

Riemengetriebe

Riemenprofil
SO AT 10/4500
 Breite · Teilungslänge Breco

T-ZAHNPROFIL



TEILUNGEN: T2.5 / T5 / T10 / T20
 Eigenschaften: > Größere Zahnübersprungssicherheit aufgrund der größeren Zahnhöhe
 Anwendungen: > Förderanwendungen

AT-ZAHNPROFIL



TEILUNGEN: AT5 / AT10 / AT20
 Eigenschaften: > Entwickelt, um höhere Leistungen bei geringerer Dehnung zu übertragen
 Anwendungen: > Lineare Positionierung > Leistungsübertragung

Riemen: breite b
 Länge L_d

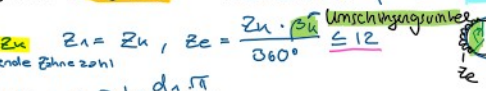
[Nm] **Nenn Drehmoment** $M_{Nenn} = \frac{P_{Motor}}{\omega} = \frac{P_{Motor}}{2\pi \cdot n_{Motor} \cdot 60}$

$n_1 = n_{Motor}$
 $P_{Motor} = P_{Nenn}$

[kW] **Berechnungsleistung** $P' = P_{Motor} \cdot K_A$ (bei 2 Riemen)

$\Rightarrow P' [kW] \& n_{Motor} [min^{-1}] \Rightarrow$ TB 16-18 \Rightarrow Profil wählen (TS: Teilung $p = 5mm$)

• **Zahnzahl** z_1 & z_2 $z_1 = z_2$, $z_2 = \frac{z_1 \cdot d_1}{d_2}$ ≤ 12



\rightarrow wenn z_1 & z_2 unbelastet $\rightarrow z_1' = \frac{d_1 \cdot \pi}{p}$

[mm] **Teilkreis** $d_a = \frac{z_1 \cdot p}{\pi}$
 [mm] **Wirk** $d_u = \frac{z_1 \cdot p}{\pi}$

$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$

[mm] **theoretische Breite** $b = \frac{p_1 \cdot (L_d)}{z_1 \cdot z_2 \cdot p_{ges}}$

\rightarrow [mm] **falschliche Breite** b TB 16-19c \rightarrow F_{Zul} (zeitliche Verformbarkeit)

$b > \frac{T_{max} \cdot M_{max}}{z_1 \cdot z_2 \cdot T_{spez}}$

[mm] **theoretische Riemenlänge** $L_d = 2z_1' + \frac{\pi}{2}(d_g + d_k) + \frac{(d_g - d_k)^2}{4L}$

\rightarrow **Riemenlänge** L_d

theoretische Zahnzahl $z_1' = \frac{L_d}{p}$ \Rightarrow **Zahnzahl** $z_1 = \frac{L_d}{p}$

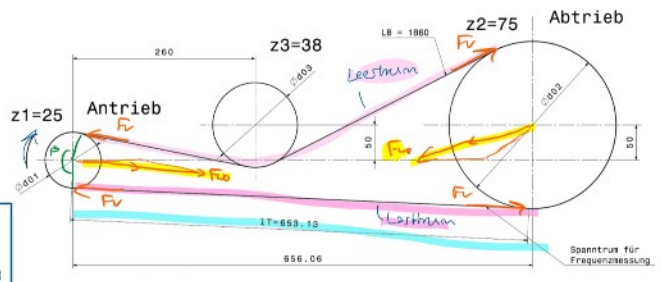
[mm] **endgültiger Wellenabstand** $e \approx \frac{L_d}{4} - \frac{\pi}{8}(d_g + d_k) + \sqrt{\left(\frac{L_d}{4} - \frac{\pi}{8}(d_g + d_k)\right)^2 - \frac{(d_g - d_k)^2}{8}}$

T-Standart (endlos) Breco Katalog S. 58-64 b & Typ \rightarrow **Riemengewicht** m [kg/m]

Sicherheit Zahnhaftigkeit $S_z = \frac{b}{b'}$

Sicherheit Seilzug $S_s = \frac{F_{Zul}}{F_{Seilzug}}$

[N] $F_v = F_z = \frac{P'}{v} = \frac{P'}{\pi \cdot n \cdot d_a \cdot 60}$
Vorspannkraft $F_v = \frac{P_{Seilzug}}{v}$
 • Mehrwellenantrieb (mehr als 2)
 • Länge Lasttrum & Länge Leertrum



