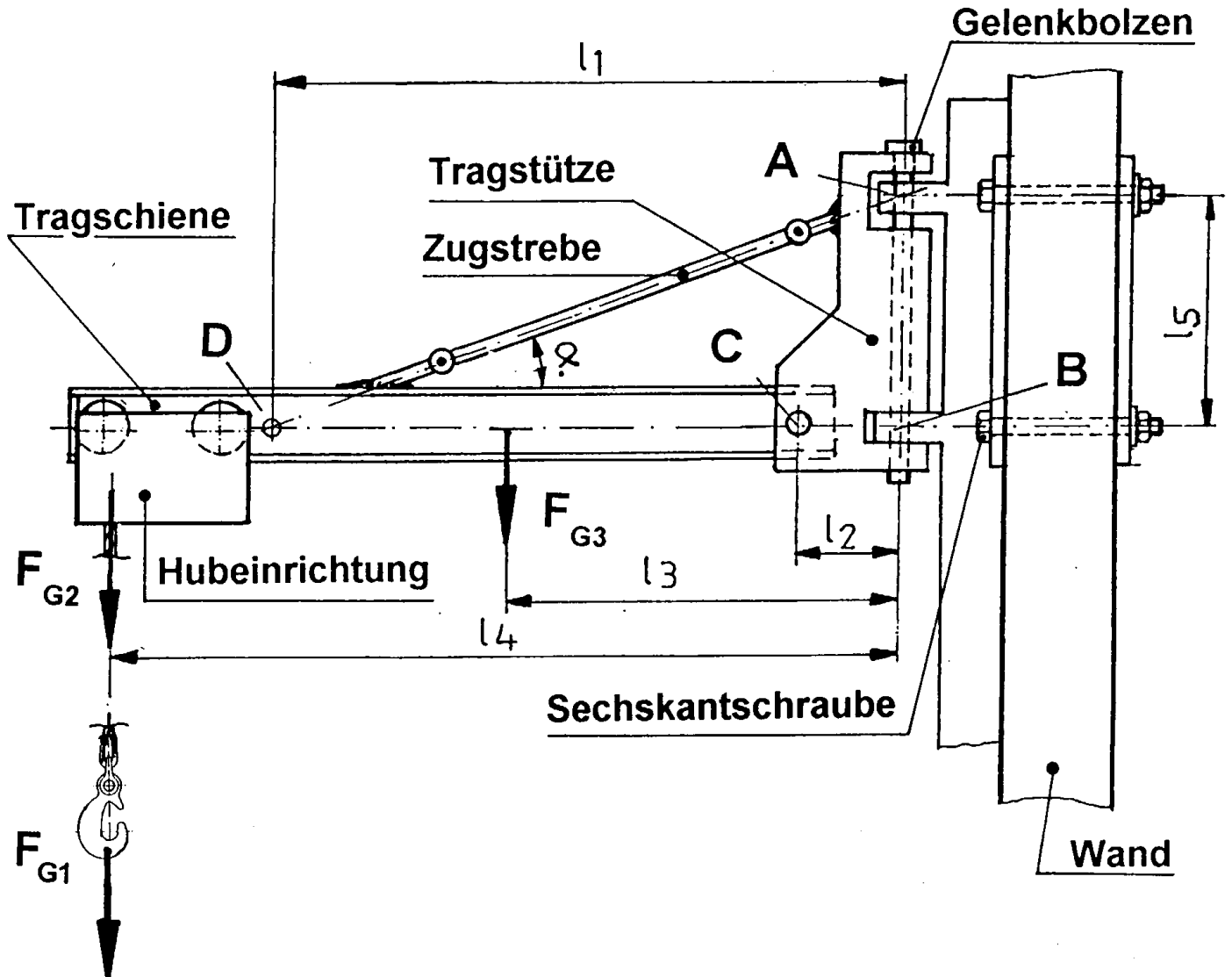


HP 1996/97-2: Wandschwenkkran

HP 1996/97-2: Wandschwenkkran

Mit Hilfe des Krans können Lasten gleichzeitig gehoben, längs der Tragschiene verfahren und um die Achse A - B geschwenkt werden.



