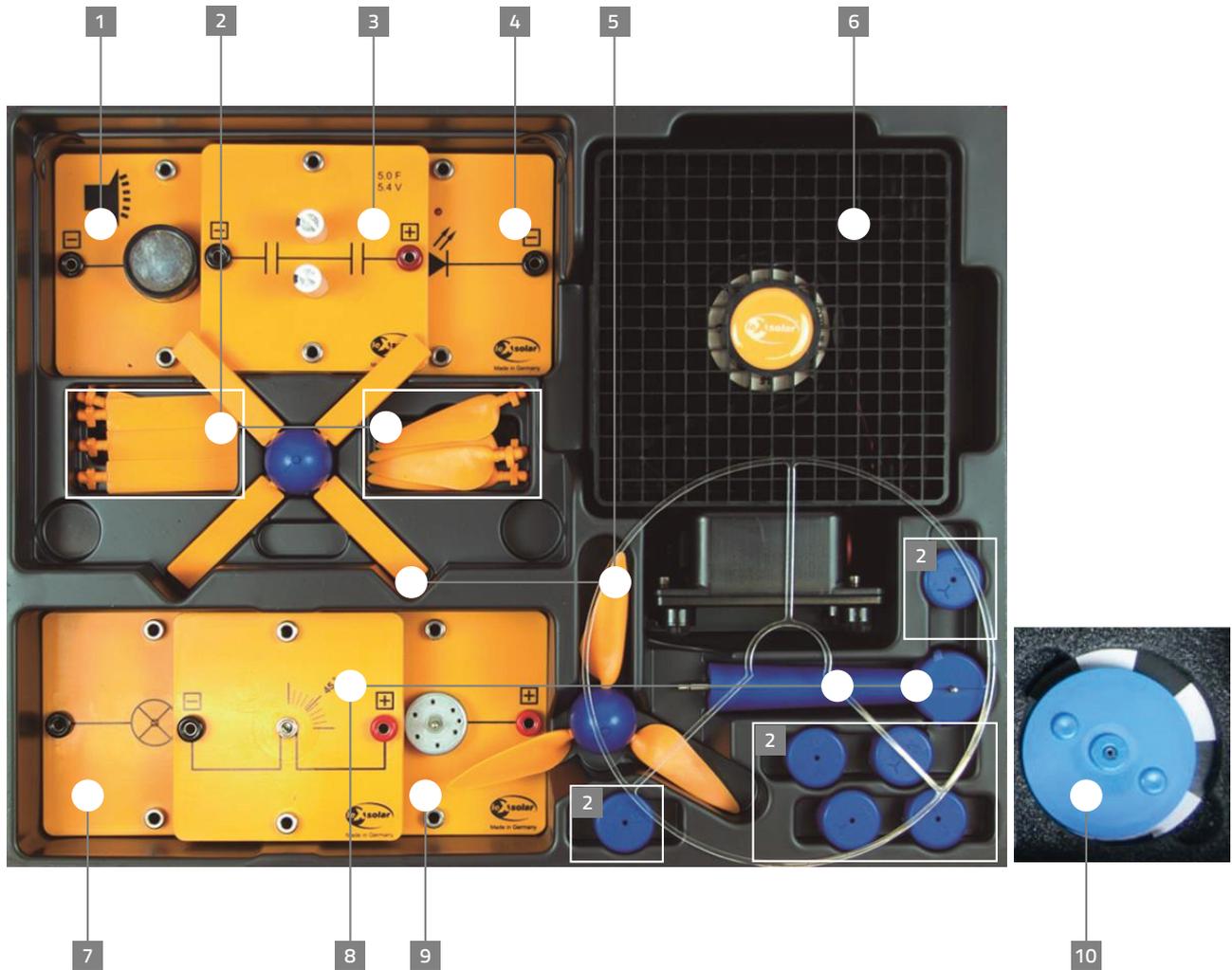


leXsolar-NewEnergy Minikit



Lehrerheft

Layout diagram leXsolar-NewEnergy Minikit
 Item-No.2001
 Bestückungsplan leXsolar-NewEnergy Minikit
 Art.-Nr.2001