Statische Wellenbelastung $F_{w0} = \sum F_v$

[s⁻¹] **Vorspannfrequenz** am Trum L_t $f = \frac{F_v}{4 \cdot m \cdot L_t}$ **Frequenzmessung**

Wellengetriebe

belastet durch: Drehmoment, Fliehkwf, Eigenlast

Wellenr. **08B-1x82** $RH 17-1$

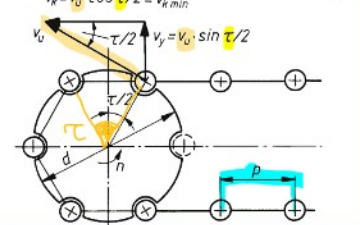
$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}$
 $z_1 > 10$

$v_{getriebe} = \frac{n_{Motor}}{n_1}$, $[s^{-1}] n_2 = \frac{v}{d_2 \cdot \pi}$

Übertragung
 Motor $\rightarrow 1 \rightarrow 2$
 $n_{Motor} \rightarrow n_1 \rightarrow n_2$
 ↑ **treiber** ↑ **getrieben**

Teilungswinkel $\tau = \frac{360^\circ}{z}$

[m/s] **Umlaufgeschwindigkeit** $v_u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60 \cdot \sin(180^\circ/z)}$



[W] **Leistung** $P_1 = P_{Nenn} = F_{Seil} \cdot v_{Seil} = M_1 \cdot \omega_1 = M_1 \cdot 2\pi n_1$

$P_2 = P_1 \cdot \eta$

$\frac{P [mm]}{25.4} = P [zoll]$

KA Faktor TB 3-4

$f_t = \left(\frac{19}{z_1}\right)^{1.08}$ n_1 & P_0

Wellen Nr. TB 17-1 **Zweifach hoch?** / 17-3
 • [mm] **Teilung** p
 • [kg/m] **Gewicht** q
 • [Nm] **FBuch**

[W] **Diagrammleistung** $P_0 = \frac{K_A \cdot P_1 \cdot f_t}{f_2 \cdot f_3 \cdot f_4 \cdot f_5 \cdot f_6}$

$L_{TS} = \left(\frac{15000}{L_h}\right)^{1/3}$

Wellenglieder $X_0 = 2 \cdot \frac{d_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{p}{d_0}$

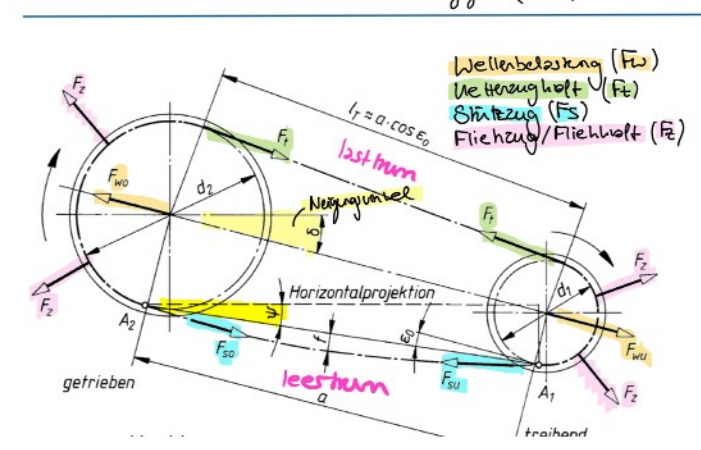
Wellenabstand $d_{eff} = a = \frac{p}{4} \cdot \left(\left(x - \frac{z_1 + z_2}{2}\right) + \sqrt{\left(x - \frac{z_1 + z_2}{2}\right)^2 - 2 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{\pi}\right)^2} \right)$

[mm] **Teilkreis** $d_1 = \frac{p}{\sin(180^\circ/z_1)}$, $d_2 = \frac{p}{\sin(180^\circ/z_2)}$

Breite B_x TB 17-2

[mm] **Durchhang Leertrum** $f = \frac{f_{rel} \cdot 2}{L_t}$ $f_{rel} = \frac{f}{a}$ (-100 \rightarrow [-;])