Abmessungen: $l_1 = 1650 \text{ mm}$ $l_2 = 200 \text{ mm}$ $l_3 = 1250 \text{ mm}$
 $l_4 = 2500 \text{ mm}$ $l_5 = 600 \text{ mm}$ $\alpha = 20^\circ$

Kräfte: maximale Seilkraft $F_{G1} = 2500 \text{ N}$
 Gewichtskraft der Hubeinrichtung $F_{G2} = 250 \text{ N}$
 Gewichtskraft der Tragschiene $F_{G3} = 500 \text{ N}$

		Punkte
1	Der Gelenkbolzen wird aus C15 gefertigt.	
1.1	Berechnen Sie die Kräfte in den Lagern A und B.	5,0
1.2	Für den Gelenkbolzen wird in den Lagern 8fache Sicherheit gegen Abscherung verlangt. Ermitteln Sie den erforderlichen Bolzendurchmesser.	2,0
2	Bestimmen Sie zeichnerisch die Zugstrebenkraft und die Kraft im Lager C.	4,5

HP 1996/97-2: Wandschwenkkran

3 Die Lagerkraft in C betrage $F_c = 13 \text{ kN}$ und wirke unter einem Winkel von 6° nach links unten. Die Zugstrebenkraft beträgt $F_D = 13,5 \text{ kN}$. Für die Tragschiene wurde das Profil DIN 1025 - IPE 120 und der Werkstoff S275 gewählt.

3.1 Bestimmen Sie das maximale Biegemoment. 2,0

3.2 Welche Sicherheit gegen bleibende Verformung liegt vor ? 2,5

4 Der Kran ist mit 4 Sechskantschrauben M16 an der Wand befestigt. Jede Schraube soll hierbei eine Kraft von 18 kN bei 5facher Sicherheit übertragen.

4.1 Bestimmen Sie die erforderliche Festigkeitsklasse des Schraubenwerkstoffs. 2,5

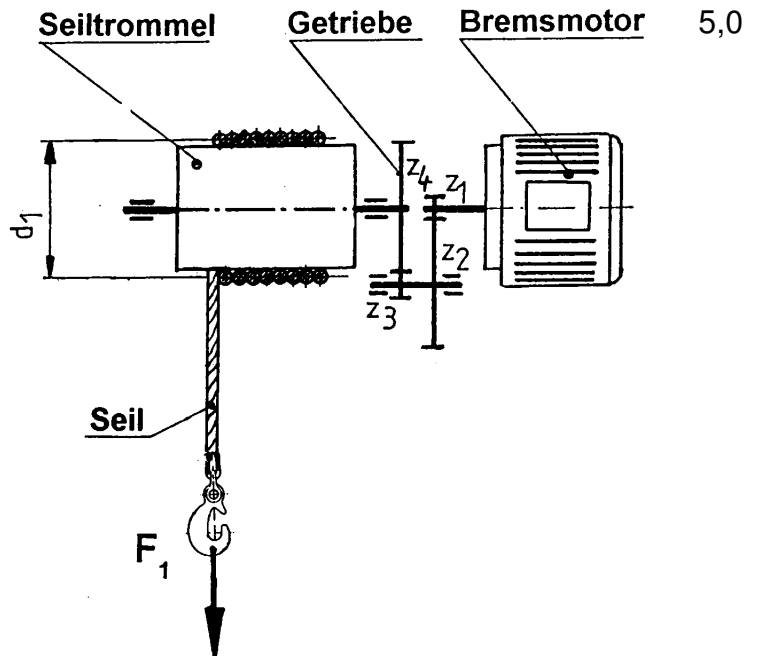
4.2 Die Reibzahl im Gewinde beträgt $\mu = 0,19$, an der Auflagerstelle herrsche $\mu_A = 0,1$. Wie groß ist das erforderliche Anzugsdrehmoment ? 2,0

$$M_A = F \left[\frac{d_2}{2} \tan(\alpha + \rho') + \mu_A \cdot 0,7 \cdot d \right]$$

5 Der Antrieb der Seiltrommel in der Hubeinrichtung erfolgt durch einen Bremsmotor über ein Getriebe. 2,0

Bestimmen Sie die notwendige Motorleistung.

