

## **Station 1: Der Elektromotor als Lastenheber**

**Material:** 1 Dynamot als Elektromotor mit Schnur; 2 Schülmessgeräte; Batterie 4,5V; Gewichtsstück 200g; Stativmaterial; Metermaß, Stoppuhr, Krokodilklemmen.

**Aufgabe:** In Pumpspeicherkraftwerken werden die Generatoren dazu benutzt in verbrauchsarmen Zeiten Wasser in hochgelegene Speicherbecken zurückzupumpen. Sie arbeiten dann als Elektromotor.

In einem Modellversuch soll der Dynamot als Elektromotor verwendet werden. Hebe damit eine Last von 200g ca. 1,50 m hoch.

Bestimme durch Messung der geeigneten physikalischen Größen den Wirkungsgrad des Dynamot für diesen Versuch.

**Weitere**

**Aufgaben:** Zeichne das Energieflussbild von Generator und Elektromotor!

Informiere dich über den Wirkungsgrad von guten Elektromotoren!  
(Quellenangabe)

---

## **Station 2: Energiestromstärke einer Kerze**

**Material:** Kerze; empfindliche Waage; Streichhölzer; Stoppuhr.

**Aufgabe:** Bestimme experimentell die Energiestromstärke einer Kerze. Der Brennwert von Kerzenwachs beträgt 30kJ/g.

**Hinweis:** Führe den Versuch mehrmals durch. Bilde den Mittelwert der Messergebnisse.

Welcher alltägliche Gebrauchsgegenstand hat eine ähnliche Energiestromstärke ?

---

## **Station 3: Wirkungsgrad von Haushaltsgeräten**

**Material:** Wasserkocher; Elektrokochplatte mit Topf , Mikrowellenherd; Induktionskochplatte mit Topf Energychef; Becherglas; Thermometer:

**Aufgabe 1:** Was versteht man unter dem Wirkungsgrad eines elektrischen Geräts?

Bestimme experimentell den Wirkungsgrad eines elektrischen Wasserkochers, in dem 300 ml Wasser ca. 1 min erhitzt wird.

**Aufgabe 2:** Erhitze die gleiche Menge Wasser ca. 2 min lang mit dem Mikrowellenherd (Stufe 6). Bestimme wieder den Wirkungsgrad.

**Aufgabe 3:** Erhitze jetzt 300 ml Wasser mit einer Elektrokochplatte 2 min lang in einem Metalltopf zuerst mit, dann ohne Deckel. Bestimme wieder den Wirkungsgrad!

**Aufgabe 4:** Bestimme auch den Wirkungsgrad der Induktionskochplatte.

Stelle alle Ergebnisse in einer Tabelle zusammen!

Welche Schlussfolgerungen ziehst Du daraus für Dein persönliches Verhalten?

## **Station 4: Ein geschlossener Entropiekreislauf**

**Material:** 2 Thermoelemente 4 cm \* 4 cm; 2 Kupferplatten mit Klemme; Elektromotor auf Holzplatte mit Lüfter; 2 Krokodilklemmen; Netzgerät; 2 Schülermessgeräte, 1 Xplorer zur Messwerterfassung.

**Aufgabe 1:** Ein Thermoelement kann sowohl als „Wärmepumpe“ (Entropiepumpe), als auch als „Wärme kraftwerk“ arbeiten.  
Erläutere dies mithilfe der Energieflussbilder!

**Aufgabe 2:** Mit dem vorhandenen Material soll ein geschlossener Entropiekreislauf so konstruiert werden, dass damit Energie auf den Lüfter übertragen werden kann.

Bauanleitung (Skizze oder Photo) und physikalische Erläuterungen dazu müssen ins Protokoll!!

