

Arbeit und Energie

Arbeit

Wenn eine Kraft F auf einen Körper einwirkt und ihn dabei ein Stück Weg bewegt, so wird Arbeit verrichtet.

D.h.

Mechanische Arbeit = Kraft mal Weg (jeder Art von Weg)

$$W = F * s$$

$$[W] = N * m = \frac{kg * m}{s^2} * m = J$$

Arbeit wird in Joule (J) angegeben.

Dabei ist Arbeit eine ungerichtete Größe. Die Richtung hat keinen Einfluss auf den Betrag

Energie

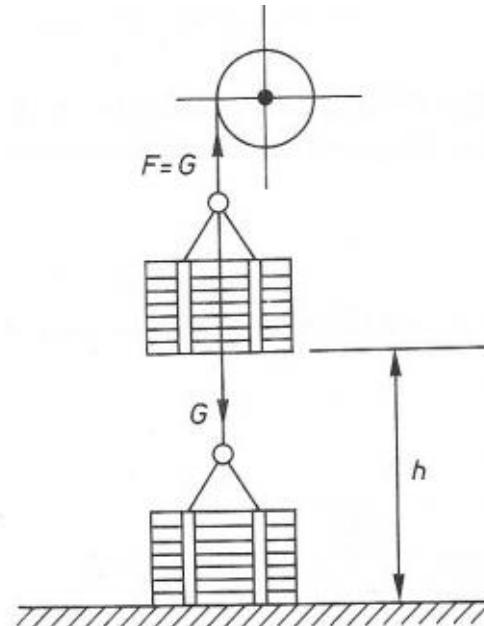
Um Arbeit zu verrichten, benötigen wir Energie. Gespeicherte Arbeit wird als Energie bezeichnet. Energie entsteht nicht von selbst – sie kann nicht gewonnen werden, noch geht sie verloren – sie wird umgewandelt.

Zwei Arten von mechanischer Energie sind dabei zu unterscheiden:

- Lageenergie oder potentielle Energie und
- Bewegungsenergie oder kinetische Energie

Lageenergie/potentielle Energie

Soll ein Körper in die Höhe h gehoben werden, muss die Gewichtskraft G überwunden werden. Somit muss eine gleichgroße Kraft F , die der Gewichtskraft entgegengerichtet ist, aufgewendet werden.



Hubarbeit = Kraft mal Weg = Gewichtskraft mal Hubhöhe
$$W_p = F * s = G * h = m * g * h$$

Lageenergie/potentielle Energie

Beispiel:

1 Ring NYM-J 5x1,5mm² wiegt 9 kg und wird 2,5 m gehoben.
Wie groß ist die gespeicherte Energie (Körpergewicht 85kg)?

$$W_p = (9 \text{ kg} + 85 \text{ kg}) * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2,5 \text{ m}$$

$$W_p = \frac{\text{kg} * \text{m}}{\text{s}^2} * \text{m} = \text{Nm} = \text{J}$$

$$W_p = 2305 \text{ Nm} = 2305 \text{ J}$$

Zum Vergleich: 100 ml Cola – ca. ½ Glas enthalten 180 kJ.

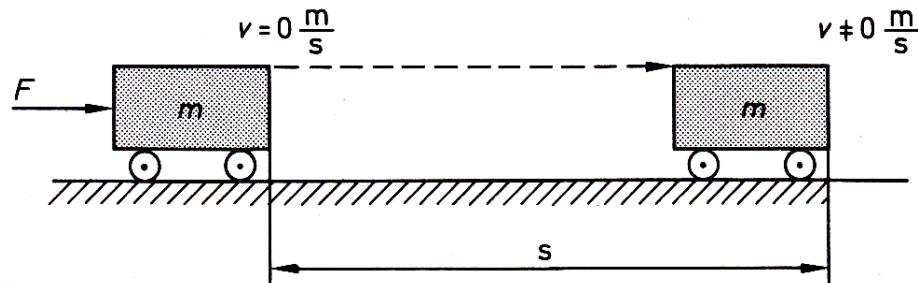
Bewegungsenergie/kinetische Energie

Um einen Wagen zu beschleunigen und damit auf eine bestimmte Geschwindigkeit zu bringen, muss Arbeit aufgewendet werden.

Auch wenn keine Kraft mehr auf den Wagen einwirkt, rollt er weiter, denn im rollenden Wagen ist Energie gespeichert.

Es gilt:

$$W_k = \frac{1}{2} * m * v^2$$



Auch die kinetische Energie hat die Einheit Joule (J).

Bewegungsenergie/kinetische Energie

Beispiel:

Ein Personenwagen hat eine Masse $m = 1000\text{kg}$ und wurde auf eine Geschwindigkeit $v = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ beschleunigt.

