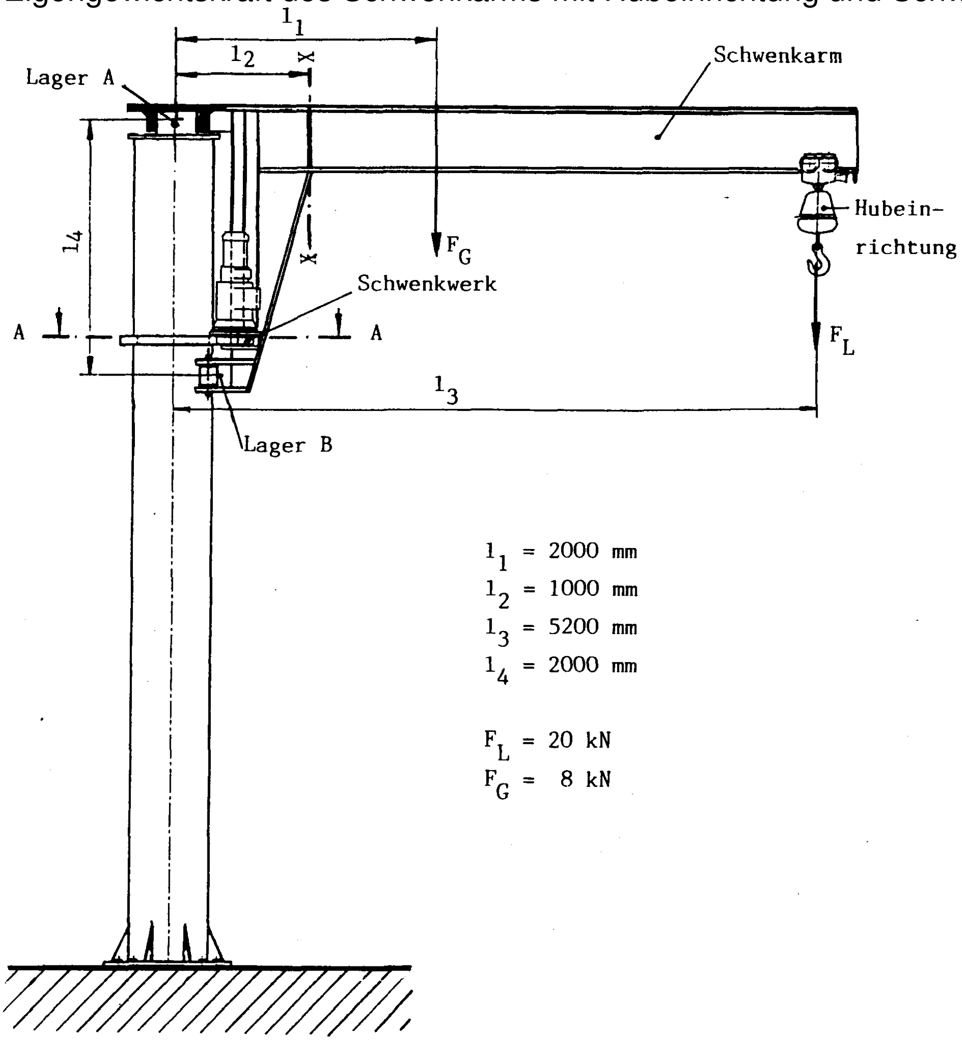
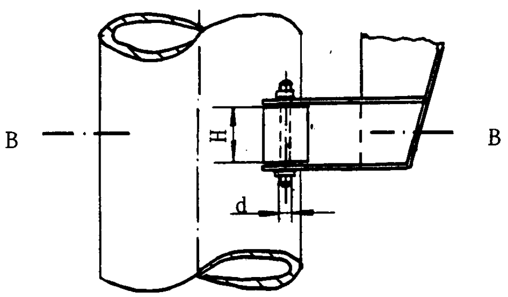
HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

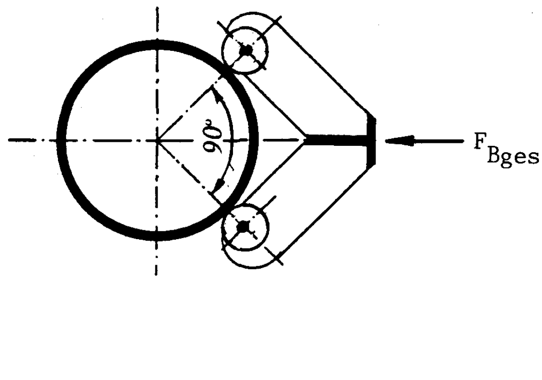
Der skizzierte Säulenschwenkkran darf maximal mit der Kraft F_L belastet werden. Die Eigengewichtskraft des Schwenkarms mit Hubeinrichtung und Schwenkwerk beträgt F_G.