**Aufgabe 3:** Bestimme durch Messung von U und I wie viel Prozent der von der Batterie ausgehenden elektrischen Energie noch beim Elektromotor ankommen.  
Beachte:  $\hat{=}$   $U_{\max}$  am Netzgerät ca. 10V.  
 $\hat{=}$  Verwende den Xplorer ( $I_{\max} = 1A$ ) für den Lüfterkreislauf:

Begründe den geringen Wert des Wirkungsgrades!

**Aufgabe 4:** Stelle eine Analogie her zwischen einem elektrischen Stromkreis und dem geschlossenen Entropiestromkreis. Das Arbeitsblatt dazu bekommst Du beim Lehrer!

---

## **Station 5: Energieübertragungsketten**

kreativ !!!  
kreativ !!!

**Material:** Dynamot; Solarzelle; Elektromotor auf Holzbrett mit rotem Lüfter oder sehr empfindlicher Elektromotor der Fa. Lemosolar mit blauem Lüfter; 2 Thermoelemente 4 cm \* 4 cm; Aluminiumwürfel (4cm \* 4cm \* 4cm); Konstantandraht; Halogenlampe 12V / 50W; Stirlingmotor; Kabel; Krokodilklemmen.

**Alle Materialien sind zusammen in der Kiste Energieketten!**

**Aufgabe:** Mit dem vorgegebenen Material ist es möglich mehrere Energieübertragungsketten zu bauen. Finde mindestens zwei Ketten und baue sie zusammen.  
Zeichne zu jeder Kette das Energieflussbild!

**Vorgabe: Jede Energieübertragungskette muss mit einem Dynamot beginnen!!**

**Hinweis:** Robert Stirling erfand um 1816 einen Motor dessen Zylinder nur Luft enthält. Besteht eine Temperaturdifferenz zwischen den Enden des Zylinders kann Entropie hindurch strömen und Energie auf einen Kolben übertragen werden. Dem Motor hat man den Namen Heißluftmotor bzw. Stirlingmotor gegeben.

**Vorsicht beim Umgang mit dem Motor !**

**Zusatzaufgabe:** Schalte in einer Kette Solarzelle – Lüfter einen Gold Cap Kondensator parallel zum Lüfter.

Welche Auswirkungen hat dies auf den Ablauf des Versuchs?  
Wie kannst du dies begründen?

## Station 6a: Kennlinie einer Solarzelle

**Material:** 1 Solarzelle (EMT 3V); Steckbrett; Drehpotenziometer 220  $\Omega$ , XPlorer mit U-I-Sensor (falls nicht vorhanden: Volt- und Ampèremeter aus Praktikum); Verbindungskabel, Stativmaterial.

Falls keine Sonne scheint: Lampe 150W (Abstand zur Solarzelle mindestens 30 cm);

Eine Solarzelle überträgt die Energie des Lichts auf die elektrische Ladung. Wie gut diese Energieübertragung ist hängt u.a. von der Größe des angeschlossenen Widerstand („Verbraucher“) ab.

**Aufgabe 1:** Licht der Sonne (notfalls Lampe) trifft orthogonal auf die Oberfläche der Solarzelle die mit einem veränderlichen Widerstand (Drehpotenziometer) verbunden ist.

Zeichne ein Schaltbild und baue die Schaltung auf! Schaltung vorzeigen!

**Aufgabe 2:** Verändere die Belastung der Solarzelle durch das Drehpotenziometer und miss jeweils die el. Stromstärke und die el. Spannung an der Solarzelle.

**Beachte:** Möglichst viele Messwerte aufnehmen (nicht nur a,b,c,...)

Berechne für alle **I-U**-Messwerte auch die Energiestromstärke **P<sub>el</sub>** !

Stelle alle Werte in einer Tabelle zusammen!! (**U, I<sub>el</sub>, P<sub>el</sub>**)

**Aufgabe 3:** Zeichne die **I<sub>el</sub> - U**-Kennlinie dieser Solarzelle !

Welche Informationen kannst Du der Kennlinie entnehmen?  
Dokumentiere im Protokoll!

