ENERGIE

Was ist Energie?
Wozu dient sie?
Probleme?

Gliederung

- Historische Entwicklung des Energiebegriffs
- Gesetz von der Erhaltung der Energie
- Energie und Arbeit
- kinetische und potentielle Energie
- Energieentwertung
- Anwendungen

Historische Entwicklung des Energiebegriffs

- "Energie" = "Enérgeia„ (griechisch), deutsch: "Wirksamkeit".
- Aristoteles (384-322 v.Chr.): Wirkkraft, durch die Mögliches in Seiendes übergeht
- Leibniz (1686): Vorstellungen von kinetischer und potenzieller Energie, ohne Begriff „Energie" zu verwenden
- Joule, Meyer, Helmholtz (1842-47): Energieerhaltungssatz, Energie = lebendige Kraft
- Kelvin, Rankine (1851-52): Energie als eigenständiger Begriff, Abgrenzung vom Kraftbegriff
- Einstein (1905): Masse-Energie-Beziehung

Quellen: http://ingo.exphysik.uni-leipzig.de/energie/begriff.html
http://leifi.physik.uni-muenchen.de/web_ph08_g8/geschichte/01energiebegriff/energiebegriff.htm

Energieerhaltungssatz

- Energie kann nicht neu entstehen oder verloren gehen. Sie kann nur von einem Körper auf einen anderen übertragen oder von einer Energieform in andere umgewandelt werden.
- Mechanik: In einem abgeschlossenen System ist die Summe aus potentieller und kinetischer Energie konstant:
  $E_{pot} + E_{kin}$ = konstant

Perpetuum mobile

- Ein **Perpetuum Mobile** (lat. das „ununterbrochen Bewegliche") ist eine Maschine, die (einmal in Gang gesetzt) ständig Arbeit verrichtet ohne dass ihr Energie zugeführt wird.

Beispiele:

- Ein Wasserrad pumpt Wasser nach oben. Dieses fließt wieder nach unten und treibt das Wasserrad an.
- Ein Akkumulator bringt eine Lampe zum Leuchten. Das Licht wird in einem Fotoelement aufgefangen und erzeugt elektrischen Strom, der seinerseits den Akkumulator wieder auflädt.

MyVideo Geo

Arbeit und Energie

- Mechanische Energie ist die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu verrichten.
- FZ.: E Einheit: J
- Die Energie ist eine Zustandsgröße.
- Sie kennzeichnet das Arbeitsvermögen eines Körpers.
- Durch Arbeit kann einem Körper Energie zugeführt werden.
  $W = \Delta E$
  $\Rightarrow$ Durch Berechnung der Arbeit kann ermittelt werden, wie viel Energie dem Körper dabei zugeführt wird.

Mechanische Arbeit

- Mech. Arbeit wird verrichtet, wenn ein Körper durch eine Kraft bewegt oder verformt wird.
- Formelzeichen: W
- Einheit: J (1J = 1 Nm)
- Gleichung: $W = F \cdot s$
  (F = konstant, Kraft in Wegrichtung)
- Die Arbeit ist eine skalare Prozessgröße.

7
© Doris Walkowiak

Leistung

- Die Leistung gibt an, wie schnell Arbeit verrichtet wird.
- FZ: P   Einheit: W   Gleichung: $P = W/t$

8
© Doris Walkowiak

Arten der Arbeit

- Hubarbeit: $W = F_G \cdot h = m \cdot g \cdot h$
- Beschleunigungsarbeit: $W = \frac{1}{2} m \cdot v^2$
  Herleitung: $W = m \cdot a \cdot s = m \frac{v}{t} \frac{a}{2} t^2 = m \frac{v}{t} \frac{v}{2} t = \frac{1}{2} m v^2$
- Reibungsarbeit: $W = F_R \cdot s = \mu \cdot F_N \cdot s$
- Federspannarbeit: $W = ½ \cdot F \cdot s = ½ \cdot D \cdot s^2$

9
© Doris Walkowiak

Arten der Energie

- Potentielle Energie
  (Lageenergie, Energie der elastischen Verformung): $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$
- Kinetische Energie
  (Bewegungsenergie): $E_{kin} = ½ m \cdot v^2$
- Federspannenergie: $E_{Sp} = ½ \cdot D \cdot s^2$

Arbeit und Energie

Energiebilanz beim Skifahrer

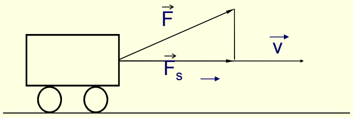
10
© Doris Walkowiak

Berechnung der Arbeit

Kraft in Wegrichtung, F = konstant:

$W = F * s$

Kraft nicht in Wegrichtung, F = konstant:



$F_s = F \cdot \cos \alpha$ F_s ... Kraftkomponente in Wegrichtung

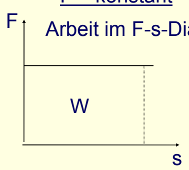
$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$ F = konstant

11
© Doris Walkowiak

Berechnung der Arbeit

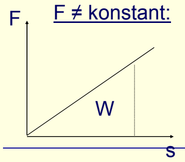
F = konstant

Arbeit im F-s-Diagramm:



$W = F \cdot s$

F ≠ konstant:



z. B. Federspannarbeit

$W = \frac{F}{2} \cdot s$

12
© Doris Walkowiak

Entwertung von Energie

- umgangssprachlich: „Energieverbrauch“
- Umwandlung in nicht nutzbare Energieformen, z. B. thermische Energie bei Reibung

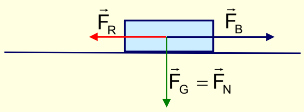
→ Wirkungsgrad

- Reibungsarbeit: $W = F_R \cdot s$ $\quad F_R = \mu \cdot F_N$

Reibungskraft

- Reibung ist ein bewegungshemmender Vorgang. Die Reibungskraft ist demnach der Bewegungsrichtung entgegengesetzt.
  Es gilt: $\mathbf{F_R = \mu \cdot F_N}$
- μ ... Reibungszahl
- F_N ... Normalkraft (senkrecht zur Berührungsfläche wirkende Kraft)
- Man unterscheidet Haft-, Gleit-, Roll- und Flüssigkeitsreibung.
- Es gilt: $\mu_{Haft} > \mu_{Gleit} > \mu_{Roll} > \mu_{Flüss}$

Waagerechte Oberfläche

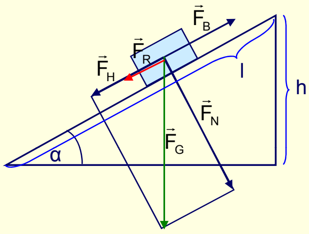


F_R … Reibungskraft
F_B … Beschleunigungskraft
F_G … Gewichtskraft
F_N … Normalkraft

$F_{Zug} = F_B + F_R \qquad F_R = \mu \cdot F_N \qquad F_B = m \cdot a$

Beispiel:
Ein Holzschrank (m = 40 kg) wird auf einem Holzfußboden mit konstanter Geschwindigkeit geschoben. Wie groß ist die dafür notwendige Kraft?
Wie groß ist die Kraft, wenn er zunächst mit 0,5 m/s² beschleunigt wird?

Kräfte an der geneigten Ebene



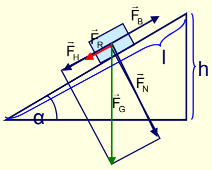
F_R … Reibungskraft
F_B … Beschleunigungskraft
F_G … Gewichtskraft
F_N … Normalkraft
F_H … Hangabtriebskraft
l … Länge der gen. Ebene
h … Höhe der gen. Ebene

$$\frac{F_H}{F_G} = \frac{h}{l}$$

$F_H = F_G \cdot \sin\alpha \qquad F_R = \mu \cdot F_N$

$F_N = F_G \cdot \cos\alpha$

Kräfte an der geneigten Ebene



ohne Reibung:

(v = konstant oder v = 0)

→$F = F_H$

(a = konstant)

→ $F = F_H + F_B$

mit Reibung:

(v = konstant oder v = 0) → $F = F_H + F_R$

(a = konstant) → $F_{Zug} = F_B + F_H + F_R$

Aufgaben

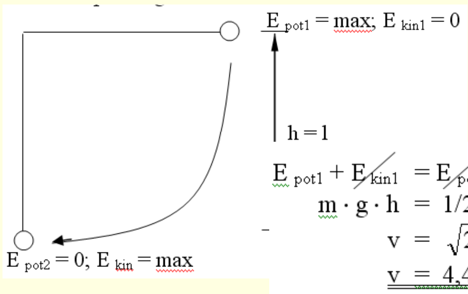
1. Ein Holzschrank (m = 40 kg) wird auf einem Holzfußboden mit konstanter Geschwindigkeit geschoben. Wie groß ist die dafür notwendige Kraft?
   Wie groß ist die Kraft, wenn er zunächst mit 0,5 m/s² beschleunigt wird?
2. Ein Körper der Masse 40 kg wird auf einer horizontalen Fläche (Gleitreibungszahl μ = 0,25) 10 s lang beschleunigt und legt dabei einen Weg von 20 m zurück. Berechnen Sie die dabei verrichtete Arbeit unter Berücksichtigung der Reibung!
3. Ein Pkw bremst innerhalb von 4 s von 80 km/h auf 20 km/h ab. Wie viel thermische Energie wird über die Bremsen abgegeben?

Aufgaben

3. Auf einer geneigten Ebene aus Holz (α = 35°) ruht ein Holzklotz mit der Masse 200 g. Zeichnen Sie die Kräftebilanz! (Reibung mit berücksichtigen!)

   Wie groß muss eine an dem Klotz parallel zur Ebene nach oben angreifende Kraft mindestens sein, damit der Klotz nicht nach unten rutscht? *(0,16 N)*

Lösen von Aufgaben mittels Energieerhaltungssatz der Mechanik



$$E_{pot1} + \cancel{E_{kin1}} = \cancel{E_{pot1}} + E_{kin2}$$
$$m \cdot g \cdot h = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$
$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot 1}$$
$$\underline{\underline{v = 4{,}4\ ms^{-1}}}$$

Lösen von Aufgaben mittels Energieerhaltungssatz der Mechanik

- Endgeschwindigkeit beim freien Fall

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

- Höhe beim senkrechten Wurf nach oben

$$h = \frac{v_0^2}{2g}$$

- Endgeschwindigkeit beim waagerechten Wurf

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h}$$

Aufgaben: siehe Word-Dokument

Anwendungen

- Energieumwandlungen beim Sport
- Energiegewinnung