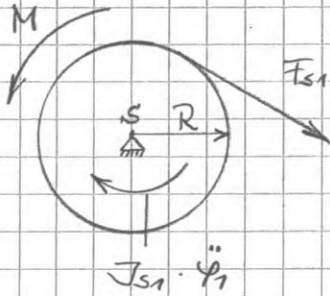


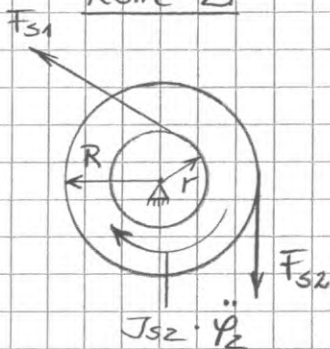
zu 1)

Rolle 1

$$\sum M_{is} = 0$$

$$F_{s1} \cdot R + J_{s1} \cdot \ddot{\varphi}_1 - M = 0$$

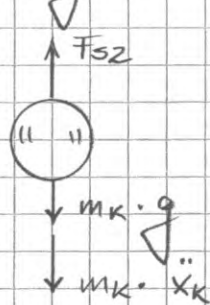
$$F_{s1} = \frac{M}{R} - \frac{J_{s1}}{R} \cdot \ddot{\varphi}_1 \quad (1)$$

Rolle 2

$$\sum M_{is} = 0$$

$$F_{s1} \cdot r - J_{s2} \cdot \ddot{\varphi}_2 - F_{s2} \cdot R = 0$$

$$F_{s1} = F_{s2} \cdot \frac{R}{r} + \frac{J_{s2}}{r} \cdot \ddot{\varphi}_2 \quad (2)$$

Kugel

$$\sum F_{iv} = 0$$

$$F_{s2} = m_K \cdot (g + \ddot{x}_K) \quad (3)$$

Kinematik

$$\varphi_2 = \frac{x_K}{R} \quad (4)$$

$$\varphi_1 \cdot R = \varphi_2 \cdot r$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 \cdot \frac{r}{R} = x_K \cdot \frac{r}{R^2} \quad (5)$$

$$(1) = (2) \quad \frac{M}{R} - \frac{J_{s1}}{R} \cdot \ddot{\varphi}_1 = F_{s2} \cdot \frac{R}{r} + \frac{J_{s2}}{r} \cdot \ddot{\varphi}_2$$

$$\text{mit (3)} \quad \frac{M}{R} - \frac{J_{s1}}{R} \cdot \ddot{\varphi}_1 = m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot (g + \ddot{x}_K) + \frac{J_{s2}}{r} \cdot \ddot{\varphi}_2$$

mit (4) und (5):

$$\frac{M}{R} - \frac{J_{S1}}{R} \cdot \ddot{x}_K \cdot \frac{r}{R^2} = m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot g + m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot \ddot{x}_K + \frac{J_{S2}}{r} \cdot \frac{\ddot{x}_K}{R}$$

$$\frac{M}{R} - \frac{\frac{1}{2} \cdot m_{R1} \cdot R^2}{R^2} \cdot \frac{r}{R} \cdot \ddot{x}_K = m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot g + m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot \ddot{x}_K + \frac{\frac{1}{2} \cdot m_{R2} \cdot R^2}{R \cdot r} \cdot \ddot{x}_K$$

$$\frac{M}{R} - \frac{1}{2} \cdot m_{R1} \cdot \frac{r}{R} \cdot \ddot{x}_K = m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot g + m_K \cdot \frac{R}{r} \cdot \ddot{x}_K + \frac{1}{2} \cdot m_{R2} \cdot \frac{R}{r} \cdot \ddot{x}_K$$

$$M = \left(\frac{1}{2} \cdot m_{R1} \cdot r + \frac{1}{2} \cdot m_{R2} \cdot \frac{R^2}{r} + m_K \cdot \frac{R^2}{r} \right) \cdot \ddot{x}_K + m_K \cdot \frac{R^2}{r} \cdot g$$

$$M = \left[\frac{1}{2} \cdot 20 \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ kg} \cdot \frac{(0,2 \text{ m})^2}{0,1 \text{ m}} + 50 \text{ kg} \cdot \frac{(0,2 \text{ m})^2}{0,1 \text{ m}} \right] \cdot \ddot{x}_K$$

$$+ 50 \text{ kg} \cdot \frac{(0,2 \text{ m})^2}{0,1 \text{ m}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$M = 27 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \ddot{x}_K + 196,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$x_K = \frac{1}{2} \cdot \ddot{x}_K \cdot t^2$$

