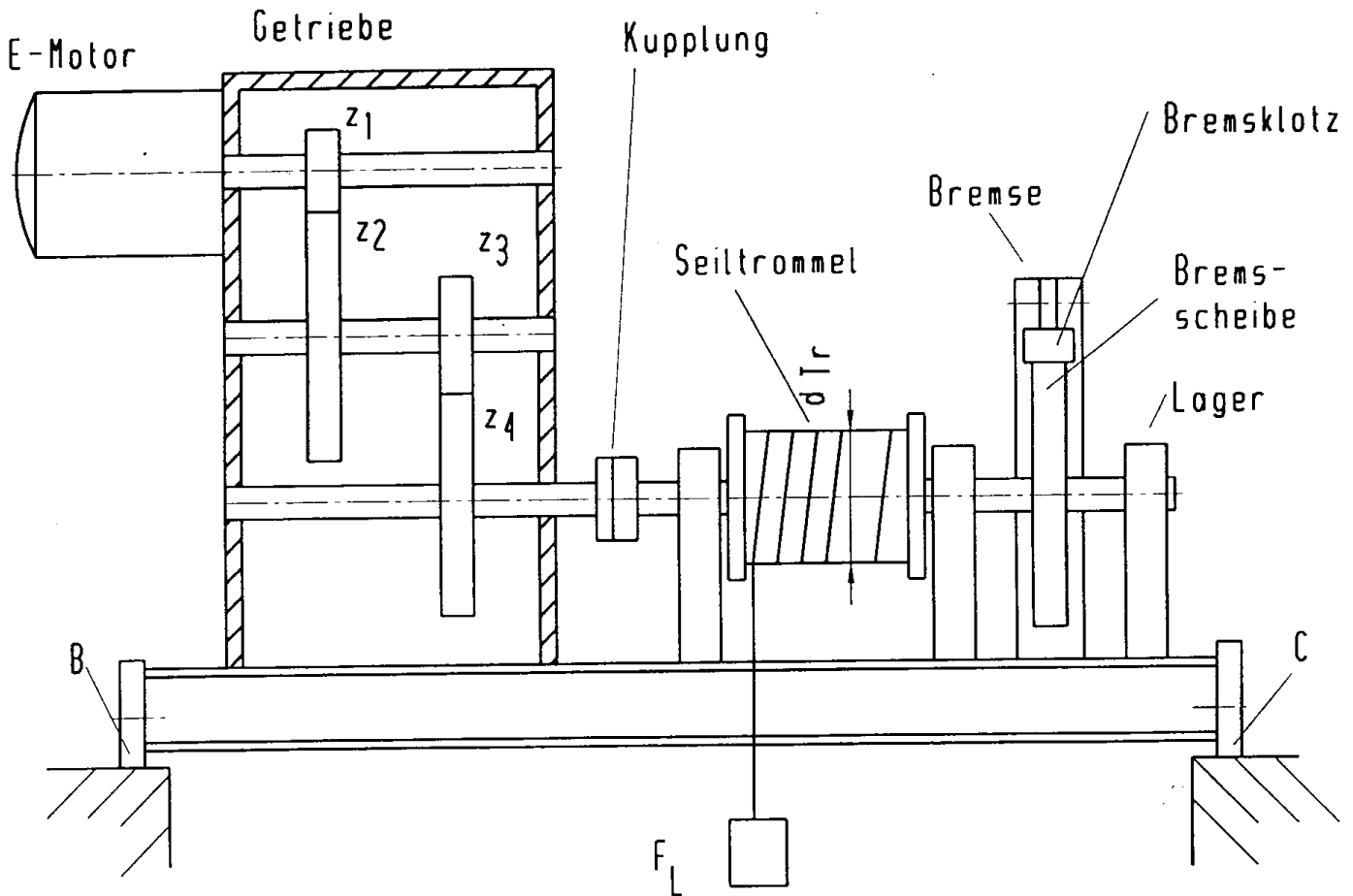


HP 1997/98-2: Hubeinrichtung

HP 1997/98-2: Hubeinrichtung

Mit der Hubeinrichtung einer Krananlage sollen Lasten gehoben werden. Das Hubseil wird auf eine Seiltrommel gewickelt, die von einem Elektromotor über ein zweistufiges Getriebe angetrieben wird.