Wie groß ist seine kinetische Energie?

$$\begin{aligned}W_k &= \frac{1}{2} * m * v^2 = \frac{1}{2} * 1000\text{kg} * \left(50 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 \\&= \frac{1}{2} * 1000\text{kg} * \left(13,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 96605 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^2}\end{aligned}$$

$$W_k = 96605 \text{J}$$

Leistung

Leistung

Die innerhalb einer bestimmten Zeit verrichtete Arbeit wird als Leistung P bezeichnet.

Leistung = Arbeit pro Zeit

$$P = \frac{W}{t}$$

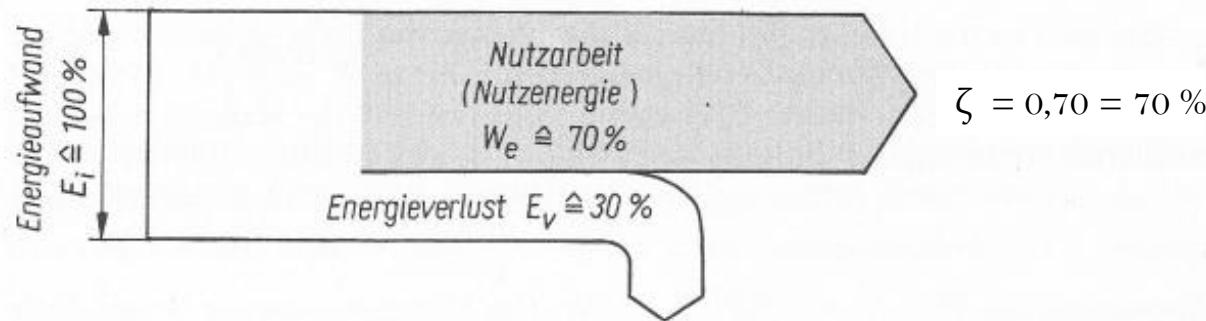
$$[P] = \frac{Nm}{s} = \frac{J}{s} = \frac{Ws}{s} = W$$

Nutzungsgrad / Arbeitsgrad

(Energie- / Arbeitsverhältnis)

Nutzungsgrad

Bei jeder **Energieumwandlung** treten Verluste auf. Der Nutzungsgrad ζ gibt an, wie effektiv gearbeitet wird.



Der Nutzungsgrad stellt das Verhältnis der von einer Anlage/Maschine verrichteten Nutzarbeit W_N zum Energieaufwand E_A dar.

ζ = Zeta

Nutzungsgrad

Daraus folgt:

$$\text{Nutzungsgrad: } \zeta = \frac{\text{Nutzarbeit}}{\text{Energieaufwand}} = \frac{W_N}{E_A} = < 1$$

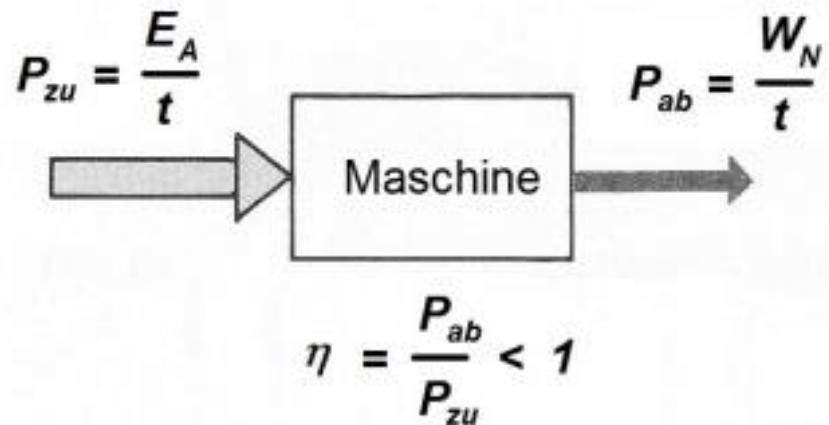
ζ ist eine Zahl < 1 und wird häufig in Prozent angegeben.

Wirkungsgrad

(Leistungsverhältnis)

Wirkungsgrad

Bei Arbeitsmaschinen wird der Wirkungsgrad η als abgegebene Leistung P_{ab} und die aufgewendete Leistung als zugeführte Leistung P_{zu} bezeichnet.



Wirkungsgrad

Daraus folgt:

$$\text{Wirkungsgrad: } \eta = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{aufgewendete Leistung}} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = < 1$$

η ist eine Zahl < 1 und wird häufig in Prozent angegeben.

Wirkungsgrad

Sind mehrere Maschinen miteinander gekoppelt, dass die Nutzarbeit der vorhergehenden Maschine den Energieaufwand für die nachfolgende Maschine liefert, so ist der Gesamtwirkungsgrad η_G der Anlage gleich dem Produkt der Einzelwirkungsgrade der Maschinen:

$$\eta_G = \eta_2 * \eta_1 * \dots \eta_n$$