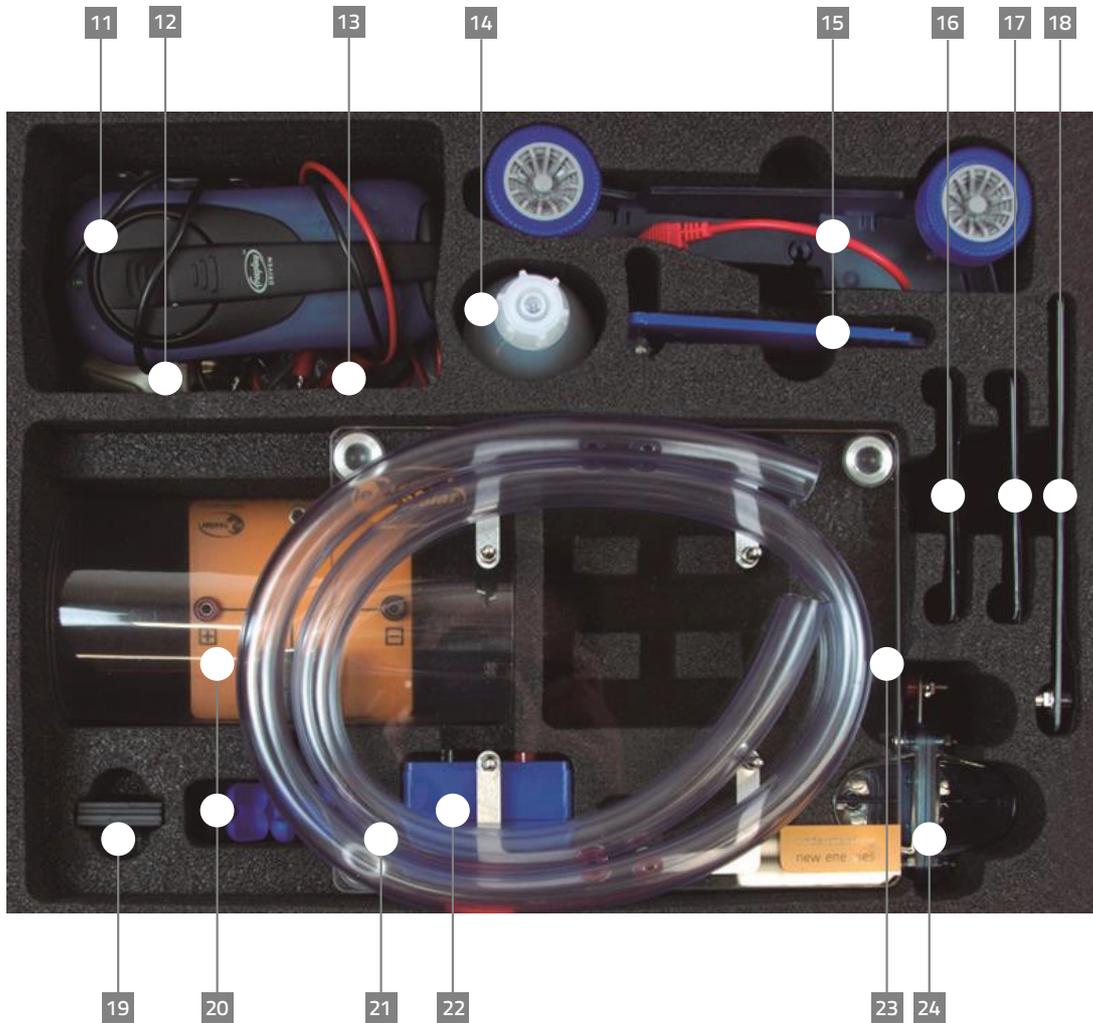


- | | |
|---|--|
| <p>1 1100-25 Buzzer module
1100-25 Hupenmodul</p> <p>2 1400-12 leXsolar-Wind rotor set
1400-12 leXsolar-Windrotoren</p> <p>3 1600-02 Capacitor module 5.0F/5.4V
1600-02 Kondensatormodul 5.0F/5.4V</p> <p>4 1400-08 LED-module 2mA, red
1400-08 LED-Modul 2mA, rot</p> <p>5 1400-21 Wind rotor set (assembled)
1400-21 Windrotoren (montierter Satz)</p> <p>6 1400-19 leXsolar-Wind machine
1400-19 leXsolar-Winderzeuger</p> <p>7 1100-26 Light bulb module
1100-26 Glühlampenmodul</p> | <p>8 1400-22 Wind turbine module
1400-22 Windturbinenmodul</p> <p>9 1100-27 Motor module without gear
1100-27 Motormodul ohne Getriebe</p> <p>10 1100-28 Color discs - Set 1
1100-28 Farbscheiben - Set 1</p> |
|---|--|

