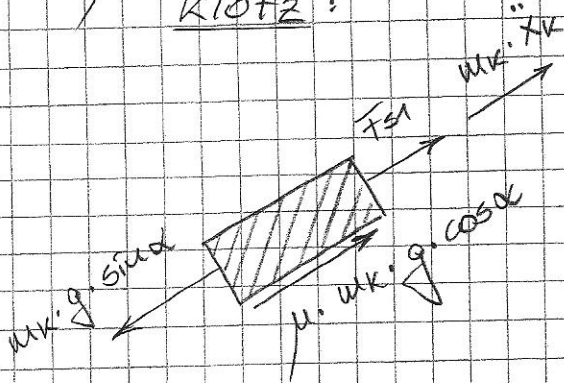
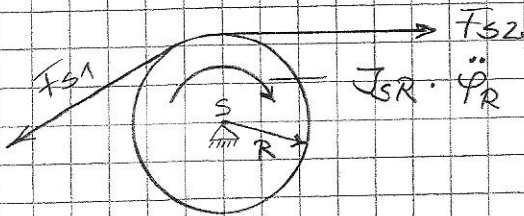


1)

Klotz:

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

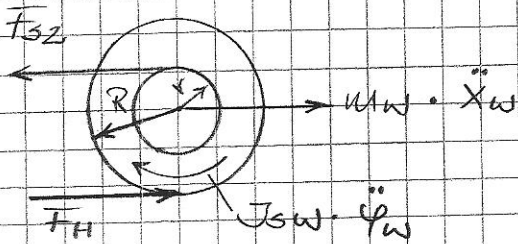
$$F_{S1} = m_K \cdot g \cdot \sin \alpha - m_K \cdot \ddot{x}_K - \mu \cdot m_K \cdot g \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Rolle:

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

$$F_{S1} \cdot R - F_{S2} \cdot R - J_{SR} \cdot \ddot{\varphi}_R = 0$$

$$F_{S1} = F_{S2} + \frac{1}{R} \cdot J_{SR} \cdot \ddot{\varphi}_R \quad (2)$$

Walze:

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

$$F_{S2} = F_H + m_W \cdot \ddot{x}_W \quad (3)$$

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

$$F_{S2} \cdot r + F_H \cdot R - J_{SW} \cdot \ddot{\varphi}_W = 0 \quad (4)$$

Kinematik

$$\varphi_R = \frac{x_K}{R} = \frac{x_K}{2 \cdot r}; \quad \varphi_W = \frac{x_K}{3 \cdot r}; \quad (5)$$

$$x_W = \varphi_W \cdot R = \varphi_W \cdot 2 \cdot r = \frac{2}{3} \cdot x_K$$

$$(1) = (2)$$

$$m_K \cdot g \cdot \sin \alpha - m_K \cdot \ddot{x}_K - \mu \cdot m_K \cdot g \cdot \cos \alpha = F_{S2} + \frac{1}{R} \cdot J_{SR} \cdot \ddot{\varphi}_R \quad (6)$$

aus ③: $F_H = F_{S2} - m_W \cdot \ddot{x}_W$

in ④: $F_{S2} \cdot r + F_{S2} \cdot 2 \cdot r - m_W \cdot 2 \cdot r \cdot \ddot{x}_W - J_W \cdot \ddot{\varphi}_W = 0$

$$F_{S2} \cdot 3 \cdot r = 2 \cdot m_W \cdot r \cdot \ddot{x}_W + J_W \cdot \ddot{\varphi}_W$$

$$F_{S2} = \frac{2}{3} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_W + \frac{1}{3 \cdot r} \cdot \frac{1}{2} \cdot m_W \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \ddot{\varphi}_W$$

$$F_{S2} = \frac{2}{3} \cdot m_W \cdot \frac{2}{3} \cdot \ddot{x}_K + \frac{1}{3 \cdot r} \cdot \frac{1}{2} \cdot m_W \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \frac{\ddot{x}_K}{3 \cdot r}$$

