Technologie 12	Aufgaben zur Energieberechnung	FOS/BOS KF Ebert

1. Wie viel Energie ist 1kWh? Schätzen Sie erst die Ergebnisse bevor Sie rechnen!
1.1 Wie lange kann damit eine Energiesparlampe mit 15 W betrieben werden?
1.2 Wie hoch lässt sich damit 1 t heben?
1.3 Wie viel Liter Wasser können damit von 8 °C zum Sieden gebracht werden?

2. Jemand lässt zweimal täglich beim Zähneputzen unnötigerweise das Warmwasser länger laufen als nötig, was einen Warmwasserverbrauch von zwei Liter pro Tag ergibt. Das Wasser wird elektrisch von 8 °C auf 35 °C aufgeheizt.
2.1 Wie viele Kilowattstunden Energie müssen für diese Unachtsamkeit im Laufe eines Jahres aufgebracht werden?
2.2 Wie hoch sind die zusätzlichen jährlichen Energiekosten bei einem Strompreis von 12 Cent/kWh?
2.3 Wie viel Kilogramm Steinkohle müssen dafür in einem Kohlekraftwerk verheizt werde, wenn der Wirkungsgrad 30 % beträgt?
2.4 Wie lange könnte man sich mit der an einem Tag durch das Warmwasser verschwendete Energie die Zähne mit einer elektrische Zahnbürste putzen, wenn diese eine elektrischen Leistung von 15 W hat?

3. Auf einem Elektroherd steht ein Kochtopf mit 5,0 l Wasser, das eine Temperatur von 15 °C hat. Die Platte gibt eine Leistung von 2,5 kW an den Topf ab und heizt das Wasser auf eine Temperatur von 95 °C auf.
3.1 Berechnen Sie die Energie die dem Wasser zugeführt werden muss.
3.2 Berechnen Sie die Zeit für diesen Aufheizvorgang, wenn man von Wärmeverlusten am Topf absieht.
3.3 Für den Heizvorgang zeigt der Stromzähler einen Energieverbrauch von 0,50 kWh. Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Herdes.

4. Ein Pumpspeicherkraftwerk hat zwischen seinen beiden Becken einen Höhenunterschied von 400 m. Der Wirkungsgrad der Rohrleitung ist 90 %, der von Turbine und Generator beträgt 85 %.
Bei der Stromerzeugung ist das Kraftwerk 4,0 Stunden in Betrieb, hierbei sinkt der Wasserspiegel des oberen Becken (Fläche 23 km²) um 6 cm.
4.1 Wie groß ist die erzeugte elektrische Energie?
4.2 Welche Leistung hat das Kraftwerk?
4.3 Wie viel elektrische Energie wird benötigt um das Wasser wieder hoch zupumpen?
4.4 Wie lange wird das Hochpumpen dauern, wenn die gleiche Leistung zur Verfügung steht?
4.5 Welchen Gesamtwirkungsgrad hat das Kraftwerk? (Betrachten Sie einen Ablauf-Pump-Zyklus)
4.6 Skizzieren Sie ein vollständig beschriftetes Energieflussbild unter Berücksichtigung der Energiewandler.

5. An einem Kohlekraftwerk werden pro Schicht (= 8,0 h) 70 Güterwagen mit jeweils 30 t Kohle (Heizwert H = 29,16 MJ/kg) angeliefert. Diese wird innerhalb von 8,0 Stunden verfeuert, wobei 6,4 GWh elektrische Energie entstehen.
5.1 Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Kraftwerks.
5.2 Berechnen Sie die abgegebene Kraftwerksleistung P_{ab} in MW.
5.3 Berechnen Sie die Wertschöpfung (Rohgewinn) pro Schicht, wenn die kWh für € 0,11 verkauft wird und die Tonne Importkohle € 35,- kostet.

Ebert 11/2005

Lösungsvorschlag

Sollten Sie der Meinung sein in der Lösung einen Fehler entdeckt zu haben oder etwas einfach nicht verstehen, dann schreiben Sie einfach an technologie@jo7.de.

1.1 $W = P \cdot t$ gesucht ist die Zeit t

$$t = \frac{W}{P} = \frac{1\,kWh}{15W} = \frac{1000\,Wh}{15W}$$

$t = 66{,}7\,h$ oder 2 Tage 18 Stunden und 40 Minuten

1.2 $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ gesucht ist die Höhe h

$$h = \frac{E_{pot}}{m \cdot g} = \frac{1\,kWh}{1\,t \cdot 9{,}81\,N/kg} = \frac{3{,}6 \cdot 10^6\,J}{1000\,kg \cdot 9{,}81\,N/kg}$$

$h = 367\,m$

1.3 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ gesucht ist das Volumen bzw Masse m

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{1\,kWh}{4190\,\frac{J}{kg \cdot K} \cdot 92\,K} = \frac{3{,}6 \cdot 10^6\,J}{4190\,\frac{J}{kg \cdot K} \cdot 92\,K}$$

$m = 9{,}3\,kg \Rightarrow V = 9{,}3\,l$ (für Wasser!)

