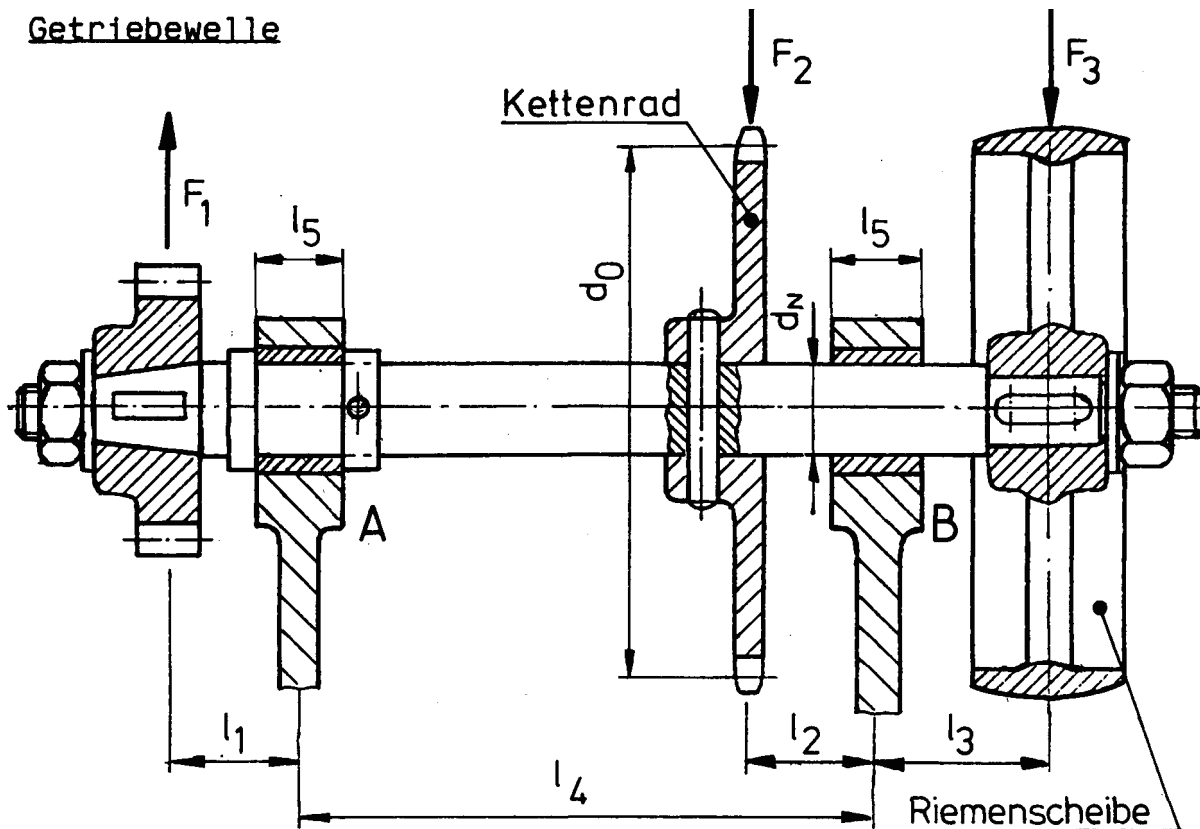




tgt HP 1993/94-1: Getriebewelle

Getriebewelle



$l_1 = 45 \text{ mm}$ $l_2 = 35 \text{ mm}$ $l_3 = 60 \text{ mm}$ $l_4 = 210 \text{ mm}$
 $F_1 = 700 \text{ N}$ $F_2 = 850 \text{ N}$ $F_3 = 1300 \text{ N}$

An der unmaßstäblich skizzierten Getriebewelle aus E295 sind folgende Teilaufgaben zu lösen:

| Teilaufgaben: | Punkte |
|---|--------|
| 1 Die Getriebewelle hat eine Drehzahl von 710 1/min. | |
| 1.1 Der Antriebsmotor hat eine Leistung von 7,5 kW und treibt die Getriebewelle über einen Flachriemen an. Die Riemengeschwindigkeit beträgt 15 m/s. Bestimmen Sie ohne Berücksichtigung des Schlupfes die erforderliche Umfangskraft an der Riemenscheibe und den Scheibendurchmesser. | 2,0 |
| 1.2 Das Zahnrad am linken Wellenende hat $z_1 = 24$ Zähne und treibt ein Zwischenrad mit 35 Zähnen; dieses greift in ein weiteres Zahnrad ein, das eine Drehzahl von 284 1/min haben soll. Berechnen Sie seine Zähnezahl. | 1,5 |