$$\ddot{x}_K = \frac{2 \cdot x_K}{t^2} = \frac{2 \cdot 1,5 \text{ m}}{1 \text{ s}^2} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$M = 27 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 196,2 \text{ N} \cdot \text{m} = 277,2 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$2) M = 300 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\ddot{x}_K = \frac{300 \text{ N} \cdot \text{m} - 196,2 \text{ N} \cdot \text{m}}{27 \text{ kg} \cdot \text{m}} = 3,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{S2} = m_K \cdot (g + \ddot{x}_K) = 50 \text{ kg} \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 3,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 682,5 \text{ N}$$

$$F_{S1} = \frac{M}{R} - \frac{\frac{1}{2} \cdot m R_1 \cdot R^2}{R} \cdot \ddot{x}_K \cdot \frac{r}{R^2} = \frac{M}{R} - \frac{1}{2} \cdot m R_1 \cdot \frac{r}{R} \cdot \ddot{x}_K$$

$$F_{S1} = \frac{300 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,2 \text{ m}} - \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ kg} \cdot \frac{0,1 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} \cdot 3,84 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{S1} = 1480,8 \text{ N}$$

$$\text{zu 1)} \quad b_k = \frac{2}{m} \cdot \sum_{i=0}^{m-1} F(t_i) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot k \cdot i \cdot \pi}{m}\right)$$

i	t_i [s]	$F(t_i)$ [kN]	$\sin\left(\frac{2 \cdot i \cdot \pi}{m}\right)$	$\sin\left(\frac{4 \cdot i \cdot \pi}{m}\right)$	$F(t_i) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot i \cdot \pi}{m}\right)$ [kN]	$F(t_i) \cdot \sin\left(\frac{4 \cdot i \cdot \pi}{m}\right)$ [kN]
0	0	0	0	0	0	0
1	0,08	2,4899	0,9511	0,5878	2,3681	1,4635
2	0,16	0,2245	0,5878	-0,9511	0,1319	-0,2135
3	0,24	-0,2245	-0,5878	0,9511	0,1319	-0,2135
4	0,32	-2,4899	-0,9511	-0,5878	2,3681	1,4635
					5,0000	2,5000

$$b_1 = \frac{2}{5} \cdot 5,0000 = 2 ; \quad b_2 = \frac{2}{5} \cdot 2,5000 = 1,0000$$

$$\Omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4s} = 15,708 \frac{1}{s}$$

$$x(t) = 2 \text{ kN} \cdot \sin\left(15,708 \frac{1}{s} \cdot t\right) + 1 \text{ kN} \cdot \sin\left(31,416 \frac{1}{s} \cdot t\right)$$

$$\text{zu 2)} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^5 \text{ N/m}}{500 \text{ kg}}} = 28,28 \frac{1}{s}$$

$$\eta_1 = \frac{15,708 \frac{1}{s}}{28,28 \frac{1}{s}} = 0,56$$

$$\textcircled{1} = \frac{d}{2 \cdot m \cdot \omega_0} = \frac{1500 \text{ kg} \cdot s^{-1}}{2 \cdot 500 \text{ kg} \cdot 28,28 \frac{1}{s}} = 0,053$$

$$\hat{x}_1 = \frac{1}{\sqrt{(1-0,56^2)^2 + 4 \cdot 0,053^2 \cdot 0,56^2}} \cdot \frac{2000 \text{ N}}{4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$\hat{x}_1 = 0,00726 \text{ m} = 7,26 \text{ mm}$$

$$\varphi_1 = -\arctan\left(\frac{2 \cdot 0,053 \cdot 0,56}{1 - 0,56^2}\right) = -0,086$$

$$\eta_2 = \kappa \cdot \eta_1 = 1,12$$

$$\hat{x}_2 = \frac{1}{\sqrt{(1 - 1,12^2)^2 + 4 \cdot 0,053^2 \cdot 1,12^2}} \cdot \frac{1000 \text{ N}}{4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}}}$$

$$\hat{x}_2 = 0,00891 \text{ m} = 8,91 \text{ mm}$$

$$\varphi_2 = -\arctan\left(\frac{2 \cdot 0,053 \cdot 1,12}{1 - 1,12^2}\right) = -2,705$$

$$x(t) = 7,26 \text{ mm} \cdot \sin\left(15,708 \frac{1}{\text{s}} \cdot t - 0,086\right) + 8,91 \text{ mm} \cdot \sin\left(31,416 \frac{1}{\text{s}} \cdot t - 2,705\right)$$

$$\text{zu 1) } (\underline{C} - \omega^2 \cdot \underline{M}) \cdot \hat{\underline{q}} = \underline{0}$$

$$\det \begin{bmatrix} 4 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}} - 1000 \text{ kg} \cdot \omega^2 & 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \\ 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} & 7 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m} - 3000 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \omega^2 \end{bmatrix} = 0$$

$$(4 \cdot 10^5 - 1000 \cdot \omega^2) \cdot (7 \cdot 10^5 - 3000 \cdot \omega^2) - 1,0 \cdot 10^{10} = 0$$