2.1 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$Q = 2\,\ell/d \cdot 365\,d \cdot 4190\,\frac{J}{kg \cdot K} \cdot 27\,K$ (d Abkürzung für Tag / dag)

$Q = 82{,}58 \cdot 10^6\,J$

Umrechnung in kWh (elektr. Energie)

$\underline{E_{el} = 23\,kWh}$

2.2 Kosten $K = 23\,kWh \cdot 0{,}12\,\frac{€}{kWh} = \underline{2{,}76\,€}$

2.3 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{E_{el}}{E_{Kohle}}$

$E_{Kohle} = \frac{E_{el}}{\eta} = \frac{23\,kWh}{0{,}30} = 76{,}5\,kWh$

$\underline{\underline{E_{Kohle} = 9{,}4\,kg\,SKE}}$

2.4 elektr. Energie von einem Tag

$E_{Tag} = 0{,}063\,kWh = 63\,Wh$

$P = \frac{W}{t} \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{63\,Wh}{15\,W} = 4{,}1\,h$

$\underline{\underline{t = 4\,h\ 11\,min}}$

3.1 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

$Q = 5{,}0\,kg \cdot 4190 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 80K$

$\underline{Q = 1{,}68 \cdot 10^6 J} = 0{,}466\,kWh$

3.2 $P = \frac{W}{t}$

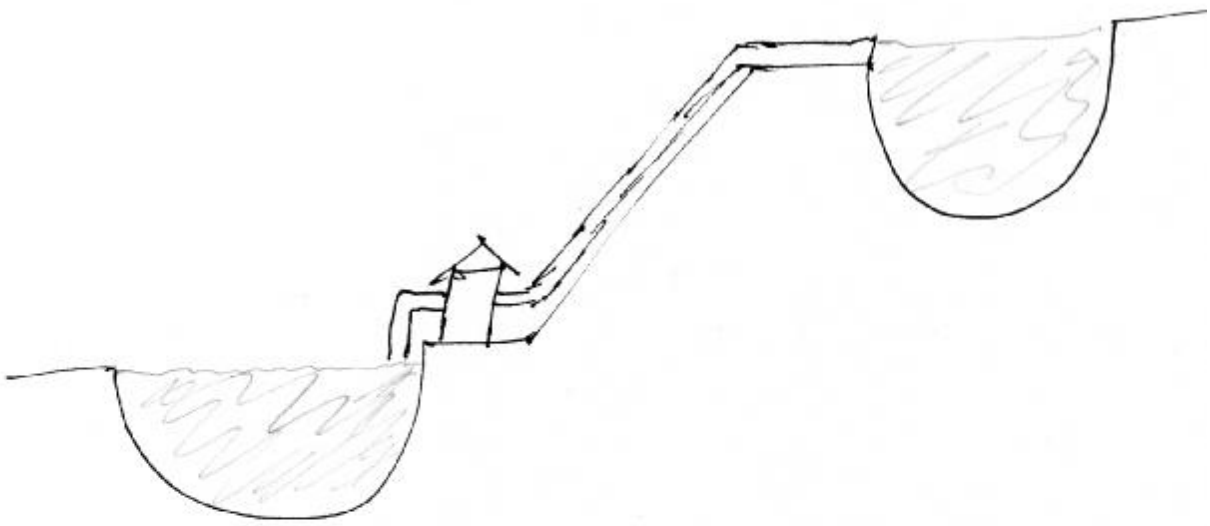
$t = \frac{W}{P} = \frac{0{,}466\,kWh}{2{,}5\,kW} = 0{,}186h$

$\underline{t = 11{,}2\,min}$

3.3 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{0{,}466\,kWh}{0{,}50\,kWh} = 0{,}93$

$\underline{\eta = 93\%}$

4.



4.1 $E_{pot} = \underline{m} \cdot g \cdot h$

Volumen des abgelassenen Wassers

$V = A \cdot h = 23\,km^2 \cdot 6\,cm$

$= 23 \cdot 10^8\,dm^2 \cdot 0{,}6\,dm$

$V = 13{,}8 \cdot 10^8\,dm^3 \Rightarrow m = 13{,}8 \cdot 10^8\,kg$

$E_{pot} = 13{,}8 \cdot 10^8\,kg \cdot 9{,}81\,N/kg \cdot 400\,m$

$\underline{E_{pot}} = 5{,}4 \cdot 10^{12}\,J = 1{,}5 \cdot 10^6\,kWh$

$= \underline{1{,}5\,GWh}$ (Giga Watt Stunden)

4.2 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{E_{eb}}{E_{pot}}$ mit $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$

$E_{el} = E_{pot} \cdot \eta = E_{pot} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2$

