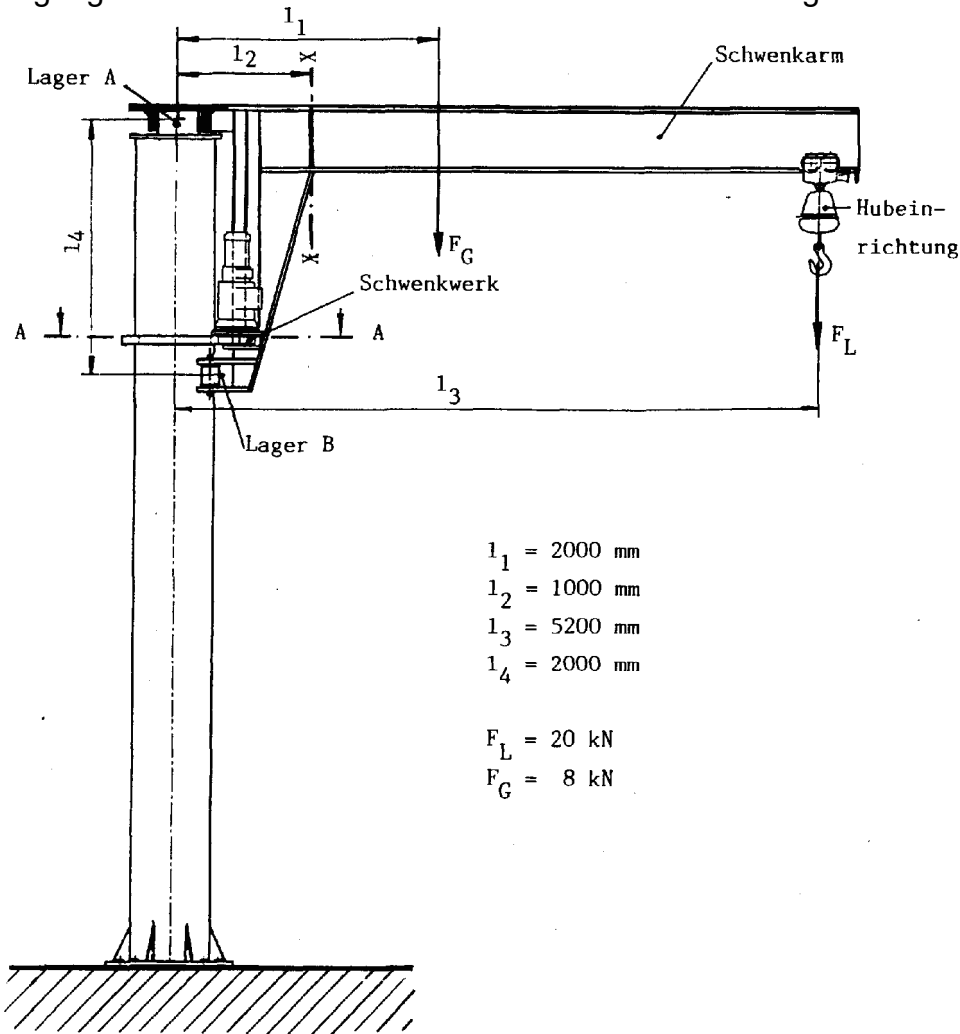




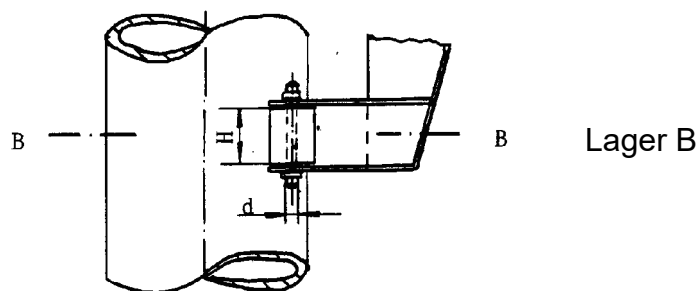
tgt HP 1995/96-2: Säulenschwenkkran

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

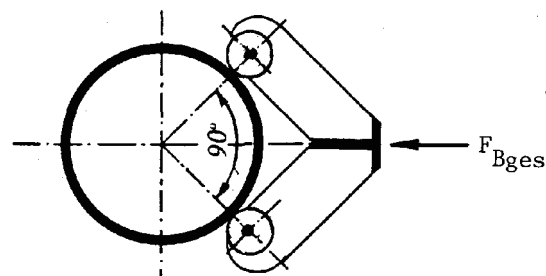


- $l_1 = 2000 \text{ mm}$
- $l_2 = 1000 \text{ mm}$
- $l_3 = 5200 \text{ mm}$
- $l_4 = 2000 \text{ mm}$

