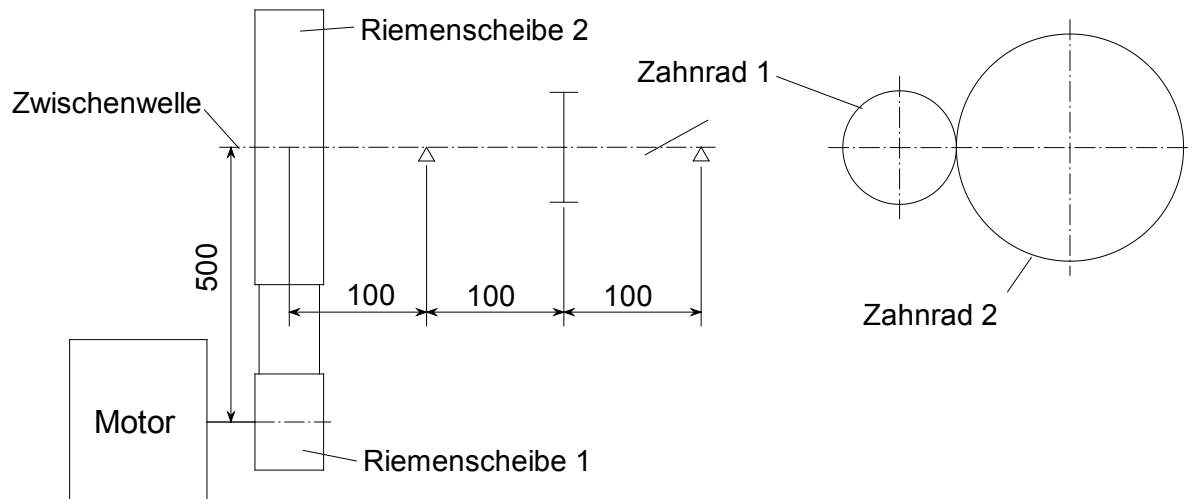


Antrieb Exzenterpresse

In einer Exzenterpresse treibt ein Motor über einen Flachriemen die Riemenscheibe 2 an. Diese Riemenscheibe ist fest mit einer Welle verbunden, auf der ein geradverzahntes Ritzel (Zahnrad 1) ohne Profilverschiebung sitzt. Dieses Ritzel treibt ein Zahnrad 2 an, das eine Exzenterwelle antreibt.



| | |
|-------------------------------|--|
| Leistung des Antriebsmotors | $P_M = 5 \text{ kW}$ |
| Motordrehzahl | $n_M = 1450 \text{ min}^{-1}$ |
| Drehrichtung Motor | in Uhrzeigersinn |
| Abmessungen Riemenscheiben | $d_1 = 71 \text{ mm}$, $d_2 = 200 \text{ mm}$, $B = 63 \text{ mm}$ |
| Reibungskoeffizient am Riemen | $\mu_R = 0,3$ |
| Zähnezahlen | $z_1 = 20$, $z_2 = 80$ |
| Zahnradbreiten | $b_1 = 60 \text{ mm}$, $b_2 = 50 \text{ mm}$ |
| Modul | $m = 4 \text{ mm}$ |

- Wie groß muss die Wellenbelastung F_W des Riementriebs mindestens sein um die gesamte Motorleistung zu übertragen?
- Zeichnen Sie den Biege- und Torsionsmomentenverlauf über die gesamte Wellenlänge. Wie groß ist das maximale Biegemoment? Das Eigengewicht ist dabei nicht zu berücksichtigen.
- Wie groß muss der Durchmesser der Zwischenwelle an der Stelle der maximalen Belastung mindestens sein, wenn sie aus E 295 ist und für die Grobauslegung das Torsionsmoment und das Biegemoment berücksichtigt wird?
- Ändert sich die Belastung der Zwischenwelle wenn der Motor entgegen Uhrzeigersinn angetrieben wird? Begründen Sie Ihre Antwort.

Musterlösung

2.1 Wellenbelastung (Ohne Berücksichtigung der Fliehkraft)

Drehmoment:
$$T_M = \frac{P_M}{2 \cdot \pi \cdot n_M} = \frac{5000 \cdot 60}{2 \cdot \pi \cdot 1450} = 32,928 \text{ Nm}$$

Umfangskraft:
$$F_t = \frac{T_M}{d_k/2} = \frac{32928 \cdot 2}{71} = 927,56 \text{ N}$$

Umschlingungswinkel:
$$\sin \alpha = \frac{r_2 - r_1}{e} = \frac{100 - 35,5}{500} = 0,129 \Rightarrow \alpha = 7,412^\circ$$

$$\beta_1 = 180^\circ - 2 \cdot \alpha = 165,176^\circ \Rightarrow \hat{\beta}_1 = \frac{\pi \cdot \beta_1}{180} = 2,883$$

Kraft im Leertrum:
$$F_{T2} = \frac{F_t}{e^{\mu \hat{\beta}_1} - 1} = \frac{927,56}{e^{0,3 \cdot 2,883} - 1} = 674,7 \text{ N}$$

Kraft im Lasttrum:
$$F_{T1} = F_t + F_{T2} = 1602,26 \text{ N}$$

Näherungsrechnung mit $\beta = 180^\circ$:

Wellenbelastung:
$$F_W = F_{T1} + F_{T2} = 1602,26 + 674,7 = \underline{\underline{2277 \text{ N}}}$$

Genaue Rechnung:

