

$$\text{Nm} := \text{N} \cdot \text{m}$$

CNC Fräse Auslegung:

notwendige Daten:

Eilangsgeschwindigkeit: $v_e := 3.6 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0.06 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Dauer der Beschleunigungsrampe: $t_r := 0.2\text{s}$

Gewicht des Portals: $m_{\text{portal}} := 65\text{kg}$

Schätzwert Schnittkraft: $F_{\text{Schnitt}} := 100\text{N}$

Reibungszahl der Führungen: $\rho_{\text{Führung}} := 0.02$

Wirkungsgrad Spindel: $\eta_{\text{Spindel}} := 0.3$

Länge der Spindel: $l_{\text{Spindel}} := 1000\text{mm}$

Durchmesser der Spindel: $d_{\text{Spindel}} := 20\text{mm}$

Spindelsteigung: $x_{\text{Spindel}} := 5\text{mm}$

Getriebeübersetzung: $i_G := 1$

Trägheitsmoment Motor: $J_M := 290\text{gm} \cdot \text{cm}^2$

Dichte Spindel: $\varphi_{\text{Spindel}} := 7.83 \frac{\text{gm}}{\text{cm}^3}$

Sicherheitsfaktor: $s_{\text{sicherheit}} := 2$

Berechnung Geschwindigkeiten:

Motor:

Drehzahl des Motors bei Eilgang: $n_e := \frac{v_e}{(x_{\text{Spindel}})} = 720 \cdot \frac{1}{\text{min}}$

Winkelgeschwindigkeit der Motors bei Eilgang: $\omega_e := 2 \cdot \pi \cdot n_e = 75.398 \frac{1}{\text{s}}$

Winkelbeschleunigung innerhalb der Rampe: $\alpha_e := \frac{\omega_e}{t_r} = 376.991 \frac{1}{\text{s}^2}$

Spindel:

Drehzahl der Spindel bei Eilgang:

$$n_s := n_e \cdot i_G = 720 \cdot \frac{1}{\text{min}}$$

Winkelgeschwindigkeit der Spindel bei Eilgang:

$$\omega_s := 2 \cdot \pi \cdot n_s = 75.398 \frac{1}{s}$$

Winkelbeschleunigung innerhalb der Rampe:

$$\alpha_s := \frac{\omega_s}{t_r} = 376.991 \frac{1}{s^2}$$

Drehmomentberechnung:

Reibungskraft Tisch/Portal:

$$F_r := 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot m_{\text{portal}} \cdot \rho_{\text{Führung}} = 12.753 \text{ N}$$

Reibmoment an der Motorwelle:

$$T_{\text{RM}} := \frac{F_r \cdot x_{\text{Spindel}}}{6.28 \cdot \eta_{\text{Spindel}}} = 0.053 \cdot \text{Nm} \quad \text{F}_{\text{W}} := 20 \text{ N}$$

Schnittmoment an der Motorwelle:

$$T_{\text{Schnitt}} := \frac{F_{\text{Schnitt}} \cdot x_{\text{Spindel}}}{6.28 \cdot \eta_{\text{Spindel}}} = 0.265 \cdot \text{Nm}$$

Masse Spindel:

$$m_{\text{Spindel}} := \varphi_{\text{Spindel}} \cdot l_{\text{Spindel}} \cdot \pi \cdot \frac{d_{\text{Spindel}}^2}{4} = 2.46 \text{ kg}$$

Trägheitsmoment Spindel

$$J_{\text{Spindel}} := 0.5 \cdot m_{\text{Spindel}} \cdot \left(\frac{d_{\text{Spindel}}}{2} \right)^2 = 1.23 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^2$$

Trägheitsmoment Tisch/Portal:

$$J_{\text{Portal}} := m_{\text{portal}} \cdot \left(\frac{x_{\text{Spindel}}}{6.28} \right)^2 = 4.12 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{kg}$$

Drehmoment statische Last:

$$T_{\text{statisch}} := \frac{T_{\text{RM}} + T_{\text{Schnitt}}}{i_G} = 0.318 \cdot \text{Nm}$$