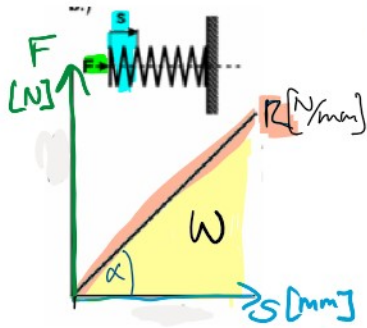
[m] **Länge Kette** $L_{Kette} = p \cdot X$
Kettlänge $\Delta L = L \cdot \text{zeitliche Dehnung}$
Gemeine Länge $L_m = \Delta L + L$
 [kg] **Mass Kette** $M_{Kette} = q \cdot L$
 [kgm] **Massenträgheitsmoment** $J_{Kette} = M_{Kette} \cdot \left(\frac{d_a}{2}\right)^2$
 [Nm] **Brennmoment** $M_{Br} = J_{Kette} \cdot \alpha_{Br}$, $\alpha_{Br} = \frac{2\pi n_1}{t_{Br}}$
 [m/s] $v_{Kette} = d_a \cdot \pi \cdot n_1 \rightarrow$ **Schmierzeit** TB 17-5



Antriebsleistung [W] $F_t = \frac{P_1}{v} = \frac{P_1}{d_a \cdot \pi \cdot n_1}$
Antriebsmoment [Nm] $F_z = q \cdot v_{Kette}^2$
 wenn $v > 7m/s$
 • $\psi > 0^\circ$: $F_{s0} = \frac{F_t \cdot a}{g \cdot t}$ $\frac{q \cdot g \cdot d_{eff}}{8 \cdot f_{su}}$
 • $\psi = 0^\circ$: $\psi = \beta - \sin^{-1}\left(\frac{d_2 - d_1}{2 \cdot d_{eff}}\right)$
 $F_{s0} = q \cdot g \cdot L_t (F_s + \sin(\psi))$
 $F_{su} = q \cdot g \cdot L_t \cdot F_s$
 F_s : Spezifischer Stützweg TB 17-4
 • F_{w0} im Lasttrum $F_{w0} = F_t \cdot K_A + 2 \cdot F_s$
 $\epsilon_0 = \arcsin\left(\frac{d_2 - d_1}{2x_a}\right)$
 $F_w = F_t \cdot K_A + 2 \cdot F_s$
 $F_{w0} = F_t \cdot K_A + 2 \cdot F_{s0}$
 $F_{w1} = F_t \cdot K_A + 2 \cdot F_{su}$
 $\rightarrow \psi > 0^\circ$: F_{s0}

Lineare Federkennlinie

- Feder Hooke'schen Gesetz
- reibungsfrei

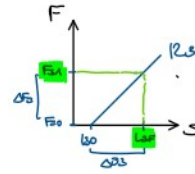


(N/mm) Steifigkeit = Federhärte $R = \frac{\Delta F}{\Delta s} = 10n(k)$

→ Bsp. Feder 3: $R_3 = \frac{\Delta F_3}{\Delta s_3} = \frac{F_{3,1} - F_{3,0}}{l_{3,0} - l_{3,1}}$ (länge belastet)

(J) Energie Feder $E = \frac{F \cdot s}{2} = \frac{R \cdot s^2}{2} = \frac{R \cdot \Delta l^2}{2}$

(Nm) Federungsarbeit $W = \frac{F_1 \cdot s_1}{2} = \frac{F_2 \cdot s_2}{2} = \frac{R \cdot \Delta l^2}{2}$



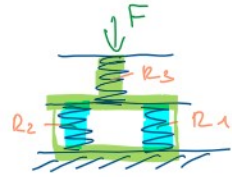
Federsysteme

Parallel

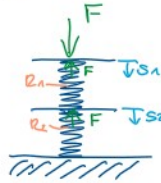
$s_{12} = s_1 = s_2 = s$
 $F_{12} = F_1 + F_2$
 $R_{12} = R_1 + R_2$
 $s = \frac{F_1}{R_1} = \frac{F_2}{R_2}$

Serie

$s_{12} = s_1 + s_2$
 $F_{12} = F_1 = F_2 = F$
 $R_{12} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1}$



$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ (parallel)



$F_{max} = R_1 \cdot s_1$
 $F_{max} = R_1 \cdot s_1 + R_2 \cdot s_2$

(mm) Federdraht ϕ

$d' \approx k_1 \cdot \sqrt[3]{F \cdot D_e}$
 $d' \approx k_1 \cdot \sqrt[3]{F \cdot D_i} + k_2$

Außen ϕ [mm]

Innen ϕ [mm]