Version number
 Versionsnummer

III-01.24_L3-03-218_29.02.2016

Layout diagram leXsolar-NewEnergy Minikit
 Item-No.2001
 Bestückungsplan leXsolar-NewEnergy Minikit
 Art.-Nr.2001



- | | |
|---|--|
| <p>11 1602-02 Hand generator
1602-02 Handgeneratormodul</p> <p>12 2xL2-06-033 Short-circuit plug
2xL2-06-033 Kurzschlussstecker</p> <p>13 L2-06-014/015 Test lead 50 cm black/red
L2-06-014/015 Messleitung 50 cm schw./rot</p> <p>14 1800-15 Distilled water (100 ml)
1800-15 Destilliertes Wasser (100 ml)</p> <p>15 1801-02 Electric model car
1801-02 Elektro-Modellfahrzeug</p> <p>16 1100-02 Solar module 0.5 V, 840 mA
1100-02 Solarmodul 0.5 V, 840 mA</p> <p>17 1100-07 Solar module 1.5 V, 280 mA
1100-07 Solarmodul 1.5 V, 280 mA</p> | <p>18 1100-31 Solar module 2.5 V, 420 mA
1100-31 Solarmodul 2.5 V, 420 mA</p> <p>19 1100-29 Solar cell cover set
1100-29 Satz mit Abdeckung f. Solarzelle</p> <p>20 1900-01 Water wheel module
1900-01 Wasserradmodul</p> <p>21 L2-02-051 Silicone tube 12 mm
L2-02-051 Silikonschlauch innen 12mm</p> <p>22 1100-20 Lighting module
1100-20 Beleuchtungsmodul</p> <p>23 1602-01 leXsolar-Base unit small
1602-01 leXsolar-Grundeinheit Small</p> <p>24 L2-06-067 Reversible Fuel cell
L2-06-067 Reversible Brennstoffzelle</p> |
|---|--|

leXsolar – NewEnergy Minikit

Konzeption von leXsolar - NewEnergy Minikit.....	5
Bezeichnung und Handhabung der Experimentiergeräte.....	6

Experimente – Grundschule

1. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Licht	16
2. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Bewegung	18
3. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Krach.....	21
4. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Bewegung	24
5. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Krach.....	27
6. Die Fläche einer Solarzelle	31
7. Die Ausrichtung von Solarzellen.....	33
8. Von der Solarzelle zum Solarmodul	35
9. Aus Windenergie wird Strom ... wird Krach.....	37
10. Aus Windenergie wird Strom ... wird Licht.....	39
11. Einfluss des Flügelprofils.....	41
12. Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit	44
13. Aus einem Wasserstrahl wird Strom... wird Lärm	47
14. Je weiter das Wasser fällt, desto.....	49
15. Speicherung von Solarenergie	51
16. Speicherung von Windenergie	54
17. Was macht ein Elektrolyseur	57
18. Die Brennstoffzelle treibt den Motor an.....	60
19. Die Brennstoffzelle treibt die Hupe an	61
20. Energiespeicherung und Abgabe... E-Mobility.....	62
21. Energiebedarf verschiedener Verbraucher	64
22. Vergleich von Glühlampe und LED	66

Konzeption von leXsolar - NewEnergy Minikit

Konzeption:

leXsolar - NewEnergy Minikit ist ein Schülerexperimentiersatz zum Thema Energie, das speziell für die Zielgruppe Grundschule konzipiert wurde. Daher wurde insbesondere auf folgende Punkte speziell geachtet:

- Einfache und intuitive Handhabung durch die Schüler
- Geringer Vorbereitungsaufwand für den Lehrer
- Robuste Materialien und Geräte
- Übersichtlichkeit der Materialien und Verpackung
- Gute Lehrplanintegration möglich

