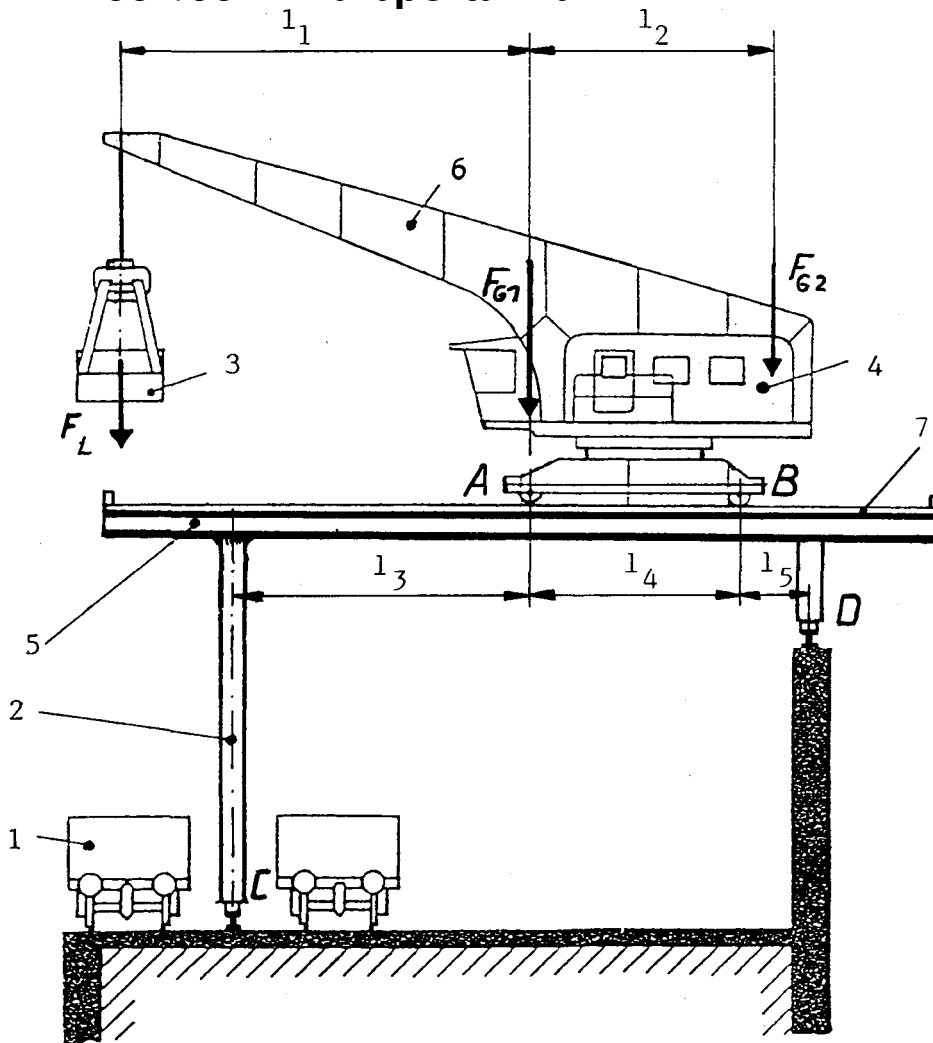


HP 1992/93-2: Halbportalkran



- 1 Waggon
- 2 Kranstütze
- 3 Greifer
- 4 Drehkran
- 5 I-Träger
- 6 Ausleger
- 7 Schiene

- $l_1 = 6 \text{ m}$
- $l_2 = 5,5 \text{ m}$
- $l_3 = 4,35 \text{ m}$
- $l_4 = 4,6 \text{ m}$
- $l_5 = 1,05 \text{ m}$

Der Halbportalkran dient zum Be- und Entladen von Waggons mit Schüttgut. Er läuft auf Schienen, die auf schmalen I-Trägern verlegt sind. Die Gewichtskräfte von Kran und Ausleger sind in  $F_{G1}$  zusammengefasst, die von Antrieb und Ausgleichsgewicht in  $F_{G2}$ .  $F_{G1}$  liegt genau über der Achse A.

