Basiswissen

Schwingungen

Ändert sich eine physikalische Größe periodisch in Abhängigkeit von der Zeit, so bezeichnet man diese Vorgänge als Schwingungen. Damit verbunden ist eine Umwandlung verschiedener Energieformen.

Bei mechanischen Schwingungen wird periodisch potentielle Energie in kinetische Energie hin- und her gewandelt. Jede mechanische Schwingung ist eine ungleichmäßig beschleunigte Bewegung. Sie entsteht durch Energiezufuhr zu einem schwingungsfähigen System, z.B. einem Pendel, das angestoßen wird.

Wenn das System mit konstanter Amplitude weiter schwingt, handelt es sich um eine **ungedämpfte** Schwingung. Ohne weitere Energiezufuhr ist jede Schwingung mehr oder weniger stark gedämpft, d.h. ihre Amplitude nimmt gesetzmäßig ab. Wenn der Verlauf der Schwingung durch eine Sinusfunktion beschrieben werden kann, bezeichnet man sie als **harmonische** Schwingung.

Kenngrößen einer Schwingung

Kenngröße	Formel (-zeichen)	Beschreibung
Elongation (Auslenkung)	$y = y(t)$	momentaner Abstand des schwingenden Körpers von der Ruhe- oder Gleichgewichtslage
Amplitude	$\hat{y}$ oder y_m	maximaler Wert der Elongation
Frequenz	$f = 1/t$	Anzahl der Schwingungen pro Zeit **t**
Schwingungsdauer (Periodendauer)	$T = 1/f$	Dauer einer vollen Schwingung
Kreisfrequenz (Winkelfrequenz)	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	Winkelgeschwindigkeit der Kreisbewegung, deren Projektion die harmonische Schwingung ergibt, gibt den überstrichenen Phasenwinkel der Schwingung pro Zeitspanne an
Phasenwinkel (Phase)	$\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0$	gibt den momentanen Zustand eines harmonisch schwingenden Systems oder einer Welle an (in Winkeleinheiten entweder Grad, Radiant oder Bogenmaß), eine Schwingungsperiode entspricht einem Phasenwinkel von 2π
Nullphasenwinkel (Phasenkonstante)	φ_0	Phasenwinkel zur Zeit **t = 0**
Rückstellkraft	F_R	Kraft, die den schwingenden Körper immer wieder zurück in die Ruhelage zieht, der Elongation entgegengesetzt
Richtgröße	k	Proportionalitätsfaktor zwischen Rückstellkraft und Elongation, bei elastischen Schwingungen identisch mit der Federsteifigkeit
Eigenfrequenz		Frequenz, bei der nach einmaliger Anregung das System als Eigenform schwingt
Dämpfung		gesetzmäßiges Abnehmen der Amplitude im Verlauf einer Schwingung

