

3.2 Energie

Vielfach wird die an einem Körper (oder allgemeiner an einem physikalischen System) geleistete Arbeit von diesem gespeichert. Diese gespeicherte Arbeit nennt man **Energie E**. Hat ein Körper Energie, dann kann er selbst Arbeit verrichten. Die Energie E eines Körpers ist so groß, wie die Arbeit, die er verrichten kann.

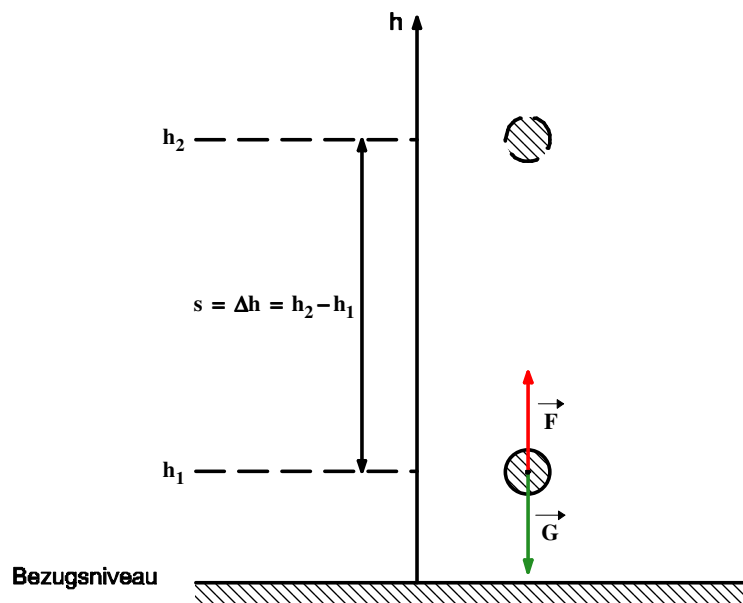
Folgerung : $[E] = 1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$

Energie = gespeicherte Arbeit

Besitzt ein Körper die mechanische Energie E_1 und wird an ihm die Arbeit W verrichtet, dann besitzt er die Energie

$$E_2 = E_1 + W$$

3.2.1 Hubarbeit und potentielle Energie



Beim Heben eines Körpers der Masse m verrichtet die Hubkraft F am System Erde-Körper gegen die Gewichtskraft G die Arbeit

$$W = F \cdot s = F \cdot \Delta h = F \cdot (h_2 - h_1) = m \cdot g \cdot (h_2 - h_1) = m \cdot g \cdot h_2 - m \cdot g \cdot h_1$$

Die am Körper verrichtete Hubarbeit wird von diesem als **Höhenenergie (potentielle Energie) E_p** gespeichert.

Besitzt der Körper in der Höhe h_1 die potentielle Energie E_{pot_1} , dann besitzt er in der Höhe h_2 die potentielle Energie

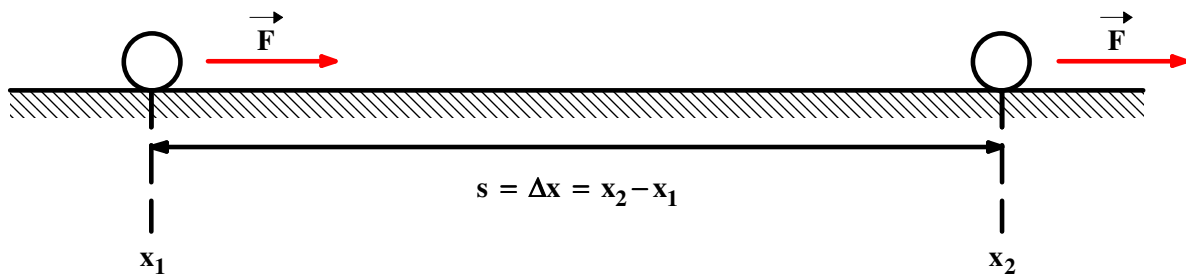
$$E_{\text{pot}_2} = E_{\text{pot}_1} + m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

Setzt man $E_{\text{pot}_1} = 0$ und $h_1 = 0$ und bezeichnet diese Position als Nullniveau, dann gilt

Befindet sich ein Körper der Masse m in der Höhe h über einem gewähltem Nullniveau, dann hat das System Erde - Körper die *potentielle Energie*

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

3.2.2 Beschleunigungsarbeit und kinetische Energie



Eine äußere Kraft \vec{F} beschleunige einen Körper der Masse m entlang der Wegstrecke $s = \Delta x$ von der Geschwindigkeit v_1 auf die Geschwindigkeit v_2 .

