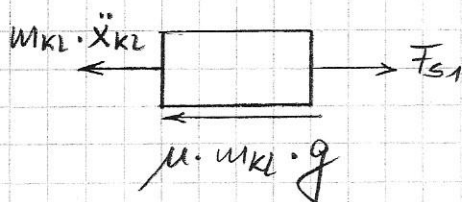
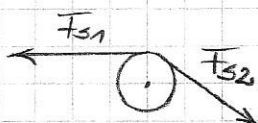


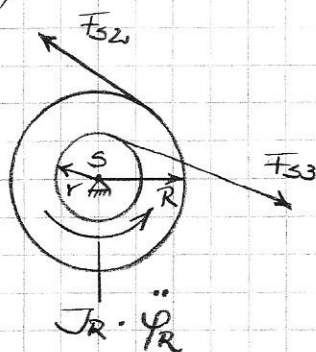
zu 1/

a) Klotz

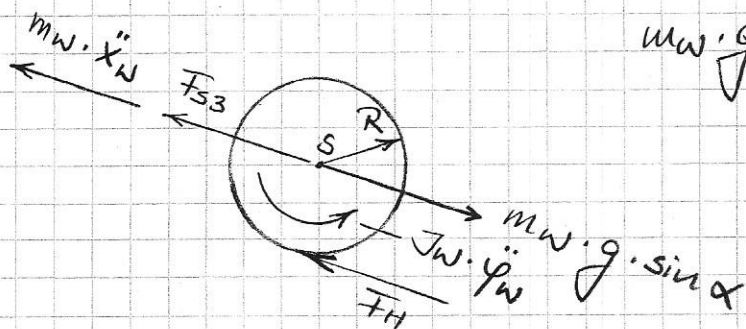
$$F_{S1} = m_{KL} \cdot (\ddot{x}_{KL} + \mu \cdot g) \quad (1)$$

b) Umlenkrolle

$$F_{S1} = F_{S2} \quad (2)$$

c) Rolle

$$F_{S2} \cdot R - F_{S3} \cdot r + J_R \cdot \ddot{\varphi}_R = 0 \quad (3)$$

d) Walze

$$m_W \cdot g \cdot \sin \alpha - F_{S3} - m_W \cdot \ddot{x}_W - F_H = 0 \quad (4)$$

$$F_H = \frac{J_W \cdot \ddot{\varphi}_W}{R} \quad (5)$$

e) Kinematik

$$\ddot{\varphi}_R = \frac{\ddot{x}_{KL}}{R}; \quad \ddot{x}_W = \ddot{\varphi}_R \cdot r = \ddot{x}_{KL} \cdot \frac{r}{R}$$

$$\ddot{\varphi}_W = \frac{\ddot{x}_W}{R} = \ddot{x}_{KL} \cdot \frac{r}{R^2}$$

(6)

$$\textcircled{5} \text{ in } \textcircled{4}: \overline{F}_{S3} = m_W \cdot g \cdot \sin \alpha - m_W \cdot \ddot{x}_W - \frac{J_W \cdot \ddot{\varphi}_W}{R} \quad \textcircled{7} \quad 1/2$$

$$\textcircled{1} \text{ in } \textcircled{2}: \overline{F}_{S2} = m_{KL} \cdot (\ddot{x}_{KL} + \mu \cdot g) \quad \textcircled{8}$$

$$\textcircled{7} \text{ und } \textcircled{8} \text{ in } \textcircled{3}: m_{KL} \cdot R \cdot (\ddot{x}_{KL} + \mu \cdot g) - m_W \cdot r \cdot g \cdot \sin \alpha + m_W \cdot r \cdot \ddot{x}_W + \frac{J_W \cdot \ddot{\varphi}_W}{R} \cdot r + J_R \cdot \ddot{\varphi}_R = 0$$