Teilaufgaben: Punkte

- 1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Stützkräfte an den Achsen A und B für  $F_L = 15 \text{ kN}$ ,  $F_{G1} = 60 \text{ kN}$ ,  $F_{G2} = 40 \text{ kN}$ , und ermitteln Sie die Radkräfte  $F_{ARad}$  und  $F_{BRad}$ . 5,0
- 2 Bei welcher Belastung  $F_L$  kippt der Kran ? 2,5
- 3 Bestimmen Sie rechnerisch die Stützkräfte von jeweils einem Träger bei C und D, wenn die Radkräfte  $F_{ARad} = 42,5 \text{ kN}$  und  $F_{BRad} = 15 \text{ kN}$  betragen. 3,5
- 4 Unter der Voraussetzung, dass die gezeichnete Stellung den ungünstigsten Belastungsfall darstellt, ist die Stelle des maximalen Biegemoments zu ermitteln.  
Bestimmen Sie den erforderlichen schmalen I-Träger DIN 1025-1 aus S275, wenn  $F_{ARad} = 42,5 \text{ kN}$ ,  $F_{BRad} = 15 \text{ kN}$ ,  $F_C = 25,5 \text{ kN}$  und  $F_D = 32 \text{ kN}$  betragen und mit zweifacher Sicherheit gegen Verformung zu rechnen ist. 5,0
- 5 Bestimmen Sie den erforderlichen Seilquerschnitt und die Anzahl der Einzeldrähte für das Hubseil des Greifers bei einem Einzeldrahtdurchmesser von 1,0 mm und  $R_m = 1800 \text{ N/mm}^2$  wenn mit  $F_L = 15 \text{ kN}$  und 10-facher Sicherheit gerechnet werden soll. 2,5

6 Wie groß muss die Antriebsleistung des Elektromotors sein, wenn die Seilkraft  $F_S = 15 \text{ kN}$  beträgt ? 4,0

Der Antrieb erfolgt über ein zweistufiges Getriebe mit  $i_1 = 40$ ,  $z_3 = 20$  und  $z_4 = 46$  Zähnen bei einer Motordrehzahl  $n_1 = 1400 \text{ 1/min}$ . Der Seiltrommeldurchmesser  $d_S$  beträgt 500 mm und der Wirkungsgrad 0,6.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.  $\Sigma = 22,5$

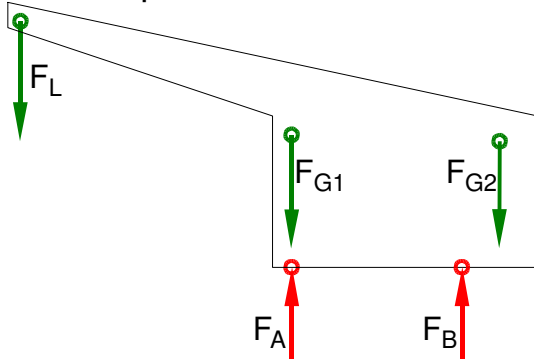
Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

1 LS Halbportalkran

5,0



rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_A = 0 = +F_L \cdot l_1 + F_B \cdot l_4 - F_{G2} \cdot l_2 \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{-F_L \cdot l_1 + F_{G2} \cdot l_2}{l_4} = \frac{-15 \text{ kN} \cdot 6 \text{ m} + 40 \text{ kN} \cdot 5,5 \text{ m}}{4,6 \text{ m}} = 28,3 \text{ kN (Achslast)}$$

$$F_{BRad} = \frac{F_B}{2} = \frac{28,3 \text{ kN}}{2} = 14,1 \text{ kN}$$

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

$$F_A = F_L + F_{G1} - F_B + F_{G2} = 15 \text{ kN} + 60 \text{ kN} - 28,3 \text{ kN} + 40 \text{ kN} = 86,7 \text{ kN (Achslast)}$$

$$F_{ARad} = \frac{86,7 \text{ kN}}{2} = 43,4 \text{ kN}$$

Statik grafisch (Schlusslinienverfahren)

2 LS wie in Aufg. 1, Kippbedingung  $F_B = 0$

2,5

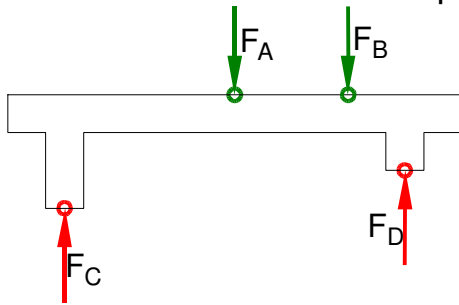
$$\Sigma M_A = 0 = +F_L \cdot l_1 - F_{G2} \cdot l_2 \Rightarrow$$

$$F_{LKipp} = F_{G2} \cdot \frac{l_2}{l_1} = 40 \text{ kN} \cdot \frac{5,5 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 36,7 \text{ kN}$$

Statik rechnerisch (Kippbedingung)

3 LS Kranbrücke ohne Halbportalkran

3,5



$$\Sigma M_D = 0 = +F_B \cdot l_5 + F_A \cdot (l_4 + l_5) - F_C \cdot (l_3 + l_4 + l_5) \Rightarrow$$

$$F_C = \frac{+F_B \cdot l_5 + F_A \cdot (l_4 + l_5)}{l_3 + l_4 + l_5} = \frac{+15 \text{ kN} \cdot 1,05 \text{ m} + 42,5 \text{ kN} \cdot (4,6 \text{ m} + 1,05 \text{ m})}{4,35 \text{ m} + 4,6 \text{ m} + 1,05 \text{ m}} = 25,6 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_C - F_A - F_B - F_D \Rightarrow$$

