

Schwingungen

Mechanische Schwingungen

Definition:

Eine mechanische Schwingung ist eine zeitlich periodische Bewegung eines Körpers um eine Gleichgewichtslage.

Größen zur Beschreibung mechanischer Schwingungen:

Auslenkung (Elongation)	Abstand des schwingenden Körpers von der Gleichgewichtslage	y	in m
Amplitude	maximale Auslenkung	y _{max}	in m
Schwingungsdauer (Periodendauer)	Zeit für eine vollständige Hin- und Herbewegung	T	in s
Frequenz	Anzahl der Schwingungen in 1s ausgeführt	f	in Hz

Kräftebetrachtung

Aufzeichnung einer Schwingung:

Sinus-Funktion

$$y(t) = y_{\max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

$$y(t) = y_{\max} \cdot \sin(2\pi f \cdot t)$$

$$y(t) = y_{\max} \cdot \sin(\omega t)$$

$$v(t) = y_{\max} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$

$$a(t) = -y_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$

$$F(t) = -m \cdot a(t) = m \cdot y_{\max} \cdot \omega^2 \cdot \sin(\omega t)$$

Schwingungen die im y(t)-Diagramm eine Sinusfunktion aufweisen, heißen harmonische Schwingungen.

Lineares Kraftgesetz:

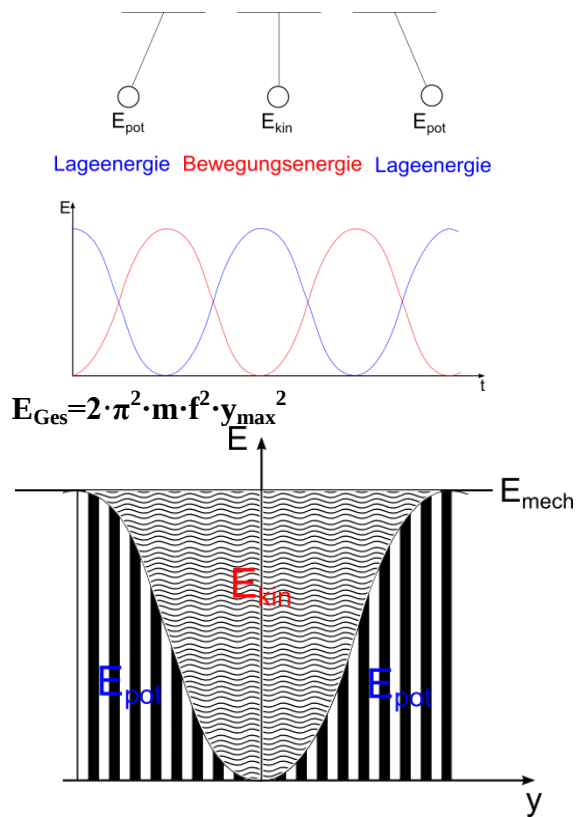
Kraft und Auslenkung sind direkt proportional. Der Proportionalitätsfaktor ist die Direktionsgröße D.

$$\mathbf{F(t)} = -\mathbf{D \cdot y(t)}$$

- F=Rückstellkraft $\Rightarrow$ zur Gleichgewichtslage treibende Kraft
- hinreichende Bedingung: harmonische Schwingung
- es gilt das lineare Kraftgesetz (D=konstant)

Energieumwandlung

Beispiel Fadenpendel:



Schwingungsarten

ungedämpfte Schwingung:

- mechanische Energie bleibt konstant
- Amplitude bleibt konstant

gedämpfte Schwingung:

- mechanische Energie nimmt ab
- Amplitude nimmt ab
- Ursache: Reibung

Eigenschwingung:

- einmalige Energiezufuhr
- Schwingung mit Eigenfrequenz f_0

erzwungene Schwingung:

- ständige Energiezufuhr
- Schwingung mit Erregerfrequenz f_E

Resonanz:

- besonders heftiges Mitschwingen des Körpers
- Amplitude maximal
- Resonanzbedingung: $f_0 = f_E$

Elektromagnetische Schwingungen

Schwingkreis:

1. Kondensator geladen $\Rightarrow$ Antrieb (U maximal)
2. Entladung über Spule $\Rightarrow$ veränderliches Magnetfeld $\Rightarrow$ Selbstinduktion
3. Lenzsches Gesetz; Induktionsstrom fließt Ursache entgegen; Stromstärkeänderung behindert
4. Kondensator entladen $\Rightarrow$ I maximal $\Rightarrow$ Magnetfeld bricht zusammen $\Rightarrow$ Selbstinduktion treibt Elektronen weiter
5. Aufladung Kondensator mit umgekehrter Polung
6. Vorgang wiederholt sich mit entgegengesetzten Richtungen

Vergleich Schwingungen

	mechanische Schwingung	elektromagnetische Schwingung
Größen	Auslenkung (Elongation) y Geschwindigkeit $v = \frac{dy}{dt}$	Spannung U Stromstärke $I = \frac{dQ}{dt}$
Voraussetzung	• Trägheit des Körpers • eine zur Gleichgewichtslage rücktreibende Kraft	• Spule (Selbstinduktion) • Kondensator (elektrisches Feld)
Energie	• Potentielle Energie • Kinetische Energie	• Elektrische Energie • Magnetische Energie
Ursache Dämpfung	Reibung	ohmscher Widerstand
Periodendauer	$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{g}}$	$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$