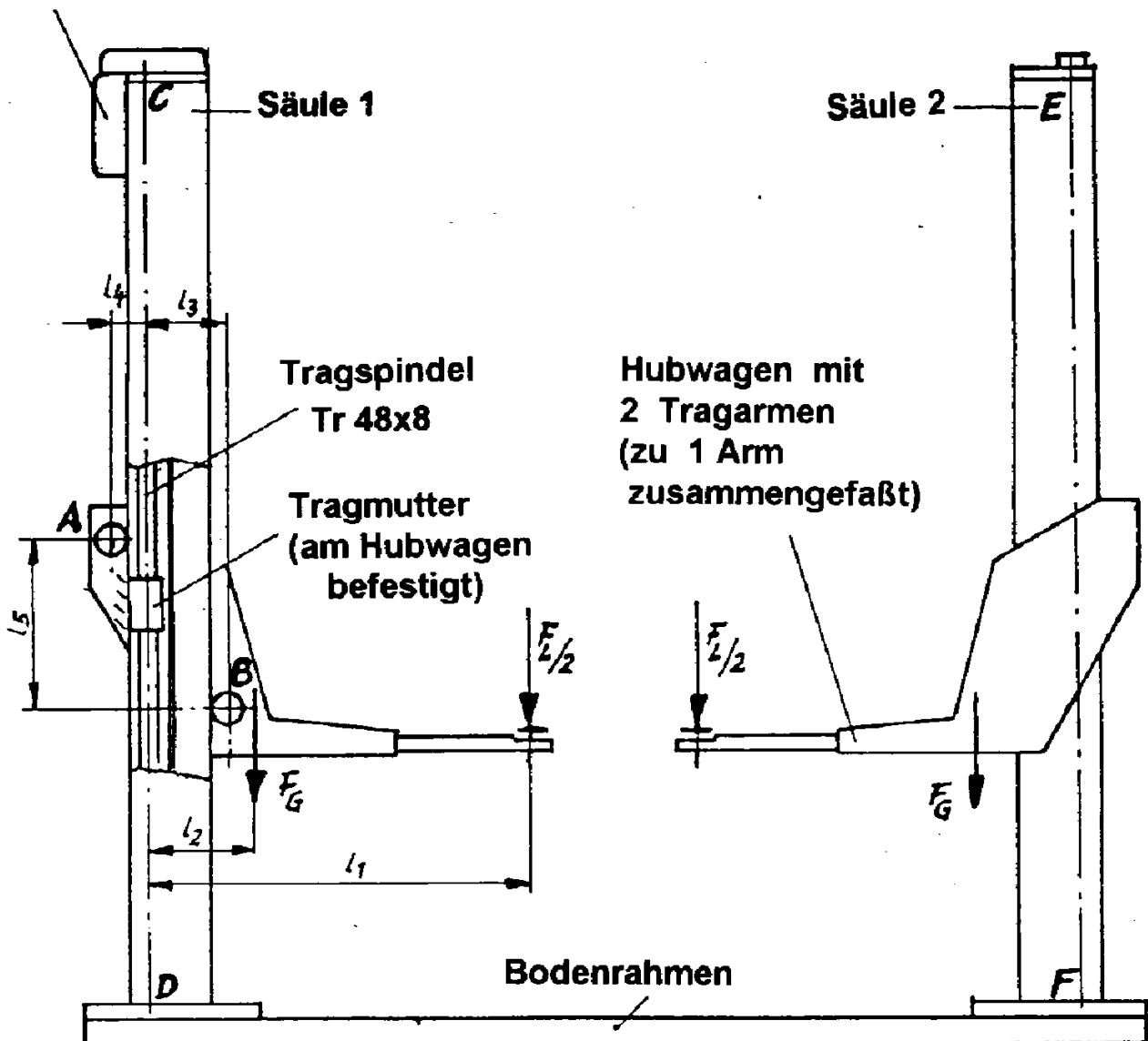




tgt HP 1989/90-1: Zweisäulen-Hebebühne

Motor



$F_L = 18 \text{ kN}$ (Lastgewicht)	$l_1 = 900 \text{ mm}$	$l_3 = 155 \text{ mm}$	$l_5 = 195 \text{ mm}$
$F_G = 1 \text{ kN}$ (Eigengewicht)	$l_2 = 250 \text{ mm}$	$l_4 = 85 \text{ mm}$	

