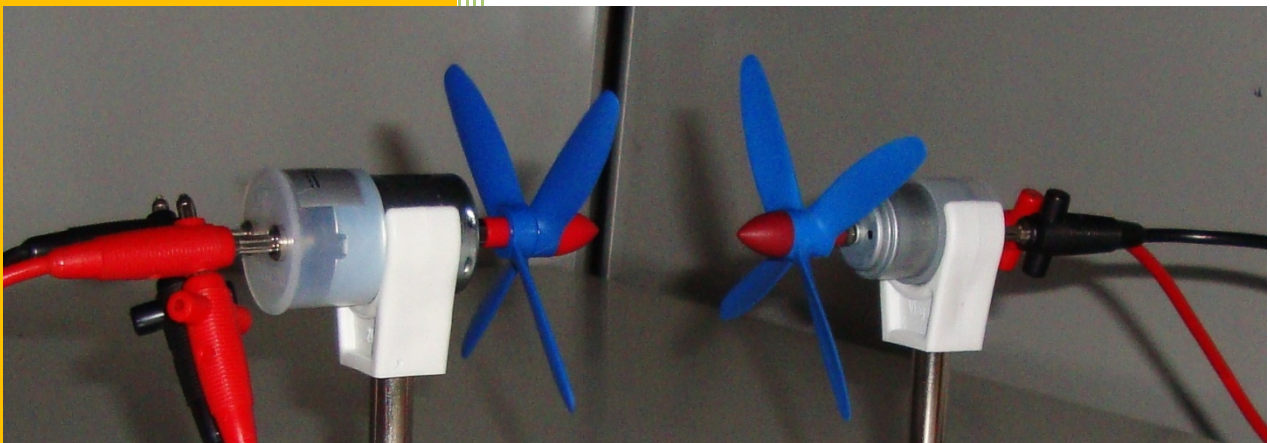


Versuche zur Regenerativen Energie



Inhalt

Erläuterungen zu den Versuchen	2
Solarkollektoren	3
Motorantrieb mit Hilfe von Solarzellen.....	4
Solarzellen mit Verbraucher.....	5
Windkraftanlage.....	6
Wasserkraft mit Windkraftanlage.....	7
Brennstoffzelle	8
Wärmepumpe	9
Speicherkraftwerk	10
Strom aus Wärme erzeugen.....	11

Erläuterungen zu den Versuchen

Um zu überschauen, um welches Thema es sich bei den einzelnen Versuchen handelt, ist oben links auf jeden Blatt in einem Kästchen das Thema angegeben. Die Versuche teilen sich in folgende Themenbereiche auf:

Solarenergie
Wasser- und Windenergie
Chemische Energie
Wärmeenergie

Solkollektoren

Fragestellung

Wozu wird ein Solarkollektor benutzt?

Material

- Solarkollektor
- Rote Lampe
- Transformator
- Ausgleichsgefäß
- Destillierte Wasser
- Wärmetauscher
- Stativmaterial
- 2 Schläuche
- Thermometer/Thermofühler
- Papierrolle

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Befüllen der Wasserkreisläufe mit destilliertem Wasser über das Ausgleichsgefäß links hinten. Dabei die Pumpe laufen lassen (Stufe 2). Temperatur des Wassers im Ausgleichsgefäß und Wärmetauscher bestimmen. Rotlichtlampe in 20 cm Entfernung vor den Kollektor stellen. Einschalten der Lampe. Ca. 10 Minuten warten und die Messung wiederholen. Wenn möglich, nach 20 Minuten noch einmal messen.

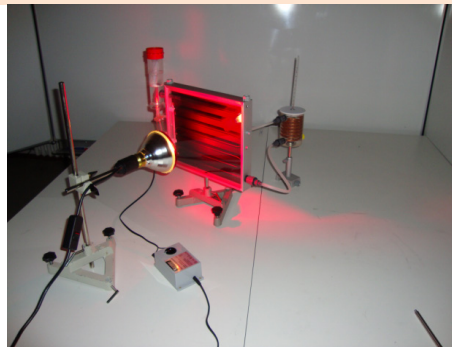


Abb.: Laborexperiment Solarkollektor mit Wärmetauscher

Ergebnisse und Auswertung

Im Solarkollektor erwärmt sich das kalte Wasser. Mit Hilfe der Pumpe fließt das erwärmte Wasser zum Wärmetauscher und gibt die Wärmeenergie an den kälteren Brauchwasserkreislauf ab. Das abgekühlte Wasser strömt wieder in den Kollektor zurück, um neu erhitzt zu werden.