Lager B

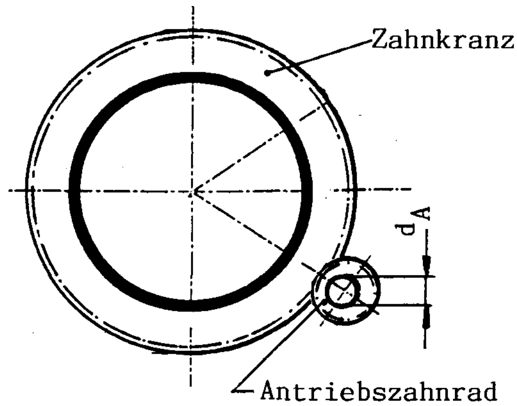


Schnitt B-B



HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

Teilaufgaben:		Punkte
1	Die am Schwenkarm wirkenden Kräfte werden von den Lagern in A und B aufgenommen. Bestimmen Sie zeichnerisch die Lagerkräfte F_A und F_B.	5,0
2	Im Lager B wird die Lagerkraft F_{Bges} = 60 kN durch zwei Kunststoffrollen übertragen. Berechnen Sie die Kraft, die auf jede Rolle wirkt.	3,0
3	Jede Rolle werde mit F_R = 43 kN belastet.	
3.1	Die maximale Flächenpressung zwischen Rolle und Rollenachse darf p_{zul} = 15 N/mm² betragen. Berechnen Sie den erforderlichen Achsdurchmeser d, wenn die Höhe der Rolle H = 150 mm beträgt.	1,5
3.2	Die Rollenachse wurde aus S235 gefertigt. Bestimmen Sie den erforderlichen Achsdurchmesser bei zweifacher Sicherheit gegen Abscherung.	2,0
3.3	Welcher Durchmesser ist auszuführen ?	1,0
4	Der Schwenkarm besteht aus einem mittelbreiten IPE-Profil mit parallelen Flanschflächen aus S275 nach DIN 1025-5. Berechnen Sie das erforderliche Widerstandsmoment an der Stelle X - X, und wählen Sie einen geeigneten Träger bei zweifacher Sicherheit gegen Verformung.	5,0
5	Der Schwenkarm wird durch einen Motor mit Getriebe um die Säulenachse gedreht. Das Antriebszahnrad hat die Zähnezahl z_A = 60 und eine Drehzahl n_A = 2,5 1/min. Der Zahnkranz auf der Säule hat die Zähnezahl z_S = 300.	



Schwenkwerk Schnitt A - A

5.1	Berechnen Sie die Umfangsgeschwindigkeit der Hubeinrichtung in der gezeichneten Stellung.	2,0
5.2	Zum Drehen des Schwenkwerks ist ein Moment M_S = 16 kNm erforderlich. Der Getriebewirkungsgrad sei 0,8. Welcher Wellendurchmesser d_A ist für das Antriebszahnrad bei τ_{tzul} = 350 N/mm² zu wählen?	3,5

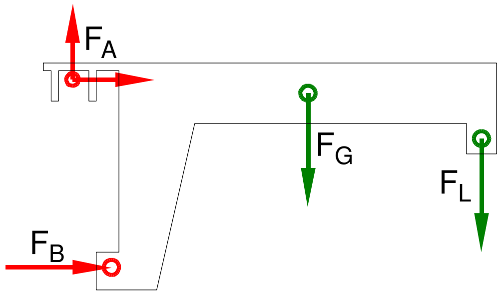
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar. Σ = 22,5

HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

Lösungsvorschlag

Teilaufgaben: | Punkte

1 LS Schwenkarm 5,0



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$\Sigma M_A = 0 = +F_B \cdot l_4 - F_G \cdot l_1 - F_L \cdot l_3 \quad \Rightarrow$

$$F_B = \frac{F_G \cdot l_1 + F_L \cdot l_2}{l_4} = \frac{8\,kN \cdot 2000\,mm + 20\,kN \cdot 5200\,mm}{2000\,mm} = 60\,kN$$

$\Sigma F_x = 0 = F_{Ax} + F_B \quad \Rightarrow \quad F_{Ax} = -F_B = -60\,kN$

$\Sigma F_y = 0 = F_{Ay} - F_G - F_L \quad \Rightarrow$

$F_{Ay} = F_G + F_L = 8\,kN + 20\,kN = 28\,kN$

$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(-60\,kN)^2 + (28\,kN)^2} = 66{,}2\,kN$