→ d' TB 10-2 d

- $k_1 = 0,15$ für Drahtsorten SL, SM, DM, SH, DH bei $d < 5$ mm
- $k_1 = 0,16$ für Drahtsorten SL, SM, DM, SH, DH bei $d = 5 \dots 14$ mm
- $k_1 = 0,17$ für Drahtsorten FD, TD, VD bei $d < 5$ mm
- $k_1 = 0,18$ für Drahtsorten FD, TD, VD bei $d = 5 \dots 14$ mm
- ausrechnen mit tieferen k_1 Wert $\Rightarrow d \rightarrow$ entscheiden ob doch höherer Wert für k_1

(mm) Feder ϕ $D = D_e - d = \frac{D_e + D_i}{2}$

(N/mm) Federsteifigkeit $R_{soll} = \frac{\Delta F}{\Delta s} = \frac{F_{max} - F_{min}}{\Delta s}$

wirksame Windungen $n' = \frac{G}{8} \cdot \frac{d^4 \cdot s}{D^3 \cdot F} = \frac{G}{8} \cdot \frac{d^4}{D^3 \cdot R_{soll}}$ (auf x.5 aufrunden)

Gesamt # Windungen $n_{\Sigma} = n' + 2$

(N/mm) Federsteifigkeit $R_{ist} = \frac{G}{8} \cdot \frac{d^4}{D^3 \cdot n}$

(N) Federhärte $F = R_{ist} \cdot s = \frac{G}{8} \cdot \frac{d^4 \cdot s}{D^3 \cdot n}$

(mm) Federweg $s_1 = \frac{F_1}{R_{ist}} = \frac{8}{G} \cdot \frac{D^3 \cdot n \cdot F_1}{d^4}$

Federungsarbeit $W = \frac{F \cdot s}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot \Delta s = \frac{1}{4} \cdot \frac{V \cdot \tau^2}{G}$

(mm) Summe der Nendertabstände $s_{\Sigma} = (0,0015 \frac{D^2}{d} + 0,1d) \cdot n$

(mm) Blocklänge $L_c = n_2 \cdot \frac{d \cdot \max}{2} \rightarrow d + \text{Toleranz}$

(mm) kleinste zulässige Federlänge $L_n = L_c + s_{\Sigma}$

(mm) Länge unbelasteter Feder $L_0 = L_c + s_{\Sigma} + s_2 = s_c + L_c$

(mm) Länge vorgespannter Feder $L_1 = L_0 - s_1$

(mm) Länge endgespannter Feder $L_2 = L_0 - s_2$

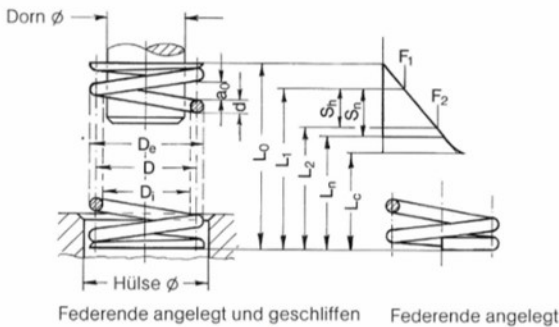
Schubspannung $\tau = \frac{F \cdot D}{2 \pi d^3}$ bei F_1, F_2

$\tau_1 = \frac{F_1 \cdot D}{2 \pi d^3}, \tau_2 = \frac{F_2 \cdot D}{2 \pi d^3}, \tau_0 = \frac{F_0 \cdot D}{2 \pi d^3}$

Knickverformung TB 10-20 $v = \frac{L_0}{D}, \frac{s}{L_0}$

- d = Drahtdurchmesser
- D_e = äußerer Windungsdurchmesser
- D = $(D_e + D_i)/2$
- = mittlerer Windungsdurchmesser
- D_i = innerer Windungsdurchmesser
- n = Anzahl der wirksamen Windungen
- L_0 = Länge der unbelasteten Feder
- L_1 = Länge der vorgespannten Feder
- L_2 = Länge der endgespannten Feder
- L_n = kleinste zulässige Federlänge
- L_c = Blocklänge
- $s_n = L_1 - L_2$ = Arbeitsweg (Hub)
- s_n = höchstzulässiger Federweg
- F_1 = Kraft der vorgespannten Feder
- F_2 = Kraft der endgespannten Feder
- F_n = höchstzulässige Kraft
- R = $\Delta F / \Delta s$ = Federhärte
- τ = Schubbeanspruchung
- G = Gleitmodul
- a_0 = Windungsabstand

Zugfestigkeit R_m TB 10-3
 $\tau_{zul} = 0,5 \cdot R_m$ TB 10-1 $\tau = \tau_{zul} ?$



Federende angelegt und geschliffen Federende angelegt