

# Schwingungen mit Energiezufuhr

**Oszillator:** Etwas, das schwingen kann, z.B. ein Feder- oder Fadenpendel, Schaukel, Äste eines Baumes, Trommelfell, etc.

**Eigenfrequenz:** Frequenz, mit der ein Oszillator schwingt, wenn er einmal angestossen und dann sich selbst überlassen wird (seine ihm «eigene», natürliche Frequenz).

**Erreger:** Etwas, das einen Oszillator in regelmässigen Rhythmus anstösst und ihm so Energie zuführt (z.B. Mama, die dem Kind beim Schaukeln immer wieder einen Schubs gibt). Die Frequenz des Erregers kann (muss aber nicht) verschieden von der Eigenfrequenz des Oszillators sein.

Wenn eine Schwingung sich selbst überlassen wird, klingt sie wegen Reibungsverlusten ab und kommt irgendwann zum Stillstand. Die Schwingung kann aufrechterhalten werden, indem ein Erreger dem Oszillator periodisch Energie zuführt.

Dabei kann der Oszillator entweder seine eigene Energiezufuhr selber steuern, oder sie wird ihm von aussen aufgezwungen.

## Selbsterregte Schwingungen

### Ungedämpfte Schwingung durch Rückkopplung

Ein Oszillator kann die Dämpfung überlisten, indem er *sich selber* die benötigte Energie immer genau im rechten Moment holt. Rückkopplung ist ein Mechanismus, mit dem ein Oszillator seine eigene Energiezufuhr selbst steuert.

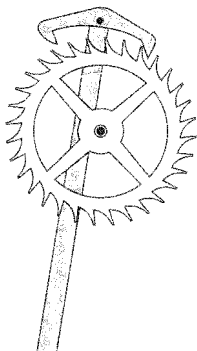
#### Beispiel: Die Pendeluhr von Huygens

Galilei erkannte, dass die Schwingung eines Pendels einen idealen Taktgeber für Uhren darstellt. Allerdings kommt jedes Pendel durch die unvermeidliche Reibung nach einer Weile zum Stillstand.

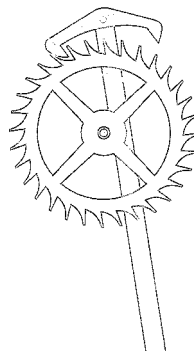
Huygens löste das Problem so: Der Pendeluhr muss durch einen kleinen Schubs im richtigen Moment die verlorene Energie immer wieder zugeführt werden. Die Energie wird durch ein herabsinkendes Gewicht bereitgestellt.

Das geht so:

*Pendelstellung links:*



*Pendelstellung rechts:*



# Fremderregte Schwingungen

## Erzwungene Schwingung

Wenn ein Oszillator mit einer Frequenz angestoßen wird, die *nicht* seiner eigenen entspricht, so schwingt er mit dieser fremden Frequenz, die ihm von aussen aufgezwungen wird, mit. Er führt eine erzwungene Schwingung mit der Frequenz des Erregers aus.  
(Erregerfrequenz  $\neq$  Eigenfrequenz)

## Resonanz (Mitschwingen)

Wenn ein Oszillator mit einer Frequenz angestoßen wird, die seiner eigenen entspricht, schwingt er kräftig mit. Es wird besonders viel Energie vom Erreger auf ihn übertragen und die Amplitude wird sehr gross.  
(Erregerfrequenz = Eigenfrequenz)

Eine *Resonanzkurve* beschreibt das Resonanzverhalten eines Oszillators graphisch. Man misst die Amplitude des Schwingers bei verschiedenen Erregerfrequenzen und stellt diesen Zusammenhang in einem Diagramm dar.

