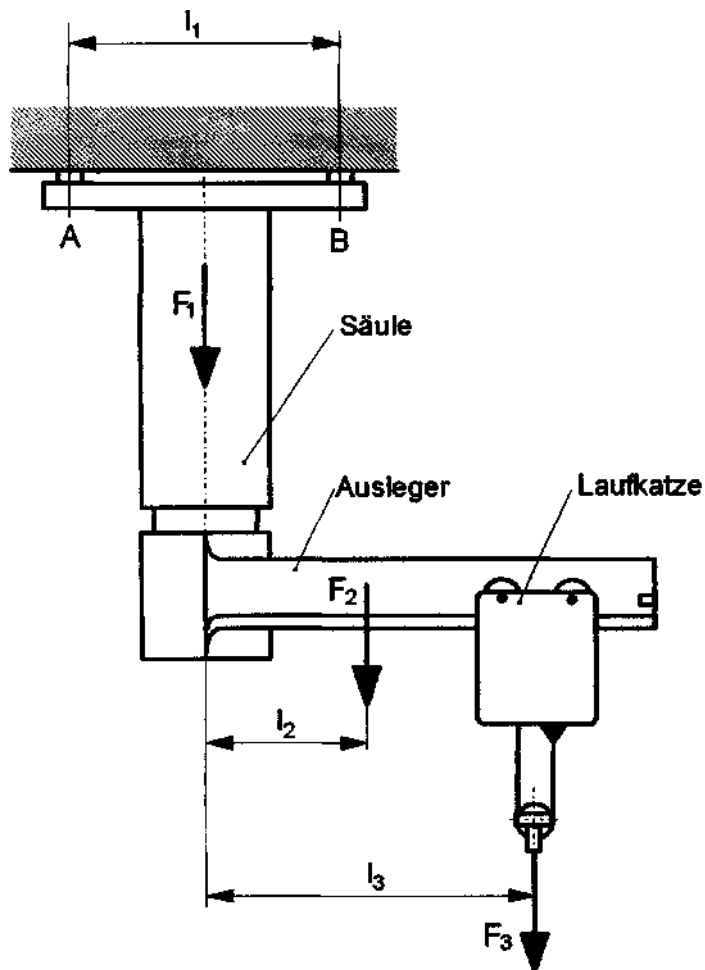


HP 2006/07-1: Deckenschwenkkran

HP 2006/07-1: Deckenschwenkkran

Der Deckenschwenkkran ist an der Decke mit vier Schrauben befestigt. Auf dem schwenkbaren Ausleger befindet sich die Laufkatze.



Daten:

l_1	=	600 mm
l_2	=	1000 mm
l_3	=	2500 mm
F_1	=	4 kN
F_2	=	3 kN
F_3	=	12 kN

Teilaufgaben:

		Punkte
1	Ermitteln Sie zeichnerisch die Haltekräfte der Schrauben an den Stellen A und B für die gezeichnete Lage. Es sind jeweils zwei Schrauben in A und B im Abstand h vorhanden.	6,0
2	Ermitteln Sie für Schrauben M16 die geeignete Festigkeitsklasse, wenn die Zugkraft je Schraube $F_{\max} = 35$ kN beträgt und 2,5 fache Sicherheit gegen plastische Verformung gewährleistet sein soll.	3,0
3	Welche Beanspruchungsarten liegen in der Säule vor, und welche Kräfte führen jeweils zu diesen Beanspruchungsarten?	2,0

