

## Arbeit, Leistung, Energie

Wird ein Körper gegen eine auf ihn wirkende Kraft um ein Wegstück verschoben, so wird *Arbeit* verrichtet. Sie ist (im physikalischen Sinne) definiert als das Produkt aus dem zurückgelegten Wege  $s$  und der Kraftkomponente  $K_s$  in der Wegrichtung:

$$A = \vec{K} \cdot \vec{s} = K_s s.$$

In dieser etwas vereinfachten Formulierung ist vorausgesetzt, daß die Kraft längs des Weges konstant bleibt. Hebt man ein Gewicht von 10N um 1 m, so hat man eine Arbeit von 10J (Joule) verrichtet; herbei handelt es sich um Verschiebungsarbeit gegen die Schwerkraft..

Als Maßeinheit der Arbeit dient neben dem oben erwähnten Joule vor allem die Kilowattstunde (kWh). Für die Umrechnung gilt: 1kWh=3600000J. Aus der Beziehung kann man ersehen, welch gewaltiger Arbeitsvorrat uns durch den elektrischen Strom ins Haus geliefert wird.

Je kleiner die Zeitspanne ist, in der eine bestimmte Arbeit verrichtet wird, desto größer ist die *Leistung*. Diese ist in der Physik als der Quotient aus der Arbeit  $A$  und der dazu verwendeten Zeit  $t$  definiert:

$$L = \frac{A}{t}$$

Auch diese Formulierung ist etwas vereinfacht: Es wird vorausgesetzt, daß die Arbeit  $A$  während der Zeit  $t$  konstant ist. Wird ein Gewichtsstück in einer Sekunde (1 s) um 1 m gehoben, so beträgt die Leistung 10J/Sekunde (J/s). Die Leistung 75 J/s wird in der Technik als eine Pferdestärke (PS) bezeichnet. Weitere Maßeinheiten der Leistung sind das Watt (W) und das Kilowatt (kW): 1kW=1000W=735PS. Wenn ein Mann, der 75 kg wiegt, eine Treppe hinaufläuft, so daß er pro Sekunde 1 m Höhe gewinnt (das entspricht etwa 6 bis 7 Treppenstufen), so leistet er 1 PS. Eine solche Leistung ist für den Menschen jedoch nur kurzfristig möglich (Dauerleistung: 1/10 bis 1/7 PS).

Zum Heben ein Gewichtsstück, von Lage I, ist eine bestimmte Arbeit aufgewendet, die nun ihm durch seine erhöhte Lage II als "Arbeitsvorrat" aufgespeichert ist. Man sagt, der Körper hat eine höhere *potentielle Energie* (Energie

der Lage) als bevor. Die Potentielle Energie  $E_{pot}$ , die ein auf die Höhe  $h$  gehobener Körper vom Gewicht  $G$  besitzt, ist gleich der Arbeit, die zum Anheben erforderlich war also

$$E_{pot} = Gh = mgh .$$

Kehrt er wieder in die Lage I zurück, so vermag er auch die gleiche Arbeit zu verrichten, die vorher an ihm geleistet wurde. Wird ein Körper der Masse  $m$  aus der Ruhelage auf eine bestimmte Geschwindigkeit  $v$  gebracht, so wird ebenfalls Arbeit (gegen die Trägheitskraft, gegen das Beharrungsvermögen). In ihm ist daher auch ein bestimmter Vorrat an Arbeitsfähigkeit gespeichert, den man als *kinetische Energie*  $E_{kin}$  (Energie der Bewegung) bezeichnet.

Zwischen  $E_{kin}$ ,  $m$  und  $v$  gilt die Beziehung

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

Hieraus ist ersichtlich, daß sich z.B. bei Verdopplung der Geschwindigkeit eines Kraftfahrzeuges die “Wucht” bei einem Aufprall vervierfacht (Quadrat der Geschwindigkeit!)

### **Wortschatz**

<b>Aufprall, -e, m.</b>	<b>ciocnire violentă</b>
Beharrungsvermögen, -, f.	proprietatea de inerție
Ersichtlich	evident, clar
Pferdestärke, -, f.	cal putere
Umrechnung	conversie
Verdoppelt	dublat
Vervierfacht	împătrit
Vorrat, - räte, m.	cantitate, stoc (înmagazinat)
Wucht, - en, f.	forță, vigoare, tărie
zurückgelegt	parcurs

### **Synonyms**

Aufprall, m. = Zusammenstoß, m. = Zusammenprall, m. = Kollision, f. = Karambolage, f.

ersichtlich = offensichtlich = eindeutig = evident = augenfällig = deutlich = klar

**Trägheit, f. = Beharrung, f. (defectiv de plural)**

### **Hausaufgaben**

**Übersetzen sie ins Rumänische:**

Als Maßeinheit der Arbeit dient neben dem Meterkilopond (mkp) vor allem die Kilowattstunde (kWh), das Erg (erg) und das Joule (J). Für die Umrechnung gilt:  $1\text{kWh}=367098\text{mkp}$ ,  $1\text{mkp}=9,81\text{J}$ ,  $1\text{J}=10^7\text{erg}$ . Mit 1 kWh könnte man 367098 kp um ein Meter heben.