$$F_{S2} = \frac{4}{9} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_K + \frac{2}{9} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_K = \frac{2}{3} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_K$$

in ⑥: $m_K \cdot g \cdot \sin \alpha - m_K \cdot \ddot{x}_K - \mu \cdot m_K \cdot g \cdot \cos \alpha = \frac{2}{3} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_K$
 $+ \frac{1}{2 \cdot r} \cdot \frac{1}{2} \cdot m_R \cdot 4 \cdot r^2 \cdot \frac{\ddot{x}_K}{2 \cdot r}$

$$m_K \cdot g \cdot \sin \alpha - m_K \cdot \ddot{x}_K - \mu \cdot m_K \cdot g \cdot \cos \alpha = \frac{2}{3} \cdot m_W \cdot \ddot{x}_K + \frac{1}{2} \cdot m_R \cdot \ddot{x}_K$$

$$\ddot{x}_K \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot m_W + \frac{1}{2} \cdot m_R + m_K \right) = m_K \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m_K \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$\ddot{x}_K = \frac{m_K \cdot g \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)}{\frac{2}{3} \cdot m_W + \frac{1}{2} \cdot m_R + m_K}$$

$$\ddot{x}_K = \frac{60 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,5 - 0,2 \cdot \cos 30^\circ)}{\frac{2}{3} \cdot 50 \text{ kg} + \frac{1}{2} \cdot 30 \text{ kg} + 60 \text{ kg}}$$

$$\ddot{x}_K = 1,775 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$2) \quad \ddot{x}_w = \frac{2}{3} \cdot \ddot{x}_k = \frac{2}{3} \cdot 1,775 \frac{m}{s^2} = 1,183 \frac{m}{s^2}$$

1/3

$$F_H = F_{32} - m_w \cdot \ddot{x}_w$$

$$F_H = \frac{2}{3} \cdot m_w \cdot \ddot{x}_k - m_w \cdot \ddot{x}_w$$

$$F_H = \frac{2}{3} \cdot m_w \cdot \ddot{x}_k - m_w \cdot \frac{2}{3} \cdot \ddot{x}_k = 0$$

$$3) \quad \dot{\varphi}_w = \sqrt{2 \cdot \ddot{\varphi}_w \cdot \varphi_w} ; \quad \ddot{\varphi}_w = \frac{\ddot{x}_k}{3 \cdot r} = \frac{1,775 \frac{m}{s^2}}{3 \cdot 0,1m} = 5,917 \frac{1}{s^2}$$

$$\dot{\varphi}_w = \sqrt{2 \cdot 5,917 \frac{1}{s^2} \cdot 2\pi} = 8,623 \frac{1}{s}$$

1) $y(t)$ ist eine gerade Funktion $\Rightarrow b_k = 0$ 2/1

Fourierkoeffizient a_0

$$a_0 = \frac{2}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{2}} y(t) \cdot dt$$

$$a_0 = \frac{2}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{6}} h \cdot dt + \frac{2}{T} \cdot \int_{\frac{T}{6}}^{\frac{T}{2}} \frac{6 \cdot h}{T} \cdot t \cdot dt$$

$$a_0 = \frac{2 \cdot h}{T} \cdot t \Big|_0^{\frac{T}{6}} + \frac{12 \cdot h}{T^2} \cdot \frac{t^2}{2} \Big|_{\frac{T}{6}}^{\frac{T}{2}}$$

$$a_0 = \frac{2 \cdot h}{T} \cdot \frac{T}{6} + \frac{12 \cdot h}{T^2} \cdot \left(\frac{T^2}{8} - \frac{T^2}{72} \right)$$

$$a_0 = \frac{1}{3} \cdot h + \frac{12}{9} \cdot h = \frac{5}{3} \cdot h$$

Fourierkoeffizienten a_k

$$a_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{2}} y(t) \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt$$

