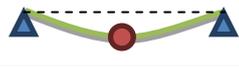
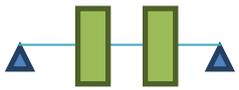
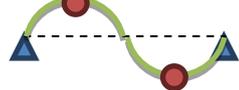
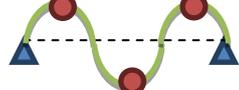


# SYS\_B – MECHANIK UND KONSTRUKTION

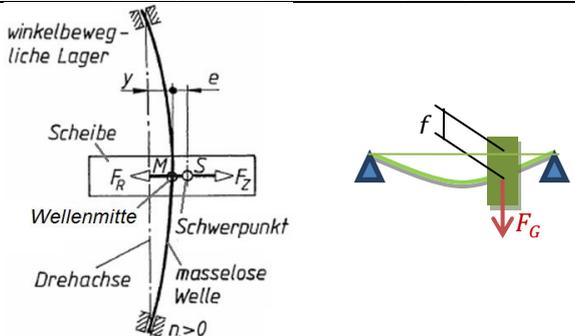
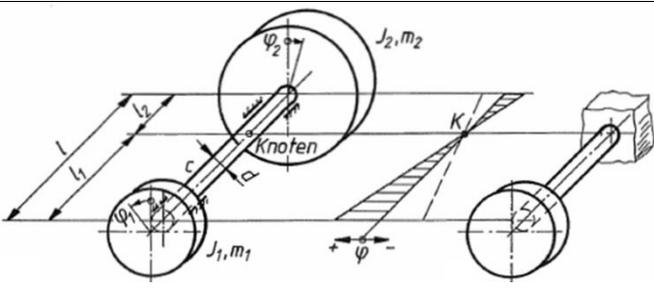
## Kritische Drehzahl

Schwingungsfrequenz	umso grösser, je grösser die Steifigkeit und je kleiner die Masse unabhängig von der Kraft, die die Amplitude bestimmt
Resonanz	Erregerfrequenz = Eigenfrequenz
Unwucht = Exzentrizität	Schwerpunkt der Masse ≠ der Drehachse
Betriebsdrehzahl	= 10%-20% von $n_k$ entfernt
Beharrungszustand	$F_r = F_z$

## Schwingungsformen

	1.te Ordnung (Grundfrequenz)	
	2.te Ordnung (1. Oberschwingung)	
	3.te Ordnung (2. Oberschwingung)	
	$\infty$ .te Ordnung	x Einzelmassen = x krit. Drehz. x Knoten = x'te Oberschw. x Bäuche = x'te Ordnung

## Berechnung der Grundfrequenz

Biegekritische Drehzahl	Verdrehkritische Drehzahl				
<ul style="list-style-type: none"> <li>ohne externe Anregung</li> <li>Unabhängig von der Lage, Zahnkräfte und Riemenkräfte (äussere Kr.)</li> <li>Herabsetzung durch elastische Lagerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>externe Anregung erforderlich</li> <li>Zweitaktmotor = Zylinder * n</li> <li>Viertaktmotor = Zylinder * 0.5n</li> </ul>				
					
<p><b>1. Fall: eine Einzelmasse</b></p> <p><b>2. Fall: mehrere Einzelmassen</b></p> $\frac{1}{\omega_k^2} = \frac{1}{\omega_{k0}^2} + \frac{1}{\omega_{k1}^2} + \dots \quad \frac{1}{n_k^2} = \frac{1}{n_{k0}^2} + \frac{1}{n_{k1}^2} + \dots$ <p><b>3. Fall: Glatte Welle</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td><math>n_{k01} = 122.5 * 10^6 * \frac{d}{l^2}</math></td> </tr> <tr> <td></td> <td><math>n_{k01} = 277.7 * 10^6 * \frac{d}{l^2}</math></td> </tr> </table>		$n_{k01} = 122.5 * 10^6 * \frac{d}{l^2}$		$n_{k01} = 277.7 * 10^6 * \frac{d}{l^2}$	<p><b>1. Fall: Torsionspendel</b></p> <p><b>2. Fall: Welle mit zwei Massen</b></p> $\omega_k = \sqrt{c_t * \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2}\right)} \quad n_{kt} = \frac{30}{\pi} \sqrt{c_t * \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2}\right)}$ <p>da gleiche <math>\omega_k</math>:</p> $\omega_k^2 = \frac{c_{t1}}{J_1} = \frac{c_{t2}}{J_2}$
	$n_{k01} = 122.5 * 10^6 * \frac{d}{l^2}$				
	$n_{k01} = 277.7 * 10^6 * \frac{d}{l^2}$				