$$m_{KL} \cdot R \cdot \ddot{x}_{KL} + \mu \cdot m_{KL} \cdot R \cdot g - m_W \cdot r \cdot g \cdot \sin \alpha + m_W \cdot r \cdot \ddot{x}_{KL} \cdot \frac{r}{R} + \frac{J_W}{R} \cdot r \cdot \ddot{x}_{KL} \cdot \frac{r}{R^2} + J_R \cdot \frac{\ddot{x}_{KL}}{R} = 0$$

$$\left(m_{KL} \cdot R + m_W \cdot \frac{r^2}{R} + J_W \cdot \frac{r^2}{R^3} + \frac{J_R}{R} \right) \cdot \ddot{x}_{KL} = m_W \cdot r \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m_{KL} \cdot R \cdot g$$

$$\left(m_{KL} \cdot R + m_W \cdot \frac{r^2}{R} + \frac{1}{2} \cdot m_W \cdot \frac{r^2}{R} + \frac{1}{2} \cdot m_R \cdot R \right) \cdot \ddot{x}_{KL} = m_W \cdot r \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m_{KL} \cdot R \cdot g$$

$$\left(20 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ m} + 60 \text{ kg} \cdot 0,5 \cdot 0,1 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 60 \text{ kg} \cdot 0,5 \cdot 0,1 \text{ m} + \frac{1}{2} \cdot 15 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ m} \right) \cdot \ddot{x}_{KL} = 60 \text{ kg} \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,5 - 0,2 \cdot 20 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$10 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \ddot{x}_{KL} = 21,582 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\ddot{x}_{KL} = 2,158 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\ddot{x}_W = 1,079 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\text{zu 2)} \quad F_H = \frac{J_W}{R} \cdot \ddot{\varphi}_W = \frac{1}{2} \cdot m_W \cdot R \cdot \frac{\ddot{x}_W}{R} = \frac{1}{2} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_W$$

$$F_H = \frac{1}{2} \cdot 60 \text{ kg} \cdot 1,079 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 32,37 \text{ N}$$

$$\text{zu 3)} \quad x_W = 2\pi \cdot R$$

$$\dot{x}_W = \sqrt{2 \cdot \ddot{x}_W \cdot x_W} = \sqrt{2 \cdot 1,079 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 0,2 \text{ m}}$$

$$\dot{x}_W = 1,647 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aufgabe 2

$$y(t) = -y(-t) \Rightarrow y(t) \text{ ist eine ungerade Funktion}$$

$$a_0 = a_k = 0$$

1) Fourierkoeffizienten b_k

$$b_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{3}} y(t) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt + \frac{4}{T} \cdot \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{T}{2}} y(t) \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt$$

$$b_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{3}} \frac{3 \cdot h}{T} \cdot t \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt$$

$$b_k = \frac{12 \cdot h}{T^2} \cdot \left[\frac{\sin(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot t)}{k^2 \cdot \omega^2} - \frac{t \cdot \cos(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot t)}{k \cdot \omega} \right]_0^{\frac{T}{3}}$$

$$b_k = \frac{12 \cdot h}{T^2} \cdot \left[\frac{\sin(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{3})}{k^2 \cdot \omega^2} - \frac{\frac{T}{3} \cdot \cos(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{3})}{k \cdot \omega} - 0 \right]$$