Nach der oben gegebenen Definition stimmt der physikalische Begriff der Arbeit nicht vollständig der Übereinstimmung, der im täglichen Leben oder in der Volkswirtschaft üblich ist. Ein Mensch, der mit waagrecht ausgestrecktem Arm ein schweres Gewicht einige Zeit hält, wird dies als Anstrengung, als Arbeit empfinden – im physikalischen Sinne wird hierbei jedoch keine Arbeit verrichtet.

### Übersetzen sie ins Deutsche:

Lucrul mecanic efectuat de o forță asupra unui corp se poate transforma în energie cinetică sau energie potențială. La rândul lor, energiile cinetice și potențiale se pot transforma unele în altele. Transformarea are loc integral numai dacă nu există frecări, în caz contrar o parte din energie se transformă în căldură. Puterea mecanică se definește ca fiind raportul dintre lucrul mecanic efectuat de o forță asupra unui corp și timpul în care a acționat acea forță.

### Lösen Sie

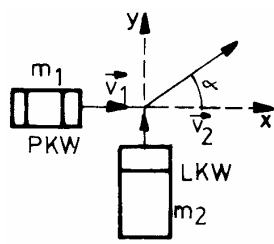
1. Zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$  hängen, an den beiden Enden eines Seiles, das über einen Speichenrad (Radius R) gelegt ist. Die Masse m des Rades sei gleichmäßig in seiner (sehr dünnen) Felge (Radkranz) konzentriert. Welche Beschleunigung a wirkt auf die beiden Massen, wenn sie sich in Bewegung setzen? (die Seilmasse soll vernachlässigt werden)

2. Eine Punktmasse m bewege sich am Ende einer Schnur reibungsfrei in einer horizontalen Ebene auf einem Kreis mit dem Radius  $r_0$  mit der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ . Man ermittle:

- $\omega(r)$ , wenn m langsam in das Zentrum gezogen wird.
- die dabei verrichtete Arbeit W.
- die Änderung der kinetischen Energie.

3. In welcher Höhe steht ein Satellit immer über dem gleichen Punkt über dem Äquator (geostationär)? ( $M_E = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ,  $\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg s}^2}$ ).

4. a) Wie lautet das Schwerepotential entlang der Verbindungslinie von Erde und Mond?  
 b) Man skizziere dieses Potential?  
 c) Für welchen Abstand vom Erdmittelpunkt verschwindet die Schwerebeschleunigung für einen Satelliten?  
 d) Welche Mindestenergie ist einem Satelliten (Masse  $m_s$ ) auf der Erdoberfläche ( $r = r_E$ ) unter Vernachlässigung der Rotation von Erde und Mond zuzuführen, damit er zum Mond gelangen kann?
5. Eine Feder wird um  $x_0 = 5\text{cm}$  zusammengedrückt. Beim Entspannen beschleunigt sie einen Stein der Masse  $10\text{ kg}$ . Welche Geschwindigkeit erreicht der Stein? (Federkonstante  $c = 1,962 \cdot 10^3\text{ N/m}$ )
6. Eine Stahlkugel ( $m = 0,1\text{ kg}$ ) fällt aus der Höhe  $h = 0,5\text{ m}$  auf eine Stahlplatte, wo sie völlig elastisch reflektiert wird. Wie groß ist die mittlere Stosskraft  $F$ , wenn die Stosszeit  $t = 0,08\text{ msec}$ . beträgt?
7. Zwei Massen  $m_1$  und  $m_2$  stoßen unelastisch zusammen, wobei  $m_2$  von dem Stoss in Ruhe war. Welcher Teil  $Q$  der Kinetischen Energie geht dabei verloren?
8. Ein Auto mit waagrecht Dachfläche  $A = 3\text{ m}^2$  gerät in einen Regen, bei dem in Mittel  $n = 100\text{ Tropfen/m}^2\text{s}$  auftreffen mit einer mittleren Masse von  $1\text{ g}$  und einer mittleren Geschwindigkeit  $v = 100\text{ km/h}$ . Welche Kraft wirkt auf das Dach?
9. Ein Körper der Masse  $m = 1000\text{ kg}$  stößt auf einem gleichschweren ruhenden Körper. In beiden wird nach dem völlig unelastischen Stoss eine Temperaturerhöhung von  $10^0\text{C}$



gemessen. Wie groß war die Geschwindigkeit von dem Stoss? (Wärme der Körper:  $c = 2\text{MJ/kg K}$ )

10. Ein Auto von  $1000\text{ kg}$  Masse stoße bei einer Geschwindigkeit von  $60\text{ km/h}$  auf einer Kreuzung mit einem Lastwagen von  $4000\text{ kg}$ , der mit  $30\text{ km/h}$  fährt, im rechten Winkel zusammen. Die zusammenhängenden Wracks kommen nach  $10\text{ m}$  zur Ruhe. Man berechne die Größe und die Richtung der konstanten Reibungskraft, die Wracks abbremst.

### Fragen zur Konversation

Definieren Sie die Arbeit!

Was bezeichnet man durch Pferdestärke (PS)?

Wie definieren Sie die Energie der Lage?

Wie definieren Sie die Energie der Bewegung?

Wann ist möglich eine komplette Umwandlung der potentialen Energie in kinetische Energie?