



## tgt HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

Der Exzenter wird über eine Welle, die mit einem Getriebe und Motor verbunden ist, angetrieben. Die Kraft wird über Tellerstößel und Stange übertragen, an deren oberem Ende eine Kette befestigt ist. Die Reibung ist zu vernachlässigen.

Daten:

- $l_1 = 300 \text{ mm}$
- $l_2 = 600 \text{ mm}$
- $l_3 = 800 \text{ mm}$
- $l_4 = 600 \text{ mm}$
- $\alpha = 30^\circ$
- $F_z = 17 \text{ kN}$

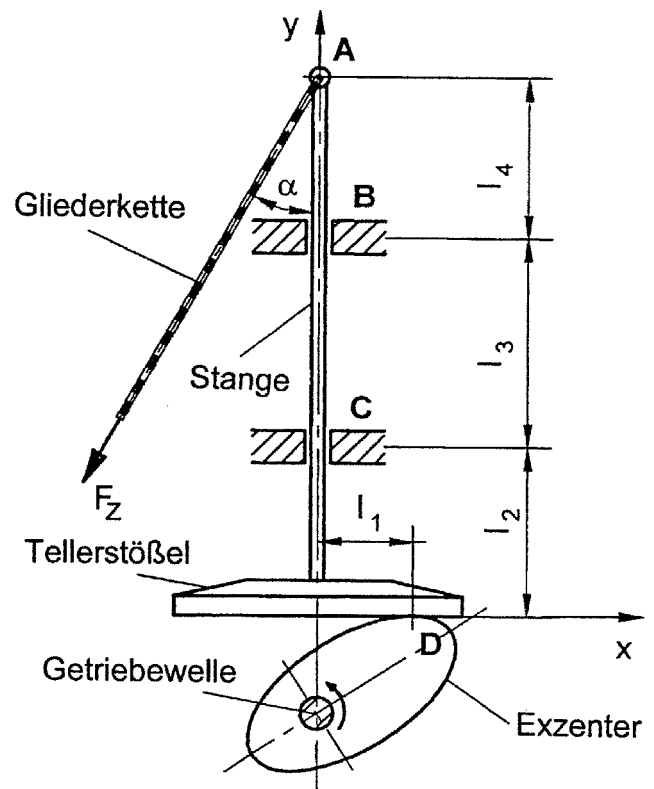


Abb. 1

Teilaufgaben:

- |   |   | Punkte |
|---|---|--------|
| 1 | Bestimmen Sie für die gezeigte Stellung zeichnerisch die Kraft $F_D$ , die vom Exzenter auf den Stößel ausgeübt wird, sowie die Lagerkräfte $F_B$ und $F_C$ . | 6,0    |
| 2 | Ermitteln Sie für die Kette den erforderlichen Gliederdurchmesser $d$ bei 4-facher Sicherheit gegen bleibende Verformung.<br>Kettenwerkstoff: S235            | 3,0    |

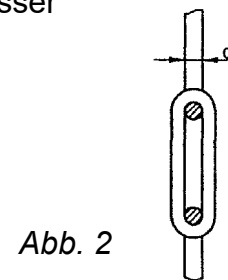


Abb. 2

- |   |   |     |
|---|---|-----|
| 3 | Die Kette wird im Punkt A mit einem Bolzen an der Stange befestigt. | 3,0 |
|---|---|-----|

Bolzenwerkstoff: C45E

Welche Sicherheit  $v$  gegen Abscherung ist bei einem Bolzendurchmesser von  $d_B = 20 \text{ mm}$  vorhanden?

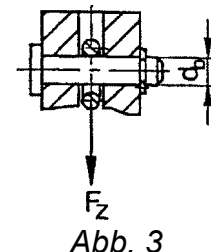


Abb. 3



- 4 Stange mit Tellerstößel
- 4.1 Bestimmen Sie die Stelle und Größe des maximalen Biegemoments  $M_{bmax}$  (Berechnung mit:  $F_Z = 17 \text{ kN}$ ;  $F_B = 20,4 \text{ kN}$ ;  $F_C = -11,9 \text{ kN}$ ;  $F_D = 14,7 \text{ kN}$ ) 4,0
- 4.2 Für die Stange aus C45E wird ein Rohr mit einem Außendurchmesser von  $D = 80 \text{ mm}$  verwendet. Ermitteln Sie bei 3-facher Sicherheit gegen Verformung durch das max. Biegemoment  $M_{bmax} = 5,1 \text{ kNm}$  die erforderliche Wandstärke  $s$ . 4,0
- 5 Berechnen Sie die erforderliche Lagerbreite  $b$  des Lagers B.  
Gegeben:  $p_{zul} = 5 \text{ N/mm}^2$ ;  $D = 80 \text{ mm}$ ;  $F_B = 20,4 \text{ kN}$  2,0

