

Physik Zusammenfassung Kapitel 2.1.6 Erzeugene und gedämpfte Schwingungen

Gedämpfte Schwingungen

- Um eine ungedämpfte Schwingung zu erzeugen muss man einen reibungsbehafteten Pendel, die durch Reibung verlorene Energie wieder zuführen.

Beispiele

- el. mag. Schwingkreise
- mechanische Uhren

Gedämpfte Schwingungen in der Praxis

Da die Reibung in der Praxis unvermeidlich ist

- sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:
 - Amplitude: nimmt ~~pro~~ exponentiell ab wenn die Reibungskraft ~~proportional~~ proportional zur Geschwindigkeit ist.

$$r(t) = r_0 \cdot \exp(-\delta \cdot t) = r_0 \cdot e^{-\delta \cdot t} \quad \delta \dots \text{Dämpfungskonstante mit } [s^{-1}]$$

- Kreisfrequenz ändert sich:

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \delta^2 \quad \omega_0 \dots \text{Eigenfrequenz}$$

Gleichung der gedämpften harmonischen Schwingung:

y ... nimmt exponentiell ab:

$$y(t) = r_0 \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \sin(\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \cdot t + \varphi_0) \quad \delta < \omega_0 \rightarrow \text{schwache Dämpfung}$$

mittlere Dämpfung: $\delta = \omega_0$ Die Rückkehr in die Nulllage erfolgt in kürzerer Zeit.

starke Dämpfung: $\delta > \omega_0$ Ruhelage ohne "hin und her" erreicht aperiodisch

Erzeugene Schwingung:

~~Is ein periodisches System~~ ~~ein~~ Is ein Schwingungsfähiges System einer periodisch äußeren Kraft ~~unterworfen~~ unterworfen \rightarrow erzeugene Schwingung.

- Nach einer Eigenschwingungszeit schwingt der Körper mit der Erregerfrequenz $f_E [Hz]$.

Resonanzdiagramme

Wird die Oszillatoramplitude als Funktion der Erregerfrequenz aufgetragen erhält man ein Resonanzdiagramm.

Resonanzerscheinungen sind erwünscht wenn:

- Radio \rightarrow Resonanzfrequenz wird auf die Erregerfrequenz des gewünschten Senders abgestimmt.
- Ultraschall: Körper werden zur Resonanz gebracht und damit zerstört.
- Zungenfrequenzen

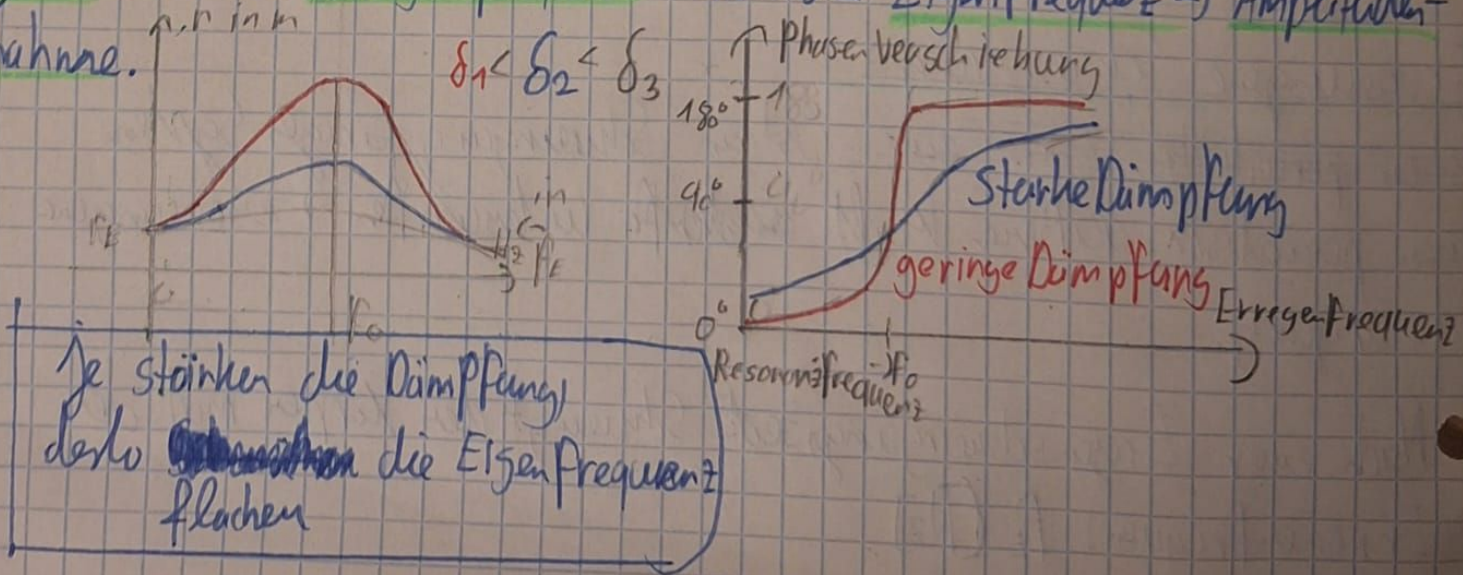
Resonanzerscheinungen sind unerwünscht wenn:

