



Lehrplananbindung: 10.2 Die Mechanik Newtons – harmonische Schwingungen

Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

<b>Erkenntnisgewinnung</b>	<i>Fachmethoden wiedergeben</i>	<i>Fachmethoden nutzen</i>	<i>Fachmethoden problembezogen auswählen u. anwenden</i>
<b>Kommunikation</b>	<i>Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten</i>	<i>Geeignete Darstellungsformen nutzen</i>	<i>Darstellungsformen selbstständig auswählen u. nutzen</i>
<b>Bewertung</b>	<i>Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen</i>	<i>Vorgegebene Bewertungen beurteilen u. kommentieren</i>	<i>Eigene Bewertungen vornehmen</i>

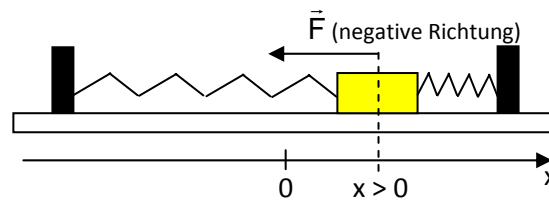
**Aufgabenbeispiel: Federpendel und kleine Schritte**

Bei einer Feder ist die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung  $x$ , die Proportionalitätskonstante ist die Federhärte  $D$ . Es gilt also das Kraftgesetz  $F = - D x$ .

- a) Begründen Sie das Minuszeichen im Kraftgesetz. Fertigen Sie hierzu eine Skizze an.
- b) Erstellen Sie mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms und der Methode der kleinen Schritte eine Simulation für eine Bewegung nach obigem Kraftgesetz. Die Federhärte ist  $D = 30 \text{ N m}^{-1}$ , die Masse  $m = 1,0 \text{ kg}$ . Wählen Sie die Schrittweite  $\Delta t = 0,010 \text{ s}$  und als Startwerte die Geschwindigkeit  $v(t = 0) = 0$  sowie  $x(t = 0) = x_{\text{max}} = 0,10 \text{ m}$ . Belegen Sie durch eine geeignete graphische Darstellung, dass die Masse eine harmonische Schwingung ausführt.
- c) Variieren Sie in der Modellrechnung die Masse des Oszillators zu  $m = 0,25 \text{ kg}$ ,  $0,50 \text{ kg}$ ,  $1,0 \text{ kg}$  und  $2,0 \text{ kg}$ . Entnehmen Sie jeweils dem Diagramm die Schwingungsdauer  $T$ . Erstellen Sie ein  $T^2$ - $m$ -Diagramm und begründen Sie damit die direkte Proportionalität  $m \sim T^2$ .
- d) Zeigen Sie durch Ihre Simulation, dass die Verwendung verschiedener Amplituden nicht zur Änderung der Schwingungsdauer führt.
- e) Begründen Sie ohne Rechnung, dass sich eine Halbierung der Federhärte  $D$  bei gleichbleibender Masse genauso auf die Schwingungsdauer  $T$  auswirkt, wie eine Verdoppelung der Masse bei gleicher Federhärte.

Lösung:

- a) Im Bereich positiver  $x$ -Werte ist die Kraft nach links, als in negative Richtung orientiert. Im Bereich negativer  $x$ -Werte ist sie nach rechts, also in positive Richtung orientiert.



- b) Aus den Diagrammen sind die folgenden Schwingungsdauern zu entnehmen:

$m/\text{kg}$	0,25	0,50	1,0	2,0
$T/\text{s}$	0,57	0,81	1,1	1,6
$T^2/\text{s}^2$	0,32	0,66	1,3	2,6

Das  $T^2$ - $m$ -Diagramm ist eine Ursprungsgerade.

c) -

- d) Es gilt  $F = m a$  bzw.  $a = -\frac{D}{m} x$ . Auf die kinematischen Größen  $x$ ,  $v$  und  $a$  hat also ausschließlich der Quotient  $D/m$  einen Einfluss. Dieser ändert sich bei Verdoppelung von  $m$  in gleicher Weise wie bei Halbierung von  $D$ . Da eine Änderung der Amplitude gemäß Teilaufgabe d keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer hat, ist diese nur von  $D/m$  abhängig.