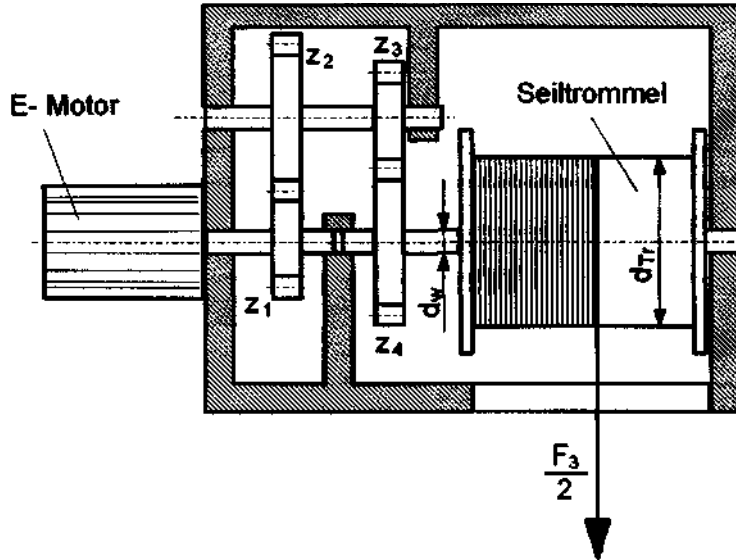
HP 2006/07-1: Deckenschwenkkran

4

- 4.1 Berechnen Sie das maximale Biegemoment in der Säule. 4,0
- 4.2 Berechnen Sie die vorhandene Sicherheit ν gegen plastische Verformung. 5,0

Daten: Außendurchmesser $D = 200 \text{ mm}$
 Innendurchmesser $d = 180 \text{ mm}$
 $M_{\text{bmax}} = 35 \text{ kNm}$ Werkstoff: S275

- 5 Die Seiltrommel in der Laufkatze wird durch einen Elektromotor über ein zwei-stufiges Getriebe angetrieben.



Daten:

$z_1 = 13$
 $z_2 = 72$
 $z_3 = 17$
 $z_4 = 70$
 $\eta_{\text{Ges}} = 0,8$
 $P_M = 4,5 \text{ kW}$
 $n_M = 700 \text{ min}^{-1}$

- 5.1 Mit welcher Geschwindigkeit kann die Last F_3 angehoben werden? 2,0
- 5.2 Berechnen Sie die Drehzahl der Seiltrommel. 2,0
- 5.3 Berechnen Sie den erforderlichen Seiltrommeldurchmesser d_{TR} . 3,0
- 5.4 Berechnen Sie den Durchmesser der Seiltrommelwelle d_w bei reiner Torsionsbeanspruchung. 3,0
- Werkstoff: C45E ; Sicherheit $\nu = 3,5$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$

HP 2006/07-1: Deckenschwenkkran

Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

1 Haltekräfte

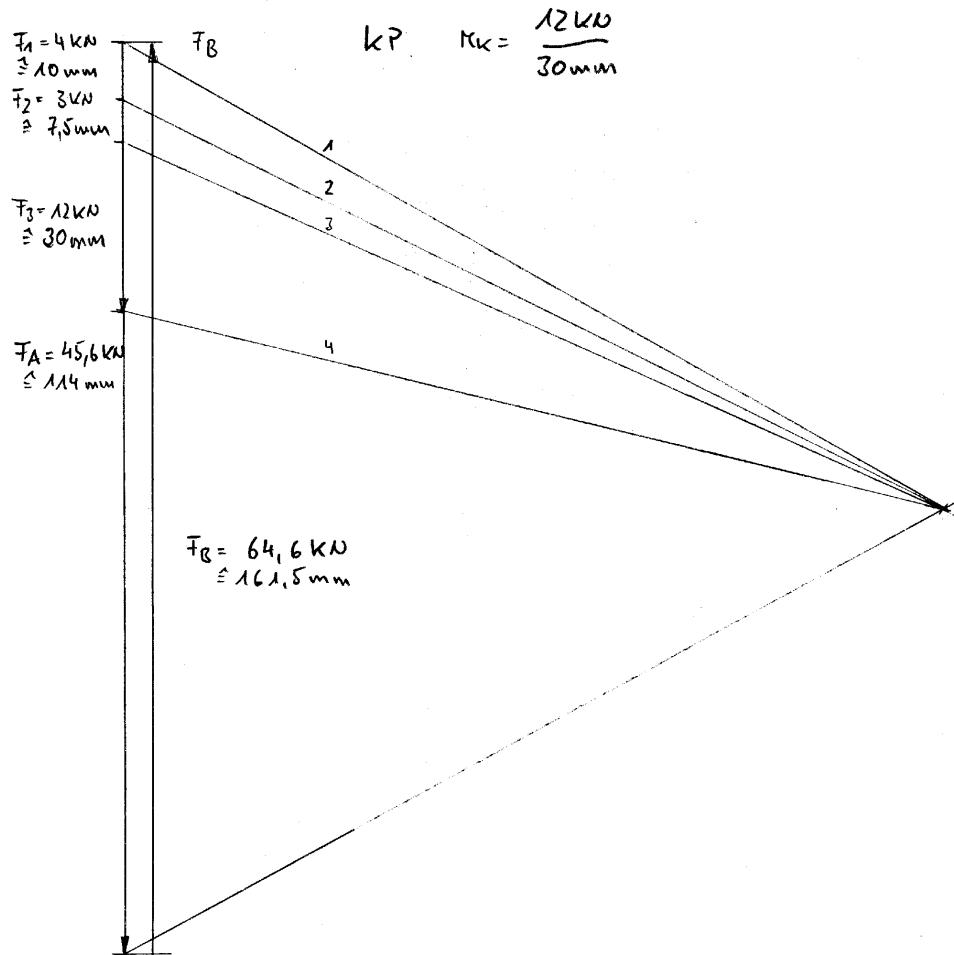
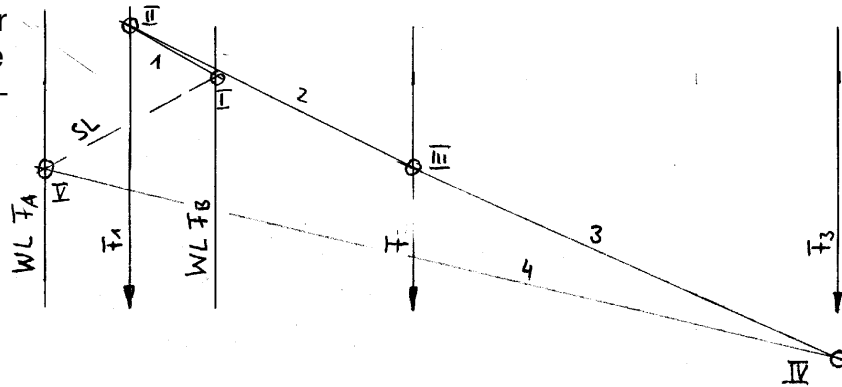
6,0