Biegekritische Drehzahl		Verdrehkritische Drehzahl		
$e$		Exzentrizität [mm]		
$y$	$= \frac{m * e * \omega^2}{c - m\omega^2} = \frac{e}{\frac{c}{m\omega^2} - 1}$	Wellenauslenkung durch Fliehkraft [mm]	$\hat{\varphi}$	$= \frac{T * l}{G * I_p} = \frac{l * \tau_t}{r * G}$ Verdrehwinkel [rad]
$f$	Tabelle Seite 7	Durchbiegung an der angreifenden Stelle [mm]	$l$	Länge der Welle [m]
$c$	$= \frac{F_G}{f}$	Wellensteifigkeit Federsteifigkeit	$c_t$	$= \frac{T}{\hat{\varphi}} = \frac{I_p * G}{l}$ (Dreh-)Federsteife $\left[\frac{Nm}{rad}\right]$
$F_R$	$= c * y$	Rückstellkraft [N]	$\frac{1}{c_t} = \frac{1}{c_{t1}} + \dots = \frac{1}{G} \left( \frac{l_1}{I_{p1}} + \frac{l_2}{I_{p2}} + \dots \right)$	
$F_z$	$= m * (y + e) * \omega^2$	Zentrifugalkraft [N]	$T$	Torsionsmoment [Nm]
$n_k$	$\approx 946 * \sqrt{\frac{1}{f}}$	kritische Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]		
$n_{kb}$	$= \frac{30}{\pi} \omega_k \approx k * 946 * \sqrt{\frac{1}{f}}$	biegekritische Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]	$n_{kt}$	$= \frac{30}{\pi} \omega_k$ $\approx 72.3 * \sqrt{\frac{T}{\varphi * J}}$ verdrehkritische Drehzahl [min <sup>-1</sup> ]
$\omega$	$= \sqrt{\frac{g * 1000 \frac{mm}{m}}{f}}$	Winkelgeschwindigkeit [min <sup>-1</sup> ]		
$\omega_k$	$= \sqrt{\frac{c}{m}} = \frac{\pi}{30} * n_{kb}$	kritische Winkelgeschw. Eigenkreisfrequenz [min <sup>-1</sup> ]	$\omega_k$	$= \sqrt{\frac{c_t}{J}} = \frac{\pi}{30} * n_{kt}$ kritische Winkelgeschw. Eigenkreisfrequenz
$k$	$= 1$ Pendellagerung (macht Biegung mit) $= 1.3$ starre Lagerung	Korrekturfaktor	$J$	[kg m <sup>2</sup> ] Massenträgheitsmoment $J_{vollzyl} = \frac{m}{8} d^2$
$I$	Tabelle Seite 6 [m <sup>4</sup> ]	Flächenträgheitsmoment	$I_p$	Tabelle S. 6 [m <sup>4</sup> ] polares Flächenmoment
$E$	$E_{Stahl} = 210'000 \frac{N}{mm^2}$	E-Modul	$G$	$G_{Stahl} = 8 * 10^{10} \frac{N}{m^2}$ Schubmodul

### Kupplungen (ab S11)

#### Funktionen

Dienen zur Übertragung von Drehmomenten, Drehbewegungen zwischen zwei Wellen

Können unerwünschte Fluchtungsfehler (Toleranzen, Montage, Belastungen, Temperatur) ausgleichen

#### Einteilung

starre Kupplungen / feste Kupplungen	nachgiebige Kupplungen / Ausgleichkupplungen
keine Nachgiebigkeit; nur zentrisch; abwechselnd verschraubt, um Unwucht klein zu halten	gleichen Flucht- und Lagefehler aus
$M_t = F_r * \frac{D_s}{2} = \frac{\mu * F_n * D_r}{2} = \frac{\mu * F_s * n * D_r}{2}$	
$F_s$ : Schraubkraft $n$ : Anzahl Schrauben $D_s$ : Durchmesser der Schraubenanordnung	