- 2 Die Nabe des Zahnrades am linken Wellenende wird mit Hilfe eines metrischen ISO - Gewindes auf das kegelige Wellenende gezogen. Die erforderliche Längskraft hierzu sei 12,5 kN. 2,5
Bestimmen Sie das erforderliche Gewinde, wenn 1,7fache Sicherheit gegen Verformung gefordert wird.
- 3 Das Kettenrad hat einen Teilkreisdurchmesser $d_0 = 152$ mm und ist mit einem Zylinderstift nach DIN EN ISO 2338 (alt: DIN EN 22338; noch älter: DIN 7) aus E295 auf der Welle befestigt. 5,0
Bestimmen Sie den erforderlichen Durchmesser des Zylinderstifts, wenn die maximale Umfangskraft am Teilkreisdurchmesser des Kettenrades 850 N beträgt und seine Nabe einen Durchmesser d_N von 25 mm hat. Es ist mit 3facher Sicherheit zu rechnen.
- 4 Bestimmen Sie die Lagerkräfte in den Lagern A und B zeichnerisch, wenn die Welle durch die Zahnradkraft F_1 , die Kettenzugkraft F_2 und die Riemenzugkraft F_3 - alle in einer Ebene wirkend - belastet wird. 6,0
- 5 Nehmen Sie an, in A wirke eine Kraft von 1080 N senkrecht nach unten, in B wirken 2530 N senkrecht nach oben.
- 5.1 Bestimmen Sie für die Getriebewelle die Stelle des maximalen Biegemoments und den dort auszuführenden Durchmesser. Da die auftretende Torsionsspannung vernachlässigt wird, ist eine 5,5fache Sicherheit gegen Verformung anzusetzen. 3,5
- 5.2 Die Gleitlager in A und B sollen aus konstruktiven Gründen dieselbe Lagerlänge l_5 erhalten. Für den Lagerwerkstoff ist eine Flächenpressung von 2,6 N/mm² zulässig. 2,0
Ermitteln Sie l_5 , wenn die Welle mit $d_N = 25$ mm ausgeführt wird.

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$



Lösungsvorschlag

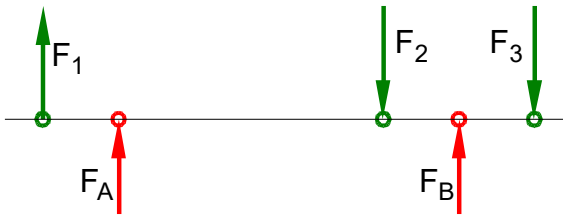
Teilaufgaben:

- | | | Punkte |
|-----|---|--------|
| 1 | | |
| 1.1 | $P = F \cdot v \Rightarrow F_U = \frac{P_M}{v_{\text{Riemen}}} = \frac{7,5 \text{ kW}}{15 \text{ m/s}} = 500 \text{ N}$ $v = \pi \cdot n \cdot d \Rightarrow d_s = \frac{v}{\pi \cdot n} = \frac{15 \text{ m/s}}{\pi \cdot 710 \text{ min}^{-1}} = 403,5 \text{ mm}$ | 2,0 |
| 1.2 | $i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{710 \text{ min}^{-1}}{284 \text{ min}^{-1}} = 2,5$ $i = \frac{z_2 \cdot z_3}{z_1 \cdot z_2} \Rightarrow z_3 = i \cdot z_1 = 2,5 \cdot 24 = 60$ <p>Da das Zwischenrad in Welle I und Welle III eingreift, kürzt es sich aus der Gleichung wieder heraus. Es dient dem Drehrichtungswechsel.</p> | 1,5 |
| 2 | <p>$R_e = 295 \text{ N/mm}^2$ (E295 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)</p> $\frac{\sigma_{zlim}}{v} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$ $\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{v} = \frac{295 \text{ N/mm}^2}{1,7} = 173,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $S_{erf} = \frac{F}{\sigma_{zzul}} = \frac{12,5 \text{ kN}}{173,5 \text{ N/mm}^2} = 72 \text{ mm}^2$ <p>Gewählt: M12 mit $S = 84,3 \text{ mm}^2$ (→ TabB „Gewinde“) <i>Erforderlicher Querschnitt gegen Zug</i></p> | 2,5 |
| 3 | <p>Zunächst muss die Kraft berechnet werden, die die Scherflächen des Zylinderstiftes am Nabendurchmesser übertragen müssen.</p> $F_N = F_U \cdot \frac{d_0}{d_N} = 850 \text{ N} \cdot \frac{152 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} = 5168 \text{ N}$ <p>Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren: $\tau_{aB} = 390 \text{ N/mm}^2$ (E295 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)</p> $\frac{\tau_{aB}}{v} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$ $\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{390 \text{ N/mm}^2}{3} = 130 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $S_{erf} = \frac{F_N}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{5168 \text{ N}}{2 \cdot 130 \text{ N/mm}^2} = 19,9 \text{ mm}^2$ $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19,9 \text{ mm}^2}{\pi}} = 5,03 \text{ mm}$ <p>Gewählt wird der nächstgrößere angebotene $\varnothing 6 \text{ mm}$ (→ TabB „Zylinderstift“) <i>Scherfestigkeit (Bolzen\varnothing) kombiniert mit Statik</i></p> | 5,0 |