Hinweise:

Im Lageplan der Säule mit Ausleger und Katze fehlt die diesbezügliche Beschriftung.

Die Zeichnung der Aufgabe ist nicht maßstäblich, dadurch ist eine gefühlsmäßige Kontrolle erschwert.

Alle Lösungen beziehen sich auf die Stellen A und B.

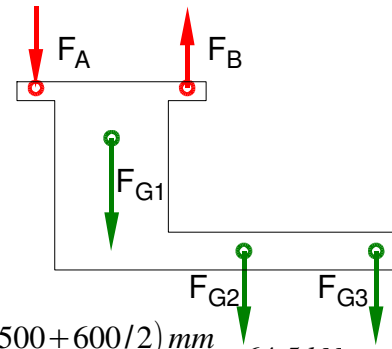


Die Druckkraft F_A wird nicht von den Schrauben übertragen. Nimmt man die Aufgabenstellung wörtlich, lautet das Ergebnis für "die Schrauben an der Stelle A" also $F_{A(\text{Schraube})} = 0$.

"Die Schrauben an der Stelle" B halten 64,6 kN (insgesamt, genauer will es diese Formulierung nicht wissen).

HP 2006/07-1: Deckenschwenkkran

Noch Aufgabe 1
 Rechnerische Lösung (nicht gefordert)
 LP Säule mit Ausleger und Laufkatze



$$\Sigma M_A = 0 = -F_1 \cdot \frac{l_1}{2} + F_B \cdot l_1 - F_2 \cdot (l_2 + \frac{l_1}{2}) - F_3 \cdot (l_3 + \frac{l_1}{2})$$

$$F_B = \frac{F_1 \cdot l_1 / 2 + F_2 \cdot (l_2 + l_1 / 2) + F_3 \cdot (l_3 + l_1 / 2)}{l_1}$$

$$F_B = \frac{4 \text{ kN} \cdot 600 \text{ mm} / 2 + 3 \text{ kN} \cdot (1000 + 600 / 2) \text{ mm} + 12 \text{ kN} \cdot (2500 + 600 / 2) \text{ mm}}{600 \text{ mm}} = 64,5 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_A - F_1 + F_B - F_2 - F_3 \Rightarrow$$

$$F_A = F_B - F_1 - F_2 - F_3 = 64,5 \text{ kN} - 4 \text{ kN} - 3 \text{ kN} - 12 \text{ kN} = 45,5 \text{ kN}$$