- $F_L = 20 \text{ kN}$
- $F_G = 8 \text{ kN}$

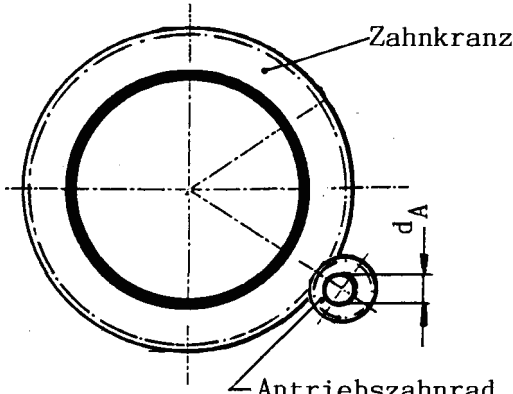


Lager B



Schnitt B-B



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 $F_{Bges} = 60 \text{ kN}$ durch zwei Kunststoffrollen übertragen. Berechnen Sie die Kraft, die auf jede Rolle wirkt.	3,0
3	Jede Rolle werde mit $F_R = 43 \text{ kN}$ belastet.	
3.1	Die maximale Flächenpressung zwischen Rolle und Rollenachse darf $p_{zul} = 15 \text{ N/mm}^2$ betragen. Berechnen Sie den erforderlichen Achsdurchmesser d , wenn die Höhe der Rolle $H = 150 \text{ mm}$ 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 Flansflächen 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 Zähnezah $z_A = 60$ und eine Drehzahl $n_A = 2,5 \text{ 1/min}$. Der Zahnkranz auf der Säule hat die Zähnezah $z_S = 300$.	
 <p style="text-align: center;">Schwenkwerk Schnitt A - A</p>		
5.1	Berechnen Sie die Umfangsgeschwindigkeit der Hubeinrichtung in der gezeichneten Stellung.	2,0
5.2	Zum Drehen des Schwenkwerks ist ein Moment $M_S = 16 \text{ kNm}$ erforderlich. Der Getriebewirkungsgrad sei 0,8. Welcher Wellendurchmesser d_A ist für das Antriebszahnrad bei $\tau_{tzul} = 350 \text{ N/mm}^2$ zu wählen?	3,5
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.		$\Sigma = 22,5$