Auf dem rechten Bild ist noch eine dritte Möglichkeit der Warmwassernutzung gezeigt: Ein Heizungskreislauf für die Raumheizung wird erwärmt. Der Abgriff des Brauchwassers liegt im oberen Teil des Behälters, weil das erwärmte Wasser nach oben steigt.

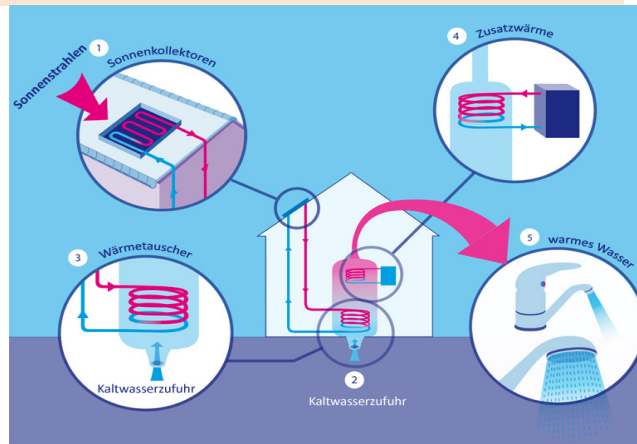


Abb.: Mit Sonnenenergie warmes Wasser bereitstellen
Quelle: <http://www.sonnentaler.net>

Anmerkungen

Die rote Lampe wird heiß! Die rote Lampe kann auch durch einen Halogenstrahler ersetzt werden. Im Cornelsen-Koffer „Solarthermische Energieübertragung“ ist standardmäßig nur eine Rotlichtlampe enthalten. Das rote, sichtbare Licht reicht aus, um durch Absorption im Kollektor Wärme zu erzeugen.

Zeit

Kamera

Anwendung/Alltag

Einleitung: 5 min
Durchführung: 25 min
Auswertung: 5 min

Brauchwassererzeugung

Motorantrieb mit Hilfe von Solarzellen

Fragestellung

Wie wirkt sich eine Parallelschaltung von zusätzlichen Solarzellen auf den Betrieb des Motors aus?

Material

- 3 Solarzellen (1 V)
- Halogenstrahler (160 W)
- Längenmaßstab
- Ventilator (6 V)
- 2 Multimeter
- 4 Stecker für Parallelschaltung

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-erlin.de/inventar/>

Durchführung

Eine Solarzelle in einer Entfernung von 15 cm zum Scheinwerfer an den Motor anschließen.

Halogenscheinwerfer anschalten. Drehzahl beobachten. Strom- und Spannungswerte registrieren.

Zusätzlich zwei weitere Solarzellen (je 1 V) – bei dem gleichen Abstand zum Scheinwerfer – zur ersten Zelle parallelschalten und wieder die Drehzahl, die Spannung und den Strom beobachten.

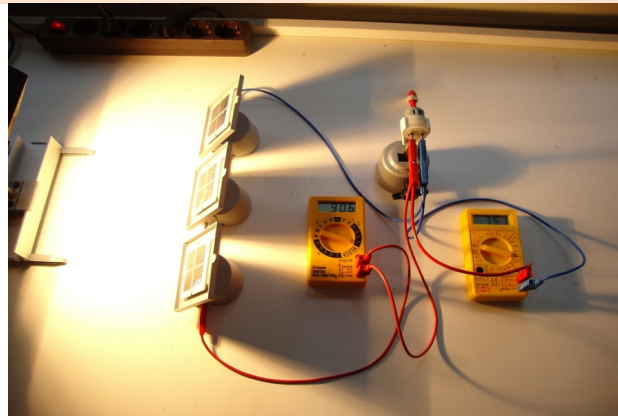


Abb.: Solarzellen treiben einen Ventilator an.

