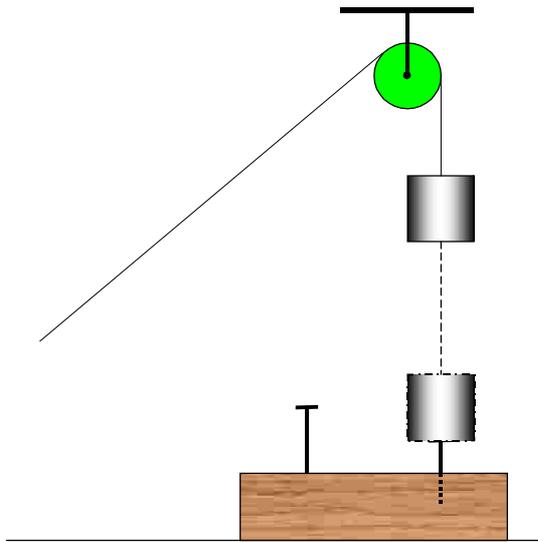


# Arbeit und Energie

## 1. Versuch

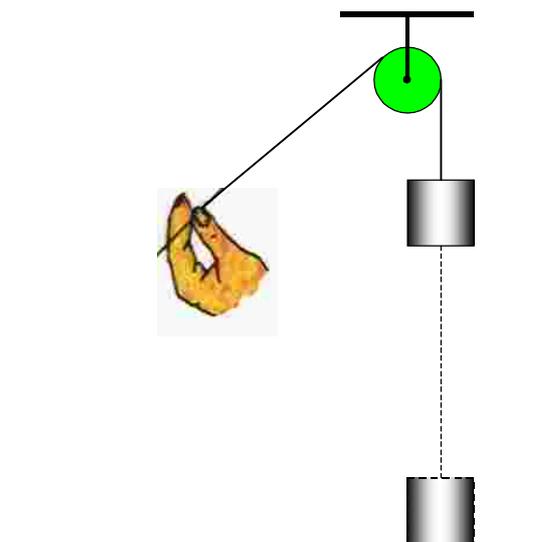


Mit einer festen Rolle heben wir einen Körper der Masse 1 kg um 1 m hoch. Dann lassen wir ihn senkrecht auf einen Nagel fallen, der leicht in einem Holzbrett steckt.

Beobachtung : **Durch die Wucht des fallenden Körpers wird der Nagel ins Brett geschlagen.**

Beim Hochziehen verrichten wir am Körper eine Arbeit von  $10 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 10 \text{ Nm}$ . Diese Arbeit ist im hochgezogenen Körper gespeichert. Wir sagen : der Körper hat eine Lageenergie von 10 Nm. Beim Herunterfallen gibt er diese Energie wieder ab, indem er selbst Arbeit verrichtet : er schlägt den Nagel ein.

## 2. Versuch



Mit einer festen Rolle heben wir einen Körper der Masse 1 kg um 1 m hoch. Dann lassen wir ihn langsam wieder hinunter, indem wir die Schnur mit den Fingern bremsen.

Beobachtung : **Es wird heiss zwischen den Fingern.**

Beim Hochziehen verrichten wir am Körper eine Arbeit von  $10 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 10 \text{ Nm}$ . Diese Arbeit ist im hochgezogenen Körper gespeichert. Wir sagen : der Körper hat eine Lageenergie von 10 Nm. Beim Herunterfallen gibt er diese Energie wieder ab, indem er selbst Arbeit verrichtet : er zieht das Seil zwischen unseren Fingern hindurch. Durch die Reibung entsteht Wärme. So wird die Lageenergie des Körpers umgewandelt in Wärmeenergie.

Aufgabe : Nenne Situationen aus dem Alltag, wo folgende Energieumwandlungen vorkommen :

Arbeit	in Lageenergie	<b>Klettern, Bergsteigen, Skilift</b>
Lageenergie	in Arbeit	<b>Stausee, Schafot, Herunterfallen</b>
Arbeit	in Wärmeenergie	<b>Reibung, Bremsen, Bohren</b>
Wärmeenergie	in Arbeit	<b>Dampflokomotive, Verbrennungsmotor</b>
Lageenergie	in Wärmeenergie	<b>Föhn</b>
Wärmeenergie	in Lageenergie	<b>Heissluftballon, Motorflugzeug, Rakete</b>

MERKE :

- Unter **Energie** verstehen wir die Fähigkeit, Arbeit zu leisten oder etwas zu erwärmen.  
**Energie = gespeicherte Arbeit**
- Die Einheit der Energie ist  $1 \text{ Nm} = 1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ Ws}$  (Wattsekunde).
- Bei jeder Arbeitsverrichtung findet ein **Energieaustausch** statt :  
Im Idealfall nimmt der bearbeitete Körper genau so viel Energie auf wie der arbeitende abgibt. Energie verschwindet nie sondern wandelt sich höchstens in eine schlecht fassbare Form um.
- Ein hochgezogener Körper hat gegenüber der Erde **Lageenergie**.  
Für sie gilt :

$$\begin{aligned} \text{Lageenergie} &= \text{Hubarbeit} = \text{Gewicht} \cdot \text{Höhendifferenz} \\ E_{\text{Lage}} &= W_{\text{Hub}} = G \cdot \Delta h \\ [\text{Nm}] &= [\text{Nm}] = [\text{N}] \cdot [\text{m}] \end{aligned}$$

Aufgabe 1 Welche Lageenergie gewinnt ein Schüler ( $m = 40 \text{ kg}$ ), wenn er sich an einer Kletterstange  $5 \text{ m}$  hocharbeitet ?

