

**Zahnradberechnung**

Formeln für außenverzahnte Stirnräder nach DIN 3960

Bezeichnung	Formel	Einheit
Indizes Rad1/Rad2	$i = 1, 2$	
Zähnezahl	$z_i$	[1]
Zahnradbreite	$b_i$	[mm]
Normaleingriffswinkel	$\alpha_n = 20^\circ$	[1°]
Stirneingriffswinkel	$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$	[1°]
Schrägungswinkel	$\beta$	[1°]
Normalmodul	$m_n$	[mm]
Stirnmodul	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$	[mm]
Teilzylinder	$d_i = z_i \cdot m_t = \frac{z_i \cdot m_n}{\cos \beta}$	[mm]
Grundzylinder	$d_{bi} = d_i \cdot \cos \alpha_t = z_i \cdot m_t \cdot \cos \alpha_t$	[mm]
Teilungswinkel	$\tau_i = \frac{2 \cdot \Pi}{z_i}$ $\tau_i = \frac{360^\circ}{z_i}$	[rad] [1°]
Normalteilung	$p_n = m_n \cdot \Pi$	[mm]
Stirnteilung	$p_t = m_t \cdot \Pi$	[mm]
Profilverschiebungsfaktor	$x_i$	[1]
Profilverschiebung	<i>Profilverschiebung</i> = $x_i \cdot m_n$	[mm]
Profilverschiebungssumme	$\Sigma x = x_1 + x_2$ $\Sigma x = \frac{(z_1 + z_2) \cdot (\text{inv} \alpha_{wt} - \text{inv} \alpha_t)}{2 \cdot \tan \alpha_n}$	[1] [1]
<b>Bezugsprofil - DIN 867</b>		
Profilhöhe	$h_p = 2 \cdot m + c = h_{ap} + h_{fp}$	[mm]
Kopfhöhe	$h_{ap} = m$	[mm]
Fußhöhe	$h_{fp} = m + c$	[mm]
Kopfspiel	$c = [0, 1, \dots, 0, 3] \cdot m$ bevorzugt : $c = 0, 25 \cdot m$	
Kopfkreisdurchmesser	$d_{ai} = d_i + 2 \cdot x_i \cdot m_n + 2 \cdot h_{ap} + 2 \cdot k \cdot m_n$	[mm]
Fußkreisdurchmesser	$d_{fi} = d_i + 2 \cdot x_i \cdot m_n - 2 \cdot h_{fp}$	[mm]
Zahnhöhe	$h = h_p + k \cdot m_n$	[mm]
Zahnkopfhöhe	$h_{ai} = h_{ap} + x_i \cdot m_n + k \cdot m_n$	[mm]
Zahnfußhöhe	$h_{fi} = h_{fp} - x_i \cdot m_n$	[mm]
Normalzahndicke	$s_{ni} = \frac{p_n}{2} + 2 \cdot x_i \cdot m_n \cdot \tan \alpha_n$	[mm]
Stirnzahndicke	$s_{ti} = \frac{p_t}{2} + 2 \cdot x_i \cdot m_n \cdot \tan \alpha_t = \frac{s_{ni}}{\cos \beta}$	[mm]
Betriebseingriffswinkel	$\text{inv} \alpha_{wt} = \text{inv} \alpha_t + 2 \cdot \frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2} \cdot \tan \alpha_n$	[1°]
	$\cos \alpha_{wt} = \frac{d_{b1}}{d_{w1}} = \frac{d_{b2}}{d_{w2}}$	[1°]
Wälzkreisdurchmesser	$d_{wi} = d_i \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{wt}}$	[mm]

## Zahnradberechnung

Formeln für außenverzahnte Stirnräder nach DIN 3960

Null-Achsabstand	$a_d = \frac{d_1+d_2}{2} = m_t \cdot \frac{z_1+z_2}{2} = \frac{m_n \cdot (z_1+z_2)}{2 \cdot \cos \beta}$	[mm]
Achsabstand	$a = a_d \cdot \frac{\cos \alpha_t}{\cos \alpha_{wt}}$	[mm]
Kopfhöhenänderung	$k \cdot m_n = a - a_d - m_n \cdot \Sigma x$	[mm]
gemeinsame Zahnhöhe	$h_w = \frac{d_{a1}+d_{a2}}{2} - a$	[mm]
Kopfspiel	$c = h - h_w$	[mm]
Eingriffsstrecke	$g_\alpha = \frac{1}{2} \cdot \left[ \sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} + \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - (d_{b1} + d_{b2}) \cdot \tan \alpha_{wt} \right]$	[mm]
Profil-Überdeckungswinkel	$\varphi_{\alpha i} = \frac{2 \cdot g_\alpha}{d_i}$	[rad]
Profilüberdeckung	$\epsilon_\alpha = \frac{\varphi_{\alpha 1}}{\tau_1} = \frac{\varphi_{\alpha 2}}{\tau_2}$	[1]
Sprung-Überdeckungswinkel	$\varphi_{\beta i} = \frac{2 \cdot b_i \cdot \tan  \beta }{d_i}$	[rad]
Sprungüberdeckung	$\epsilon_\beta = \frac{\varphi_{\beta 1}}{\tau_1} = \frac{\varphi_{\beta 2}}{\tau_2}$	[1]
Gesamtüberdeckung	$\epsilon_\gamma = \epsilon_\alpha + \epsilon_\beta$	[1]

## DIN-Register

- DIN 867 Bezugsprofil für Stirnräder mit Evolventenverzahnung
- DIN 3966 Angaben für Verzahnungen in Zeichnungen
- DIN 3972 Bezugsprofile von Verzahnwerkzeugen für Verzahnungen nach DIN 867
- DIN 3978 genormte Schrägungswinkel für Stirnradverzahnungen
- DIN 3992 Die Profilverschiebung bei Stirnräder mit Auenverzahnung kann zweckmäßig mit dieser DIN (Diagramme) bestimmt werden.
- DIN 3995 Achsabstände und Betriebseingriffswinkel bei geradverzahnten Stirnrädern mit 05-Verzahnung