Mit der Zweisäulen-Hebebühne sollen Kraftfahrzeuge bis zu einer Gewichtskraft von $F_L = 18 \text{ kN}$ gehoben werden. Jeder Hubwagen mit $F_G = 1 \text{ kN}$ wird über die an ihm befestigte Tragmutter von der Tragspindel Tr 48 x 8 getragen, bzw. von ihr nach oben oder nach unten bewegt. Die Tragspindel von Säule 1 ist in C und D, jene von Säule 2 in E und F drehbar gelagert. Geführt wird der Hubwagen bei Säule 1 von den beiden um A und B drehbaren Rollen, die auf den geschliffenen Bahnen eines breiten I-Trägers, DIN 1025-S355-IPB 180, abrollen.

Die Antriebsenergie wird im Bodenrahmen durch Kettentrieb von Säule 1 auf Säule 2 übertragen. Die Gewichtskraft F_L des Fahrzeugs sei auf die Tragarme der beiden Hubwagen gleichmäßig verteilt.

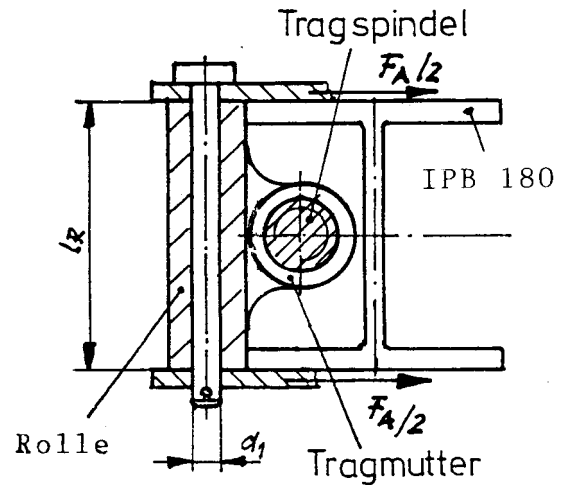


Teilaufgaben:

Punkte

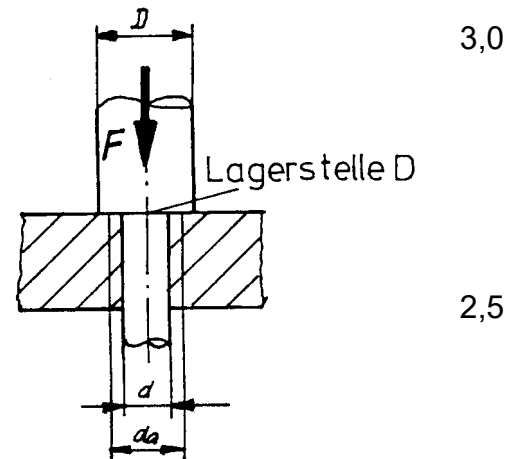
1 Ermitteln Sie die Kräfte in den Rollenlagern A und B und die Schraubenlängskraft F der Tragspindel. 6,0

2 Welcher Bolzendurchmesser d_1 aus E335 ist erforderlich, wenn die in A gelagerte $l_R = 180$ mm lange Rolle mit $F_A = 43$ kN gegen das IPB-Profil drückt und wenn dabei einerseits die Flächenpressung zwischen Rolle und Bolzen 12 N/mm² nicht überschreiten, andererseits 3-fache Sicherheit gegen Bruch gewährleistet sein soll ?



