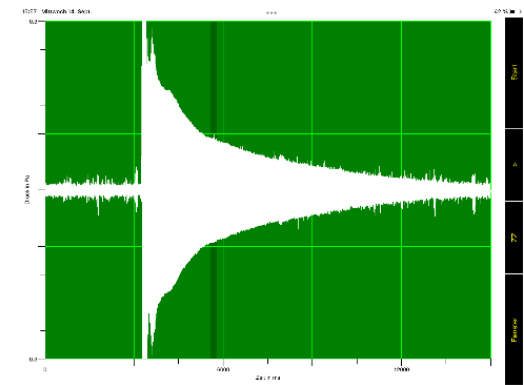
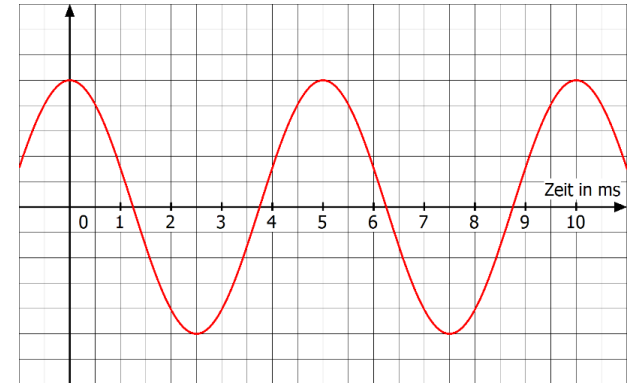
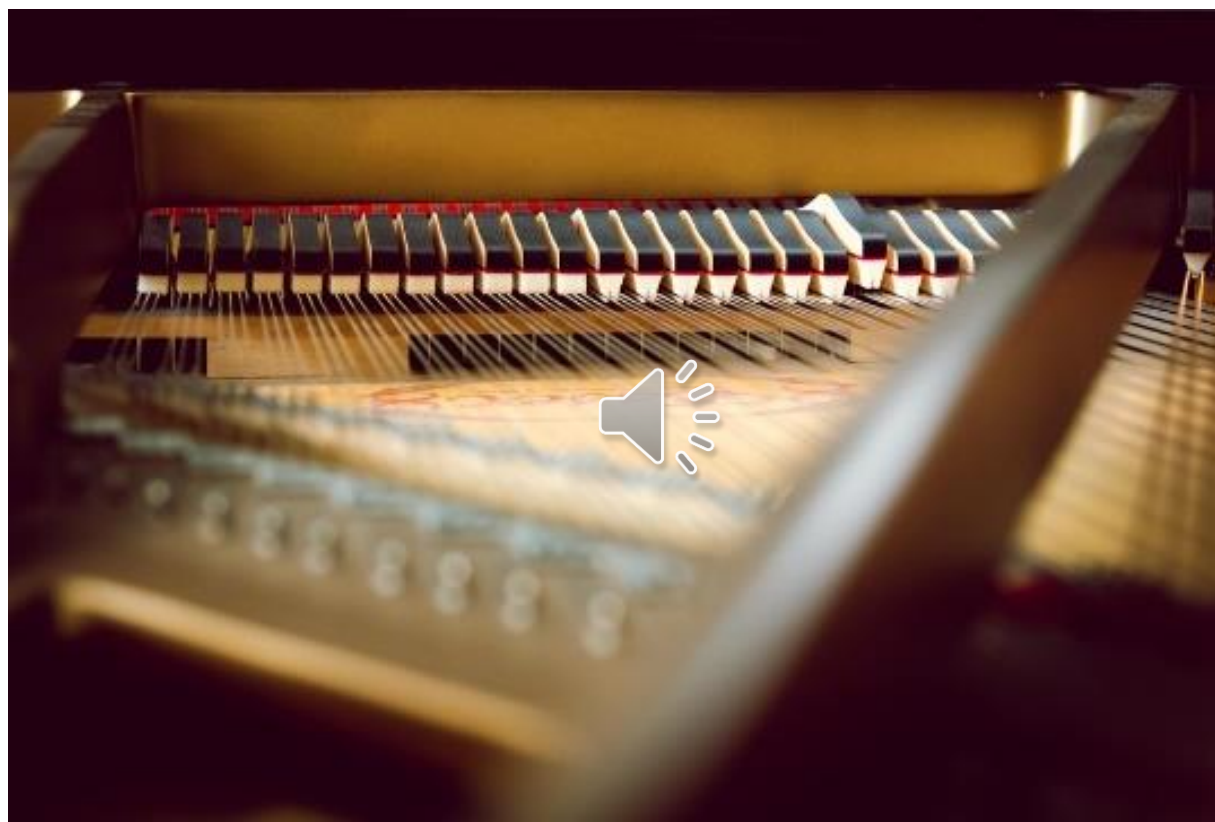