Ergebnisse und Auswertung

Bei einem Solarmodul wird der erreichbare Strom nur zu einer geringen Drehzahl führen. Über $P = U I$ kann die abzugebende Leistung der Module ermittelt werden. Entsprechend steigt die Leistungsabgabe bei drei Modulen. Da die Solarzelle ein nichtlineares Halbleiterbauteil ist, stellt man fest, dass die Spannung konstant bleibt, wenn der Strom verändert wird.

Anmerkungen

Die Entfernung des Halogenstrahlers variieren, um einen optimalen Leistungsertrag der Solarzellen zu erreichen, aber nicht näher als 15 cm. Cornelsen-Koffer „Fotovoltaik“ benutzen.

Zeit	Kamera	Anwendung/Alltag
Einleitung: 5 min Durchführung: 10 min Auswertung: 5 min		Stromerzeugung

Solarzellen mit Verbraucher

Fragestellung

Wie verändern sich Stromstärke und Spannung an den Solarzellen bei Belastung durch einen elektrischen Verbraucher (z. B. einen Ohm'schen Widerstand)? Welche Auswirkungen hat der Verbraucher auf den Leistungsertrag?

Material

- Potentiometer 500 Ω
- Halogenscheinwerfer
- 2 Multimeter
- 2 Stecker für Serienschaltung
- Steckbrett (Koffer)

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Drei Solarzellen in Serie zusammenschalten – in einer Entfernung von 15 cm zum Scheinwerfer. Die Zellen mit dem Potentiometer verbinden. Halogenscheinwerfer anschalten. Strommesswert bei der Veränderung des Widerstandswertes registrieren und gleichzeitig mit einem Spannungsmesser die Zellenspannung überprüfen. Mehrere Widerstandseinstellungen verwenden.

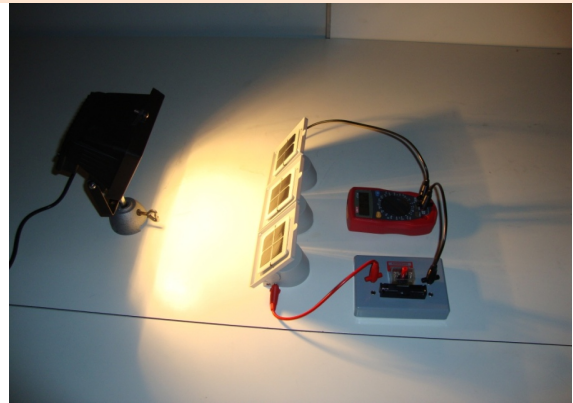


Abb.: Experiment mit Halogenstrahler. Die Solarzellen sind mit einem Verbraucher (Belastungswiderstand) verbunden ($P = U I$).

Ergebnisse und Auswertung

Die Strommesswerte vergrößern/verkleinern sich, wenn der Widerstand verändert wird. Die Verringerung des Widerstands ist ein Modell für mehr Stromentnahme aus dem Versorgungsnetz des Stromanbieters. Wird zu viel Strom aus der Zelle entnommen, bricht die Zellenspannung zusammen, ohne Schaden anzurichten. Es kann auch der Kurzschluss-Strom gemessen werden.

Anmerkungen

Halogenstrahler wird heiß!

Die Entfernung des Halogenstrahlers variieren, um einen optimalen Leistungsertrag der Solarzellen zu erreichen, aber nicht näher als 15 cm. Cornelsen-Koffer „Fotovoltaik“ benutzen. Da die Solarzelle ein nichtlineares Halbleiterbauteil ist, stellt man fest, dass die Spannung konstant bleibt, wenn der Strom verändert wird.

Zeit	Kamera	Anwendung/Alltag
Einleitung: 5 min Durchführung: 10 min Auswertung: 5 min		Stromerzeugung

Windkraftanlage

Fragestellung

Wie kann man erreichen, dass die Glühlampe weiterhin leuchtet, wenn der Windgenerator abgetrennt wird oder kein Wind mehr weht?