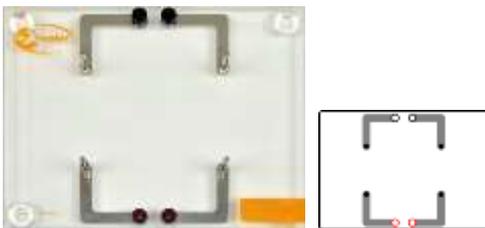
Ziel:

Ziel von leXsolar - NewEnergy Minikit ist es, den Schülern das Thema Energie anschaulich und durch eigenes Erleben verständlich zu machen. Eine zentrale Rolle spielt dabei auch das Thema Energieumwandlung. In der vorliegenden Version des leXsolar - NewEnergy Minikit bilden die Sonnenergie, die Windenergie und die Wasserkraft die möglichen Energiequellen. Die Themen Energiespeicherung und Energiesparen runden das Themenfeld ab. Eine Form der Energiespeicherung ist dabei die durch Elektrolyse induzierte Speicherung in Form von Wasserstoff. Die Rückgewinnung der Elektroenergie geschieht durch eine Brennstoffzelle.

Bezeichnung und Handhabung der Experimentiergeräte leXsolar-NewEnergy Minikit

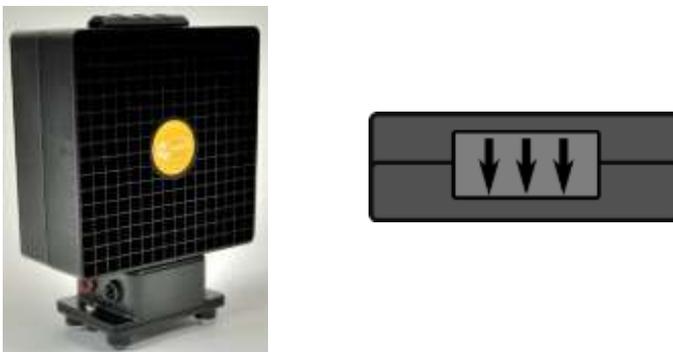
In der folgenden Auflistung werden alle im leXsolar-NewEnergy Minikit enthaltenen Einzelteile aufgeführt. Zu jeder Komponente finden Sie die Bezeichnung mit Artikelnummer, eine Abbildung, das Piktogramm in den Versuchsaufbauten und Hinweise zur Bedienung. Mit Hilfe der Artikelnummer können Sie jedes Einzelteil separat nachbestellen.

Grundeinheit Small 1602-01



Die Grundeinheit Small ist eine Steckplatine, welche bis zu zwei Module aufnehmen kann. Der Strom fließt über die an der Unterseite angebrachten Leitungen. Um die Module auf der Grundeinheit miteinander zu verbinden, befinden sich an zwei gegenüberliegenden Seiten insgesamt vier Anschlüsse. Dazu stehen unter anderem zwei Kurzschlussstecker zur Verfügung.

Winderzeuger 1400-19



Der Winderzeuger dient zur kontrollierten Steuerung des Windes für das Experimentieren mit der Windturbine. In den Experimenten wird der Winderzeuger mit dem PowerModul oder der Handkurbel (Spannungsquelle) verbunden. Hierzu muss der negative (positive) Pol des PowerModuls oder der Handkurbel mit dem negativen (positiven) Anschluss des Winderzeugers verbunden werden. Zur Inbetriebnahme befindet sich auf der den Anschlüssen gegenüberliegenden Seite ein separater An/Aus-Schalter. Die Windrichtung ist durch die Pfeile auf der Oberseite des Winderzeugers markiert. Der Betrieb des Winderzeugers ist nur mit dem mitgelieferten PowerModul, der Handkurbel oder einer stabilisierten Gleichspannung zulässig, andernfalls erlischt die Garantie. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass der Winderzeuger keinen starken Erschütterungen ausgesetzt ist, da sonst die Rotorblätter im Inneren abbrechen können. Er sollte daher nur auf den Grundeinheiten aufgesteckt betrieben werden.