Drehmoment dynamische Last:

$$T_{\text{dynamisch}} := (J_{\text{Portal}} + J_{\text{Spindel}}) \cdot \alpha_s = 0.062 \cdot \text{Nm}$$

Drehmoment zur Beschleunigung des Motors:

$$T_{\text{Beschl}} := J_M \cdot \alpha_e + T_{\text{dynamisch}} = 0.073 \cdot \text{Nm}$$

Erforderliches Drehmoment:

$$T_{\text{Gesamt}} := T_{\text{statisch}} + T_{\text{dynamisch}} + T_{\text{Beschl}} = 0.453 \cdot \text{Nm}$$

Drehmoment mit Sicherheit:

$$T_{\text{Sicherheit}} := T_{\text{Gesamt}} \cdot s_{\text{sicherheit}} = 0.906 \cdot \text{Nm}$$

Berechnung für das Kleben des Portalträgers

$$\text{Gramm} := \text{kg} \cdot 10^{-3}$$

$$V_{\text{Klebe}} := 15000 \text{mm}^3 = 15 \cdot \text{cm}^3$$

$$\rho_{\text{Härter}} := 0.96 \frac{\text{Gramm}}{\text{cm}^3}$$

$$T_H := 120$$

$$\rho_{\text{Binder}} := 1.2 \frac{\text{Gramm}}{\text{cm}^3}$$

$$T_B := 100$$

Volumenteile Härter:

$$V_H := T_H \cdot \frac{1}{\left(\frac{\rho_{\text{Härter}}}{\frac{\text{Gramm}}{\text{cm}^3}} \right)} = 125$$

Volumenteile Binder:

$$V_B := T_B \cdot \frac{1}{\left(\frac{\rho_{\text{Binder}}}{\frac{\text{Gramm}}{\text{cm}^3}} \right)} = 83.333$$

Mischungsverhältnis für Volumen:

$$V_{\text{Mischung}} := \frac{V_H}{V_B} \cdot 100 = 150$$

$$V_{\text{Härter}} := \frac{V_{\text{Klebe}}}{\left(1 + \frac{100}{150} \right)} = 9 \cdot \text{cm}^3$$

$$V_{\text{Binder}} := V_{\text{Klebe}} - V_{\text{Härter}} = 6 \cdot \text{cm}^3$$

$$m_{\text{Härter}} := V_{\text{Härter}} \cdot \rho_{\text{Härter}} = 8.64 \cdot \text{Gramm}$$

$$m_{\text{Binder}} := V_{\text{Binder}} \cdot \rho_{\text{Binder}} = 7.2 \cdot \text{Gramm}$$

$$\frac{m_{\text{Härter}}}{m_{\text{Binder}}} = 1.2$$

$$b_{\text{Portal}} := 950 \text{ mm}$$

$$T_{\text{max}} := 40 \text{ K} + 274.15 \text{ K} = 314.15 \text{ K}$$

$$T_{\text{min}} := -10 \text{ K} + 274.15 \text{ K} = 264.15 \text{ K}$$

$$T_{\text{Raum}} := 20 \text{ K} + 274.15 \text{ K} = 294.15 \text{ K}$$

$$\Delta T := \begin{bmatrix} (T_{\text{max}} - T_{\text{Raum}}) \\ (T_{\text{min}} - T_{\text{Raum}}) \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ -30 \end{pmatrix} \cdot \text{K}$$

$$\text{St37} := 11.1 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}}$$

$$\text{Alu5083} := 24.2 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} = 2.42 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$$

$$\Delta \alpha := \text{Alu5083} - \text{St37} = 1.31 \times 10^{-5} \frac{1}{\text{K}}$$

$$\Delta l_{20} := b_{\text{Portal}} \cdot \Delta \alpha \cdot \Delta T_0 = 0.249 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta l_{30} := b_{\text{Portal}} \cdot \Delta \alpha \cdot \Delta T_1 = -0.373 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta l(T) := b_{\text{Portal}} \cdot \Delta \alpha \cdot T \quad \text{ } T := -40 \text{ K}, -39 \text{ K}.. 30 \text{ K}$$

