

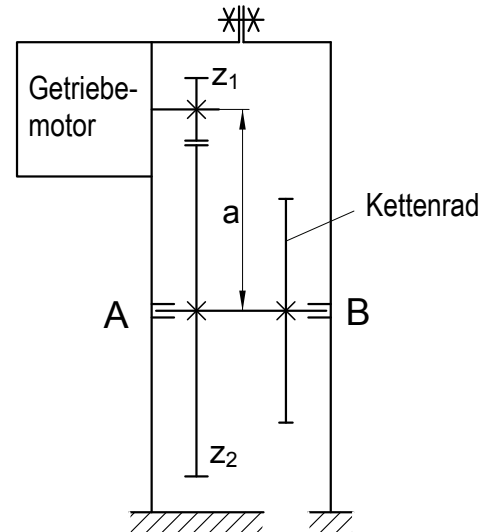
Kettenwinde

Für eine Kettenwinde ist ein Getriebemotor mit einer Abtriebsleistung von $P_M = 2 \text{ kW}$ und einer Abtriebsdrehzahl von $n_M = 110 \text{ min}^{-1}$ gegeben. Auf der Abtriebswelle sitzt ein Ritzel mit folgenden Verzahnungsdaten:

Zahnrad 1		außenverzahnt
Modul	m_n	2 mm
Zähnezahl	z_1	17
Bezugsprofil		DIN 867
Schrägungswinkel	β	20°
Flankenrichtung		linkssteigend
Profilverschiebungsfaktor	x_1	0
Zahnradbreite	b_1	40 mm

Weiter sind gegeben:

Achsabstand $a = 130 \text{ mm}$
 Kettenraddurchmesser $d_K = 150 \text{ mm}$



Fragen:

a) Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der unten stehenden Tabelle:

Zahnrad 2		außenverzahnt
Modul	m_n	2 mm
Zähnezahl	z_2	
Bezugsprofil		DIN 867
Schrägungswinkel	β	20°
Flankenrichtung		
Profilverschiebungsfaktor	x_2	
Zahnradbreite	b_2	

Es ist darauf zu achten, dass die Profilverschiebung möglichst klein wird.

- Welche maximale Last F_L kann gehoben werden? Und mit welcher Geschwindigkeit wird diese Last gehoben?
- In welche Richtung muss der Motor drehen, damit die Axialkraft des Zahnrades 2 vom rechten Lager B aufgenommen wird? Wie groß ist diese Axialkraft?
- Ist die Zahnfußtragfähigkeit des Zahnrades 2 ausreichend?
 Für eine überschlägige Berechnung ist $K_{ges} = 2$ zu setzen.
 Die Profilüberdeckung ist $\varepsilon_\alpha = 1,536$ und die Sprungüberdeckung $\varepsilon_\beta > 1$.
 Für die Zahnfußdauerfestigkeit ist mit $\sigma_{FG} = 860 \text{ N/mm}^2$ zu rechnen.

Musterlösung

a) Zahnrad 2

$$\text{Annahme: } a_d = \frac{m_n (z_1 + z_2)}{2 \cdot \cos \beta} \approx a = 130 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow z_2 = \frac{2 \cdot a \cdot \cos \beta}{m_n} - z_1 = \frac{2 \cdot 130 \cdot \cos 20}{2} - 17 = 105,16$$

Kleinstmögliche Profilverschiebung mit $z_2 = 105$

$$\text{Profilverschiebung: } (x_1 + x_2) = \frac{z_1 + z_2}{2 \cdot \tan \alpha_n} (\text{inv} \alpha_{wt} - \text{inv} \alpha_t) = \underline{\underline{0,0855}}$$

mit $\alpha_t = 21,173^\circ$ und $\alpha_{wt} = 21,365^\circ$

Zahnrad 2		außenverzahnt
Modul	m_n	2 mm
Zähnezahl	z_2	105
Bezugsprofil		DIN 867
Schrägungswinkel	β	20°
Flankenrichtung		rechtssteigend
Profilverschiebungsfaktor	x_2	0,0855
Zahnradbreite	b_2	38 mm ($< b_1$)