Technische Daten:

- Maximale Spannung: 12V DC (stabilisiert)
- Windgeschwindigkeit: 0 – 7m/s

Windrotoren 1400-12 und Windrotoren (montierter Satz) 1400-21



Aus den Bestandteilen können Rotoren mit 2, 3 oder 4 Rotorblättern mit einem flachen Profil oder einem optimierten Profil zusammengesetzt werden. Der 4-fach Nabeneinsatz ist mit einem Anstellwinkel von 25° und der 3-fach Einsatz mit den Anstellwinkeln 20° , 25° , 30° , 50° und 90° verfügbar.

Zusätzlich ist im Experimentiersystem ein vormontierter Satz Rotoren enthalten (1x flaches Profil, 1x optimiertes Profil).

Handhabung Rotorblätter für Windturbinenmodul 1400-22



Zuerst wird eine Nabe mit dem gewünschten Anstellwinkel und der Flügelzahl ausgewählt (die Naben sind auf der Rückseite entsprechend beschriftet). Der Zweiflügel- und Vierflügel-Rotor kann mithilfe der Nabe mit 4 Einsätzen aufgebaut werden.

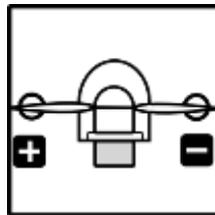


Danach werden die Rotorflügel eingesetzt. Beim Einsetzen der Flügel ist darauf zu achten, dass diese mit der abgerundeten Seite (am Endstück, welches eingelegt wird) nach oben in den Einsatz gelegt werden.



Nach dem Einsetzen der Flügel wird die Nabenkappe aufgesetzt und leicht festgedrückt.

leXsolar-Windturbinenmodul 1400-22



Zunächst muss die blaue Windturbine auf die entsprechende Modulplatte gesteckt werden. Auf die Generatorwelle wird dann der montierte Rotor befestigt, um eine kleine Windkraftanlage zu erhalten. Der Rotor sollte nicht zu fest aufgesteckt werden, damit das Gehäuse der Turbine nicht berührt wird, wodurch sich unnötige Reibungsverluste ergeben würden.

Der Generator erzeugt eine Gleichspannung, deren Polung auf der Modulplatte erkennbar ist. Des Weiteren ist auf die Modulplatte eine Winkelskala aufgedruckt, anhand derer die Turbine in einem bestimmten Winkel in den Wind gedreht werden kann.

Zur Vermeidung des Kontakts mit den drehenden Flügeln wird auf den Windrotor ein Fingerschutzgitter aufgebracht.

Während sich der Rotor dreht, besteht Verletzungsgefahr. Der Rotor darf nur angefasst werden, wenn er nicht rotiert!

Handhabung Fingerschutz für Windturbinenmodul 1400-22

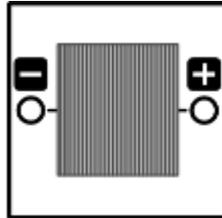
1) An der Windturbine befinden sich wie abgebildet drei kleine Nasen zum Befestigen des Fingerschutzgitters.

2) Das Fingerschutzgitter wird auf den Kopf der Windturbine aufgesteckt und an den unteren beiden Nasen leicht festgedrückt.

3) Anschließend wird der Windrotor auf die Welle der Windturbine gesteckt.



Solarzelle 1100-02 0,5V 840 mA

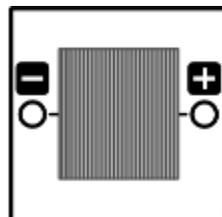


Auf der Rückseite befindet sich die Angabe zur Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke.

Technische Daten:

Material: polykristallines Silizium
Leerlaufspannung: 0,5V
Kurzschlussstromstärke: 840mA
Spitzenleistung: 0,4Wp

Solarmodul 1100-07 1,5V 280 mA



Das Solarmodul besteht aus einer Reihenschaltung von 3 Solarzellen. Auf der Rückseite befindet sich die Angabe zur Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke.

Technische Daten:

Material: polykristallines Silizium
Leerlaufspannung: 1,5V
Kurzschlussstromstärke: 280mA
Spitzenleistung: 0,13Wp

Solarmodul 1100-31 2,5V 420 mA



Das große Solarmodul besteht aus einer Reihenschaltung von 5 Solarzellen.