- $\eta_{\text{Getriebe}} = 0,9$
- $n_{\text{Motor}} = 1400 \text{ 1/min}$
- $d_1 = 200 \text{ mm}$
- $Z_1 = Z_3 = 12$
- $Z_2 = Z_4 = 144$



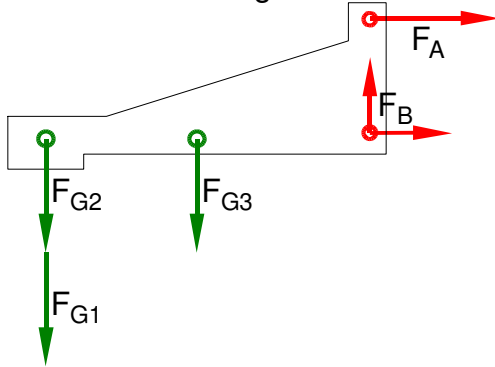
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma=22,5$

1

1.1 LS Hubeinrichtung bis einschließlich Gelenkbolzen

5,0



Rechnerische Lösung:

$$\Sigma M_B = 0 = (F_{G1} + F_{G2}) \cdot l_4 + F_{G3} \cdot l_3 - F_A \cdot l_5 \Rightarrow$$

$$F_A = \frac{(F_{G1} + F_{G2}) \cdot l_4 + F_{G3} \cdot l_3}{l_5} = \frac{(2500 \text{ N} + 250 \text{ N}) \cdot 2500 \text{ mm} + 500 \text{ N} \cdot 1250 \text{ mm}}{600 \text{ mm}} = 12,5 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = +F_{By} - F_{G1} - F_{G2} - F_{G3} \Rightarrow$$

$$F_{By} = +F_{G1} + F_{G2} + F_{G3} = 2500 \text{ N} + 250 \text{ N} + 500 \text{ N} = 3250 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Bx} + F_A \Rightarrow F_{Bx} = -F_A = -12,5 \text{ kN}$$

$$F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = \sqrt{(12,5 \text{ kN})^2 + (3,25 \text{ kN})^2} = 12,9 \text{ kN}$$

$$\alpha_B = \arctan \frac{F_{By}}{F_{Bx}} = \arctan \frac{3,25 \text{ kN}}{-12,5 \text{ kN}} = -14,6^\circ$$

$\alpha_B = 14,6^\circ$ nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_B = 165,4^\circ$ gegen die positive x-Achse

Statik rechnerisch

1.2 Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren:

2,0

$\tau_{aB} = 600 \text{ N/mm}^2$ (C15 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{600 \text{ N/mm}^2}{8} = 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_A}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{12,5 \text{ kN}}{2 \cdot 75 \text{ N/mm}^2} = 83,3 \text{ mm}^2$$

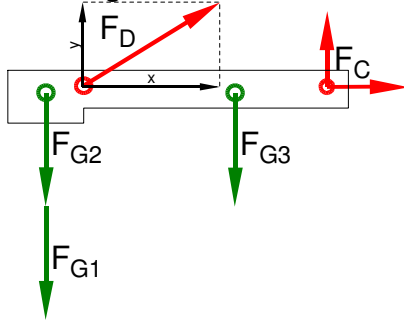
$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 83,3 \text{ mm}^2}{\pi}} = 10,3 \text{ mm}$$

Gewählt wird der nächstgrößere angebotene BolzenØ 12mm (→ TabB „Bolzen“)

Scherfestigkeit (BolzenØ)

2 LS Tragschiene

4,5



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\sum M_C = 0 = (F_{G1} + F_{G2}) \cdot (l_4 - l_2) + F_{G3} \cdot (l_3 - l_2) - F_D \cdot \sin \alpha \cdot (l_1 - l_2) \Rightarrow$$

$$F_D = \frac{(2500 + 250) \text{ N} \cdot (2500 - 200) \text{ mm} + 500 \text{ N} \cdot (1250 - 200) \text{ mm}}{\sin 20^\circ \cdot (1650 - 200) \text{ mm}} = 13,8 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0 = F_{Dx} + F_{Cx} \Rightarrow F_{Cx} = -F_D \cdot \cos \alpha = -13812 \text{ N} \cdot \cos 20^\circ = -12979 \text{ N}$$

$$\sum F_y = 0 = -F_{G1} - F_{G2} - F_{G3} + F_{Dy} + F_{Cy} \Rightarrow$$

$$F_{Cy} = +F_{G1} + F_{G2} + F_{G3} - F_D \cdot \sin \alpha = 2500 \text{ N} + 250 \text{ N} + 500 \text{ N} - 13812 \text{ N} \cdot \sin 20^\circ = -1474 \text{ N}$$

$$F_C = \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} = \sqrt{(-12979 \text{ N})^2 + (-1474 \text{ N})^2} = 13,1 \text{ kN}$$

$$\alpha_C = \arctan \frac{F_{Cy}}{F_{Cx}} = \arctan \frac{-1474 \text{ N}}{-12979 \text{ N}} = 6,5^\circ$$

$\alpha_C = 6,5^\circ$ nach links unten gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_C = 186,5^\circ$ gegen die positive x-Achse

