

## Verzahnung einer Kleinmaschine

Die unten dargestellte Verzahnung einer Kleinmaschine ist bezüglich der Verzahnungsgeometrie zu beurteilen.

### Verzahnungsdaten:

$$\alpha_n = 20^\circ$$

$$m_n = 1,25 \text{ mm}$$

$$\beta = 15^\circ$$

$$c = 0,25 \cdot m_n$$

$$a = 20,5 \text{ mm}$$

$$z_1 = 5$$

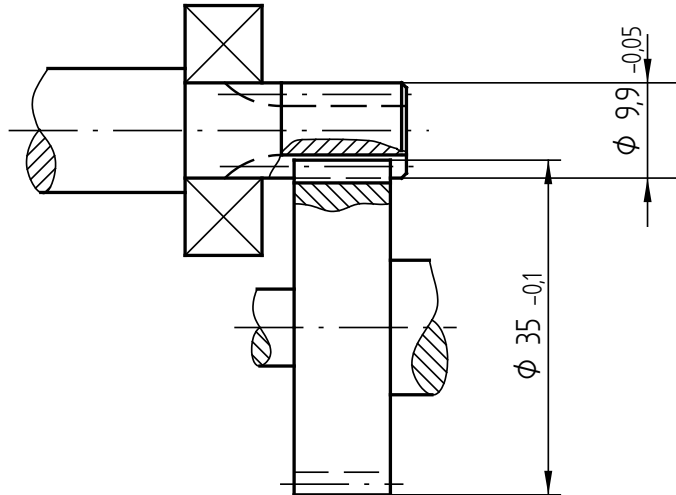
$$z_2 = 25$$

$$x_1 = +0,4$$

$$x_2 = +0,486$$

$$b_1 = 12 \text{ mm}$$

$$b_2 = 10 \text{ mm}$$



- a) Untersuchen und bewerten Sie die gegebenen Verzahnungsdaten hinsichtlich folgender Verzahnungsgrößen
- Übersetzung
  - Profilverschiebung
  - Achsabstand
  - Zahnform
  - Kopfspiel
  - Überdeckung
- b) Durch welche Maßnahmen kann die Verzahnung optimiert werden, wenn der Achsabstand nicht, die Übersetzung jedoch bis zu  $\pm 5\%$  verändert werden darf?

## Musterlösung

### a) Bewertung der Verzahnung

#### Übersetzung:

$$i = \frac{z_1}{z_2} = \frac{25}{5} = 5$$

↪ ganzzahlige Übersetzung ist nicht gut, da dieselben Zähne (d.h. dieselben Fehler) nach kurzer Zeit aufeinander treffen. Die Folgen sind höheres Geräusch und kürzere Lebensdauer.

#### Profilverschiebung / Achsabstand

Gegeben:  $x_1 + x_2 = 0,4 + 0,486 = 0,886$

Erforderlich:  $x_1 + x_2 = \frac{\text{inv} \alpha_{wt} - \text{inv} \alpha_t}{2 \cdot \tan \alpha_n} (z_1 + z_2) = 1,018$

Achsabstand und Profilverschiebung passen für spielfreie Verzahnung nicht zusammen.

#### Zahnform

Erforderliche Mindestprofilverschiebung:  $x_{1,\min} = \frac{14 - z_1 / \cos^3 \beta}{17} = 0,497$

Gegeben:  $x_1 = 0,4 \Rightarrow$  d.h. Ritzel hat Unterschnitt!

Zahndicke im Kopfkreis:  $s_{an1} = 0,073 \text{ mm} \Rightarrow$  d.h. Zahn wird spitz!

#### Kopfspiel

Ritzel:  $d_{a1,th} = 9,97 \text{ mm}$   
 $d_{a1} = 9,9_{-0,05} \text{ mm}$  geringe Kopfkürzung

Rad 2:  $d_{a2,th} = 36,067 \text{ mm}$   
 $d_{a2} = 35_{-0,1} \text{ mm}$  große Kopfkürzung

Durch große Kopfkürzung wird Überdeckung kleiner und Kopfspiel größer.

#### Überdeckung

Kleinste Kopfkreisdurchmesser:  $d_{a1} = 9,85 \text{ mm}$  und  $d_{a2} = 34,90 \text{ mm}$

Profilüberdeckung:  $\varepsilon_\alpha = 0,805 < 1$  zu klein!

Sprungüberdeckung:  $\varepsilon_\beta = 0,659$  ok!

## **b) Mögliche Maßnahmen**

- Schrägungswinkel  $\beta$  größer: Mindestprofilverschiebung wird kleiner  
Profilverschiebungssumme wird kleiner
- Kleinere Kopfkürzung an Rad 2: Überdeckung wird größer
- Größere Kopfkürzung an Ritzel: Damit der Zahn nicht spitz wird
- Zähnezahl  $z_2 = 24$ : Keine ganzzahlige Übersetzung
- Kleinerer Modul: Ritzelzähnezahl kann dadurch größer gewählt werden