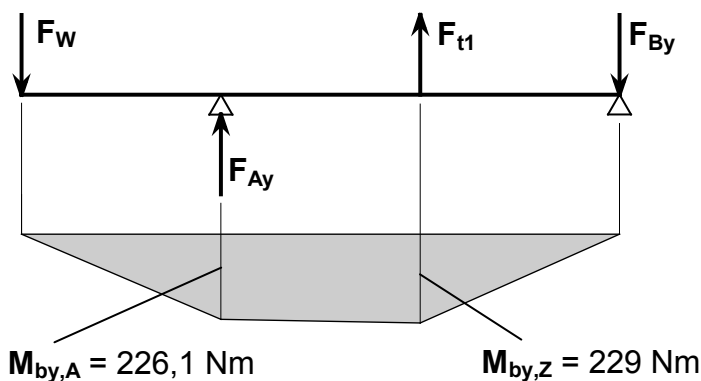
Wellenbelastung:
$$F_W = \sqrt{F_{T1}^2 + F_{T2}^2 - 2 \cdot F_{T1} \cdot F_{T2} \cdot \cos \beta_1} = \underline{\underline{2261 \text{ N}}}$$

2.2 Biege- und Torsionsmoment

Zahnkräfte Ritzel:
$$F_{t_1} = \frac{2 \cdot i_R \cdot T_M}{m \cdot z_1} = \frac{2 \cdot 200/71 \cdot 32928}{4 \cdot 20} = 2319 \text{ N}$$

$$F_{r_1} = F_{t_1} \cdot \tan \alpha = 2318,25 \cdot \tan 20^\circ = 844 \text{ N}$$

Biegemoment in y-z-Ebene:



$$F_W \cdot 100 + F_{t_l} \cdot 100 - F_{By} \cdot 200 = 0$$

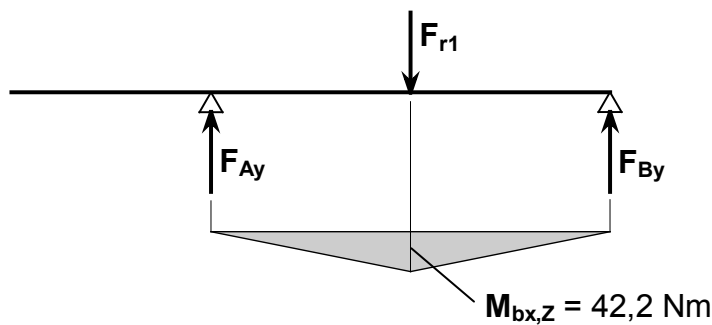
$$F_{By} = \frac{F_W \cdot 100 + F_{t_l} \cdot 100}{200} = \frac{2261 \cdot 100 + 2319 \cdot 100}{200} = 2290 \text{ N}$$

$$F_{Ay} = F_W - F_{t_l} + F_{By} = 2261 - 2319 + 2290 = 2232 \text{ N}$$

am Lager A: $M_{by,A} = F_W \cdot 100 = F_{By} \cdot 200 - F_{r_l} \cdot 100 = 2261 \cdot 100 = \underline{226,1 \text{ Nm}}$

am Zahnrad: $M_{by,Z} = F_{By} \cdot 100 = F_W \cdot 200 - F_{Ay} \cdot 100 = 2290 \cdot 100 = \underline{229 \text{ Nm}}$

Biegemoment in x-z-Ebene:



$$F_{r_l} \cdot 100 - F_{Bx} \cdot 200 = 0$$

$$F_{Bx} = \frac{F_{r_l} \cdot 100}{200} = \frac{844 \cdot 100}{200} = 422 \text{ N}$$

$$F_{Ax} = F_{r_l} - F_{Bx} = 844 - 422 = 422 \text{ N}$$

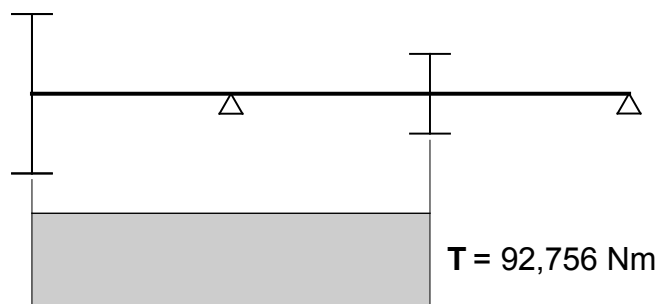
$$M_{bx,Z} = F_{Ax} \cdot 100 = F_{Bx} \cdot 100 = 422 \cdot 100 = \underline{42,2 \text{ Nm}}$$

Maximales Biegemoment am Ritzel:

$$M_{b,max} = \sqrt{M_{bx,A}^2 + M_{bx,Z}^2} = \sqrt{229^2 + 42,2^2} = \underline{\underline{232,8 \text{ Nm}}}$$

Torsionsmoment:

$$T_{Zw} = T_M \cdot i_R = 32,928 \cdot 200 / 71 = 92,75 \text{ Nm}$$



2.3 Wellendurchmesser

$$M_V = \sqrt{M_{b,max}^2 + 0,5 \cdot T^2} = \sqrt{232,8^2 + 0,5 \cdot 92,756^2} = 241,8 \text{ Nm}$$

Biegeweichselfestigkeit: $\sigma_{bW} = 245 \text{ MPa}$ (E 295)

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32}{\pi} \cdot \frac{M_V}{\sigma_{bW}/4}} = \sqrt[3]{\frac{32}{\pi} \cdot \frac{241800 \cdot 4}{245}} = \underline{\underline{34,26 \text{ mm}}}$$

2.4 Drehrichtungsumkehr

Belastung ändert sich!

Umfangskraft F_{t1} des Ritzels ändert die Richtung

Dadurch ändern sich die Lagerkräfte und der Biegemomentenverlauf in der y-z-Ebene.