b) Last und Geschwindigkeit

$$\text{Motormoment: } T_M = \frac{P_M}{2\pi \cdot n_M} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 60}{2\pi \cdot 110} = 173,6 \text{ Nm}$$

$$\text{Übersetzung: } i_{1,2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{105}{17} = 6,176$$

$$\text{Last: } F_L = \frac{T_M \cdot i}{r_K} = \frac{173,6 \cdot 10^{-3} \cdot 6,176}{75} = \underline{\underline{14,295 \text{ kN}}}$$

$$\text{Geschwindigkeit: } v_H = r_K \cdot 2\pi \cdot n_K = 75 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot \frac{110}{6,176 \cdot 60} = \underline{\underline{0,14 \text{ m/s}}} \quad (= 8,4 \text{ m/min})$$

c) Axialkraft Zahnrad 2

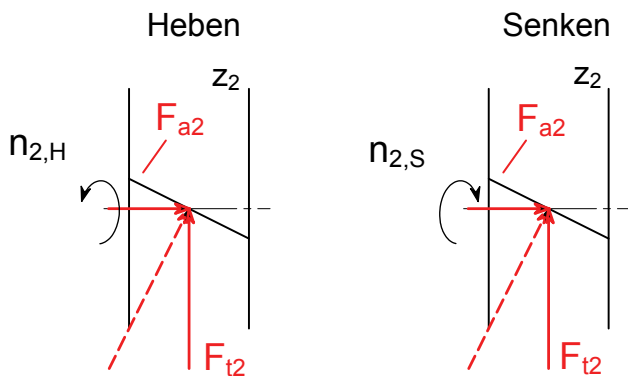
Umfangskraft: $F_{t1} = F_{t2} = \frac{T_M}{r_1} = \frac{173,6 \cdot 10^3}{18,09} = 9,596 \text{ kN}$

Axialkraft: $F_a = F_t \cdot \tan \beta = 9,596 \cdot \tan 20 = \underline{\underline{3,493 \text{ kN}}}$

Zahnrad 2: Rechtssteigend

Beim Heben ist Rad 2 *getrieben* $\Rightarrow F_t$ wirkt **in** Drehrichtung

Beim Senken ist Rad 2 *treibend* $\Rightarrow F_t$ wirkt **entgegen** Drehrichtung



Beim **Heben** muss der Motor **in** Uhrzeigersinn drehen.

Beim **Senken** muss der Motor **entgegen** Uhrzeigersinn drehen.

(\hookrightarrow in Energieflussrichtung)

d) Zahnfußtragfähigkeit

Ersatzzähnezahl: $z_{n2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{105}{\cos^3 20^\circ} = 126,5$

Formfaktor: $Y_{Fa} = 2,25$ (Abb.6.43)

Spannungskorrekturfaktor: $Y_{Sa} = 1,8$ (Abb. 6.44)

Überdeckungsfaktor: $Y_\varepsilon = 0,25 + \frac{0,75}{\varepsilon_\alpha} \cdot \cos^2 \beta_b = 0,25 + \frac{0,75}{1,536} \cdot \cos^2 18,747^\circ = 0,688$

Schrägungsfaktor: $Y_\beta = 1 - \varepsilon_\beta \frac{\beta}{120^\circ} = 1 - \frac{20^\circ}{120^\circ} = 0,833$

Zahnfußspannung: $\sigma_F = K_{ges} \cdot \frac{F_t}{b_2 \cdot m_n} \cdot Y_{Fa} \cdot Y_{Sa} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta$
 $\sigma_F = 2 \cdot \frac{9.597,2}{38 \cdot 2} \cdot 2,25 \cdot 1,8 \cdot 0,688 \cdot 0,833 = 586,2 \text{ N/mm}^2$

Zahnfußgrenzfestigkeit: $\sigma_{FG} = 860 \text{ N/mm}^2$ (gegeben)

Sicherheit: $S_F = \frac{\sigma_{FG}}{\sigma_F} = \frac{860}{586,2} = \underline{\underline{1,467}} \Rightarrow \text{ausreichend!}$