

# Dimensionieren 2

Prof. Dr. K. Wegener

Prof. Dr. M. Meier

Name	
Vorname	
Legi-Nr.	

## Engineering-Case: Verzahnung - Getriebe

### Voraussetzungen

- Verzahnungen, Zahnradgetriebe

### Problemstellung

Für ein einstufiges, geradzahntes Stirnradgetriebe sind folgende Größen bekannt:

Leistung  $P = 20 \text{ kW}$

Drehzahl der Antriebswelle  $n_1 = 25 \text{ s}^{-1}$

Übersetzung  $i = 4.5 \pm 3 \%$

Achsabstand  $a \approx 160 \text{ mm}$

Modul  $m = 3 \text{ mm}$

Betriebsfaktor  $K_f = 1.6$  (mittelschwere Stöße)

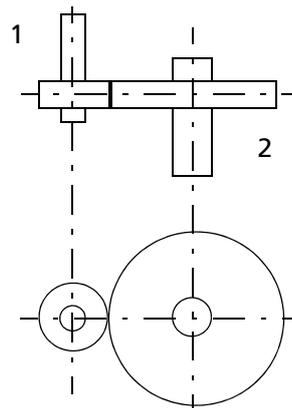
Dynamikfaktor  $K_v = 1$  (Stossbelastungen bei Formfehlern der Zahnräder und hohen Geschwindigkeiten)

Zahnformfaktor  $Y_F = 2.95$  (19 Zähne, ohne Profilverschiebung)

(empfohlene Mindestzähnezahl = 14 für Gradverzahnung ohne Profilverschiebung)

Richtwerte für Zahnradbreite bei beidseitiger Lagerung des Ritzels:

$b \leq 1.2 \cdot d_1$  oder  $b \leq 25 \cdot m$



### Gesucht

- Zähnezahl der beiden Zahnräder  $z_1$  und  $z_2$  (empfohlene Mindestzähnezahl = 14 für Gradverzahnung ohne Profilverschiebung)
- Wirkliche Werte für
- Teilkreisdurchmesser
- Achsabstand
- Übersetzungsverhältnis
- Drehmoment an der Antriebswelle
- Umfangsgeschwindigkeit am Teilkreis
- Nennumfangskraft am Teilkreis
- Zahnradbreite
- Massgebende bezogene Nennumfangskraft am Teilkreis
- Zahnfußbeanspruchung

## Lösung

Zähnezahl der beiden Zahnräder  $z_1$  und  $z_2$  (empfohlene Mindestzähnezahl = 14 für Gradverzahnung ohne Profilverschiebung)

$$\text{Teilkreisdurchmesser } d_1 = z_1 \cdot m; \quad d_2 = z_2 \cdot m \quad (1)$$

$$\text{Achsabstand } a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} \quad (2)$$

$$z_1 + z_2 = \frac{2a}{m} \quad (3)$$

$$z_1 = \frac{z_2}{i} \quad (4)$$

$$\text{eingesetzt: } z_2 = \frac{2a}{m \cdot \left(1 + \frac{1}{i}\right)} = \frac{2 \cdot 160\text{mm}}{3\text{mm} \cdot \left(1 + \frac{1}{4.5}\right)} = 87.27, \quad \text{gewählt: } 87 \quad (5)$$

$$z_1 = \frac{z_2}{i} = \frac{87}{4.5} = 19.3; \quad \text{gewählt: } 19 \quad (6)$$

$$\text{effktives Übersetzungsverhältnis } i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{87}{19} = 4.58 = 4.5 + 1.7\% \quad \text{Toleranz eingehalten} \quad (7)$$

$$\text{Wirklicher Achsabstand } a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 3 \cdot \frac{87 + 19}{2} = 159\text{mm} \quad (8)$$

(Allenfalls mittels Profilverschiebung auf 160 mm zu korrigieren) (9)

$$\text{Wirkliche Teilkreisdurchmesser: } d_1 = z_1 \cdot m = 19 \cdot 3\text{mm} = 57\text{mm} \quad (10)$$

$$d_2 = z_2 \cdot m = 87 \cdot 3\text{mm} = 261\text{mm} \quad (11)$$

$$\text{Drehmoment an der Antriebswelle } M_1 = \frac{P}{2\pi n} = \frac{20\text{kW}}{2 \cdot 3.14159 \cdot 25\text{s}^{-1}} = 127.3\text{Nm} \quad (12)$$

$$\text{Umfangsgeschwindigkeit am Teilkreis } v = \frac{d_1}{2} \cdot 2\pi \cdot n = 0.057\text{m} \cdot 3.14159 \cdot 25\text{s}^{-1} = 4.48 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (13)$$

$$\text{Nennumfangskraft am Teilkreis } F_t = \frac{M_t}{d_1/2} = \frac{127.3\text{Nm}}{\frac{0.057\text{m}}{2}} = 4466\text{N} \quad (14)$$

Richtwerte für Zahnradbreite bei beidseitiger Lagerung des Ritzels: (15)

$$b \leq 1.2 \cdot d_1 = 1.2 \cdot 57\text{mm} = 68.4\text{mm} \quad \text{oder } b \leq 25 \cdot m = 25 \cdot 3 = 75\text{mm} \quad \text{Wahl: } b=68\text{mm} \quad (16)$$

Massgebende bezogene Nennumfangskraft am Teilkreis

$$w_t = K_l \cdot K_v \cdot \frac{F_t}{b} = 1.6 \cdot 1.0 \cdot \frac{4466\text{N}}{0.068\text{m}} = 3.94 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad (17)$$

Zahnfußbeanspruchung, mit  $\beta=0$  für Gradverzahnung

$$\sigma_F = \frac{w_t}{m} \cdot Y_F = \frac{3.94 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{0.003\text{m}} \cdot 2.95 = 387.4 \cdot \text{MPa} \quad (18)$$