Material

- Generator (4 Flügel)
- Motor (4 Flügel)
- Spannungsversorgung
- Schiene für den Aufbau
- 2 Multimeter
- Steckbrett mit Akku
- Glühlampe (1,5 V)

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Ventilator und Windenergieanlage werden zueinander ausgerichtet. Windrichtung und Polung des Generators testen. Beim Laden des Akkumulators ebenfalls auf die richtige Polung achten. Stromversorgung auf Stellung 3 stellen und auf beiden Spannungsmessgeräten die Spannung ablesen. Beide Messgeräte als Strommesser in den jeweiligen Stromkreis einbauen (größter Messbereich) und den Strom ablesen. Netzgerät ausschalten. Akkumulator abtrennen. Als Option eine 1,5 V-Glühlampe parallel zum Akkumulator schalten. Beobachtungen notieren.

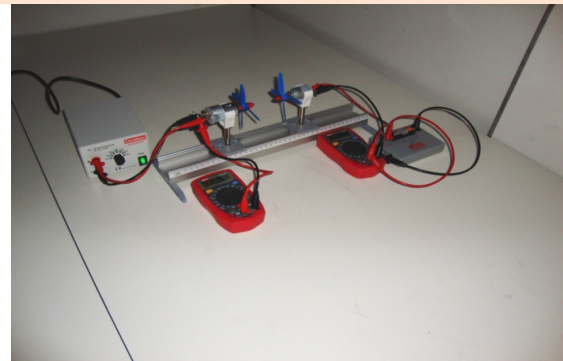


Abb.: Der linke Ventilator simuliert den Wind für die rechte Windkraftanlage. Ein Akkumulator speichert die Energie und gibt sie bei Windmangel wieder ab.

Ergebnisse und Auswertung

Je genauer beide Rotoren zueinander ausgerichtet sind, desto größer wird der Wirkungsgrad der Windenergieübertragung. Der Akkumulator begrenzt durch seinen geringen Innenwiderstand und der Zellenspannung die abgegebene Generatorspannung auf ca. 1,5 V. Entfällt der Generatorstrom, wird die Glühlampe durch den geladenen Akkumulator gespeist.

Anmerkungen

Leistungsberechnung $P = U I$, Wirkungsgrad $= P_{\text{primär}}/P_{\text{sekundär}}$
Cornelsen-Koffer „Windenergie“ benutzen

Zeit

Kamera

Anwendung/Alltag

Einleitung: 5 min
Durchführung: 15 min
Auswertung: 5 min

Windkraftanlage

Wasserkraft mit Windkraftanlage

Fragestellung

Wie kann Windenergie mit Hilfe von Wasser gespeichert werden?

Material

- Generator (4 Flügel)
- Motor (4 Flügel)
- Spannungsversorgung
- Multimeter
- Förderpumpe
- Wasserbehälter
- Ansaugspritze

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-rlin.de/inventar/>

Durchführung

Ventilator und Windenergieanlage werden zueinander ausgerichtet. Windrichtung testen. Die Polung des Generators mit Hilfe des Spannungsmessers prüfen. Stromversorgung auf Stellung 3 (evtl. höher) drehen. Die gleiche Messung mit dem Spannungsmesser auf der Windgeneratorseite durchführen (Polung) und dabei den Ausrichtungswinkel verändern und optimieren – so dass die Höhe der erzeugten Spannung maximal ist. Pumprichtung prüfen und Pumpe mit der richtigen Polung anschließen.

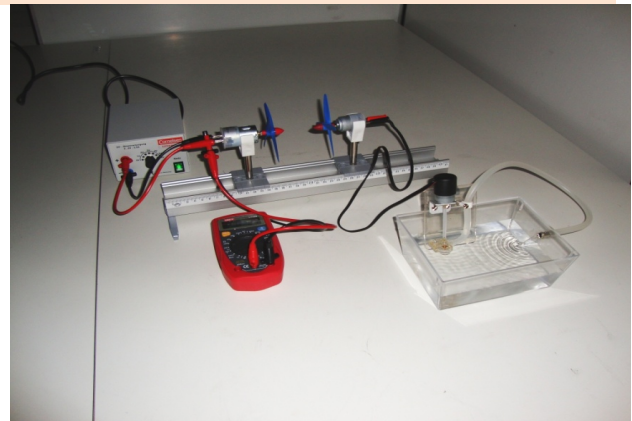


Abb.: Der linke Ventilator simuliert den Wind für das rechte Windrad.