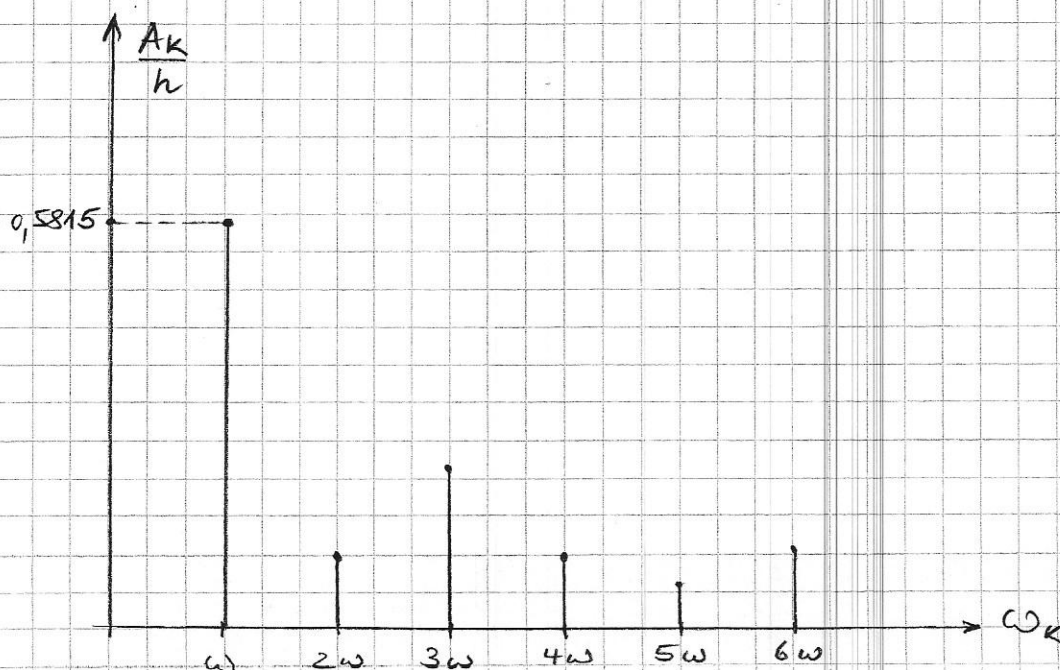
$$b_k = \frac{12 \cdot h}{T^2} \cdot \left[\frac{\sin(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi)}{k^2 \cdot \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2}} - \frac{\frac{T}{3} \cdot \cos(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi)}{k \cdot \frac{2\pi}{T}} \right]$$

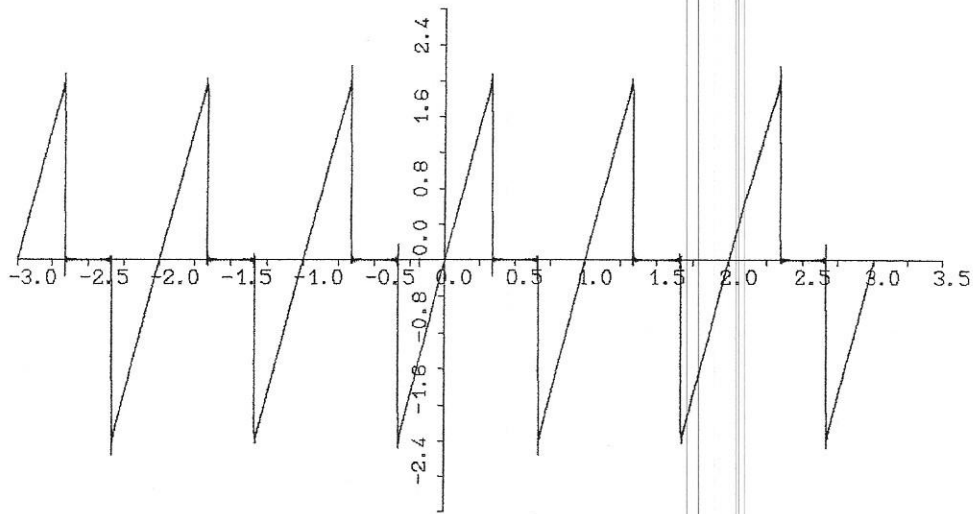
$$b_k = h \cdot \left[\frac{3}{k^2 \cdot \pi^2} \cdot \sin\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right) - \frac{2}{k \cdot \pi} \cdot \cos\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right) \right]$$