**Aufgabe 4:** Zeichne die **U - P<sub>el</sub>**- Kennlinie !

Entnimm aus den Schaubildern den MPP ( **Maximum – Power – Point** ). In der Fachsprache wird dieser Wert auch Wattpeak genannt.

Interpretiere das Schaubild im Hinblick auf die Ausgangsfrage!

**Alternatives Vorgehen falls ein Messwerverfassungssystem vorhanden ist:**

Alle Messwerte I und U sowie die Energiestromstärke P können auch mit dem XPlorer GLX bzw. mit dem Programm Data Studio aufgenommen werden. Damit können die beiden Kennlinien dann direkt aufgezeichnet und ausgewertet werden.

## **Station 6b:** Wirkungsgrad einer Solarzelle,

**Material Aufgabe1:** 1 Lampe 150W, 1 Solarzelle (EMT-3V) Steckbrett; Drehpotenziometer; Kabel, Messgerät für Energiestromstärke: Xplorer, Stativmaterial.

**Material Aufgabe 2:** Ein geschwärtzter Aluminiumwürfel im Styropormantel; Digitalthermometer; Stoppuhr;

**Aufgabe 1:** Ersetze die Strom- und Spannungsmessung aus Teilaufgabe a) durch eine Energiestromstärkemessung. Hierfür kann der z.B. der Xplorer. Dieser hat 4 Anschlussbuchsen: zwei für die el. Stromstärke und zwei für die el. Spannung.

Bestimme durch Veränderung der Belastung (Drehpotenziometer) den MPP. Vergleiche mit dem Ergebnis aus a).

**Aufgabe 2:** Um den Wirkungsgrad der Solarzelle zu bestimmen, muss die auf die Solarzelle auftreffende Energiestromstärke  $P_{\text{EIN}}$  bekannt sein.

Bestimme dazu während 6 min die Energieaufnahme  $\Delta E$  eines Aluminiumwürfels im Sonnenlicht und berechne daraus  $P_{\text{EIN}}$ . Lichteinfall senkrecht!!

Bestimme mit diesem Wissen den Wirkungsgrad der Solarzelle!

**Beachte:** Falls keine Sonne scheint kannst Du den Versuch 6b nicht so durchführen, dass du einen realistischen Messwert für den Wirkungsgrad erhältst. Um aber zu sehen wie man prinzipiell vorgeht, kannst Du eine Halogenlampe als Lichtquelle nehmen. Die Strahlung dieser Lampe hat aber einen viel höheren IR-Anteil. Die Energieaufnahme des Alu-Würfels wäre höher als im Sonnenlicht. Dies führt zu einem kleineren Wirkungsgrad der SZ als wenn sie mit Sonnenlicht bestrahlt werden würde.!

---

## **Station 7: Eine Kilowattstunde – viel oder wenig Energie ?**

Auf Seite 1 der Süddeutschen Zeitung vom 16.1.09 war folgendes zu lesen:

### **„Grüne Schrottpresse – Abwrackprämie für Autos könnte der Umwelt tatsächlich nützen**

Autos sind geronnene Energie, wenn sie untätig am Straßenrand stehen. Bei ihrer Herstellung haben die Firmen Stahl zu Blechen geformt, Kunststoffe aus Rohöl gewonnen, Kühe zu Ledersitzen und Sand zu Computerchips für die Bordelektronik verarbeitet. Zehntausende Kilowattstunden haben sie dazu verbraucht. Nur wenige Hersteller geben konkrete Zahlen an: Mercedes-Benz etwa nennt für die aktuelle S-Klasse Werte um 50 000 kWh..... Und für einen zehn Jahre alten Golf IV hat Volkswagen 1999 um die 25 000 kWh Energie aufgebracht.....“

Der folgende Versuch soll dir helfen die Energiemenge 1 kWh besser einordnen zu können.