- Drehzahl einer Maschine darf nicht mit der Eigenfrequenz der Biegeschwingung ihrer eigenen Welle, der Empfängererschwingung oder der Eigenschwingung des Gebäudes übereinstimmen.
- ~~Verkehrslärm~~ Verkehrslärm: niederfrequente Verkehrslärm von Lastwagen bringt Fenster zum klappen.
- Wind: gefährdet Brücken
- Dröhnen von Fahrzeugteilen

Resonanzkatastrophe

Wird die Amplitude eines Oszillators so groß, dass dieser zerstört wird, liegt eine Resonanzkatastrophe vor.

Steigert man die Erregerfrequenz über die Eigenfrequenz \rightarrow Amplitudenabnahme.



Physik HÜ 2.1.31)-2.1.35)

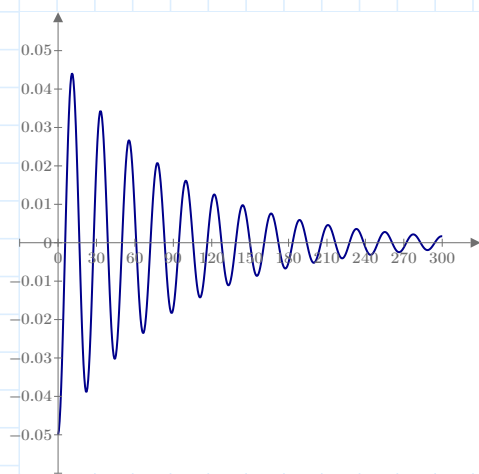
2.1.31)

$$m := 250 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad D := 2 \cdot 10^{-2} \text{ N/m} \quad r_0 := 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$w_0 := \sqrt{\frac{D}{m}} \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{5} \text{ rad/s} \quad \phi_0 := -\frac{\pi}{2}$$

$$\delta := 0.04 \cdot w_0 \xrightarrow{\text{float}, 3} 0.0113 \text{ 1/s}$$

$$y(t) := r_0 \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \sin(\sqrt{w_0^2 - \delta^2} \cdot t + \phi_0) \xrightarrow{\text{float}, 3} 0.05 \cdot e^{-0.0113 \cdot t} \cdot \sin(0.283 \cdot t - 1.57) \text{ cm}$$



y(t)

t

2.1.32)

`clear (D, m, phi_0, w_0, delta, r_0)`

a)

$$\delta := w_0 \cdot x \quad w_0 := 8$$

$$w := w_0 \cdot 0.9 \rightarrow 7.2 \quad \begin{array}{l} \text{solve, } x \\ \text{assume, } x > 0 \end{array}$$

$$x := w^2 = w_0^2 - (w_0 \cdot x)^2 \xrightarrow{\text{float}, 2} 0.44 = 0.44 \text{ \%}$$

b)

`clear (x)`

$$w := w_0 \cdot 0.75 \rightarrow 6.0 \quad \begin{array}{l} \text{solve, } x \\ \text{assume, } x > 0 \end{array}$$

$$x := w^2 = w_0^2 - (w_0 \cdot x)^2 \xrightarrow{\text{float}, 2} 0.66 = 0.66 \text{ \%}$$

c) `clear (x)`

$$w := w_0 \cdot 0.1 \rightarrow 0.8$$

solve, x
assume, x > 0

$$x := w^2 = w_0^2 - (w_0 \cdot x)^2 \xrightarrow{\text{float}, 2} 0.99 = 0.99 \%$$