	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6
$\sin\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right)$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	0
$\cos\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right)$	-0,5	-0,5	1	-0,5	-0,5	1
$\frac{3}{k^2 \pi^2} \cdot \sin\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right)$	0,2632	-0,0658	0	0,0165	-0,0105	0
$\frac{2}{k \cdot \pi} \cdot \cos\left(\frac{2}{3} \cdot k \cdot \pi\right)$	-0,3183	-0,1592	0,2122	-0,0796	-0,0637	0,1061
$\frac{b_k}{h}$	0,5815	0,0934	-0,2122	0,0961	0,0532	-0,1061

$$\begin{aligned}
 2) \quad y(t) = h \cdot & \left[0,5815 \cdot \sin(\omega \cdot t) + 0,0934 \cdot \sin(2 \cdot \omega \cdot t) \right. \\
 & - 0,2122 \cdot \sin(3 \cdot \omega \cdot t) + 0,0961 \cdot \sin(4 \cdot \omega \cdot t) \\
 & \left. + 0,0532 \cdot \sin(5 \cdot \omega \cdot t) - 0,1061 \cdot \sin(6 \cdot \omega \cdot t) + \dots \right]
 \end{aligned}$$

$$3) \quad A_k = \sqrt{b_k^2} = |b_k|$$





Auswertung: $h=2$; $T=1s$; $\omega = 2\pi \frac{1}{s}$
200 Harmonische

$$1) \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{c_{ges}}{m}} = \sqrt{\frac{720000 \frac{N}{m}}{400 kg}} = 42,43 s^{-1}$$

$$2) \quad \omega_d = \frac{2\pi}{T_d} = \frac{2\pi}{0,1484 s} = 42,34 s^{-1}$$

$$\omega_d = \omega_0 \cdot \sqrt{1 - D^2}$$

$$D = \sqrt{1 - \left(\frac{\omega_d}{\omega_0}\right)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{42,34 s^{-1}}{42,43 s^{-1}}\right)^2} = 0,065$$

$$3) \quad \eta = \frac{\Omega}{\omega_0} = \frac{60 s^{-1}}{42,43 s^{-1}} = 1,414$$

$$\hat{x} = \frac{\sqrt{1 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot 1,414^2}}{\sqrt{(1 - 1,414^2)^2 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot 1,414^2}} \cdot 0,40 mm$$

$$\hat{x} = \frac{1,0168}{1,0162} \cdot 0,40 mm = 0,40 mm$$

$$\varphi = -\arctan\left(\frac{2 \cdot D \cdot \eta^3}{1 - \eta^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}\right)$$

$$\varphi = -\arctan\left(\frac{2 \cdot 0,065 \cdot 1,414^3}{1 - 1,414^2 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot 1,414^2}\right) = -2,777$$

$$x(t) = 0,40 mm \cdot \sin(60 s^{-1} \cdot t - 2,777)$$

$$4) \quad \frac{\sqrt{1 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot \eta^2}}{\sqrt{(1 - \eta^2)^2 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot \eta^2}} = \frac{0,30 \text{ mm}}{0,40 \text{ mm}} = 0,75$$

$$1 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot \eta^2 = 0,75^2 \cdot (1 - 2\eta^2 + \eta^4 + 4 \cdot 0,065^2 \cdot \eta^2)$$

$$1 + 0,0169 \cdot \eta^2 = 0,5625 - 1,125 \cdot \eta^2 + 0,5625 \cdot \eta^4 + 0,0095 \cdot \eta^2$$

$$0,5625 \cdot \eta^4 - 1,1324 \cdot \eta^2 - 0,4375 = 0$$

$$\eta^4 - 2,0132 \cdot \eta^2 - 0,7 = 0$$

$$\xi^2 - 2,0132 \cdot \xi - 0,7 = 0$$

$$\xi_1 = 1,0066 + \sqrt{1,0066^2 + 0,7} = 2,345$$

$$\xi_2 < 0 \quad (\text{uninteressant})$$

$$\eta = \eta_1 = \sqrt{2,345} = 1,531$$

$$\frac{\Omega}{\omega_0} = 1,531$$

$$\omega_0 = \frac{60 \text{ s}^{-1}}{1,531} = 39,19 \text{ s}^{-1}$$

$$m = \frac{c_{\text{ges}}}{\omega_0^2} = \frac{720000 \frac{\text{N}}{\text{m}}}{(39,19 \text{ s}^{-1})^2} = 468,8 \text{ kg}$$

$$\Delta m = \frac{468,8 \text{ kg} - 400 \text{ kg}}{2} = 34,4 \text{ kg}$$