Motor

$$P_{\text{mot}} = 10 \text{ kW}$$
$$n_{\text{mot}} = 720 \text{ 1/min}$$

Getriebe

$$z_1 = 16 \quad z_3 = 20$$
$$z_2 = 64 \quad z_4 = 80$$
$$\eta_{\text{getr}} = 0,8$$

Seiltrommel

$$d_{\text{Tr}} = 200 \text{ mm}$$
$$F_L = 15 \text{ kN}$$
$$\eta_{\text{tr}} = 0,95$$

Punkte

Antrieb der Seiltrommel

- 1 Überprüfen Sie, ob die Last F_L gehoben werden kann. 3,5
- 2 Bestimmen Sie den Durchmesser der Seiltrommelwelle für eine zulässige Torsionsspannung $\tau_{\text{zul}} = 120 \text{ N/mm}^2$. 3,0

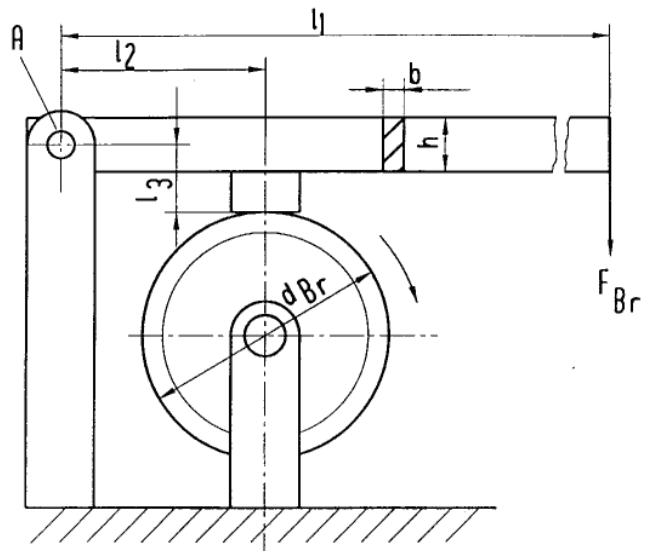
HP 1997/98-2: Hubeinrichtung

Bremmung der Seiltrommel

Die Bremsscheibe dreht sich im Uhrzeigersinn. Mit dem Bremshebel soll ein Moment von $M_{Tr} = 1500 \text{ Nm}$ abgebremst werden.

Der Bremshebel besteht aus einem Rechteck – Vollprofil.

l_1	=	1600 mm
l_2	=	200 mm
l_3	=	100 mm
d_{Br}	=	300 mm
Reibzahl:	$\mu = 0,5$	



- 3 Machen Sie den Bremshebel frei, und berechnen Sie die notwendige Bremskraft F_{Br} und die Lagerkraft F_A nach Betrag und Richtung. 5,0
- 4 Der Bremshebel ist im Lager A zweischnittig mit einem Lagerbolzen befestigt. Bolzenwerkstoff: C35 vergütet. Die Lagerkraft F_A beträgt 20 kN. Welche Sicherheit ist bei einem Bolzendurchmesser von $d = 20 \text{ mm}$ vorhanden? 2,5
- 5 Berechnen Sie das maximale Biegemoment M_{bmax} im Bremshebel, wenn $F_{Br} = 3125 \text{ N}$ beträgt. Bestimmen Sie die erforderlichen Querschnittsmaße h und b für ein Bauverhältnis $h = 4 b$ und bei einer zulässigen Biegespannung von $\sigma_b = 220 \text{ N/mm}^2$. 4,0

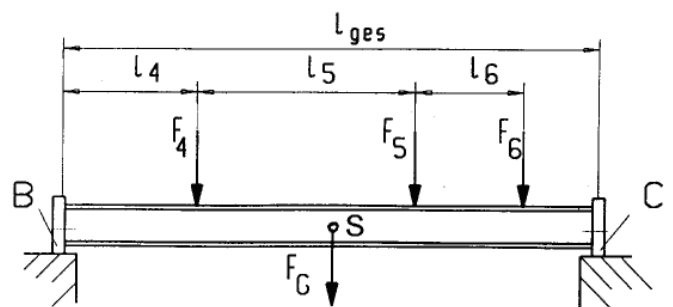
Belastung des Trägers

Die Hubeinrichtung ist auf zwei Trägern gelagert. Die Belastung eines dieser Träger kann durch die drei Kräfte F_4 (Getriebe und E-Motor), F_5 (Seiltrommel mit Last) und F_6 (Bremsanlage) und durch die Eigengewichtskraft F_G dargestellt werden.