Im nächsten Schritt die Entfernung der beiden Rotoren variieren und die Stärke des Wasserzuflusses beobachten.

Ergebnisse und Auswertung

Bei optimaler Ausrichtung des Winkels und geringem Abstand beider Rotoren zueinander ist eine maximale Energieübertragung möglich. Unter diesen Bedingungen wird von der Pumpe die größte Wassermenge gefördert.

In der Realität überwindet die Pumpe die Höhendifferenz z .B. aus dem Tal in das höhergelegene Speicherbecken. Der Strom zum Betrieb der Pumpe stammt aus der nicht benötigten Windenergie, die nicht in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Die gespeicherte Energie im Becken entspricht einer potentiellen Energie. Bei Bedarf kann das Wasser eine Turbine antreiben, die zusätzlichen Strom in das Stromnetz einspeist.

Anmerkungen

Je genauer beide Rotoren zueinander ausgerichtet sind, desto größer wird der Wirkungsgrad der Windenergieübertragung. Zur Vereinfachung wurde im Versuch nur ein Wasserbecken verwendet. Cornelsen-Koffer „Windenergie“ benutzen.

Zeit

Kamera

Anwendung/Alltag

Einleitung: 5 min
Durchführung: 10 min
Auswertung: 5 min

Talsperre, Speicherbecken

Brennstoffzelle

Fragestellung

Wie kann ein Motor mit Wasser zum Laufen gebracht werden?

Material

- Netzgerät
- 2 Füllstutzen
- Mess- und Motorbox
- Brennstoffzelle
- Destilliertes Wasser
- Halogenstrahler (ca. 1000 W)

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Schläuche an den richtigen Gasanschluss (O₂/ H₂) anschließen. O₂- und H₂-Röhrchen (nach innen einsetzen) mit destilliertem Wasser bis zum oberen Strich füllen. Solarzellen für die Elektrolyse anschließen.

Gasentwicklung in beiden Röhrchen sowie Motor beobachten (links). Motor separat durch umstecken umschalten.

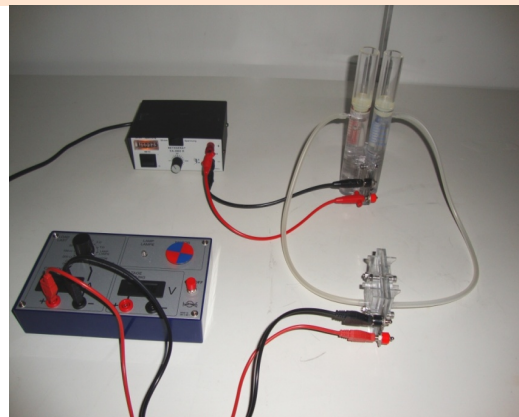


Abb.: Elektrolyse (hinten rechts) und Brennstoffzelle (vorne rechts)

Ergebnisse und Auswertung

Mit der Elektrolyse wird Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespaltet (hinten rechts) und als chemische Energie gespeichert. Führt man Wasserstoff und Sauerstoff in einer Brennstoffzelle zusammen (Bild vorne rechts), wird Strom erzeugt. Der Verbrauch und die Produktion von Wasser sind so gering, dass es in dem Versuch nicht zu erkennen ist.

Elektrolyse: Durch das Anlegen einer Gleichspannung an beide Elektroden tritt die Wasserzerersetzung ein. An beiden Elektroden wird Gas erzeugt: an der Kathode Wasserstoff (H₂) und an der Anode Sauerstoff (O₂).

Brennstoffzelle: Nur die Protonen vom H₂ können die Membran (Diaphragma) von der Anode zur Kathode passieren, die Elektronen werden über ein Kupferkabel zum Motor (Antrieb) und von dort zur Kathode geleitet. Hier treffen Elektronen, H₂ und zugeführtes O₂ aufeinander und verbinden sich zu H₂O ($2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$).