Schwingung einer Klaviersaite

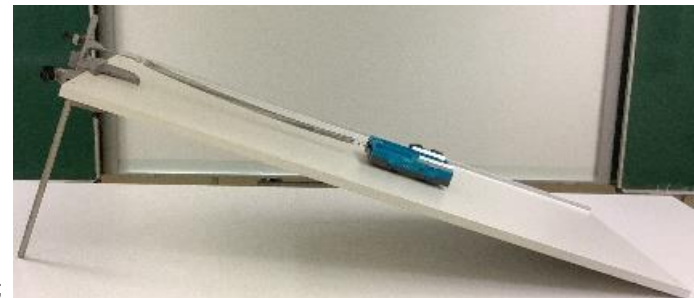


Diskutieren Sie, welches s - t -Diagramm geeigneter ist, um den Ton der Klaviersaite darzustellen

Bildquellen: Klaviersaiten: von [Vlad Vasnetsov](#) auf [Pixabay](#) (27.12.22); s - t -Diagramm, Screenshot Schallanalysator (<https://spaichinger-schallpegelmesser.de/schallanalysator.html>): C.-J. Pardall
Tonaufnahme: C.-J. Pardall

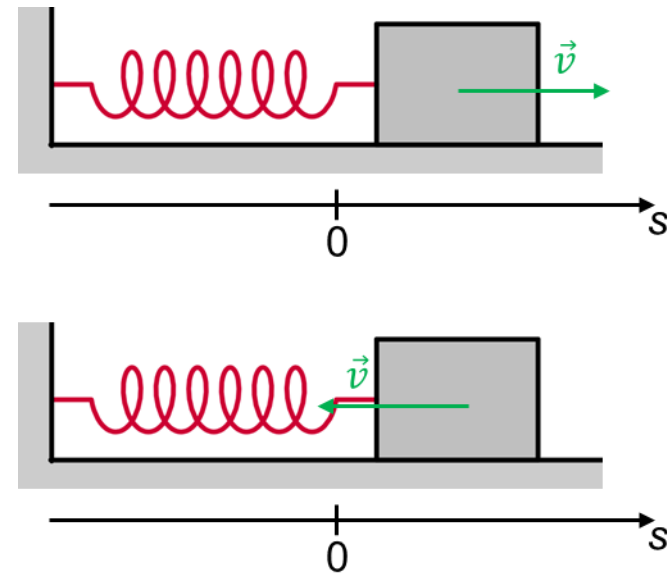
Gedämpfte Schwingung

- Schwingungen sind fast immer gedämpft.
- Die Amplitude ist nicht mehr konstant, sondern nimmt mit der Zeit ab.
- Erklären Sie, wie die Dämpfung jeweils zustande kommt.
- Beschreiben Sie, wovon es abhängt, wie stark die Dämpfung ist.



Gedämpfte Schwingung

- Bei einer gedämpften Schwingung gibt es neben der Rückstellkraft $\vec{F}_{\text{rück}}$ eine Reibungskraft \vec{F}_{R} . Sie wirkt immer entgegen der Bewegungsrichtung.
- Überlegen Sie, welche Richtung $\vec{F}_{\text{rück}}$ und \vec{F}_{R} in den beiden dargestellten Situationen haben. Zeichnen Sie passende Kraftpfeile ein.
- Erstellen Sie entsprechende Zeichnungen für $s < 0$ m.



Gedämpfte Schwingung

- gedämpfte harmonische Schwingung:
 $F(t) = -D \cdot s(t) + F_R$
- Modell: $F_R = -k \cdot v(t)$
- Begründen Sie, warum F_R „automatisch“ die korrekte Richtung hat.
- Erklären Sie physikalische Bedeutung von k .
- Beispiel: Modellierung mit Newton-II

Newton-II Modell: $s' = v; v' = a$

$a = F/m$

Definitionen:
 $F = -D \cdot s - k \cdot v$

Weitere Definitionen:

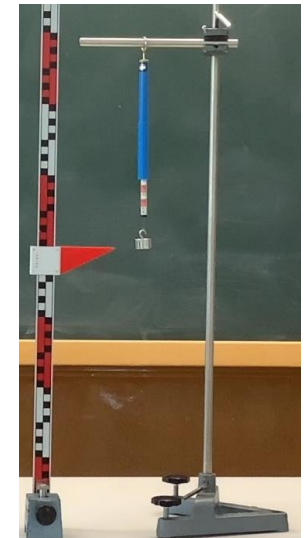
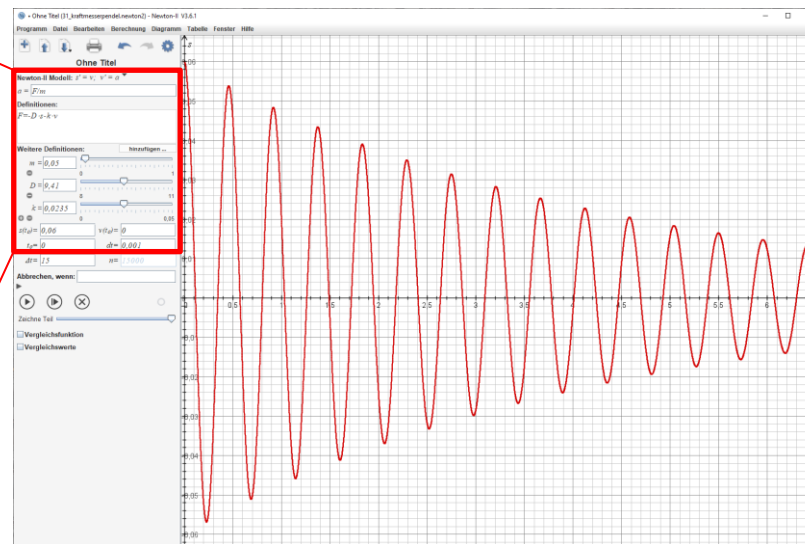
$m = 0,05$

$D = 0,41$

$k = 0,0235$

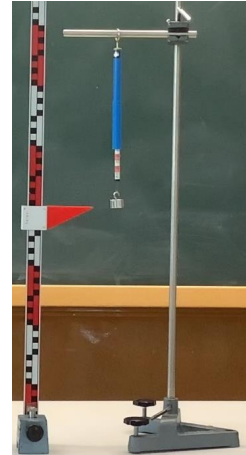
$s(t_0) = 0,06$ $v(t_0) = 0$

$t_0 = 0$ $dt = 0,001$



Gedämpfte Schwingung

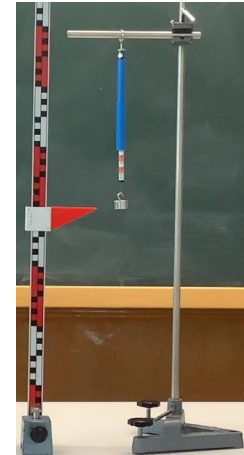
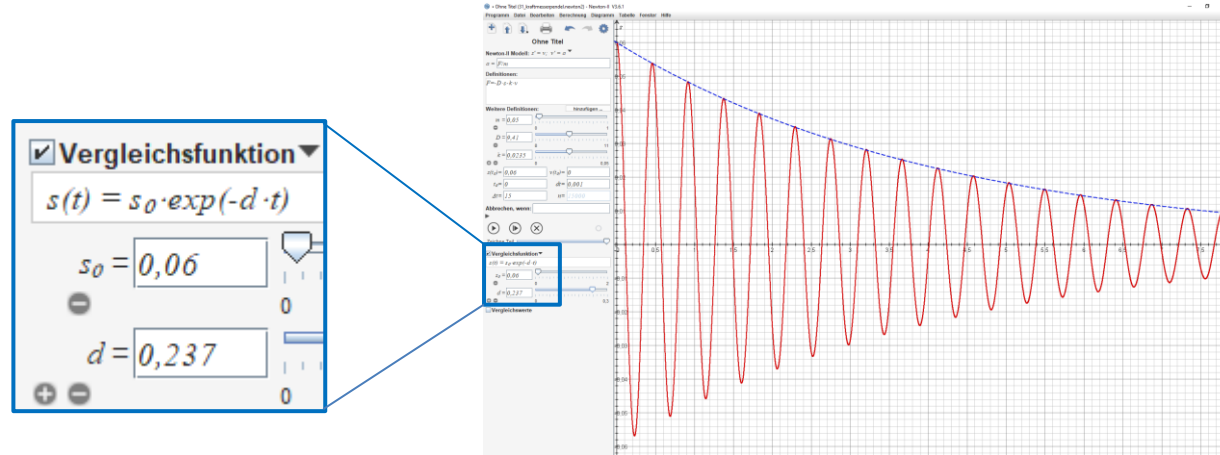
- $F(t) = -D \cdot s(t) - k \cdot v(t)$
- Beschreiben der abnehmenden Amplitude:
 $s(t) = \hat{s} \cdot \cos(\omega \cdot t) \Rightarrow s(t) = \hat{s}_0 \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot t)$
- Geben Sie begründet passende Anfangsbedingungen für die Bewegung an.
- Erklären Sie, welchen Einfluss ein größeres (kleineres) δ auf die Bewegung hat.
Stellen Sie den Zusammenhang zu k aus der Kräftebetrachtung her.



