Die gedämpfte Schwingung

Nach <u>einmaliger Anregung</u> nimmt die Amplitude einer freien Schwingung mit der Zeit ab.

► Die Schwingung ist <u>**gedämpft**</u>.

Die Dämpfung wird durch die Wirkung zusätzlicher (äußerer) Kräfte <u>entgegen</u> der rücktreibenden Kraft hervorgerufen.

- Luftwiderstand
- Reibung (z.B. an der Aufhängung)
- Verformung

Ein Teil der (mechanischen) Schwingungsenergie wird dabei in thermische Energie umgewandelt.

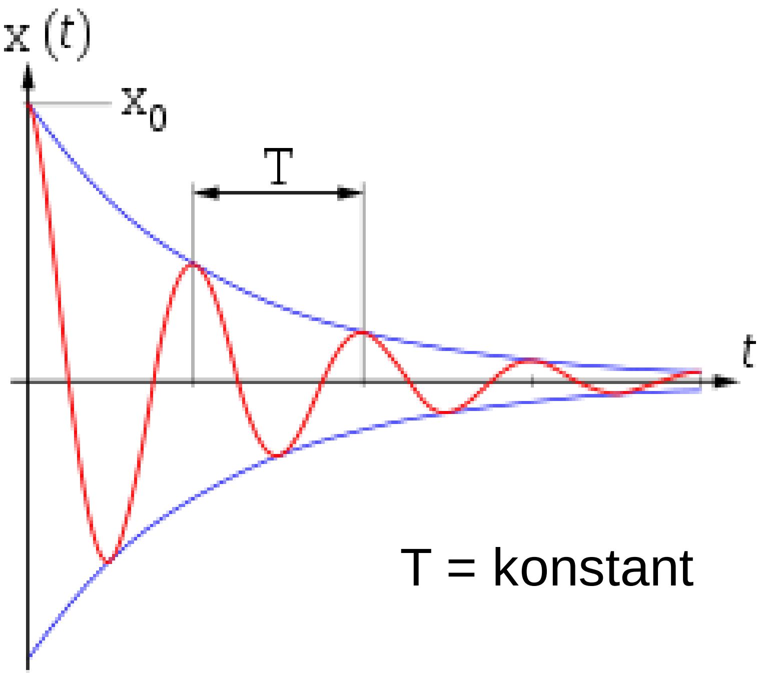
$$E_{mech} \rightarrow E_{th}$$

<u>Energiebilanz</u>: $E_{pot} + E_{kin} + E_{reib} = konstant$

► Ein Teil der mechanischen Energie wird entwertet.

► Jede freie Schwingung ist gedämpft.

Schwingungsbild einer gedämpften Schwingung:



T = konstant

Die Amplitude der Schwingung nimmt (ungleichmäßig) ab.

Die Periodendauer und Frequenz werden durch die Dämpfung (fast) nicht beeinflusst.

Die Stärke der Abnahme der Amplitude wird durch die Reibungskräfte bestimmt.

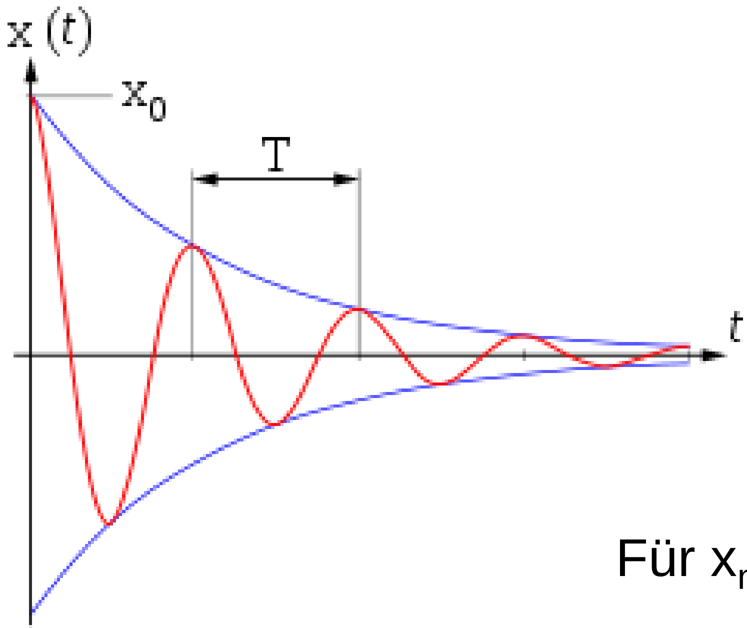
Die zeitliche Abnahme der Amplitude einer gedämpften Schwingung kann durch eine Exponentialfunktion beschrieben werden.

$$\boxed{x_{max}(t) = x_{max}(0) \cdot e^{-k \cdot t}}$$

k … Dämpfungskonstante $\quad [k] = \frac{1}{s}$

→ Amplitudenfunktion

… vollständige Beschreibung einer gedämpften Schwingung:



Die vollständige Beschreibung einer gedämpften Schwingung kann durch Zusammensetzung zweier Funktionen beschrieben werden.