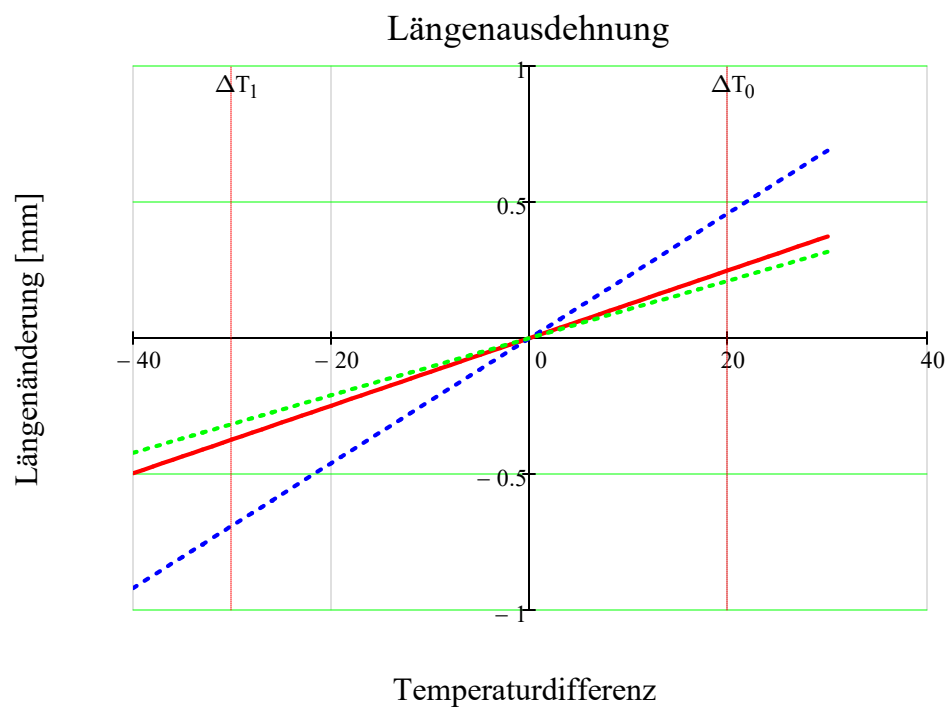
$$\Delta l_{\text{Stahl}}(T) := b_{\text{Portal}} \cdot \text{St37} \cdot T$$

$$\Delta l_{\text{Alu}}(T) := b_{\text{Portal}} \cdot \text{Alu5083} \cdot T$$

$$\text{pulse_rev} := 3200$$

$$\text{spindel_steigung} := 4$$

$$\text{pulse_rev} \cdot \frac{1}{\text{spindel_steigung}} = 800$$



A-23

$$L_A := 620\text{mm}$$

$$b_{23} := 12\text{mm}$$

$$h_{23} := 8\text{mm}$$

$$d_A := \frac{L_A}{\pi} = 197.352\cdot\text{mm}$$

$$d_i := d_A - (2\cdot h_{23}) = 181.352\cdot\text{mm}$$

$$L_I := d_i\cdot\pi = 569.735\cdot\text{mm}$$

A-20

$$L_{A20} := 540\text{mm}$$

$$b_{20} := 12\text{mm}$$

$$h_{20} := 8\text{mm}$$

$$d_{A20} := \frac{L_{A20}}{\pi} = 171.887\cdot\text{mm}$$

$$d_{i20} := d_{A20} - (2\cdot h_{20}) = 155.887\cdot\text{mm}$$

$$L_{I20} := d_{i20}\cdot\pi = 489.735\cdot\text{mm}$$

$$A_G := 108\text{m}^2$$

$$A_R := 2.7\text{m} \cdot 4.6\text{m} = 12.42\text{m}^2$$

$$A_1 := 4.8\text{m} \cdot 3.5\text{m} = 16.8\text{m}^2$$

$$A_2 := 4\text{m} \cdot 4\text{m} = 16\text{m}^2$$

$$A_p := A_G - A_R - A_1 - A_2 = 62.78\text{m}^2$$

$$\text{P} := \frac{A_R}{A_p} = 0.198$$

$$\text{Preis} := 1183.5$$

$$\text{Total} := \text{P} \cdot 1183.5 = 234.136$$