3 Die Tragspindel soll an der Stelle D in einem Gleitlager geführt werden. Vorhandene Spindeln haben den Durchmesser $D = 48$ mm.

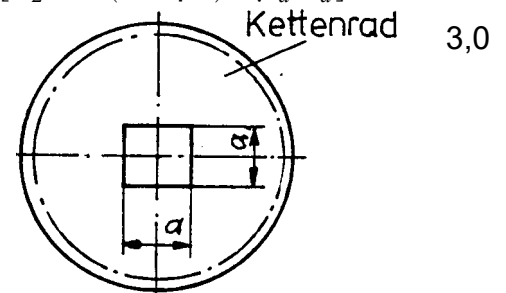
Wie groß darf die Bohrung d für den Zapfen höchstens sein, wenn die Flächenpressung 12 N/mm² nicht überschreiten darf und die Masse der Spindel zusätzlich mit 37 kg zu berücksichtigen ist ?



4 Wie groß wäre, unter Vernachlässigung des Eigengewichts der Tragspindel, das Gesamtreibmoment (Anzugsmoment) M_A der sich drehenden Spindel in Säule 1, wenn die Reibzahl im Gewinde $\mu' = 0,12$, an der Auflage $\mu_a = 0,1$ und der mittlere Durchmesser an der kreisringförmigen Auflagefläche in D , $d_a = 39$ mm, betragen (siehe Skizze zur 3.Frage) ? 2,5

$$M_A = F \cdot [r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho') + \mu_a \cdot r_a]$$

5 Der Zapfen der Tragspindel reicht bis in den Bodenrahmen und hat dort ein Vierkantprofil, auf das ein Kettenrad verdrehsicher aufgesetzt werden kann. Wie groß muss die Kantenlänge a des Vierkants sein, wenn ein Torsionsmoment $M = 60$ Nm zu übertragen ist und die Torsionsspannung 110 N/mm² nicht überschreiten soll ? 3,0



6 Handelsübliche Antriebsmotoren haben eine Lastdrehzahl von 1420 1/min. Welches Übersetzungsverhältnis muss das Getriebe zum Antrieb der Tragspindel in Säule 1 haben, wenn die Hubgeschwindigkeit $v_H = 1,8$ m/min betragen soll ? 3,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

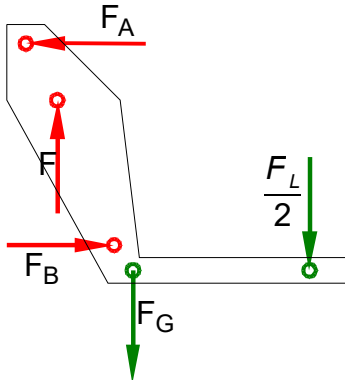


Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte
6,0

1 LS Hubwagen mit Targarmen



Rechnerische Lösung (Drehpunkt im Schnitt von F_A und F)

$$\Sigma M_{A/F} = 0 = + F_B \cdot l_5 - F_G \cdot l_2 - \frac{F_L}{2} \cdot l_1 \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{F_G \cdot l_2 + 0,5 \cdot F_L \cdot l_1}{l_5} = \frac{1 \text{ kN} \cdot 250 \text{ mm} + 0,5 \cdot 18 \text{ kN} \cdot 900 \text{ mm}}{195 \text{ mm}} = 42,8 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_A + F_B \Rightarrow F_A = F_B = 42,8 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F - F_G - \frac{F_L}{2} \Rightarrow F = F_G + \frac{F_L}{2} = 1 \text{ kN} + \frac{18 \text{ kN}}{2} = 10 \text{ kN}$$

Statik rechnerisch oder zeichnerisch (Schlusslinienverfahren oder Seileck- plus 4-Kräfteverfahren)

2 Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren:

5,0

$\tau_{aB} = 470 \text{ N/mm}^2$ (E335 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$\frac{\tau_{aB}}{\sqrt{3}} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{\sqrt{3}} = \frac{470 \text{ N/mm}^2}{3} = 156,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_A}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{43 \text{ kN}}{2 \cdot 156,7 \text{ N/mm}^2} = 137,2 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 137,2 \text{ mm}^2}{\pi}} = 13,2 \text{ mm}$$