4 Lageskizze der Getriebewelle

6,0



Rechnerische Lösung (nicht gefragt):

$$\Sigma M_B = 0 = -F_3 \cdot l_3 + F_2 \cdot l_2 - F_A \cdot l_4 - F_1 \cdot (l_4 + l_1) \Rightarrow$$

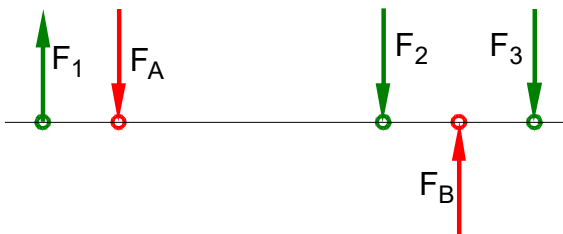
$$F_A = \frac{-F_3 \cdot l_3 + F_2 \cdot l_2 - F_1 \cdot (l_4 + l_1)}{l_4}$$

$$= \frac{-1300 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} + 850 \text{ N} \cdot 35 \text{ mm} - 700 \text{ N} \cdot (210 + 45) \text{ mm}}{210 \text{ mm}} = -1080 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_1 + F_A - F_2 + F_B - F_3 \Rightarrow$$

$$F_B = -F_1 - F_A + F_2 + F_3 = -700 \text{ N} - (-1080 \text{ N}) + 850 \text{ N} + 1300 \text{ N} = 2530 \text{ N}$$

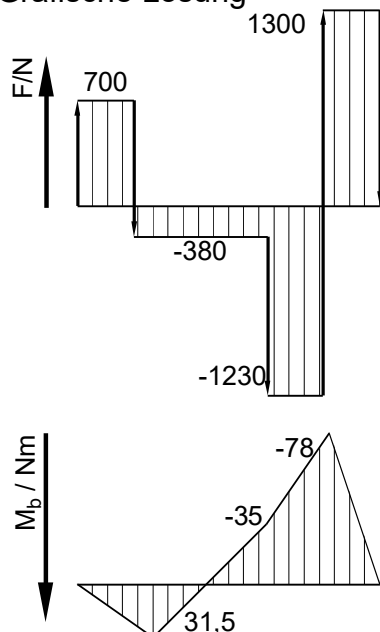
5 LS Getriebewelle



5.1 Maximales Biegemoment $M_{bmax} = 78 \text{ Nm}$

3,5

Grafische Lösung



Rechnung zur Grafik

$$M_1 = 0 \text{ kNm}$$

$$M_A = M_1 + 700 \text{ N} \cdot 45 \text{ mm} = 31,5 \text{ Nm}$$

$$M_2 = M_A - 380 \text{ N} \cdot (210 - 35) \text{ mm} = -35 \text{ Nm}$$

$$M_B = M_2 - 1230 \text{ N} \cdot 35 \text{ mm} = -78 \text{ Nm}$$

$$M_3 = M_B + 1300 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} = 0 \text{ Nm}$$

Rechnerische Lösung

$$M_A(\text{links}) = |-F_1 \cdot l_1|$$

$$= 700 \text{ N} \cdot 45 \text{ mm} = 31,5 \text{ Nm}$$

$$M_2(\text{links}) = |-F_1 \cdot (l_1 + l_4 - l_2) + F_A \cdot (l_4 - l_2)|$$

$$= -700 \text{ N} \cdot 220 \text{ mm} + 1080 \text{ N} \cdot 175 \text{ mm}$$

$$= 35 \text{ Nm}$$

$$M_B(\text{rechts}) = |-F_3 \cdot l_3|$$

$$= 1300 \text{ N} \cdot 60 \text{ mm} = 78 \text{ Nm}$$

Biegemoment ermitteln

$$5.2 \quad p_{zul} = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_B}{p_{zul}} = \frac{2530 \text{ N}}{2,6 \text{ N/mm}^2} = 973 \text{ mm}^2$$

2,0

$$A = d \cdot s \Rightarrow l_{serf} = \frac{A_{erf}}{d_N} = \frac{973 \text{ mm}^2}{25 \text{ mm}} = 38,9 \text{ mm}$$

Gewählt: $d = 40 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R10

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$