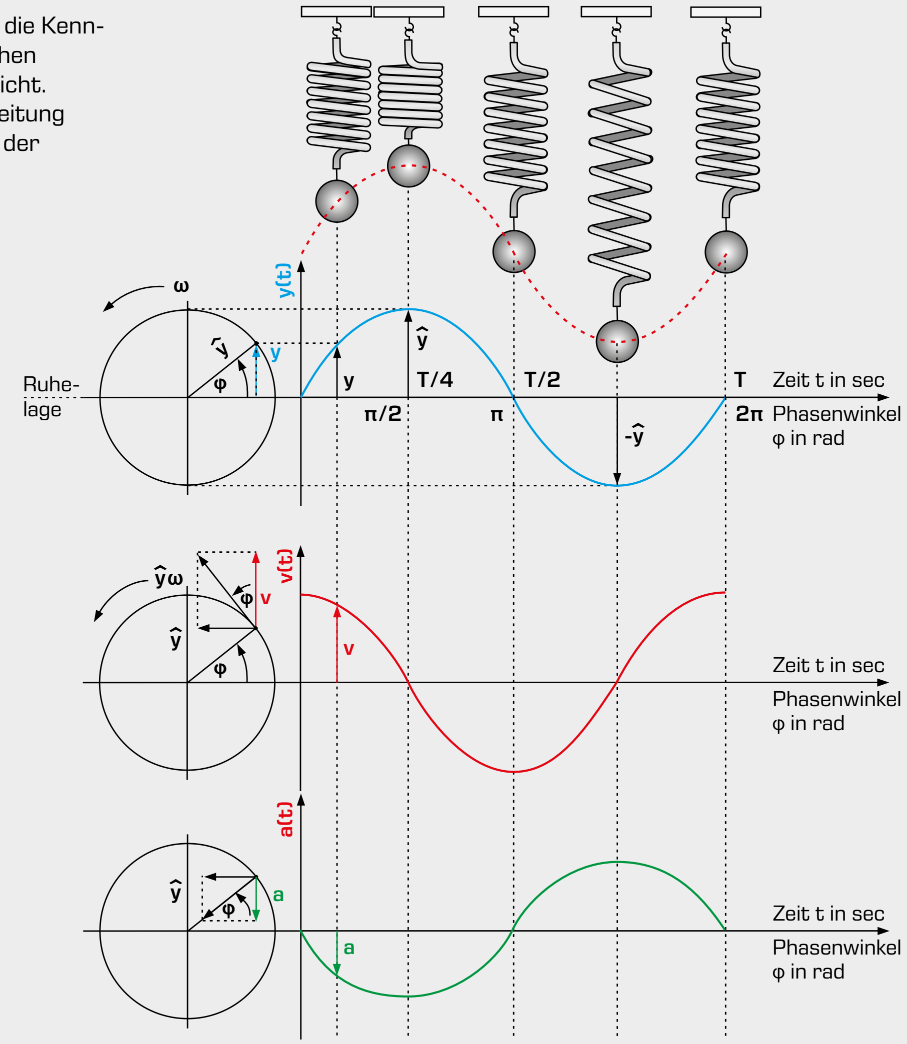
Ungedämpfte, harmonische Schwingung

Am Beispiel eines Federpendels werden die Kenngrößen einer ungedämpften, harmonischen Schwingung in der Darstellung verdeutlicht.
Die Geschwindigkeit wird über die 1. Ableitung berechnet, die Beschleunigung mit Hilfe der 2. Ableitung:

Elongation
$y = y(t)$
$y = \hat{y} \cdot \sin\varphi$

Geschwindigkeit
$v = \dot{y}$
$v = \hat{y} \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
$v = \hat{v} \cdot \cos\varphi$

Beschleunigung
$a = \ddot{y}$
$a = -\hat{y} \cdot \omega^2 \cdot \sin\varphi$
$a = -y \cdot \omega^2$



Drehschwingung

Bei der Drehschwingung schwingt ein drehbar gelagerter fester Körper um eine seiner Achsen (rotatorischer Freiheitsgrad) im Gegensatz zur translatorischen Schwingung. Die Begriffe Drehschwingung und Torsionsschwingung werden synonym verwendet. Bei einigen Anwendungen ist es allerdings üblich, den einen oder den anderen Begriff zu verwenden. Z.B. spricht man von Torsionsschwingung, wenn bei einem Vorgang eine Welle tordiert (verwindet, verdreht).

Jede Drehschwingung wird ermöglicht durch ein **Rückstellmoment**, das dem Drehwinkel zu jeder Zeit proportional, aber entgegen gerichtet ist.

Grundsätzlich gelten bei Drehschwingungen Gesetzmäßigkeiten wie bei einer linearen Schwingung.

Elongation	y	≙	Drehwinkel	$\varepsilon = \hat{\varepsilon} \cdot \sin\varphi$
Geschwindigkeit	$v = \dot{y}$	≙	Winkelgeschwindigkeit	$\dot{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
Beschleunigung	$a = \ddot{y}$	≙	Winkelbeschleunigung	$\ddot{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} \cdot \omega^2 \cdot \sin\varphi$