{Smax} \cdot \frac{d_{Tr}}{2} = \frac{40 \text{ kN} \cdot 250 \text{ mm}}{2} = 5000 \text{ Nm}$ 4,0

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

$$W_p = \frac{M_{tmax}}{\tau_{tzul}} = \frac{5000 \text{ Nm}}{1600 \text{ N/mm}^2} = 31,25 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_w^3}{16} \Rightarrow d_w = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 31,25 \text{ cm}^3}{\pi}} = 54,2 \text{ mm}$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

30,0