**Material:** Lampe 6V / 5A auf Stativfuß; Dynamot an Tischklemme; Energiestrommessgerät; 2 Krokodilklemmen; Kabel.

**Aufgabe1:** Schließe die Lampe an den Dynamot und bringe die Lampe zum Leuchten.

**Achtung:** Um den **Dynamot nicht zu beschädigen** darfst du nicht mit „voller Kraft“ drehen, mittlere Helligkeit der Lampe reicht.

**Schätze zuerst**, wie lange du gleichmäßig drehen müsstest um der Lampe die Energiemenge 1kWh zu übertragen. **Schreibe den Schätzwert auf!!**

**Aufgabe 2:** Das Energiestrommessgerät hat 2 Anschlüsse: einen für die el. Spannung U und einen für die el. Stromstärke I. Baue das Messgerät ein.

Stoppe die Zeit bis der Lampe die Energiemenge 200 J zugeführt sind.  
Berechne wie lange du für eine Kilowattstunde bräuchtest, wenn du gleichmäßig weiter drehen würdest?

**Aufgabe 3:** Informiere Dich über die Energiemenge, die Ihr im letzten Jahr zu Hause zum Heizen (Gas, Öl,...) und für die elektrische Geräte (E- Werk) benötigt habt.

**Aufgabe 4:** Vergleiche, kommentiere und bewerte die in den verschiedenen Aufgaben (incl. Zeitungstext) vorkommenden Energiemengen!

---

## **Station 8: Hausmittel gegen Hitze**

**Lies zunächst den Artikel aus der Badischen Zeitung und bearbeite dann die Fragen!**

**Zur Beantwortung der Fragen kannst Du zusätzlich andere Quelle verwenden (Internet, Fachbücher,....)**

Achte dabei auf die **notwendige Fachsprache!**

1. Eine Möglichkeit des menschlichen Körpers Entropie und Energie los zu werden um seine Temperatur konstant zu halten ist das Schwitzen. Beschreibe den Vorgang physikalisch.
2. Berechne die Energiestromstärke (Leistung) der im Text angesprochenen Klimaanlage! Vergleiche mit der Energiestromstärke aus dem menschlichen Körper in Ruhe!
3. Welche weitere Möglichkeit der Entropie- und Energieabgabe hat der Körper? Warum ist dies für Personen mit Herzschwäche problematisch?
4. Begründe, warum genügend Wasserzufuhr wichtig ist!
5. Warum sind kalte Umschläge sinnvoll, warum besonders an Hand- und Fußgelenken?
6. Tauchen in Luft und Wasser der gleichen Temperatur hat auf den Körper unterschiedliche Wirkung. Warum ist das so?
7. Welche Kleidung wird im Text empfohlen? Begründe deine Aussage!

## **Station 9: Wirkungsgrad einer Wärmepumpe**

**Material:** 2 Aluwürfel der Kantenlänge 4cm im Styroporbehälter; 2 digitale Thermofühler; 1 Thermoelement; 2 Krokodilklemmen; 1 Netzgerät; Batterie 9V, 2 Schülmessgeräte; Wärmeleitpaste, Stoppuhr;

Hilfen findest du u. a. im Lehrbuch „Der Karlsruher Physikkurs“, Band 1

**Aufgabe 1:** Schieße das Thermoelement nur kurz an die Batterie an und berühre beide Seiten mit der Hand.

- à Erkläre deine Beobachtungen!
- à Zeichne zu dem Vorgang ein realistisches Energieflussbild!
- à Leite damit die Berechnungsvorschrift für den Wirkungsgrad einer Wärmepumpe in Abhängigkeit der Temperaturdifferenz her!

Das Thermoelement soll nun als Wärmepumpe zwischen zwei, gegen die Umgebung isolierten, Aluminiumkörpern arbeiten. Damit am Ende der Wirkungsgrad dieser Modellpumpe berechnet werden kann müssen zunächst verschiedene Energiemengen bestimmt werden.