Für die Beschleunigungsarbeit W_a gilt dann

$$W_a = F \cdot s = F \cdot \Delta x = m \cdot a \cdot \Delta x$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2 \cdot a \cdot \Delta x \Rightarrow a \cdot \Delta x = \frac{1}{2} v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2 \text{ eingesetzt ergibt}$$

$$W_a = m \cdot \left(\frac{1}{2} v_2^2 - \frac{1}{2} v_1^2 \right) = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_1^2$$

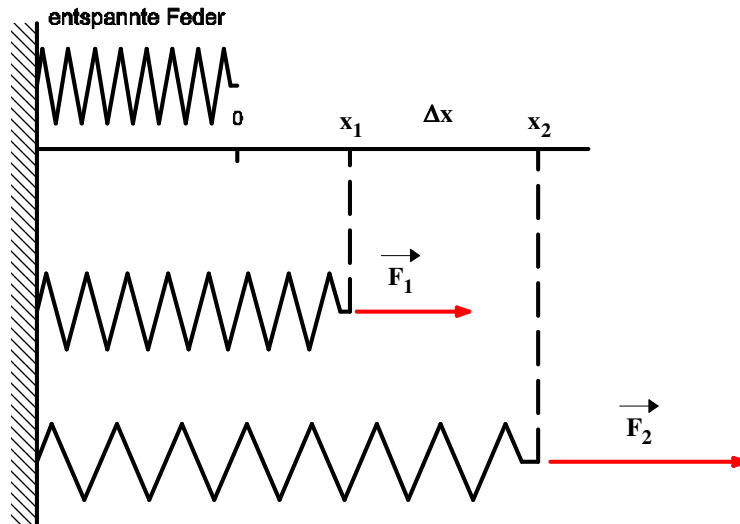
Die Beschleunigungsarbeit an einem Körper wird als kinetische Energie gespeichert

$$W_a = E_{\text{kin}_2} - E_{\text{kin}_1}$$

Die *kinetische Energie* eines Körpers der Masse m und der Geschwindigkeit v beträgt

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m v^2$$

3.2.3 Arbeit an einer Feder und potentielle Energie der Elastizität



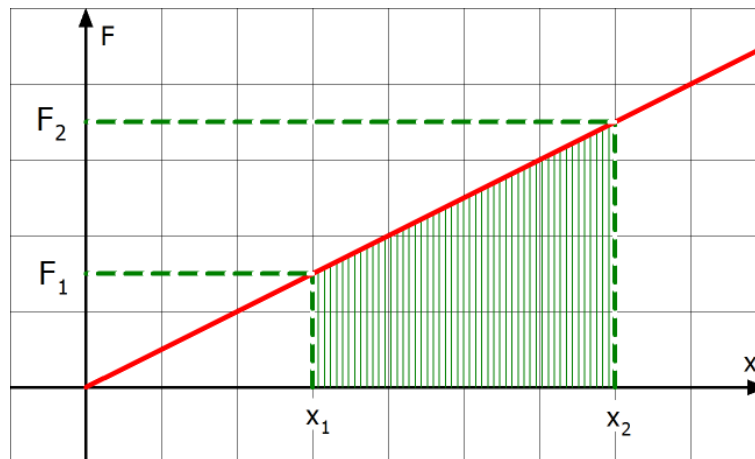
Weg-Kraft-Diagramm

Gilt für die Feder das Hooke'sche Gesetz, dann sind Kraft und Dehnung x proportional zueinander und es ist

$$F = D \cdot x$$

D ist die Federhärte. Es gilt $[D] = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 0,01 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$.

Das Kraft-Weg-Diagramm ist eine Halbgerade durch den Nullpunkt.



Wird eine Feder von der Auslenkung x_1 auf die Auslenkung x_2 gedehnt, dann wird die Arbeit

$$W_{el} = \frac{F_{el1} + F_{el2}}{2} \cdot (x_2 - x_1) = \frac{D \cdot x_1 + D \cdot x_2}{2} \cdot (x_2 - x_1) = \frac{D}{2} \cdot (x_2^2 - x_1^2) = \frac{1}{2} D \cdot x_2^2 - \frac{1}{2} D \cdot x_1^2$$

an der Feder verrichtet.

Die elastische Verformungsarbeit wird als potentielle **Energie der Elastizität** E_{elast} gespeichert. Ist die Feder um die Strecke x gedehnt, dann beträgt ihr potentielle Energie der Elastizität

$$E_{\text{elast}} = \frac{1}{2} D \cdot x^2$$

3.2.4 Energieerhaltung

Kräfte, die zwischen den Teilen eines physikalischen Systems wirken, heißen **innere Kräfte**. Kräfte, die von Körpern außerhalb auf das physikalische System wirken, nennt man **äußere Kräfte**. Ein System heißt **abgeschlossen**, wenn nur innere Kräfte wirken.

Bewirken in einem physikalischen System die inneren Kräfte nur eine Umwandlung der drei mechanischen Energieformen d.h. tritt keine Reibung auf, dann gilt der **Energieerhaltungssatz der Mechanik** :

Die Gesamtenergie hat zu jeder Zeit den gleichen Wert : $E_1 = E_2$

Kräfte, die die mechanische Energie erhalten, heißen **konservative Kräfte**.

Bemerkungen :

- Man bezeichnet Reibungskräfte deshalb auch als **nichkonservative Kräfte**..
- Verrichten Teile des Systems zwischen den Zuständen 1 und 2 die Reibungsarbeit W_R , dann gilt der erweiterte Energieerhaltungssatz der Mechanik :

$$E_1 = E_2 + W_R$$