Für $x_{max}(0)=0$ gilt:

→ Schwingungsfunktion

$$\boxed{x(t) = x_{max} \cdot \sin(\omega \cdot t)}$$

(ungedämpfte Schwingung)

→ Amplitudenfunktion

$$\boxed{x_{max}(t) = x_{max}(0) \cdot e^{-k \cdot t}}$$

(Dämpfung)

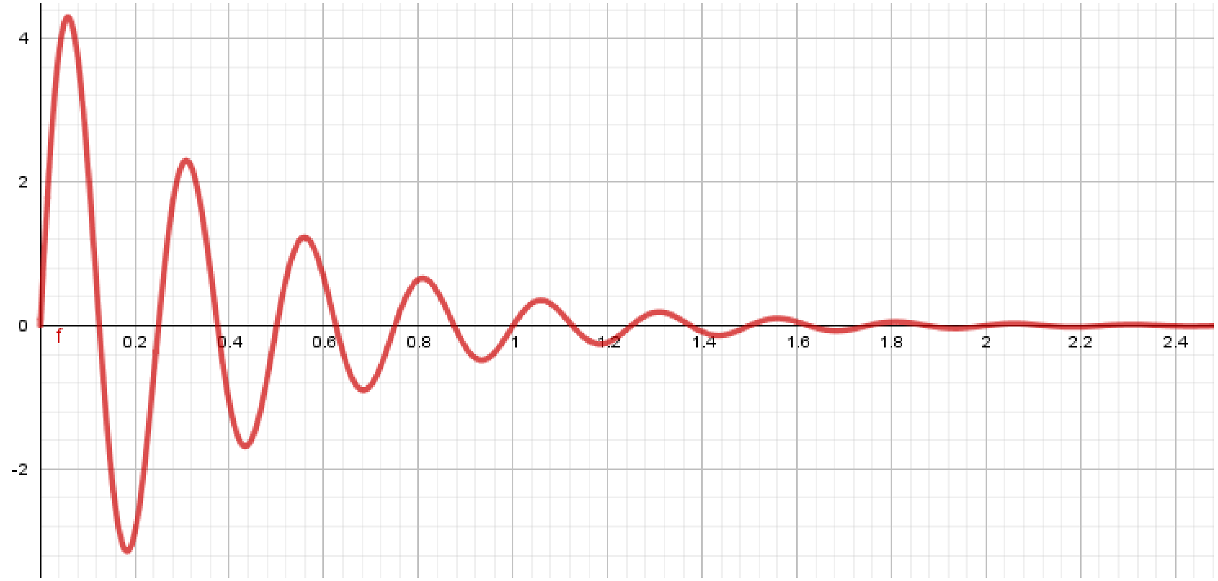
$$\boxed{x(t) = x_{max}(0) \cdot e^{-k \cdot t} \cdot \sin(\omega \cdot t)}$$

Eine gedämpfte harmonische Schwingung wird durch die Gleichung

$$y(t) = 5cm \cdot e^{-k \cdot t} \cdot \sin(8 \cdot \pi \cdot s^{-1} \cdot t)$$

mit der Dämpfungskonstanten k=2,5/s beschrieben.

a) Veranschaulichen Sie den Verlauf dieser gedämpften Schwingung mit dem GTR.



b) Wie groß sind die erste (zweite, dritte, …) maximale Auslenkung?

c) Untersuchen Sie die Abhängigkeit des Verlaufes der Funktion vom Parameter k (Dämpfungskonstante).

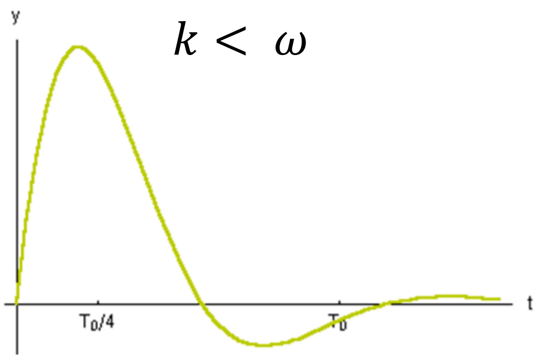
Unterscheidung gedämpfter Schwingungen:

