

## Der Energieerhaltungssatz

Der Energieerhaltungssatz (EES) beschreibt die Tatsache, dass Energie, im Gegensatz zur umgangssprachlichen Ausdrucksweise,

- **nicht verbraucht**, sondern
- nur von **einer** Energieform in die **andere umgewandelt** werden kann.

Ein Beispiel aus den Kindertagen – zurück auf den Spielplatz (-; Du kletterst die Leiter auf der Rutsche hoch und rutschst dann, oben angekommen, wieder herunter.

Welche Energieumwandlung passiert dabei?

Sicher hast du dich das auch schon mit 5 Jahren gefragt – daher heute die Antwort:

1. Ausgangsenergie ist die **potentielle Energie**  $W_{pot}$ .  
Sie berechnet sich, persönlich gesehen, aus deiner Masse  $m$ , der Höhe der Leiter über Grund  $h$  sowie der Erdbeschleunigung  $g$ .

$$W_{pot} = m g h$$

2. Unten angekommen wurde die Potentielle Energie in **Bewegungsenergie** oder kinetische Energie  $W_{kin}$  (und in der Realität auch in **Reibungswärme**) umgewandelt.  
Diese berechnet sich aus der Masse und der Geschwindigkeit:

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

Wir betrachten nun, der Einfachheit halber, den Vorgang verlustfrei, also ohne Reibung. In diesem Fall ist die Bewegungsenergie, unten angekommen, genauso groß wie die Potentielle Energie beim Start, oben auf der Rutsche.

Der Ansatz sieht dann so aus, dass die beiden Energien gleichgesetzt werden:

$$W_{pot} = W_{kin} \rightarrow m g h = \frac{1}{2} m v^2$$

Will man nun z.B. wissen, wie schnell man unten ist, löst man die Gleichung nach der gesuchten Größe, in diesem Fall der Geschwindigkeit  $v$ , auf und erhält:

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

### ✂ Aufgaben:

1. Berechne die Geschwindigkeit, die du (mit Masse  $m$ ) auf einer (verlustfreien) Rutsche erreichen kannst, die 3m über Grund steht. (7,67m/s)
2. Falls du je auf die dumme Idee gekommen wärst, das zu versuchen:  
Berechne die theoretische Aufprallgeschwindigkeit bei einem Sprung aus 5m Höhe in m/s und km/h. (9,9m/s bzw, 35km/h, Luftwiderstand vernachlässigt)



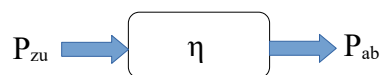
Lösung der Aufgaben 1 und 2:

## Was ist bei Berechnungen, bei dem der EES zur Anwendung kommt, zu beachten?

1. Sollen Leistungen  $P$  im Zusammenhang mit Energien/Arbeit  $W$  berechnet werden, kommt noch der Faktor Zeit  $t$  dazu – bekannte Grundformel:

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

2. Sind Wirkungsgrade  $\eta$  von Systemen angegeben, so müssen diese natürlich bei der Energieumwandlung berücksichtigt werden.



Nach der bekannten Formel  $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$  bzw.  $\frac{W_{ab}}{W_{zu}}$  folgt  $P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta}$  und  $W_{zu} = \frac{W_{ab}}{\eta}$ .

In Worten: Je „schlechter“ das System, d.h. je niedriger der Wirkungsgrad, desto mehr Eingangsleistung  $P_{zu}$  oder Energie  $W_{zu}$  muss hineingesteckt werden.

3. Bei mehreren (2... n) „hintereinander geschalteten“ Teilsystemen werden, wie bekannt, die Einzelwirkungsgrade miteinander **multipliziert**, um den Gesamtwirkungsgrad zu erhalten (**nicht addieren!**).

$$\eta_{ges} = \eta_1 * \eta_2 * \dots * \eta_n$$



## Der Energieerhaltungssatz

### ✂ Aufgabe:

Ein Elektroauto fährt bergab. Der Motor arbeitet dabei als Generator und lädt die Batterie auf (sogenannte Rückladung, Rekuperation). Wirkungsgrad der Rekuperation: 80%.

Der Höhenunterschied bergab beträgt 350m, das Fahrzeug hat eine Masse von 1,5t.

Die Fahrt bergab dauert 10 Minuten.

Markiere alle Angaben und Berechne:

- die Energie, die der Batterie dabei zugeführt wird. (4,120MWh)
- die durchschnittliche Ladeleistung. (6867W)

Im Tal angekommen, geht es wieder bergauf. Berechne

- wie weit das Auto theoretisch mit der rückgeladenen Energie wieder hinauf fahren könnte, also den möglichen damit erreichbaren Höhenunterschied. (252m)  
Der Wirkungsgrad des Gesamtsystems beträgt dabei 90%.
- Fertige eine prinzipielle Skizze des Vorgangs an (Darstellung des Höhenprofils mit allen Energie/Leistungsangaben und Ergebnissen).