Der Träger lagert an den Stellen B und C auf dem Traggerüst.

Daten:

$F_4 = 4000 \text{ N}$	$l_4 = 500 \text{ mm}$
$F_5 = 10000 \text{ N}$	$l_5 = 800 \text{ mm}$
$F_6 = 2000 \text{ N}$	$l_6 = 400 \text{ mm}$
$F_G = 1000 \text{ N}$	$l_{ges} = 2000 \text{ mm}$



- 6 Bestimmen Sie zeichnerisch die Auflagekräfte F_B und F_C . 4,5

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

HP 1997/98-2: Hubeinrichtung

Lösungsvorschläge

Teilaufgaben:

Punkte

1 3,5

$$i_{ges} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{64 \cdot 80}{16 \cdot 20} = 16$$

$$\eta_{ges} = \eta_{getr} \cdot \eta_{Tr} = 0,8 \cdot 0,95 = 0,76$$

Bedarf:

$$M_{Tr} = \frac{F_L \cdot d_{Tr}}{2} = \frac{15 \text{ kN} \cdot 200 \text{ mm}}{2} = 1,5 \text{ kNm}$$

$$i_{ges} \cdot \eta_{ges} = \frac{M_{Tr}}{M_{mot}} \Rightarrow M_{mot} = \frac{M_{Tr}}{i_{ges} \cdot \eta_{ges}} = \frac{1,5 \text{ kNm}}{16 \cdot 0,76} = 123 \text{ Nm}$$

Angebot:

$$P_{mot} = 2\pi M_{mot} \cdot n_{mot} \Rightarrow M_{mot} = \frac{P_{mot}}{2\pi \cdot n_{mot}} = \frac{10 \text{ kW}}{2\pi \cdot 720 \text{ min}^{-1}} = 132 \text{ Nm}$$

Die Last kann gehoben werden, da das Angebot den Bedarf überschreitet. Es gibt weitere Lösungsmöglichkeiten, die darauf hinauslaufen, dass an irgendeiner Stelle der Kraftübertragung Angebot und Bedarf miteinander verglichen werden müssen.

2 3,0

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot (25 \text{ mm})^3}{32} = 1,53 \text{ cm}^3$$

$$M_{Tr} = F_L \cdot \frac{d_{Tr}}{2} = 15 \text{ kN} \cdot \frac{200 \text{ mm}}{2} = 1,5 \text{ kNm}$$

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

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{1,5 \text{ Nm}}{120 \text{ N/mm}^2} = 12,5 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{W_p \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{12,5 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 40 \text{ mm}$$

3 5,0

Achtung: F_{BR} wirkt an einer anderen Stelle als d_{BR} .

$$F_R = \frac{M_{Tr}}{d_{Br}/2} = \frac{1500 \text{ Nm}}{300 \text{ mm}/2} = 10 \text{ kN} \Rightarrow$$

$$F_N = \frac{F_R}{\mu} = \frac{10 \text{ kN}}{0,5} = 20 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 = F_{Br} \cdot l_1 - F_N \cdot l_2 - F_R \cdot l_3 \Rightarrow$$

$$F_{Br} = \frac{F_N \cdot l_2 + F_R \cdot l_3}{l_1} = \frac{20 \text{ kN} \cdot 200 \text{ mm} + 10 \text{ kN} \cdot 100 \text{ mm}}{1600 \text{ mm}} = 3125 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_R + F_{Ax} \Rightarrow F_{Ax} = -F_R = -10 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_N + F_{Ay} - F_{Br} \Rightarrow F_{Ay} = F_{Br} - F_N = 3,125 \text{ kN} - 20 \text{ kN} = -16,875 \text{ kN}$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(-10 \text{ kN})^2 + (-16,875 \text{ kN})^2} = 19,6 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{-16,875 \text{ kN}}{-10 \text{ kN}} = 59,3^\circ$$

$\alpha_A = 59,3^\circ$ nach links unten zur negativen x -Achse bzw.