schwache Dämpfung

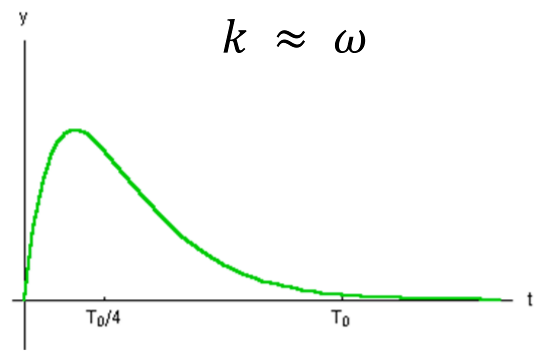
mittele Dämpfung

starke Dämpfung

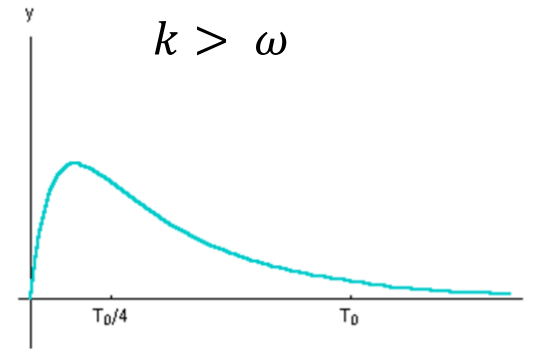
$k < \omega$



$k \approx \omega$



$k > \omega$



Schwingfall

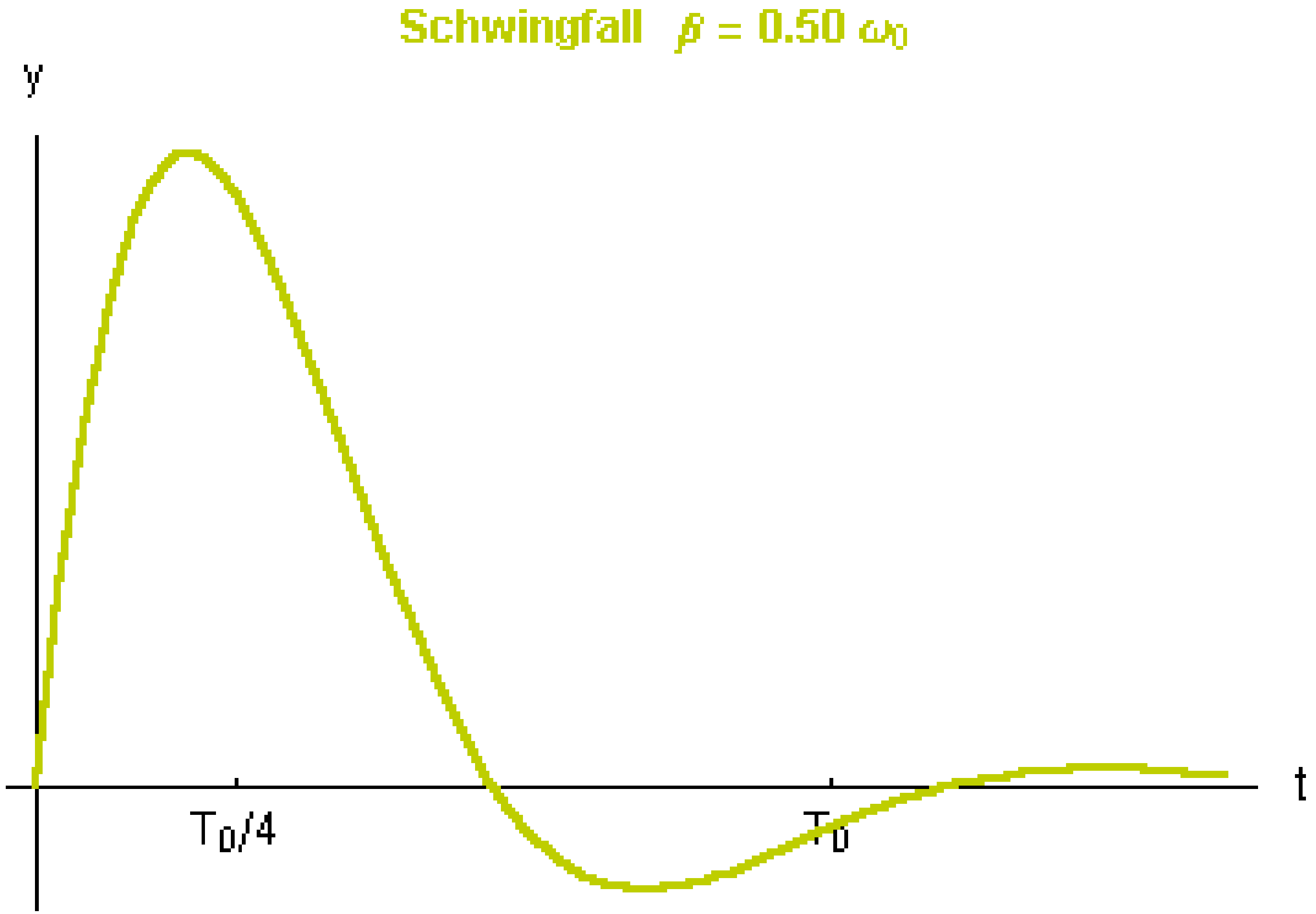
aperiodischer Grenzfall

Kriechfall

$\rightarrow$ Animation

Welchen Einfluss hat die (Reibungs-) Kraft auf zeitlichen Verlauf der Änderung der Amplitude ?

Model-bildung **!**



→ zurück