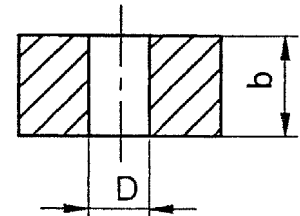


Abb. 4

## 6 Antriebsmotor und Getriebe

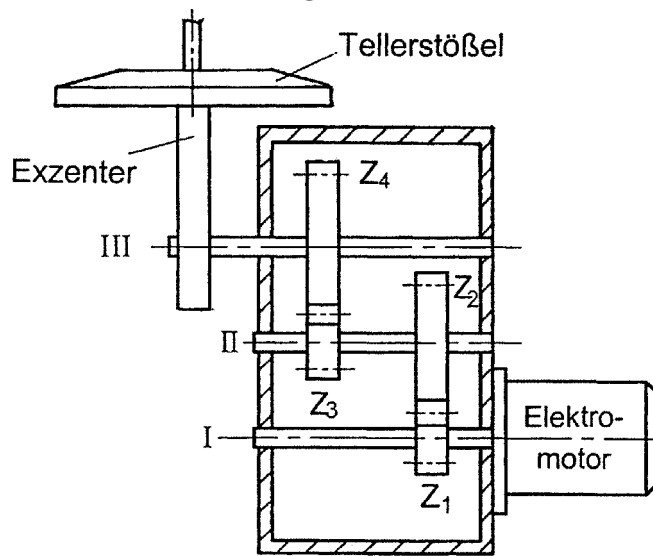


Abb. 5

### Daten

$$z_1 = 15; z_2 = 100$$

$$z_3 = 15; z_4 = 100$$

Motor:

$$n_M = 710 \frac{1}{\text{min}}$$

$$P_M = 20 \text{ kW}$$

Exzenter: (s. auch Abb. 1)

Maximalkraft  $F_{Dmax} = 20 \text{ kN}$

Wirksamer Hebel  $l_1 = 300 \text{ mm}$

- 6.1 Berechnen Sie die Drehzahl der Exzenterantriebswelle 2,0
- 6.2 Ermitteln Sie, ob die Motorleistung  $P_M = 20 \text{ kW}$  ausreicht, wenn vom Exzenter die Maximalkraft  $F_{Dmax}$  auf den Teller übertragen werden soll. 3,0  
Gesamtwirkungsgrad:  $\eta_{ges} = 0,6$
- 6.3 Berechnen Sie den Wellendurchmesser  $d_{welle III}$  gegen Torsionsbeanspruchung für  $F_{Dmax}$  und  $\tau_{zul} = 120 \text{ N/mm}^2$  3,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$



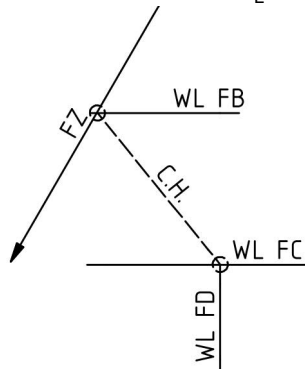
## Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

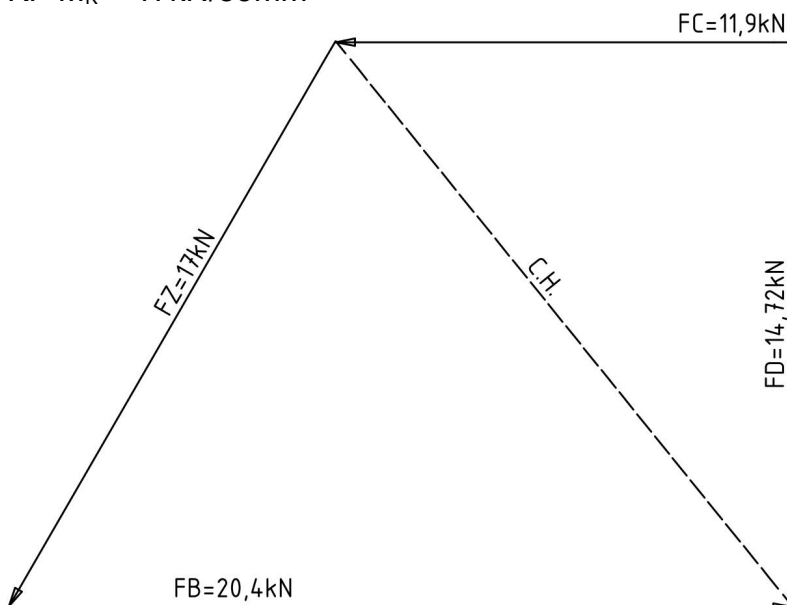
Punkte

1 LP Tellerstößel  $M_L = 40:1$

6,0



KP  $M_K = 17\text{kN}/85\text{mm}$



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

Drehpunkt im Schnittpunkt von  $F_B$  und  $F_D$

$$\Sigma M_{BD} = 0 = F_{Zx} \cdot l_4 + F_{Zy} \cdot l_1 - F_C \cdot l_3 \Rightarrow$$

$$F_C = \frac{F_Z \cdot \sin \alpha \cdot l_4 + F_Z \cdot \cos \alpha \cdot l_1}{l_3}$$