2 $\frac{R_e}{v} = \sigma_{zul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$ 3,0

$$\sigma_z = \frac{F}{S} = \frac{35 \text{ kN}}{157 \text{ mm}^2} = 222,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_e = \sigma_z \cdot v = 111,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 2,5 = 557 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

mindestens erforderliche Festigkeitsklasse ist 8.8 ($R_e = 640 \text{ N/mm}^2$)

3 Beanspruchungsarten 2,0

F_1 , F_2 und F_3 bewirken in der Säule Zugspannung und
 F_2 und F_3 bewirken zusammen mit den Hebelarmen Biegemoment
 jeweils im Zusammenspiel mit F_A und F_B .

4

4.1 $M_{bmax} = F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_3 = 3 \text{ kN} \cdot 1000 \text{ mm} + 12 \text{ kN} \cdot 2500 \text{ mm} = 33 \text{ kNm}$ 4,0
 Biegemoment ermitteln

4.2 $W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 \cdot D} = \frac{\pi \cdot (200^4 - 180^4)}{32 \cdot 200} \text{ mm}^3 = 270,1 \text{ cm}^3$ 5,0

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

$$v = \frac{\sigma_{bF} \cdot W}{M_{bmax}} = \frac{380 \text{ N/mm}^2 \cdot 270,1 \text{ cm}^3}{35 \text{ kNm}} = 2,99$$

HP 2006/07-1: Deckenschwenkkrane

5

$$5.1 \quad F = M \quad P_{ab} = P_M \cdot \eta_{Ges} = 4,5 \text{ kW} \cdot 0,8 = 3,6 \text{ kW} \quad 2,5$$

$$P_{ab} = F_3 \cdot v_{Last} \Rightarrow v_{Last} = \frac{P_{ab}}{F_3} = \frac{3,6 \text{ kW}}{12 \text{ kN}} = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$5.2 \quad F = M \quad i = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{72}{13} \cdot \frac{70}{17} = 22,8 \quad 2,0$$

$$i = \frac{n_M}{n_{Tr}} \Rightarrow n_{Tr} = \frac{n_M}{i} = \frac{700 \text{ min}^{-1}}{22,8} = 30,7 \text{ min}^{-1} = 0,51 \text{ s}^{-1}$$

$$5.3 \quad P_{ab} = \frac{F_3}{2} \cdot v_{Seil} \Rightarrow v_{Seil} = \frac{2 \cdot P_{ab}}{F_3} = \frac{2 \cdot 3,6 \text{ kW}}{12 \text{ kN}} = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 3,0$$

$$v = \pi \cdot n_{Tr} \cdot d_{Tr} \Rightarrow d_{Tr} = \frac{v_{seil}}{\pi \cdot n_{Tr}} = \frac{0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\pi \cdot 0,51 \frac{1}{\text{s}}} = 0,373 \text{ m}$$

Die Berechnung erfolgt unter der Annahme, dass der Durchmesser für die Geschwindigkeit erforderlich sei. Für ein hohes Drehmoment kann ein anderer Durchmesser sinnvoll sein.

$$5.4 \quad P_M = 2\pi \cdot M_M \cdot n_M \Rightarrow M_M = \frac{P_M}{2\pi \cdot n_M} = \frac{4,5 \text{ kW}}{2\pi \cdot 700 \text{ min}^{-1}} = 61,39 \text{ Nm} \quad 3,0$$

$$M_T = M_M \cdot i \cdot \eta_{Ges} = 61,39 \text{ Nm} \cdot 22,8 \cdot 0,8 = 1119,7 \text{ Nm}$$

$$\frac{\tau_{tF}}{v} = \tau_{zul} > \tau_t = \frac{M_T}{W_P} \Rightarrow W_P = \frac{M_T \cdot v}{\tau_{tF}} = \frac{1119,7 \text{ Nm} \cdot 3,5}{350 \text{ N/mm}^2} = 11,20 \text{ cm}^3$$

$$W_P = \frac{\pi \cdot d_W^3}{16} \Rightarrow d_W = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_P}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 11,2 \text{ cm}^3}{\pi}} = 38,5 \text{ mm}$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$