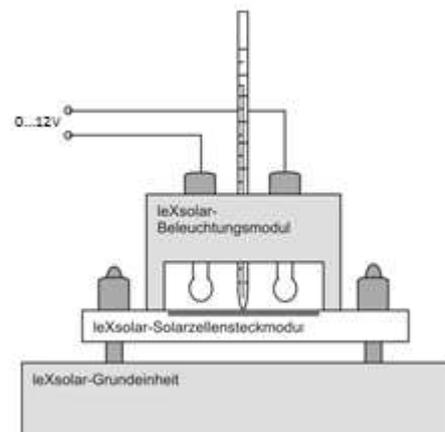
Technische Daten:

Material: polykristallines Silizium
Leerlaufspannung: 2,5V
Kurzschlussstromstärke: 420mA
Spitzenleistung: 1Wp

Satz Abdeckung f. Solarzelle 1100-29

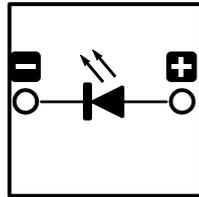
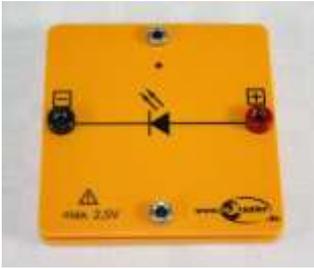


Beleuchtungsmodul (1100-20)



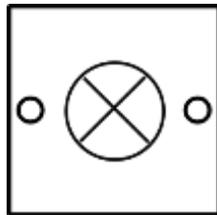
Das Beleuchtungsmodul wird der Handkurbel betrieben. Im Inneren des Beleuchtungsmoduls befinden sich 4 Glühlampen, die durch das Herein- oder Herausdrehen zur Beleuchtung beitragen können oder nicht. In den Experimenten wird das Beleuchtungsmodul direkt auf die Solarzellen aufgelegt. Hierbei ist darauf zu achten, dass es aufgrund von Wärmestrahlung nicht zu lange auf der Solarzelle steht, um eine zu starke Temperaturerhöhung zu vermeiden. Zwischen den beiden Anschlüssen befindet sich ein Loch für ein Laborthermometer, mit dem die Temperatur der Solarzelle bestimmt werden kann.

LED-Modul 1400-08



Im Inneren des LED-Moduls befindet sich eine rote LED mit einer Wellenlängenemission von 697nm. Um die Diode zum Leuchten zu bringen, muss mindestens eine Spannung von 1,7 V angelegt werden.

Glühlampenmodul 1100-26



Das Glühlampenmodul fungiert als Verbraucher in den Experimenten.

Technische Daten:

Mikroglühlampe $P_{\text{typ}} = 200\text{mW}$ (bei 3,5V)
Absicherung über Spannungsbegrenzung (6V)

Kondensatormodul 1600-02



Das Kondensatormodul besteht aus zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren. Die maximale Spannung des Kondensatormoduls beträgt 5,4 V. Zum Aufladen sollte keine höhere Spannung als 5 V angelegt werden. Zum Entladen kann der Kondensator kurzgeschlossen werden, da Sicherungen im Modul eine zu hohe Stromstärke verhindern.

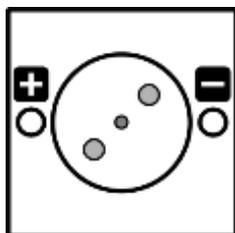
Zum schnellen Aufladen kann der Kondensator direkt an eine Spannungsquelle (zum Bsp. PowerModul) angeschlossen werden. Dazu wird die Spannungsquelle bei 0,5 V eingeschaltet und alle 10 s um 0,5 V erhöht. In der gewünschten Endspannung sollte der Kondensator ca. 30 s aufgeladen werden.