$$a_k = \frac{4}{T} \cdot \int_0^{\frac{T}{6}} h \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt + \frac{4}{T} \cdot \int_{\frac{T}{6}}^{\frac{T}{2}} \frac{6 \cdot h}{T} \cdot t \cdot \cos(k \cdot \omega \cdot t) \cdot dt$$

$$a_k = \frac{4 \cdot h}{T} \cdot \frac{1}{k \cdot \omega} \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t) \Big|_0^{\frac{T}{6}}$$

$$+ \frac{24 \cdot h}{T^2} \cdot \left[\frac{\cos(k \cdot \omega \cdot t)}{k^2 \cdot \omega^2} + \frac{t \cdot \sin(k \cdot \omega \cdot t)}{k \cdot \omega} \right] \Big|_{\frac{T}{6}}^{\frac{T}{2}}$$

$$Q_k = \frac{4 \cdot h}{T} \cdot \frac{1}{k \cdot \omega} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6}\right) + \frac{24 \cdot h}{T^2} \cdot \left[\frac{\cos\left(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2}\right)}{k^2 \cdot \omega^2} + \frac{\frac{T}{2} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2}\right)}{k \cdot \omega} - \frac{\cos\left(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6}\right)}{k^2 \cdot \omega^2} - \frac{\frac{T}{6} \cdot \sin\left(k \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{6}\right)}{k \cdot \omega} \right]$$

$$Q_k = \frac{4 \cdot h}{T} \cdot \frac{1}{k \cdot \omega} \cdot \cancel{\sin\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right)} + \frac{24 \cdot h}{T^2} \cdot \frac{\cos(k \cdot \pi)}{k^2 \cdot \omega^2} + \frac{\frac{T}{2} \cdot \cancel{\sin(k \cdot \pi)}}{k \cdot \omega} - \frac{24 \cdot h}{T^2} \cdot \frac{\cos\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right)}{k^2 \cdot \omega^2} - \frac{4 \cdot h}{T} \cdot \frac{1}{k \cdot \omega} \cdot \cancel{\sin\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right)}$$

