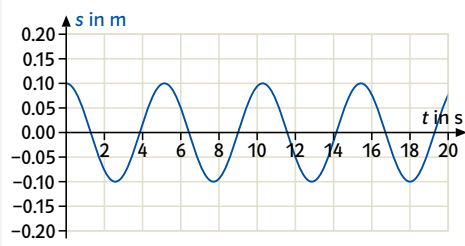


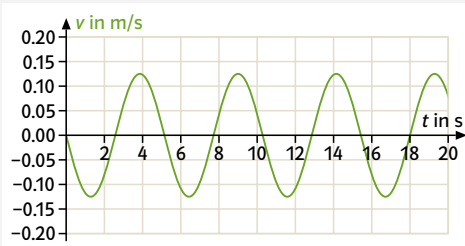
## Modellbildung zur Schwingung eines Federpendels

B5 zeigt das Wirkungsgefüge für die Schwingung eines Federpendels; die schwingende Masse und die Federhärte sind dabei vorgegebene Konstanten. Geschwindigkeit und Auslenkung sind Zustandsgrößen, für die Anfangswerte  $v_0$  und  $s_0$  festzulegen sind. Aus der Federhärte und der momentanen Größe der Auslenkung berechnet sich die Kraft (hier als Hilfsvariable) nach dem Hooke'schen Gesetz. Aus  $F$  und  $m$  ergibt sich die Beschleunigung  $a$  aus der Grundgleichung der Mechanik. Die Beschleunigung  $a$  ergibt jetzt eine Änderung der momentanen Geschwindigkeit  $v$  und diese wiederum bewirkt eine Änderung der Auslenkung  $s$ .

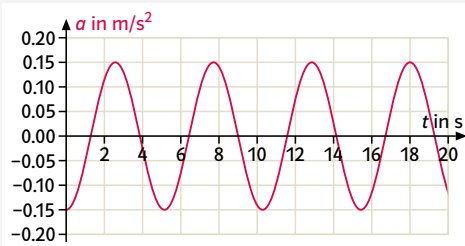
Die zu dieser Schwingung gehörenden  $t$ - $s$ -,  $t$ - $v$ - und  $t$ - $a$ -Diagramme zeigen B1 bis B3.



B1



B2



B3

An den Diagrammen lässt sich ablesen, dass die Beschleunigung immer dann maximal wird, wenn auch die Auslenkung ihren (betrags-

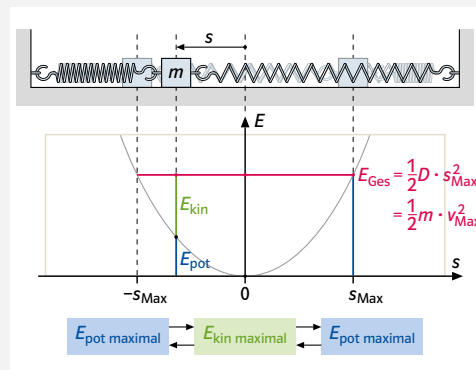
mäßig) maximalen Wert erreicht. Ebenso ist zu erkennen, dass die Geschwindigkeit ihren maximalen Wert beim Durchgang durch die Ruhelage (entspricht der Auslenkung  $s = 0$ ) hat.

Die beschleunigende Kraft ist hier proportional zur Auslenkung; dieser Zusammenhang wird als **lineares Kraftgesetz** bezeichnet. Unterliegt die Bewegung eines schwingungsfähigen Systems einem linearen Kraftgesetz, so spricht man von einem **harmonischen Oszillator**, die zugehörige Bewegung nennt man **harmonische Schwingung**.

**Energiebetrachtungen** Ein Wagen ist wie in B6 zwischen zwei Federn eingespannt und vollführt nach einer Auslenkung eine Schwingung in horizontaler Richtung um seine Ruhelage. Die  $t$ - $s$ -,  $t$ - $v$ - und  $t$ - $a$ -Diagramme haben dann das Aussehen wie in B1 bis B3. Bei dieser Bewegung geschieht ein periodisches Umwandeln von Spannenergie, also potenzieller Energie der Federn in kinetische Energie des Wagens und umgekehrt.

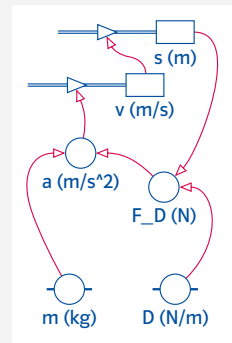
Für die potenzielle Energie bei einer Auslenkung  $s$  erhält man  $E_{\text{pot}} = \frac{1}{2} \cdot D \cdot s^2$  und für die kinetische Energie des Wagens ergibt sich  $E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ . Die potenzielle Energie ist in den Umkehrpunkten maximal, da dort die Auslenkung am größten ist ( $s_{\text{max}}$ ); die kinetische Energie ist zu diesem Zeitpunkt Null.

Beim Durchgang durch die Ruhelage ist dann  $E_{\text{kin}}$  maximal, während  $E_{\text{pot}}$  Null ist. Dazwischen besitzt das System sowohl potenzielle Energie als auch kinetische Energie, jedoch muss nach dem Energieerhaltungssatz die Summe aus diesen Energieformen konstant bleiben ( $\rightarrow$  B4).



B4

## Werkstatt



B5



B6