$$28 \cdot 10^{10} + 12 \cdot 10^8 \cdot \omega^2 - 7 \cdot 10^8 \cdot \omega^2 + 3 \cdot 10^6 \cdot \omega^4 - 1,0 \cdot 10^{10} = 0$$

$$3 \cdot 10^6 \cdot \omega^4 - 19 \cdot 10^8 \cdot \omega^2 + 27 \cdot 10^{10} = 0$$

$$\omega^4 - 633,3 \cdot \omega^2 + 9,0 \cdot 10^4 = 0$$

$$\lambda^2 - 633,3 \cdot \lambda + 9,0 \cdot 10^4 = 0$$

$$\lambda_{1/2} = 316,6 \pm \sqrt{316,6^2 - 9,0 \cdot 10^4}$$

$$\lambda_1 = 316,6 - 101,38 = 215,29 \frac{1}{\text{s}^2} ; \omega_1 = 14,67 \frac{1}{\text{s}}$$

$$\lambda_2 = 316,6 + 101,38 = 418,05 \frac{1}{\text{s}^2} ; \omega_2 = 20,45 \frac{1}{\text{s}}$$

1. Eigenvektor

$$\begin{bmatrix} 184710 \frac{\text{N}}{\text{m}} & 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \\ 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} & 54130 \text{ N} \cdot \text{m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{\varphi}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{obere Gl.: } 184710 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \hat{x}_1 + 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \hat{\varphi}_1 = 0 \Rightarrow \hat{\varphi}_1 = -1,847 \frac{1}{\text{m}} \cdot \hat{x}_1$$

$$\text{untere Gl.: } 1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \hat{x}_1 + 54130 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \hat{\varphi}_1 = 0 \Rightarrow \hat{\varphi}_1 = -1,847 \frac{1}{\text{m}} \cdot \hat{x}_1$$

$$\text{gewählt: } \hat{x}_1 = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m} ; \hat{\varphi}_1 = -1,847 \frac{1}{\text{m}} \cdot 0,01 \text{ m} = -0,01847$$

$$\hat{\underline{q}}_1 = \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{\varphi}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \text{ cm} \\ -0,01847 \end{bmatrix}$$

2. Eigenvektor

$$\begin{bmatrix} -18050 \frac{\text{N}}{\text{m}} & 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \\ 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} & -554150 \text{ N} \cdot \text{m} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \hat{x}_2 \\ \hat{\varphi}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

obere Gl.: $-18050 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot \hat{x}_2 + 1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \hat{\varphi}_2 = 0 \Rightarrow \hat{\varphi}_2 = 0,181 \frac{1}{\text{m}} \cdot \hat{x}_2$

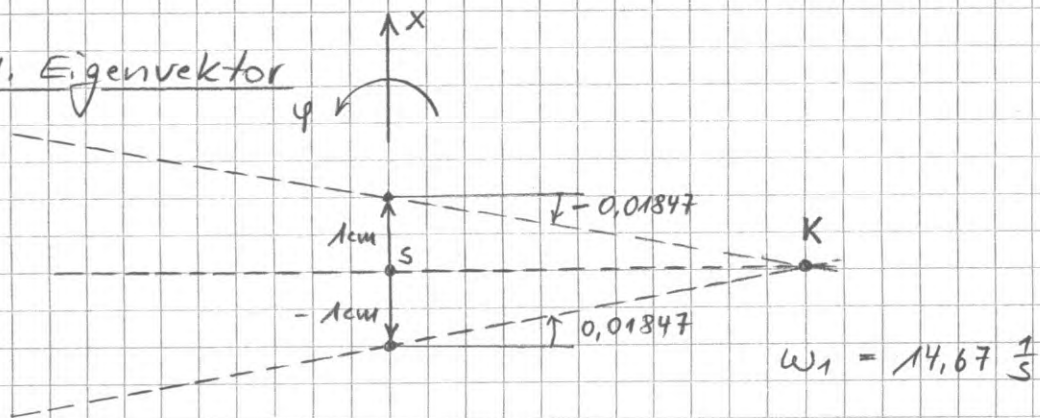
untere Gl.: $1,0 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \hat{x}_2 - 554150 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \hat{\varphi}_2 = 0 \Rightarrow \hat{\varphi}_2 = 0,181 \frac{1}{\text{m}} \cdot \hat{x}_2$

gewählt: $\hat{x}_2 = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$; $\hat{\varphi}_2 = 0,181 \frac{1}{\text{m}} \cdot 0,01 \text{ m} = 0,00181$

$$\hat{\varphi}_2 = \begin{bmatrix} \hat{x}_2 \\ \hat{\varphi}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \text{ cm} \\ 0,00181 \end{bmatrix}$$

zu 2)

1. Eigenvektor



2. Eigenvektor