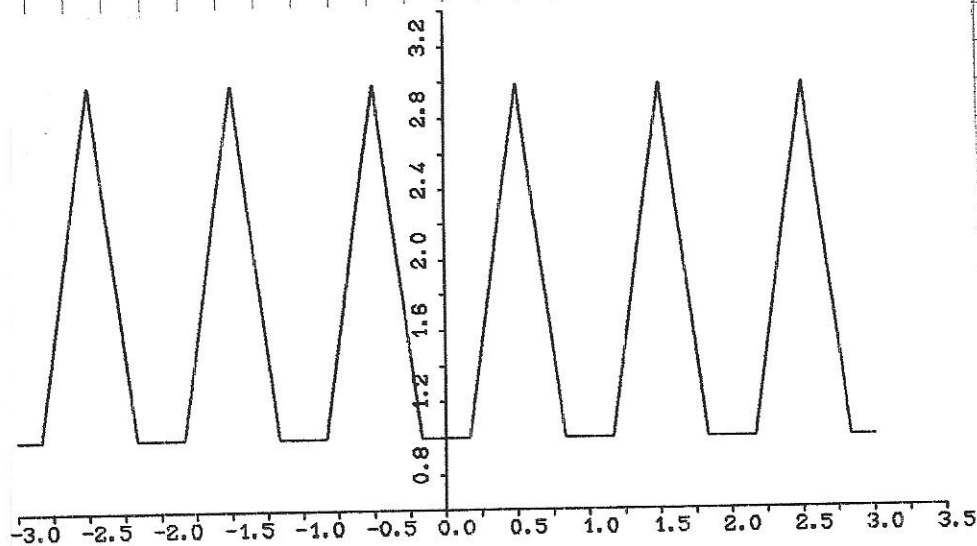
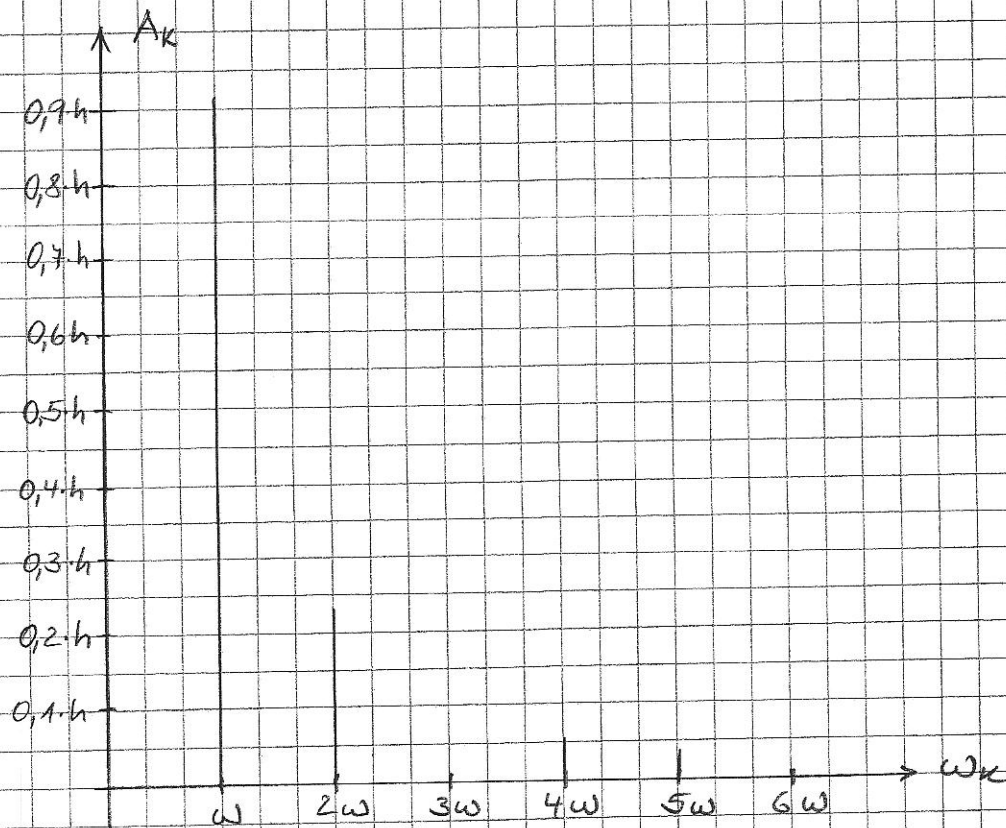
$$Q_k = \frac{24 \cdot h}{T^2} \cdot \frac{T^2}{k^2 \cdot 4 \cdot \pi^2} \cdot \left[\cos(k \cdot \pi) - \cos\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right) \right]$$

$$Q_k = \frac{6 \cdot h}{k^2 \cdot \pi^2} \cdot \left[\cos(k \cdot \pi) - \cos\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right) \right]$$

k	$\frac{6 \cdot h}{k^2 \cdot \pi^2}$	$\cos(k \cdot \pi)$	$\cos\left(\frac{k \cdot \pi}{3}\right)$	Q_k
1	$0,6079 \cdot h$	-1	0,5	$-0,912 \cdot h$
2	$0,1520 \cdot h$	1	-0,5	$0,228 \cdot h$
3	$0,0675 \cdot h$	-1	-1	0
4	$0,0380 \cdot h$	1	-0,5	$0,057 \cdot h$
5	$0,0243 \cdot h$	-1	0,5	$-0,036 \cdot h$
6	$0,0169 \cdot h$	1	1	0

$$y(t) = \frac{5}{3} \cdot h + h \cdot \left[-0,912 \cdot \cos(\omega \cdot t) + 0,228 \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t) + 0,057 \cdot \cos(4 \cdot \omega \cdot t) - 0,036 \cdot \cos(5 \cdot \omega \cdot t) + \dots \right]$$