Technische Daten:

Kapazität: 5 F

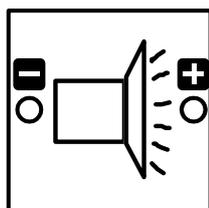
Spannung: 5,4 V

Motormodul (1100-27) mit Farbscheibenset 1 (1100-28)



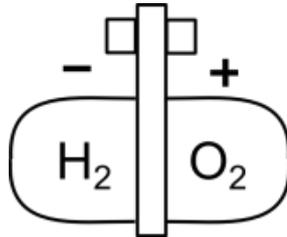
Das Motormodul beinhaltet einen Gleichstrommotor, der sich je nach dem Vorzeichen der angelegten Spannung in verschiedene Richtungen dreht. Um anzulaufen, benötigt er eine Mindestspannung von 0,35 V. Über die blaue Plastikscheibe können Farbscheiben an dem Motormodul befestigt werden. Mit Hilfe der Farbscheiben können optische Täuschungen veranschaulicht werden. Hierzu gehört beispielsweise die additive Farbmischung. Die Farbscheiben sind: Rot-Grün-Blau, Rot-Blau, Rot-Grün, Grün-Blau, rote Farbtone, Relief, Stroboskopscheibe

Hupenmodul 1100-25

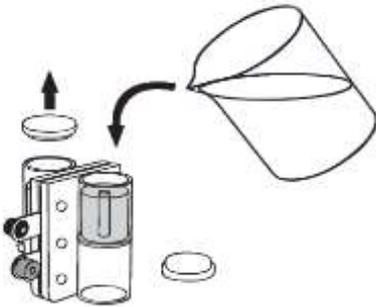


Das Hupenmodul fungiert als Verbraucher in den Experimenten.

Reversible Brennstoffzelle L2-06-067 mit destilliertem Wasser (100ml) 1800-15

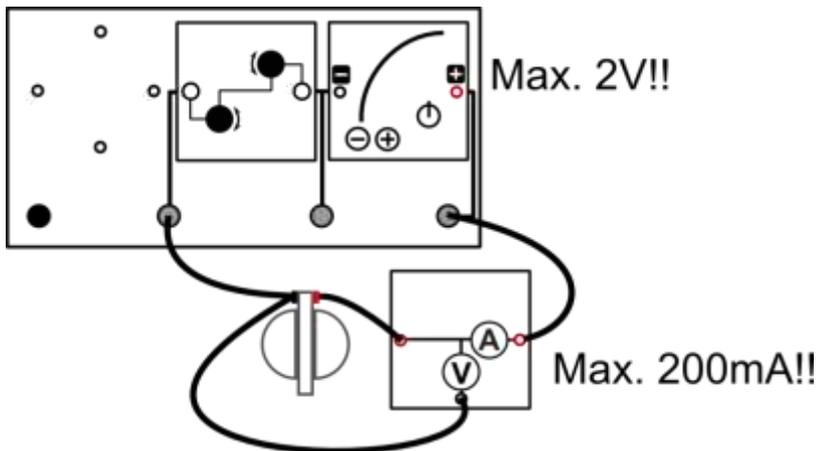


Die reversible Brennstoffzelle besteht aus einem Elektrolyseur und einer Brennstoffzelle. Zum Befüllen der reversiblen Brennstoffzelle sollte folgendermaßen vorgegangen werden:



1. Befülle die rev. Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser wie in nebenstehender Abbildung gezeigt.
2. Fülle beide Speicherzylinder bis zum oberen Ende des Röhrchens im Inneren des Zylinders mit destilliertem Wasser auf.
3. Klopfe die rev. Brennstoffzelle leicht auf den Tisch.
4. Fülle weiter destilliertes Wasser nach, bis es durch die Röhrchen läuft.
5. Verschließe die Speicherzylinder mit den Stopfen und drehe die Zelle für den Betrieb wieder um. (Stopfen müssen für den Betrieb unten liegen)

Zum Aufladen der reversiblen Brennstoffzelle mit einem PowerModul muss ein Potentiometer ($R=20\Omega$) in Reihe geschaltet und Strom und Spannung überwacht werden.



Andernfalls kann es passieren, dass ohne zwischengeschaltete Widerstände zu hohe Ströme fließen, was die Brennstoffzelle dauerhaft beschädigen kann. Spannungswerte von 2V und Stromwerte von 200mA sollten weder im Betrieb als Brennstoffzelle noch als Elektrolyseur überschritten werden. Ströme über 500mA führen zur Zerstörung der Brennstoffzelle. Die Brennstoffzelle darf **NICHT** mit der Handkurbel aufgeladen werden!