Anmerkungen

Unbedingt destilliertes Wasser verwenden! Vorsicht: Sauerstoff + Wasserstoff = Knallgas!

Zeit	Kamera	Anwendung/Alltag
Einleitung: 5 min		Stromerzeugung
Durchführung: 10 min		
Auswertung: 5 min		

Wärmepumpe

Fragestellung

Wie funktioniert eine Wärmepumpe?

Material

- Wärmepumpe (Inv.-Nr. 02127)
- Thermometer berührungslos
- Wärmebildkamera

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Den linken Netzschalter betätigen. Auf dem linken Manometer wird der Druck des Verdampfers dargestellt, auf dem rechten der Druck des Kondensators. Der Überdruckwächter (Überdruckventil) schützt den Kreislauf. Es müssen keine Einstellungen vorgenommen werden.



Abb.: Wärmepumpe

Ergebnisse und Auswertung

Der Verdampfer (Fluid R12, ein Kältemittel) nimmt auf der linken Seite (Wendel) Umgebungswärme auf – das flüssige Medium verdampft. Wird das Gas in den Kompressor geleitet, steigt die Temperatur durch Kompression des Gases an. Das gasförmige Medium wird nun in den Kondensator geleitet. Dort, gibt das gasförmige Medium seine Temperatur an die Umgebung ab und wird wieder flüssig. Über ein nachgeschaltetes Drosselventil wird das Fluid entspannt. Es entsteht erneut ein geringerer Druck. Der Kreislauf beginnt von Neuem. Auf dem Wärmebild ist in der Verdampferschlange (links) die Erwärmung des Fluids (unten) und darüber das zurückströmende, abgekühlte Kältemittel zu erkennen. In dem Kondensator sieht man im oberen Teil die Erwärmung. Die Kondensatorschlange entspricht z. B. einem Heizkörper.

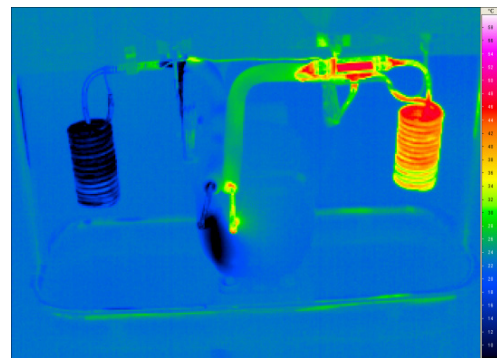


Abb. : Thermobild einer laufenden Wärmepumpe

Anmerkungen

Der Trockner soll Reste von Wasser in dem Fluid entfernen.

Zeit	Kamera	Anwendung/Alltag
Einleitung: 5 min Durchführung: 10 min Auswertung: 5 min		Grundlage zum Verständnis eines Kühlschranks und einer Wärmepumpe

Speicherkraftwerk

Fragestellung

Welche Energieform hat das Wasser im oberen Becken?

Material

- 2 Netzteile 30V/5A regelbar
 - Experiment
 - Entionisiertes Wasser
- <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Spannungsquellen sind als Parallelschaltung zu verbinden. Vor der Inbetriebnahme des Experimentes sind Spannung und Stromregler auf 0V/0A zu stellen. Im Betrieb nicht 5V/7A überschreiten.

Ventilator und Windenergieanlage werden zueinander ausgerichtet. Auf die Polung des Generators wegen der Windrichtung achten. Unteres Wasserbecken mit Wasser füllen. Wasserrad in das Becken setzen, oberes Speicherbecken aufsetzen mit Verschlussstopfen und Pumpe anschließen. An den Generator des Wasserrades die LED als Verbraucher ebenfalls anschließen.