2.1.33)

$$m := 10 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \quad D := 10 \text{ N/m} \quad r_0 := 8 \text{ m}$$

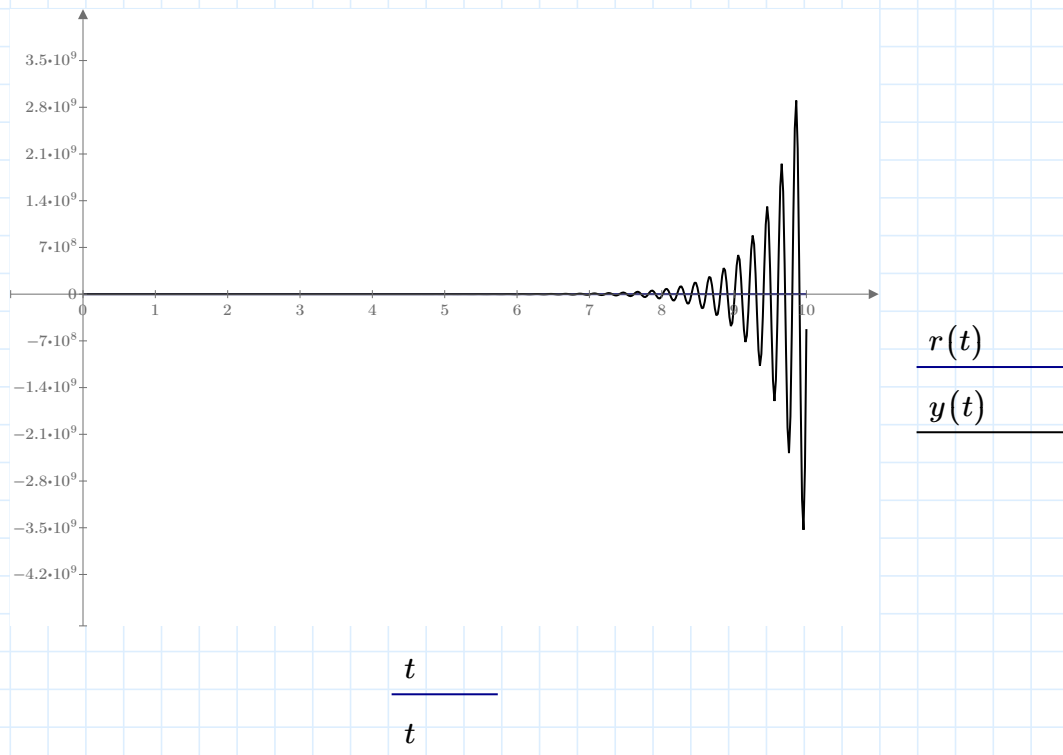
$$w_0 := \sqrt{\frac{D}{m}} \rightarrow 10 \cdot \sqrt{10} \quad A := 8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\delta := 2 \text{ 1/s} \quad r(t) := r_0 \cdot e^{-\delta \cdot t}$$

$$T := \frac{(2 \cdot \pi)}{w} \xrightarrow{\text{float}} 7.8539816339744830962 \quad \phi_0 := \frac{\pi}{2}$$

$$r(5 \cdot T) \xrightarrow{\text{float}, 3} 0.622 \cdot 10^{-33} \quad r(10 \cdot T) \rightarrow 0.48336176626592553337 \cdot 10^{-67}$$

$$y(t) := r_0 \cdot e^{\delta \cdot t} \cdot \sin\left(\sqrt{(w_0^2 - \delta^2)} \cdot t - \phi_0\right) \rightarrow -\left(8 \cdot e^{2 \cdot t} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} - 2 \cdot \sqrt{249} \cdot t\right)\right)$$



2.1.34)

erwünscht: Radio -> Resonanzfunktion wird auf Erregerfunktion des gewünschten Senders abgestimmt.

Ultraschall -> Kleinste Körper werden zur Resonanz gebracht und zertsört
Zugenfrequenz

unerwünschte:

Drehzahl einer Maschine darf niemals der Eigenfrequenz, Eigenschwingung oder Empfängergergeschwindigkeit eines Gebäudes übereinstimmen.

2.1.35)

$$s := 20 \text{ m} \quad f := 0.5 \text{ Hz}$$

$$f_E := s \cdot f \rightarrow 10.0 \text{ m/s}$$

Der PKW sollte die Erregerfrequenz 10 m/s vermeiden.