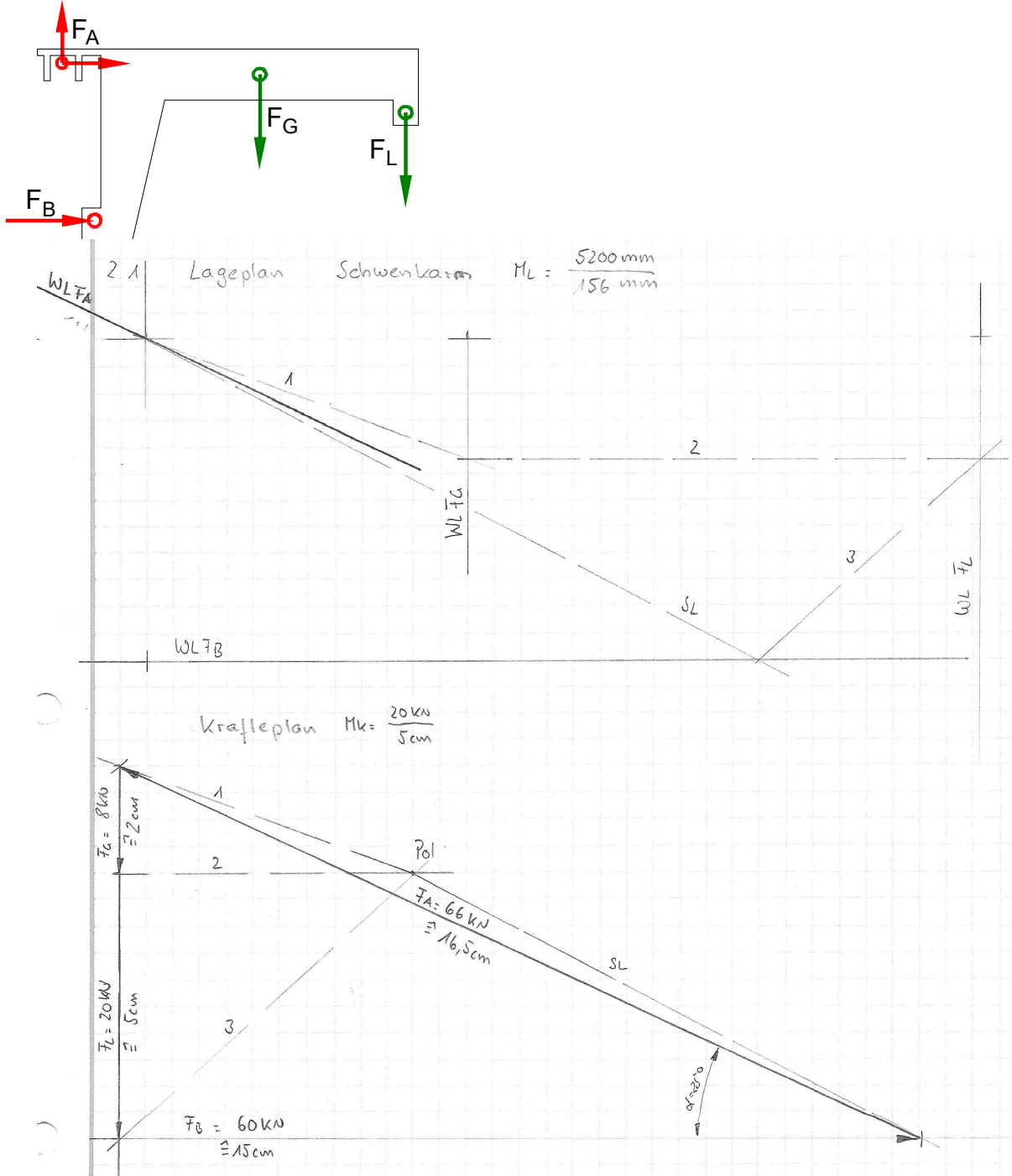


Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte
5,0

1 LS Schwenkarm





Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

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

$$F_B = \frac{F_G \cdot l_1 + F_L \cdot l_3}{l_4} = \frac{8 \text{ kN} \cdot 2000 \text{ mm} + 20 \text{ kN} \cdot 5200 \text{ mm}}{2000 \text{ mm}} = 60 \text{ kN}$$

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

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

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

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

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

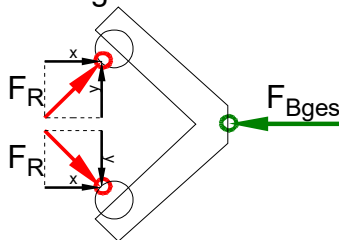
$\alpha_A = 25,0^\circ$ nach links oben gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_A = 155,0^\circ$ gegen die positive x-Achse

Statik (Schlusslinienverfahren)

2 LS Lager B

3,0



Rechnerische Lösung

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

Statik rechnerisch (zentrales Kraftesystem)

3

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

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

3.2 $\tau_{aB} = 290 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

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

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

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

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

3.3 Maßgeblich ist der größere Durchmesser 19,1mm, gewählt wird der nächstgrößere angebotene Bolzen $\varnothing 20 \text{ mm}$ (→ TabB „Bolzen“)

Flächenpressung und Scherfestigkeit (Bolzen \varnothing)



- 4 $\sigma_{bF} = 380 \text{ N/mm}^2$ (S275 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44) 4,5
 $W = 669 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{IPE 360 mit } W_x = 904 \text{ cm}^3$

$$M_{bx-x} = |-F_G \cdot (l_1 - l_2) - F_L \cdot (l_3 - l_2)|$$

$$= 8 \text{ kN} \cdot (2000 - 1000) \text{ mm} + 20 \text{ kN} \cdot (5200 - 1000) \text{ mm} = 92 \text{ kNm}$$

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

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

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

gewählt: IPE 300 mit $W_x = 557 \text{ cm}^3$ (→ TabB „DIN 1025“)
Biegung (Auswahl des Profils)

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

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

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

Übersetzung, Umfangsgeschwindigkeit

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

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

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

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

Gewählt: $d = 40 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R5
Erforderlicher Durchmesser bei Torsion Durchmesser

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$