

WIRKUNGSGRAD

FRANZ LEMMERMEYER

Der Wirkungsgrad eines technischen Geräts gibt an, wie gut es die aufgewendete Energie verarbeitet. Eine Glühbirne beispielsweise ist dazu da, Licht zu erzeugen. Dazu lässt man einen elektrischen Strom durch den sehr dünnen Draht der Glühbirne fließen; der Strom hitzt den Draht so sehr auf, dass er zu glühen beginnt und Licht abgibt. Der Großteil der Energie geht aber in Wärmeenergie über. In der Tat wird mehr als 95 % der Energie, die eine Glühbirne verbraucht, als Wärmeenergie abgegeben, und nur zwischen 1 % und 5 % als sichtbares Licht. Man sagt auch, dass der *Wirkungsgrad* einer Glühlampe maximal 95 % beträgt.

Allgemein ist der Wirkungsgrad das Verhältnis von nutzbarer zu aufgewendeter Energie (meist ausgedrückt in Prozent).

James Watt hat die Dampfmaschine zwar nicht erfunden, aber ihren Wirkungsgrad verbessert. Seine Maschine erreichte zum Schluss einen Wirkungsgrad von gerade einmal 3 %: „nur“ 3 % der Wärmeenergie in seiner Dampfmaschine konnten also in Bewegungsenergie (der sich bewegenden Zylinder) verwandelt werden; heutige Dampfmaschinen kommen immerhin auf 15 %.

- (1) Ein Arbeiter zieht über eine feste Rolle Ziegelsteine 15 m hoch. Je Ladung befördert er 30 kg Steine und braucht eine halbe Minute.

Berechne für jede Ladung die aufzuwendende Energie und die Leistung.

- (2) Im Mikrowellengerät (Leistung 700 W) wird ein Tellergericht in 1,5 min erhitzt.

Wie viel Energie wird dafür gebraucht?

- (3) Eine Pumpe mit der Leistung 2,0 kW soll 8000 Liter Wasser 5,0 m hoch pumpen.

a) Wie lange dauert das mindestens?

*) Wie lange dauert das, wenn der Wirkungsgrad der Pumpe 80 % beträgt?

- (4) Ein klassisches Rätsel.

Du stehst allein im Keller – außer Dir ist niemand im Haus. An der Wand befinden sich drei Schalter, die in der Stellung „Aus“ stehen. Du weißt, dass über diese drei Schalter drei Lampen im ersten Stock angeschaltet werden. Dummerweise hast Du keine Ahnung, welcher Schalter mit welcher Lampe verbunden ist.

Du darfst nur ein einziges Mal aus dem Keller hoch in den ersten Stock steigen.

Wie findest Du die richtige Zuordnung?

HINWEISE

- (1) Energie $E = mgh$. Leistung $P = \frac{E}{t}$.
- (2) Leistung $P = 700 \text{ W}$, Zeit $t = 1,5 \text{ min}$. Die Formel $P = \frac{E}{t}$ nach E auflösen und Einsetzen (Achtung Falle: die Zeit in Sekunden umwandeln!)
- (3) Man muss 8000 Liter Wasser 5 Meter hoch pumpen. Dazu muss man Energie (Lageenergie $E_L = mgh$) aufwenden. Wir kennen den Ortsfaktor g und die Höhe h . Für die Masse muss man wissen, dass 1 Liter Wasser (bei $4,3^\circ \text{ C}$) eine Masse von 1 kg hat – so hat man das Kilogramm vor mehr als 200 Jahren festgelegt. Berechne jetzt die Energie, die man aufwenden muss. (Antwort: 392 kJ)

Jetzt kennen wir die aufzuwendende Energie ($E = 392 \text{ kJ}$) und die Leistung ($P = 2 \text{ kW}$). Die Formel $P = \frac{E}{t}$ stellen wir dann nach t um und setzen ein (am besten in J und W rechnen; wenn man Energie in kJ und die Leistung in kW angibt, kommt aber für t dasselbe raus, weil sich der Faktor 1000 (für das k) rauskürzt). (Antwort: 3 min 16 s).

*) Wenn der Wirkungsgrad nur 80 % beträgt, dann wird nur 80 % der aufgewendeten Energie zum Hochpumpen des Wassers benutzt – der Rest geht verloren.

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis von nutzbarer Energie E_N und aufgewendeter Energie E_A ; es gilt also $E_N/E_A = 0,8$ (wegen $80 \% = 0,8$), oder $E_N = 0,8E_A$. Wir brauchen 392 kJ, um das Wasser hochzuheben; weil der Wirkungsgrad nur 80 % ist, müssen wir dafür mehr Energie aufwenden, nämlich $E_A = \frac{E_N}{0,8} = 490 \text{ kJ}$. Damit dauert die ganze Sache länger, nämlich ($t = \frac{E}{P}$) fast 5,5 Minuten.

- (4) Denke an den schlechten Wirkungsgrad der Glühbirne.