Statik zeichnerisch (Schlusslinienverfahren)

3

3.1 LS siehe Aufgabe 2

2,0

$$M_{bD} = (F_{G1} + F_{G2}) \cdot (l_4 - l_1) = (2500 \text{ N} + 250 \text{ N}) \cdot (2500 \text{ mm} - 1650 \text{ mm}) = 2337,5 \text{ Nm} = M_{b\max}$$

$$M_{bG3} = F_C \cdot \sin 6^\circ \cdot (l_3 - l_2) = 13 \text{ kN} \cdot \sin 6^\circ \cdot (1250 \text{ mm} - 200 \text{ mm}) = 1426,8 \text{ Nm}$$

Biegemoment ermitteln

3.2 $\sigma_{bF} = 380 \text{ N/mm}^2$ (S275 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

2,5

$W_x = 53 \text{ cm}^3$ (IPE120 → TabB „DIN 1025“)

$$\frac{\sigma_{bF}}{\nu} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{b\max}}{W_x} \Rightarrow \nu = \frac{\sigma_{bF} \cdot W_x}{M_{b\max}} = \frac{380 \text{ N/mm}^2 \cdot 53 \text{ cm}^3}{2337,5 \text{ Nm}} = 8,6$$

Sicherheit gegen Biegung

HP 1996/97-2: Wandschwenkkran

4

4.1 $S = 157 \text{ mm}^2$ (M16 \rightarrow TabB „Gewinde“) 2,5

$$\frac{\sigma_{zlim}}{\nu} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{n \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_z = \frac{F}{S} = \frac{18 \text{ kN}}{157 \text{ mm}^2} = 114,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_e = \sigma_z \cdot \nu = 114,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 5 = 573 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Gewählt: Festigkeit 8.8 mit $R_e = 640 \text{ N/mm}^2$ (\rightarrow TabB „Festigkeitsklasse“)
Erforderliche Festigkeitsklasse

4.2 2,0

Anzugsdrehmoment

$$M_A = F \cdot \left[\frac{d_2}{2} \tan(\alpha + \rho') + \mu_A \cdot 0,7 \cdot d \right]$$
$$= 18 \text{ kN} \cdot \left[\frac{14,70 \text{ mm}}{2} \tan(2,48^\circ + \arctan 0,19) + 0,1 \cdot 0,7 \cdot 16 \text{ mm} \right] = 51,3 \text{ Nm}$$

mit:

Flanken \varnothing $d_2 = 14,70 \text{ mm}$ und Steigung $P = 2 \text{ mm}$ (M16 \rightarrow [EuroTabM] „Gewinde“)

$$\text{Steigungswinkel } \alpha = \arctan \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \arctan \frac{2 \text{ mm}}{14,7 \text{ mm} \cdot \pi} = 2,48^\circ$$

$$\text{Reibwinkel } \rho' = \arctan \mu' = \arctan 0,19 = 10,8^\circ$$

Anzugsdrehmoment für Schrauben

5 2,0

$$i_{ges} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{144 \cdot 144}{12 \cdot 12} = 144$$

$$\frac{n_M}{n_S} = i_{ges} \Rightarrow n_S = \frac{n_M}{i_{ges}} = \frac{1400 \text{ min}^{-1}}{144} = 9,72 \text{ min}^{-1}$$

$$v_s = d_1 \cdot \pi \cdot n_S = 0,2 \text{ m} \cdot \pi \cdot 9,72 \text{ min}^{-1} = 6,1 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,102 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_{ab} = F_1 \cdot v_s = 2500 \text{ N} \cdot 0,102 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 254,5 \text{ W}$$

$$\eta_g = \frac{P_{ab}}{P_M} \Rightarrow P_M = \frac{P_{ab}}{\eta_g} = \frac{254,5 \text{ W}}{0,9} = 283 \text{ W}$$

Alternative Rechnung:

$$M_{ab} = \frac{F_1 \cdot d_1}{2} = \frac{2500 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm}}{2} = 250 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_{ab}}{M_M} = i_{ges} \cdot \eta \Rightarrow M_M = \frac{M_{ab}}{i_{ges} \cdot \eta} = \frac{250 \text{ Nm}}{144 \cdot 0,9} = 1,93 \text{ Nm}$$

$$P_M = 2 \pi \cdot M_M \cdot n_M = 2 \pi \cdot 1,93 \text{ Nm} \cdot 1400 \text{ min}^{-1} = 283 \text{ W}$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma=30,0$