$\alpha_A = 239,3^\circ$ zur positiven x -Achse

HP 1997/98-2: Hubeinrichtung

- 4 Wenn im TabB kein Wert für τ_{aB} gegeben ist, wird er aus R_m abgeschätzt.
 $R_m = 520 \text{ N/mm}^2$ (C35E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.133) 2,5

$$S = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} = \frac{\pi \cdot 20^2 \text{ mm}^2}{4} = 314,1 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{aB} = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 520 \text{ N/mm}^2 = 416 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} = \frac{20 \text{ kN}}{2 \cdot 314,1 \text{ mm}^2} = 31,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{416 \text{ N/mm}^2}{31,8 \text{ N/mm}^2} = 13,1$$

Sicherheit gegen Abscheren (BolzenØ)

- 5 $M_{bmax} = F_{Br} \cdot (l_1 - l_2) = 3125 \text{ N} \cdot (1600 \text{ mm} - 200 \text{ mm}) = 4,375 \text{ kNm}$ 4,0

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

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{4,375 \text{ kNm}}{220 \text{ N/mm}^2} = 19,89 \text{ cm}^3$$

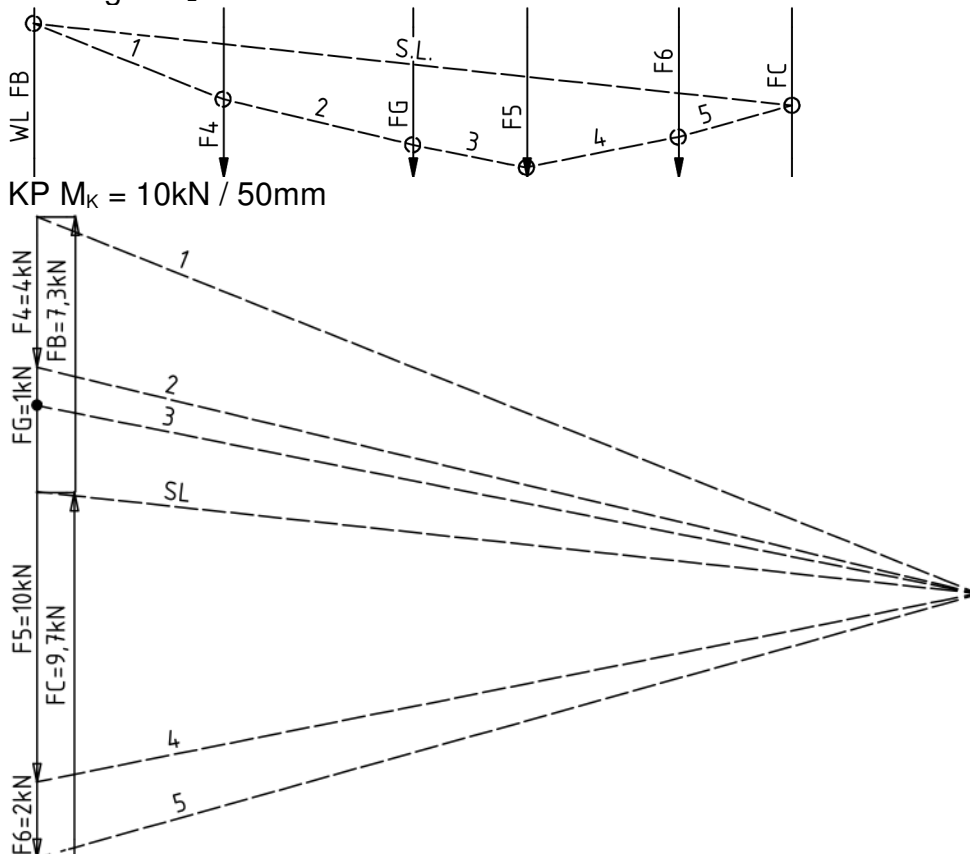
$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{b \cdot (4 \cdot b)^2}{6} \Rightarrow b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot W}{16}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 19,89 \text{ cm}^3}{16}} = 19,5 \text{ mm}$$

$$h = 4 \cdot b = 4 \cdot 19,5 \text{ mm} = 78 \text{ mm}$$

Gewählt: Flachstahl 80x20 (nächste Größe → TabB „Flachstahl“)

Flachstahl nach Biegemoment auswählen

- 6 LP Träger $M_L = 2\text{m}/10\text{mm}$ 4,5



Statik Schlusslinienverfahren

$\Sigma = 22,5$