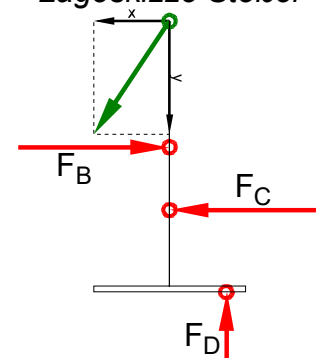
$$= \frac{17\text{ kN} \cdot \sin 30^\circ \cdot 600\text{ mm} + 17\text{ kN} \cdot \cos 30^\circ \cdot 300\text{ mm}}{800\text{ mm}} = 11,9\text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_{Zy} + F_D \Rightarrow F_D = F_Z \cdot \cos \alpha = 17\text{ kN} \cdot \cos 30^\circ = 14,7\text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{Zx} + F_B - F_C \Rightarrow$$

$$F_B = F_Z \cdot \sin \alpha + F_C = 17\text{ kN} \cdot \sin 30^\circ + 11,9\text{ kN} = 20,4\text{ kN}$$

Lageskizze Stößel





- 2 Hinweis: Rundstahlketten werden mit dem doppelten Querschnitt des Rundstahles auf Zug berechnet. Die Erfahrung zeigt, dass dann auch die Übergänge zwischen den Kettengliedern halten. 3,0

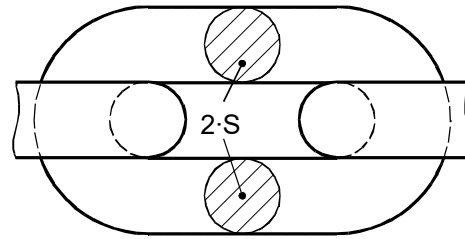
$$\frac{R_e}{\sqrt{v}} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F_K}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{\sqrt{v}} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{4} = 58,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_K}{2 \cdot \sigma_{zzul}} = \frac{17 \text{ kN}}{2 \cdot 58,75 \text{ N/mm}^2} = 144,7 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow$$

$$d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 144,7 \text{ mm}^2}{\pi}} = 13,6 \text{ mm}$$



Gewählt:  $d = 14 \text{ mm}$  (der nächstgrößere verfügbare Durchmesser für Rundstahl laut TabB)

Zugfestigkeit (Rundgliederkette)

- 3  $\tau_{aB} = 490 \text{ N/mm}^2$  (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 41. Auflage, S.40) 3,0

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

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

$$\tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} = \frac{17 \text{ kN}}{2 \cdot 314,2 \text{ mm}^2} = 27,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{490 \text{ N/mm}^2}{27,1 \text{ N/mm}^2} = 18,1$$

Scherfestigkeit (Bolzen Sicherheitszahl)

4

- 4.1 Da nur Punktlasten vorliegen, kann das maximale Biegemoment  $M_{bmax}$  nur an einem inneren Kräfteinleitungspunkt liegen, also bei B oder C. 4,0

$$M_{bB(\text{oben})} = l_4 \cdot F_Z \cdot \sin \alpha = 600 \text{ mm} \cdot 17 \text{ kN} \cdot \sin 30^\circ = 5,1 \text{ kNm}$$

$$M_{bC(\text{unten})} = l_1 \cdot F_D = 300 \text{ mm} \cdot 14,7 \text{ kN} = 4,41 \text{ kNm}$$

$M_{bmax} = 5,1 \text{ kNm}$ , weil es der größere der beiden Beträge ist.

Biegemoment ermitteln

- 4.2  $R_e = 430 \text{ N/mm}^2$  (C45E > 16 mm → [EuroTabM46], S.134) 4,0

$$\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_e = 1,2 \cdot 430 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 516 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{bF} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \Rightarrow \sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\sqrt{v}} = \frac{516 \text{ N/mm}^2}{3} = 172 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{5,1 \text{ kNm}}{172 \text{ N/mm}^2} = 29,7 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 D} \Rightarrow d_{erf} \leq \sqrt[4]{D^4 - \frac{32 \cdot W \cdot D}{\pi}} = \sqrt[4]{80^4 \text{ mm}^4 - \frac{32 \cdot 29651 \text{ mm}^3 \cdot 80 \text{ mm}}{\pi}} = 64,0 \text{ mm}$$

$$s_{erf} \geq \frac{D - d}{2} = \frac{80 \text{ mm} - 64,0 \text{ mm}}{2} = 8,0 \text{ mm}$$