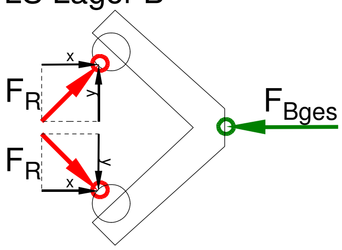
$$\alpha_A = \arctan\frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan\frac{28\,kN}{-60\,kN} = -25{,}0°$$

$\alpha_A = 25{,}0°$ nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_A = 155{,}0°$ gegen die positive x-Achse

Statik (Schlusslinienverfahren)

2 LS Lager B 3,0



Rechnerische Lösung

$$\Sigma F_x = 0 = 2 \cdot F_{Rx} - F_{Bges} = 2 \cdot F_R \cdot \cos 45° - F_{Bges} \quad \Rightarrow \quad F_R = \frac{F_{Bges}}{2 \cdot \cos 45°} = \frac{60\,kN}{2 \cdot \cos 45°} = 42{,}4\,kN$$

Statik rechnerisch (zentrales Kraftesystem)

HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

3

3.1 $$p_{zul}=\frac{F}{A} \quad \Rightarrow \quad A_{erf}=\frac{F_R}{p_{zul}}=\frac{43\,kN}{15\,N/mm^2}=2867\,mm^2$$

$$A=d\cdot H \quad \Rightarrow \quad d_{erf}=\frac{A}{H}=\frac{2867\,mm^2}{150\,mm}=19{,}1\,mm$$

3.2 τ_{aB} = 290 N/mm² (S235→Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44.Auflage, S.44)

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

$$\tau_{azul}=\frac{\tau_{aB}}{\nu}=\frac{290\,N/mm^2}{2}=145\frac{N}{mm^2}$$

$$S_{erf}=\frac{F_R}{2\cdot\tau_{azul}}=\frac{43\,kN}{2\cdot 145\,N/mm^2}=148{,}3\,mm^2$$

$$S=\frac{\pi\cdot d^2}{4} \quad \Rightarrow \quad d_{erf}=\sqrt{\frac{4\cdot S}{\pi}}=\sqrt{\frac{4\cdot 148{,}3\,mm^2}{\pi}}=13{,}7\,mm$$

3.3 Maßgeblich ist der größere Durchmesser 19,1mm, gewählt wird der nächstgrößere angebotene BolzenØ 20mm (→ TabB „Bolzen")

Flächenpressung und Scherfestigkeit (BolzenØ)

4 σ_{bF} = 380 N/mm² (S275→ Tabellenbuch Metall, Europa, 44.Auflage, S.44) 4,5

W = 669 cm³ → IPE 360 mit W_x = 904 cm³

$$M_{bx-x}=\left|-F_G\cdot(l_1-l_2)-F_L\cdot(l_3-l_2)\right|$$
$$=8\,kN\cdot(2000-1000)\,mm+20\,kN\cdot(5200-1000)\,mm=92\,kNm$$

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

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

$$W_{erf}=\frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}}=\frac{92\,kNm}{190\,N/mm^2}=484{,}2\,cm^3$$

gewählt: IPE 300 mit W_x = 557 cm³ (→ TabB „DIN 1025")

Biegung (Auswahl des Profils)

HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

5 $$i=\frac{z_2}{z_1}=\frac{z_S}{z_S}=\frac{300}{50}=5$$

5.1 $$i=\frac{n_{zu}}{n_{ab}} \quad \Rightarrow \quad n_S=\frac{n_A}{i}=\frac{25\,min^{-1}}{5}=0{,}5\,min^{-1}=0{,}00833\,s^{-1}$$ 2,0

$$v=\pi\cdot n\cdot d=\pi\cdot n_S\cdot 2\cdot l_3=\pi\cdot 0{,}5\,min^{-1}\cdot 5200\,mm=16{,}3\,\frac{m}{min}=0{,}27\,\frac{m}{s}$$

Übersetzung, Umfangsgeschwindigkeit

5.2 $$i\cdot\eta=\frac{M_{ab}}{M_{zu}} \quad \Rightarrow \quad M_S=\frac{M_A}{i\cdot\eta}=\frac{16\,kNm}{5\cdot 0{,}8}=4\,kNm$$ 3,5

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

$$W_{perf}=\frac{M_t}{\tau_{tzul}}=\frac{4\,kNm}{350\,N/mm^2}=11{,}4\,cm^3$$

$$W_p=\frac{\pi\cdot d^3}{16} \quad \Rightarrow \quad d_{erf}=\sqrt[3]{\frac{W_{perf}\cdot 16}{\pi}}=\sqrt[3]{\frac{11{,}4\,mm^3\cdot 16}{\pi}}=38{,}8\,mm$$

Gewählt: d = 40 mm aus Normzahlreihe R5

Erforderlicher Durchmesser bei Torsion Durchmesser

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar. Σ = 22,5