Aber stimmt die Beschreibung überhaupt?

Gedämpfte Schwingung

- Beispiel: Modellierung mit Newton-II

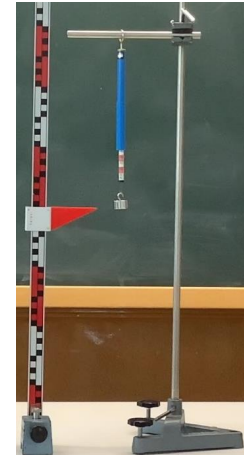
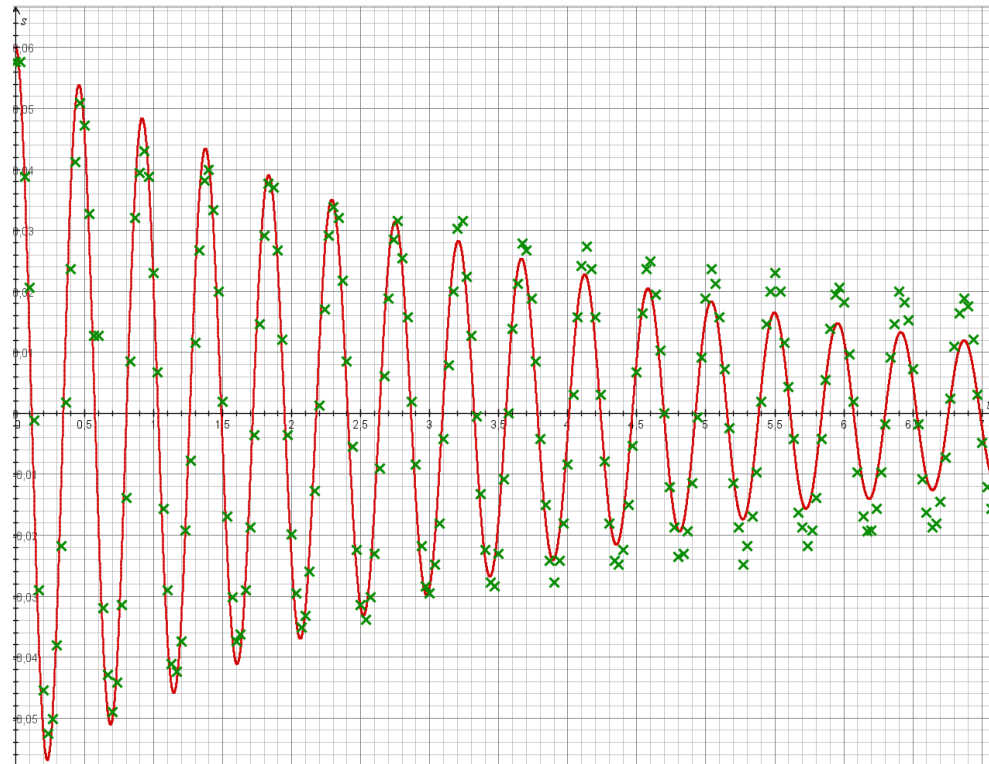


Das gilt allgemein:

Wenn für die Reibungskraft $F_R = -k \cdot v(t)$ gilt, nimmt die Amplitude exponentiell ab, d.h. $\hat{s}(t) = \hat{s}_0 \cdot e^{-\delta \cdot t}$.

Und was sagt die Realität dazu?

Gedämpfte Schwingung



- Vergleichen Sie die **Messwerte** mit der **Modellierung**.
- Begründen Sie, warum die Modellierung trotz der Abweichungen sinnvoll sein kann.