$$E_{\text{Lage}} = W_{\text{Hub}} = G \cdot \Delta h = 400 \text{ N} \cdot 5 \text{ m} = \underline{2'000 \text{ Nm}} = \underline{2'000 \text{ J}} = \underline{2'000 \text{ Ws}}$$

Aufgabe 2 Wieviel Energie „verliert“  $1 \text{ kg}$  Regenwasser, welches aus  $1000 \text{ ü.M.}$  auf Therwil ( $306 \text{ m ü.M.}$ ) hinunterfällt ?

$$E_{\text{Lage}} = G \cdot \Delta h = 10 \text{ N} \cdot 694 \text{ m} = \underline{6'940 \text{ Nm}}$$

Antwort : Das Wasser verliert keine Energie, sondern wandelt pro  $1 \text{ kg}$  rund  $7'000 \text{ Nm}$  Lageenergie in Wärmeenergie um.

Aufgabe 3 Wieviel Lageenergie hat eine Bewohnerin ( $m = 65 \text{ kg}$ ) im obersten Stockwerk ?

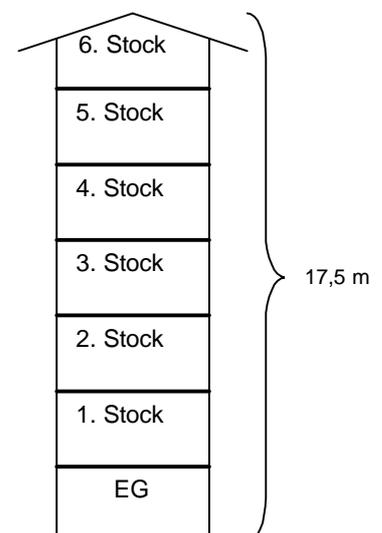
$$E_{\text{Lage}} = G \cdot \Delta h = 650 \text{ N} \cdot 15 \text{ m} = \underline{9'750 \text{ Nm}}$$

Aufgabe 4 Wieviel Arbeit kostet es einen Bewohner ( $m = 80 \text{ kg}$ ), vom 2. in den 5. Stock hochzusteigen ?

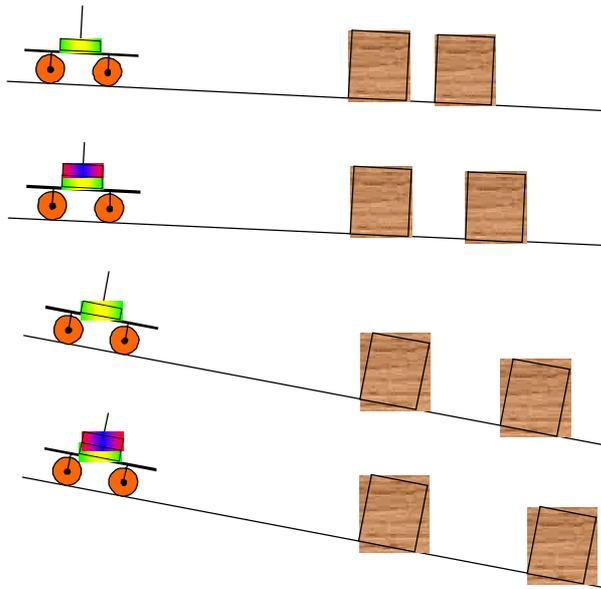
$$W_{\text{Hub}} = G \cdot \Delta h = 800 \text{ N} \cdot 7,5 \text{ m} = \underline{6'000 \text{ Nm}}$$

Aufgabe 5 Wieviel Arbeit leistet eine Person ( $m = 60 \text{ kg}$ ), wenn sie 2 volle Einkaufstaschen à  $10 \text{ kg}$  in den 4. Stock hochträgt ?

$$W_{\text{Hub}} = G \cdot \Delta h = 800 \text{ N} \cdot 10 \text{ m} = \underline{8'000 \text{ Nm}}$$



### 3. Versuch



Wir lassen einen Experimentierwagen eine schiefe Ebene hinunterrollen und gegen einen Holzklotz prallen. Wovon hängt die Wucht des Wagens ab ?

Feststellung : **Der Holzklotz wird umso weiter verschoben, je mehr Masse der Wagen hat und je schneller er ins Hindernis hineinrast.**

Erklärung : Der rollende Wagen wandelt seine Lageenergie um in Bewegungsenergie. Beim Aufprall befähigt ihn seine Bewegungsenergie, Verschiebungsarbeit am bremsenden Holzklotz zu leisten.

MERKE : Ein bewegter Körper hat **Bewegungsenergie** (= **kinetische Energie**). Sie ist umso grösser,

- je grösser seine Masse und
- je grösser seine Geschwindigkeit ist.

Es gilt :  $E_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2}$

$E_{kin}$	Bewegungsenergie	Nm
$m$	Masse	kg
$v$	Geschwindigkeit	m/sec

$$Nm = \frac{kg \cdot m^2}{sec^2} = \frac{kg \cdot m \cdot m}{sec^2}$$

Aufgabe 6 Welche Bewegungsenergie steckt in einem Autofahrer ( $m = 80 \text{ kg}$ ), der mit  $120 \text{ km/h}$  unterwegs ist ?

$$v = \frac{120 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{100'000 \text{ m}}{3'600 \text{ sec}} = 33,3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

$$E_{kin} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{80 \cdot 33,3 \cdot 33,3 \text{ kgm}^2}{2 \text{ sec}^2} = \underline{\underline{44'444,4 \text{ Nm}}}$$

Antwort : Der Autofahrer hat eine Bewegungsenergie von rund **45'000 kNm**.