

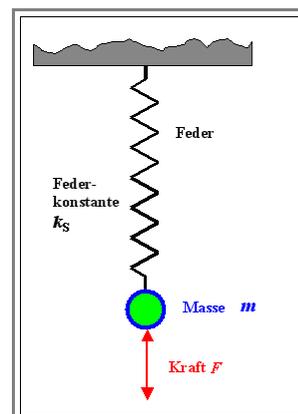
## Übung 2.1-1

### Potential einer Feder und Folgerungen

Gegeben sei eine *klassische* eindimensionale Feder (Dehnung nur in  $x$ -Richtung), an der eine Kraft  $F$  wirken kann, und an die wir ggf. noch eine Masse  $m$  hängen können.

#### Fragenkomplex 1:

- Eine Kraft  $F$  bewirkt eine Auslenkung  $\Delta x$  (relativ zur Position des Federendes bei  $F = 0$ ) in Richtung der Kraft. Wie ist dann sinnvollerweise die Federkonstante  $k_{\text{Fed}}$  definiert?  
*Hinweis:* Eine andere Feder mit der Federkonstanten  $2k_{\text{Fed}}$  würde bei gleicher Kraft nur um  $\Delta x/2$  ausgelenkt werden.
- Wir denken uns jetzt noch die Masse  $m$  angehängt. Die Masse  $m$  ist jetzt durch die Feder an die Decke *gebunden*. Was ist das "Bindungs"potential für die Masse  $m$ ? Rechnung und Graph!
- Ändert sich das Bindungspotential wenn die Decke jetzt in  $x$ -Richtung auch verschiebbar ist, aber wir den Nullpunkt geschickt wählen?
- Die klassische Feder ist vollkommen *elastisch*. Was bedeutet das wohl?  
*Hinweis:* Vergleiche den Abstand Masse  $m$  - Decke im kräftefreien Zustand *vor* und *nach* zwischenzeitlichem Anlegen einer *beliebigen* Kraft  $F$ .
- Zeichne die Kraft  $F$  - Auslenkung  $\Delta x$  Kurve *direkt* aus der Potentialkurve. Wie macht man das?



#### Fragenkomplex 2:

- Wenn wir die Masse  $m$  jetzt um ein (beliebiges)  $\Delta x$  auslenken, und dann loslassen, wird die Masse auf ewige Zeiten eine Schwingung ausführen (weil wir noch keine Dämpfung eingebaut haben).
- Mit welcher Frequenz findet diese Schwingung statt?  
*Hinweis:* Wir machen hier MaWi; keine Physik. Man darf das berechnen, *muss* aber nicht. Nachschauen im Physikbuch ist erlaubt.
  - Welche Energie steckt in der Schwingung?  
Wie kann man sich das **Energieniveau** einer Schwingung mit der Auslenkung  $2\Delta x$  in der Potentialkurve sehr anschaulich darstellen?
  - Die Masse pendelt jetzt zwischen zwei Positionen. Wo ist sie *im Mittel*?  
Wie kann man die Kurve der mittleren Position im Potentialbild einzeichnen?

#### Fragenkomplex 3:

- Eine ideale Feder gibt es in der Wirklichkeit nicht. Ziehen wir sie zu lang, oder stauchen wir sie zu sehr, werden wir Probleme bekommen.
- Skizziere die Potential- und Kraftkurve für eine *reale* Feder, die bei großen und kleinen Auslenkungen sehr viel steifer wird, d.h. ihre Länge trotz weiter zunehmender Kraft kaum mehr ändert. Mache die Übergänge im Potentialbild "weich".
  - Skizziere, nur mal so zum Spaß, die Potentialkurve einer Feder, die beim Zusammendrücken hart und immer härter wird, während sie beim Auseinanderziehen immer *weicher* wird bis  $k_s \rightarrow 0$ .
  - Wie ist das in beiden Fällen jetzt mit der im Oszillator steckenden Energie?  
Kann man das immer noch im Potentialbild leicht sehen?
  - Zeichne ein, wo sich die Masse sich *jetzt* je nach Amplitude im Mittel befinden wird, falls sie hin-und-her schwingt ("oszilliert").

#### Fragenkomplex 4:

Wir machen jetzt das System einfach kleiner - so klein wie es irgendwie geht.

- Die Masse  $m$  ist dann ein Atom. Die "Feder" endet auch nicht mehr an der "Decke", sondern am Nachbaratom. Ändert sich was gegenüber den oben untersuchten Fällen?



Lösung