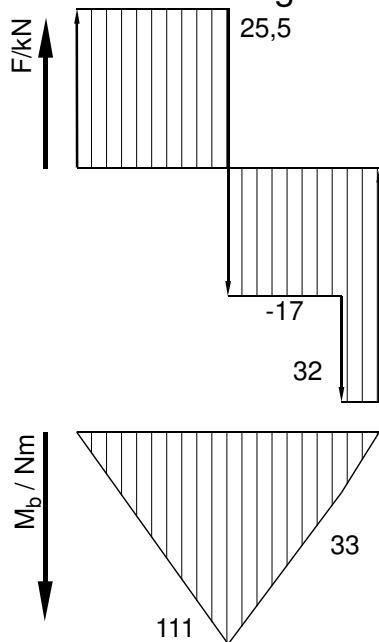
$$F_D = F_C - F_A - F_B = 25,6 \text{ kN} - 42,5 \text{ kN} - 15 \text{ kN} = 31,9 \text{ kN}$$

Statik rechnerisch (Schlusslinienverfahren, alle Kräfte parallel)

4 Maximales Biegemoment \$M\_{bmax} = 111 \text{ kNm}\$ bei \$F\_A\$

5,0

Grafische Lösung



Rechnung zur Grafik

$$M_C = 0 \text{ kNm}$$

$$M_A = M_C - 25,5 \text{ kN} \cdot 4,35 \text{ m} = -110,9 \text{ kNm}$$

$$M_B = M_A + 17 \text{ kN} \cdot 4,6 \text{ m} = -32,7 \text{ kNm}$$

$$M_D = M_B + 32 \text{ kN} \cdot 1,05 \text{ m} = 0,9 \text{ kNm}$$

Rechnerische Lösung

(Lageskizze siehe Aufgabe 3)

$$M_A(\text{links}) = |-F_C \cdot l_3|$$

$$= 25,5 \text{ kN} \cdot 4,35 \text{ m} = 111 \text{ kNm}$$

$$M_B(\text{rechts}) = |F_D \cdot l_5|$$

$$= 32 \text{ kN} \cdot 1,05 \text{ m} = 33,6 \text{ kNm}$$

Die Abweichungen und \$M\_D \neq 0\$ resultieren aus den ungenau angenommenen Auflagerkräften \$F\_C\$ und \$F\_D\$. Mit den in Aufg. 3 ermittelten Werten werden die Ergebnisse genauer.

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

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

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{v} = \frac{380 \text{ N/mm}^2}{2} = 190 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{111 \text{ kNm}}{190 \text{ N/mm}^2} = 584,2 \text{ cm}^3$$

gewählt: IPE 360 mit \$W\_x = 904 \text{ cm}^3\$ (\$\rightarrow\$ TabB „DIN 1025“-3). Schmale I-Träger nach DIN 1025-1 sind in neueren TabB nicht immer aufgeführt.

Biegemoment ermitteln, Auswahl des Profils

$$5 \quad S_{\text{Draht}} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (1 \text{ mm})^2}{4} = 0,785 \text{ mm}^2 \quad 2,5$$

$$\frac{\sigma_{z\text{lim}}}{\sqrt{v}} = \sigma_{z\text{zul}} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{z\text{zul}} = \frac{R_m}{\sqrt{v}} = \frac{1800 \text{ N/mm}^2}{10} = 180 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{\text{erf}} = \frac{F}{\sigma_{z\text{zul}}} = \frac{15 \text{ kN}}{180 \text{ N/mm}^2} = 83,3 \text{ mm}^2$$

$$n_{\text{erf}} = \frac{S_{\text{erf}}}{S_{\text{Draht}}} = \frac{83,3 \text{ mm}^2}{0,785 \text{ mm}^2} = 106,1 \approx 107$$

Erforderlicher Anzahl Einzeldrähte im Drahtseil

$$6 \quad M_{ab} = F_s \cdot \frac{d_s}{2} = 15 \text{ kN} \cdot \frac{500 \text{ mm}}{2} = 3750 \text{ Nm} \quad 4,0$$

$$i = i_1 \cdot \frac{z_4}{z_3} = 40 \cdot \frac{46}{20} = 92$$

$$i \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_M = \frac{M_{ab}}{i \cdot \eta} = \frac{3750 \text{ Nm}}{92 \cdot 0,6} = 67,9 \text{ Nm}$$

$$P_M = 2 \pi \cdot M_M \cdot n_1 = 2 \pi \cdot 67,9 \text{ Nm} \cdot 1400 \text{ min}^{-1} = 9,96 \text{ kW}$$

Erforderliche Leistung

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$