$E_{el} = 1{,}5\,GWh \cdot 0{,}90 \cdot 0{,}85$

$\underline{E_{el} = 1{,}15\,GWh}$

4.3 $P = \frac{W}{t} = \frac{1{,}15\,GWh}{4{,}0\,h}$

$\underline{P = 288\,MW}$ (Mega Watt)

4.4 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{E_{pot}}{E_{el}}$ mit $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2$

$E_{el} = \frac{E_{pot}}{\eta} = \frac{E_{pot}}{\eta_1 \cdot \eta_2} = \frac{1{,}5\,GWh}{0{,}90 \cdot 0{,}85}$

$E_{el} = 1{,}97\,GWh$

4.5 $P = \frac{W}{t}$

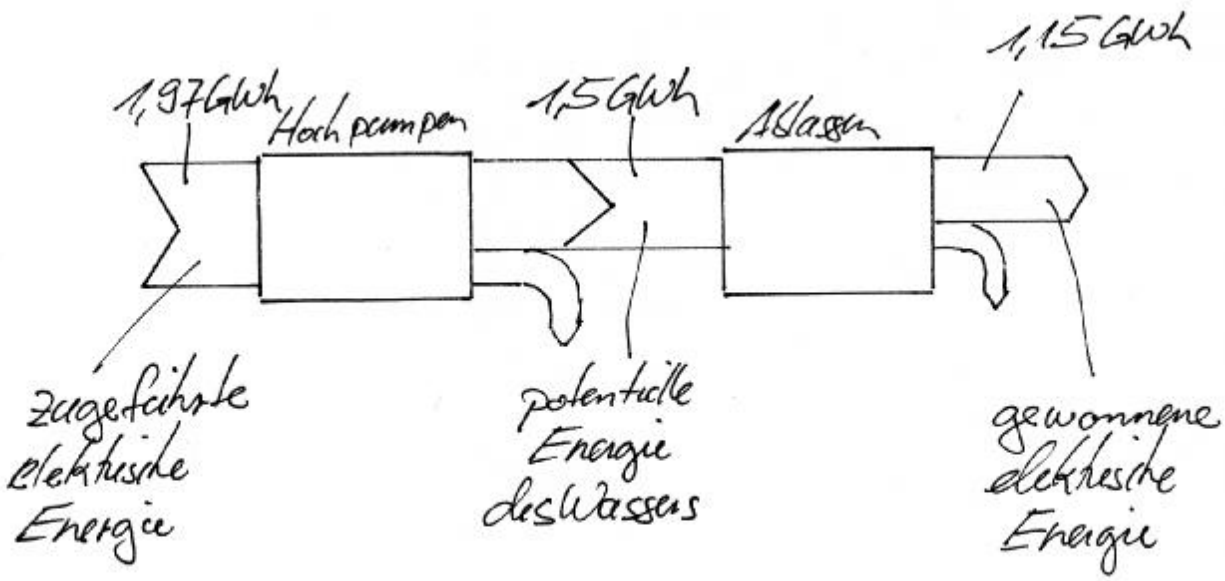
$t = \frac{W}{P} = \frac{1{,}97\,GWh}{0{,}288\,GW} = 6{,}8\,h$

$t = 6\,h\,50\,min$

4.6 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{1{,}15\,GWh}{1{,}97\,GWh} = 0{,}58$

$\eta = 58\,\%$

4.7



5.1 $\eta = \frac{E_{ab}}{E_{zu}} = \frac{E_{el}}{E_{Kohle}}$

$E_{Kohle} = 70\,GW \cdot 30\,\frac{t}{GW} \cdot 29{,}16 \cdot 10^3\,\frac{MJ}{t}$

$= 61{,}24 \cdot 10^6\,MJ$ (Mega $\hat{=} 10^6$)

$= 61{,}24 \cdot 10^{12}\,J$ (Umrechnung in kWh: $3{,}6 \cdot 10^6$!)

$= 17{,}0 \cdot 10^6\,kWh$

$= 17{,}0\,GWh$

$\eta = \frac{6{,}4\,GWh}{17{,}0\,GWh} = 0{,}38$

$\underline{\eta = 38\,\%}$

5.2 $P_{ab} = \frac{W}{t} = \frac{E_{ab}}{t} = \frac{6{,}4 \cdot 10^3\,MWh}{8\,h}$ (Giga $= 10^3 \cdot$ Mega)

$\underline{P_{ab} = 800\,MW}$

5.3 Kosten $K = 70\,GW \cdot 30\,\frac{t}{GW} \cdot 35\,\frac{€}{t}$

$K = 73.500\,€$

Einnahmen $E = 6{,}4 \cdot 10^6\,kWh \cdot 0{,}11\,\frac{€}{kWh}$

$E = 704.000\,€$

Wertschöpfung $W = E - K$

$\underline{W = 630.500\,€}$ pro Schicht