2) $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$ mit $b_k = 0$ $A_k = \sqrt{a_k^2} = |a_k|$



$T = 1s$; $h = 1,0$; 50 Harmonische

$$\text{zu 1)} \quad \omega_d = \frac{2\pi}{0,1525} = 41,34 \frac{1}{s}$$

$$\omega_0 = \frac{\omega_d}{\sqrt{1-D^2}} = \frac{41,34 \frac{1}{s}}{\sqrt{1-0,03^2}} = 41,36 \frac{1}{s}$$

$$c_{ges} = m \cdot \omega_0^2 = 135 \text{ kg} \cdot (41,36 \frac{1}{s})^2$$

$$c_{ges} = 230938 \frac{N}{m}$$

$$c_{ges} = \frac{1}{\frac{9}{4 \cdot C_F} + \frac{1 \text{ m}^3}{E \cdot I_y}}$$

$$\frac{9}{4 \cdot C_F} = \frac{1}{c_{ges}} - \frac{1 \text{ m}^3}{E \cdot I_y}$$

$$C_F = \frac{9}{4 \cdot \left(\frac{1}{c_{ges}} - \frac{1 \text{ m}^3}{E \cdot I_y} \right)}$$

$$C_F = \frac{9}{4 \cdot \left(\frac{1}{230,938 \frac{N}{mm}} - \frac{(1000 \text{ mm})^3}{2,1 \cdot 10^5 \frac{N}{mm^2} \cdot 328 \cdot 10^4 \text{ mm}^4} \right)}$$

$$C_F = 781,693 \frac{N}{mm} = 781693 \frac{N}{m}$$

$$\text{zu 2)} \quad \hat{w} = \frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}} \cdot \frac{400 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{135 \text{ kg}} = 6 \text{ mm}$$

$$\frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2}} = 2,025$$

$$\eta^4 = 4,100 \cdot [(1-\eta^2)^2 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2]$$

$$\eta^4 = 4,100 \cdot (1 - 2 \cdot \eta^2 + \eta^4 + 4 \cdot D^2 \cdot \eta^2)$$

$$\eta^4 = 4,100 - 8,200 \cdot \eta^2 + 4,100 \cdot \eta^4 + 0,01476 \cdot \eta^2$$

$$3,1 \cdot \eta^4 - 8,1852 \cdot \eta^2 + 4,100 = 0$$

$$\eta^4 - 2,6404 \cdot \eta^2 + 1,3226 = 0$$

$$\eta_{1/2}^2 = 1,3202 \pm \sqrt{1,3202^2 - 1,3226}$$

$$\eta_1^2 = 1,969 ; \eta_1 = 1,403$$

$$\eta_2^2 = 0,672 ; \eta_2 = 0,820$$

$$n_u = \frac{0,820 \cdot 41,36 \frac{1}{s}}{2\pi} \cdot 60 \frac{s}{min} = 323,87 min^{-1}$$

$$n_o = \frac{1,403 \cdot 41,36 \frac{1}{s}}{2\pi} \cdot 60 \frac{s}{min} = 554,13 min^{-1}$$

$$\text{zu 3)} \quad \Omega = \frac{2\pi \cdot 600 min^{-1}}{60 \frac{s}{min}} = 62,83 \frac{1}{s}$$

$$\eta = \frac{62,83 \frac{1}{s}}{41,36 \frac{1}{s}} = 1,519$$

$$\hat{w} = \frac{1,519^2}{\sqrt{(1-1,519^2)^2 + 4 \cdot 0,03^2 \cdot 1,519^2}} \cdot \frac{400 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{135 \text{ kg}}$$

$$\hat{w} = 5,22 \text{ mm}$$

$$\phi = -\arctan\left(\frac{2 \cdot 0,03 \cdot 1,519}{1 - 1,519^2}\right) = -3,072$$

$$w(t) = 5,22 \text{ mm} \cdot \sin\left(62,83 \frac{1}{\text{s}} \cdot t - 3,072\right)$$