**Aufgabe 2:** Bestimme dabei durch Messung bzw. Rechnung

- § Welche Energiemenge strömt aus dem einen Aluwürfel heraus?
- § Wie groß ist die elektrisch zugeführte Energie der Batterie in 5 min?
- § Welche Energiemenge strömt in den anderen Würfel hinein?

- Hinweise:**
- à Finde eine Berechnungsvorschrift, mit der man bei einem Gegenstand die Energieänderung aus der Temperaturänderung berechnen kann.
  - à Miss alle 30 s die Temperatur T1 und T2 der Aluwürfel
  - à Achte darauf, dass Thermoelement und Aluwürfel genau aufeinander sitzen.
  - à Achte auf einen guten Kontakt der Berührflächen! Evtl. müssen die Kontaktflächen mit etwas Wärmeleitpaste bestrichen werden.
  - à Verwende jetzt das Netzgerät  $U_{\max}$  ca. 10V -12V

**Gesamte Messzeit: 5 min**

**Aufgabe 3:** Auswertung der Messdaten:

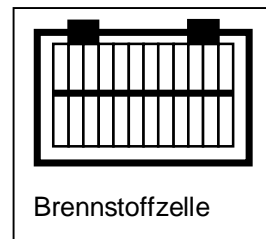
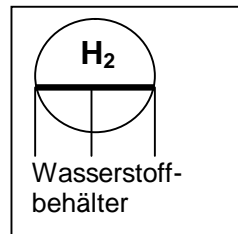
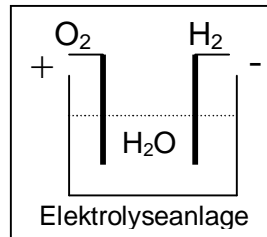
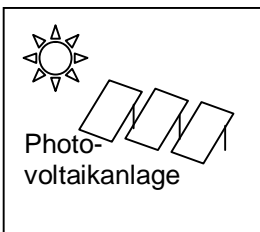
- à Vergleiche die einzelnen Energiemengen und stelle eine Energiebilanz auf!
- à Begründe die Differenz und berechne die Abweichung in Prozent!
- à Berechne den Wirkungsgrad der Wärmepumpe!

**Aufgabe 4:** Versuche den Wirkungsgrad von Raumklimaanlagen und Kühlschränken zu recherchieren!

## Station 10: Brennstoffzelle

**Material:** 1 Elektrolysezelle; 1 Brennstoffzelle; 1 Elektromotor mit Lüfter; Metallplatte auf Halterung, 1 Solarzelle; 1 Lampe 150 W, destilliertes Wasser; versch. Kabel.

In einer Versuchsanordnung in Neuenburg vorm Wald wurde mit einer Photovoltaikanlage experimentiert. Mit elektrischer Energie aus der Photovoltaikanlage wurde in einer Elektrolyseanlage Wasserstoff hergestellt. Dieser wurde in großen Behältern (stationären Tanks und mobilen Containern) aufbewahrt und konnte an beliebigen Orten den Brennstoffzellen zugeführt werden. Anschließend stand den Kunden elektrische Energie zur Verfügung.



**Aufgabe 1:** Baue eine solche Anordnung in einem Modell nach. .

**Hinweise:**

- nur destilliertes Wasser verwenden!
- Abstand Lampe - Solarzelle ca. 30 cm! Solarzelle darf nicht heiß werden.

**Aufgabe 2:** Zeichne ein Energieflussbild dieses Vorgangs! Unterscheide dabei genau zwischen Energie und der zweiten physikalischen Größe die mitströmt („Energieträger“)!

**Aufgabe 3:** Mit den folgenden Angaben sollen die Aufgaben a bis d bearbeitet werden.

Da diese Materialien im Internet veröffentlicht werden, musste auf die Angaben und die Formulierung der Aufgaben verzichtet werden.

Sie finden die Aufgaben in der Zeitschrift Unterricht Physik, Heft 79, Friedrich Verlag 2004, Seite 29