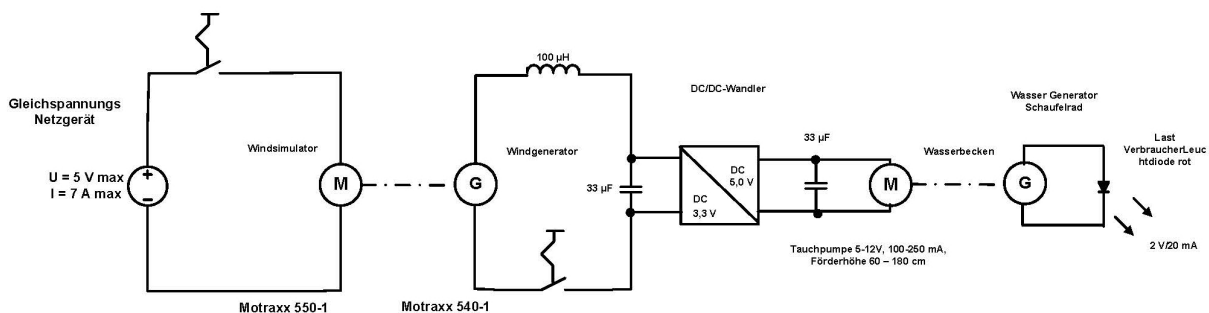
Abb.: Speicherkraftwerk mit oberem Speicherbecken

Durchführung

Netzteil einschalten und Strom etwas erhöhen und dann Spannung hinzufügen. So lange im Wechselspiel bis

das Windrad sich gut dreht. Das obere Wasserbecken solange füllen, bis die Pumpe gerade noch mit Wasser bedeckt ist. Netzgeräte ausschalten, Stopfen ziehen und Verbraucher-LED beobachten.

Ergebnisse und Auswertung



Bei optimaler Ausrichtung des Winkels und geringem Abstand beider Rotoren zueinander ist eine maximale Energieübertragung möglich. Verwirbelungen können mit Rauch sichtbar gemacht werden.- In der Realität stammt der Strom zum Betrieb der Pumpe aus der nicht benötigten Windenergie, die nicht in das öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Die gespeicherte Energie im Becken entspricht einer potentiellen Energie. Bei Bedarf kann das Wasser eine Turbine antreiben, die zusätzlichen Strom in das Stromnetz einspeist.

Anmerkungen

Achtung! 5V und 7A nicht überschreiten, wegen Zerstörungsgefahr. Nicht in die Rotorblätter fassen!

Zeit	Kamera	Anwendung/Alltag
Einleitung: 5 min		Speicherkraftwerk
Durchführung: 10 min		
Auswertung: 5 min		

Strom aus Wärme erzeugen

Fragestellung

Wie wird mithilfe unterschiedlicher Temperaturbereiche Strom erzeugt?

Material

- Thermogenerator
- Spannungsmesser
- Wasserkocher
- Eiswürfel
-

Siehe: <http://didaktik.physik.fu-berlin.de/inventar/>

Durchführung

Zwei metallisch unterschiedliche Drähte werden miteinander verlötet (Thermoelement) und erzeugen eine Thermospannung. Werden viele davon zusammenschaltet erhält man ein Peltier Element, wie im vorliegenden Fall, dem man unterschiedliche Wärmequellen anbietet zur Stromerzeugung.



Abb.: Thermogenerator mit kochendem und Eiswasser.

Durchführung:

Von dem Thermogenerator einen Schenkel in kochendes Wasser und den anderen in Eiswürfelwasser stellen.

1. Messen Sie die Temperaturdifferenz.
2. Messen Sie die Thermospannung mit dem Spannungsmesser.
3. Welche Auswirkung kann beobachtet werden und welcher Energieform entspricht sie?

Ergebnisse und Auswertung

Der thermoelektrische Effekt (Seebeck Effekt) tritt als Thermospannung zwischen zwei Leitern unterschiedlicher Metalle auf, die an Ihren offenen Enden unterschiedlichen Temperaturen ausgesetzt sind. Der umgekehrte Effekt ist der Peltier Effekt, bei dem Strom durch das Thermoelement durchgeleitet wird und eine Temperaturdifferenz erzeugt.

Anmerkungen

Achtung! Kochendes Wasser – Verbrühungsgefahr!

Zeit

Kamera

Anwendung/Alltag

Einleitung: 5 min
Durchführung: 10 min
Auswertung: 5 min