Erforderlicher Durchmesser gegen Flächenpressung:

$$p_{zul} = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_A}{p_{zul}} = \frac{43 \text{ kN}}{12 \text{ N/mm}^2} = 3583 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot l_R \Rightarrow d_{erf} = \frac{A}{l_R} = \frac{3583 \text{ mm}^2}{180 \text{ mm}} = 19,9 \text{ mm}$$

Maßgeblich ist der größere Durchmesser 19,9mm, gewählt wird der nächstgrößere angebotene Bolzen $\varnothing 20\text{mm}$ (→ TabB „Bolzen“)

Flächenpressung und Scherfestigkeit (Bolzen \varnothing)



- 3 Maximaler Bohrungsdurchmesser gegen Flächenpressung: 3,0

$$p_{zul} = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{\frac{F_L}{2} + F_G + F_{GSpindel}}{p_{zul}} = \frac{\frac{18 \text{ kN}}{2} + 1 \text{ kN} + 370 \text{ N}}{12 \text{ N/mm}^2} = 864,2 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \Rightarrow d_{max} = \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{(48 \text{ mm})^2 - \frac{4 \cdot 864,2 \text{ mm}^2}{\pi}} = 34,7 \text{ mm}$$

Die Bohrung für den Zapfen darf max. Ø34,7 mm groß sein.

Flächenpressung (Kreisring, ungewöhnliche Aufgabenstellung)

- 4 $M_A = F \cdot [r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho') + \mu_a \cdot r_a]$ mit: 2,5

FlankenØ $d_2 = 44 \text{ mm}$ und Steigung $P = 8 \text{ mm}$ (Tr48x8 → [EuroTabM] „Gewinde“)

$$\text{Flankenradius } r_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{44 \text{ mm}}{2} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Steigungswinkel } \alpha = \arctan \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \arctan \frac{8 \text{ mm}}{44 \text{ mm} \cdot \pi} = 3,31^\circ$$

$$\text{Reibwinkel } \rho' = \arctan \mu' = \arctan 0,12 = 6,84^\circ$$

$$\text{Mittlerer Radius der Auflagefläche } r_a = \frac{d_a}{2} = \frac{39 \text{ mm}}{2} = 19,5 \text{ mm}$$

$$M_A = F \cdot [r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho') + \mu_a \cdot r_a]$$

$$= 10 \text{ kN} \cdot [22 \text{ mm} \cdot \tan(3,31 + 6,84)^\circ + 0,1 \cdot 19,5 \text{ mm}] = 58,9 \text{ Nm}$$

Anzugsmoment für Schrauben

- 5 $\frac{\tau_{tF}}{\sqrt{v}} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p}$ 3,0

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{60 \text{ Nm}}{110 \text{ N/mm}^2} = 0,545 \text{ cm}^3$$

$$W_p = 0,208 \cdot a^3 \Rightarrow a_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf}}{0,208}} = \sqrt[3]{\frac{0,545 \text{ cm}^3}{0,208}} = 13,8 \text{ mm}$$

Gewählt: $a = 14 \text{ mm}$ (nächste verfügbare Größe → TabB „Vierkantstahl“)

Torsion einer Vierkantwelle

- 6 Steigung $P = 8 \text{ mm}$ (Tr48x8 → [EuroTabM] „Gewinde“) 3,0

$$v = n \cdot P \Rightarrow n = \frac{v}{P} = \frac{1,8 \text{ m/min}}{8 \text{ mm}} = 3,75 \text{ s}^{-1} = 225 \text{ min}^{-1}$$

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{1420 \text{ min}^{-1}}{225 \text{ min}^{-1}} = 6,31$$

Axialgeschwindigkeit eines Gewindes

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$