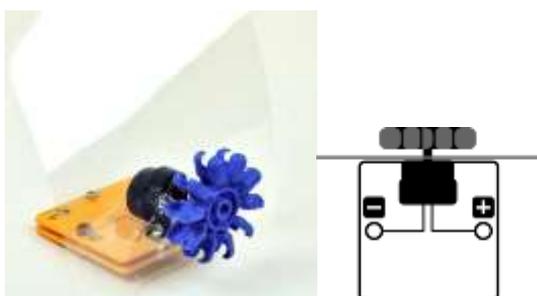
Elektro-Modellfahrzeug mit Akku-Adapter 1801-02



Das Elektro-Modellfahrzeug kann mit der reversible Brennstoffzelle, dem Solarmodul (2,5V) oder dem Kondensatormodul betrieben werden. Die reversible Brennstoffzelle und das Solarmodul können direkt auf das Fahrzeug gesteckt werden. Das Kondensatormodul kann mit der Adapterplatte an dem Fahrzeug befestigt werden.

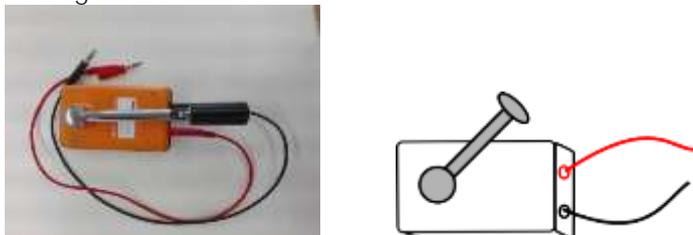
Das Fahrzeug bewegt sich, sobald die beiden Kabel an den Versorger angeschlossen werden. Werden die Räder während des Betriebs festgehalten, kommt es zum Kurzschluss und der Energiespeicher entlädt sich.

Wasserradmodul 1900-01 und PVC-Schlauch (12mm) L2-02-051



Das Wasserradmodul ist mit einer Pelton-Turbine und einem Getriebegenerator ausgestattet. Für das Wasser reicht eine Fallhöhe von ca. 20 cm aus, um genügend Energie für kleine Verbraucher (z.B. Hupenmodul) bereitzustellen. Der transparente Spritzschutz schirmt den Generator dabei vor Feuchtigkeit ab. Der beiliegende PVC-Schlauch (12mm Innendurchmesser) wird für die Zufuhr des Wasserstrahls genutzt.

Handgeneratormodul 1602-02 und Zubehör



Folgendes Zubehör ist im Experimentiersystem enthalten:

- Messleitung, 50cm, schwarz L2-06-014
- Messleitung, 50cm, rot L2-06-015
- 2 x Kurzschlussstecker L2-06-033



Vorbetrachtung: 1. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Licht

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

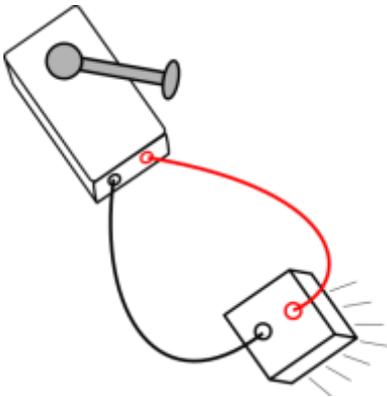
- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Die Helligkeit der Lampen lässt sich über die Kurbelgeschwindigkeit steuern.
- Beim Verbinden von Handkurbel und Beleuchtungsmodul sollte auf die richtige Polarität geachtet werden (rot an rot und schwarz an schwarz).





1. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Licht

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 Handgenerator
- 1 Beleuchtungsmodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel

So geht's

1. Nimm dir ein rotes und ein schwarzes Kabel. Verbinde damit die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, jeweils die beiden roten Anschlüsse und die beiden schwarzen Anschlüsse miteinander zu verbinden (siehe Skizze).
2. Kurble nun kräftig am Handgenerator! Was beobachtest du?

Die Lampen im Beleuchtungsmodul leuchten.

3. Versuche, die Kurbel nun langsamer zu drehen. Was beobachtest du?

Die Lampen leuchten weniger hell.

4. Welche Energieumwandlungen hast du in diesem Experiment beobachtet?

Muskelkraft (Bewegungsenergie) wird zunächst in elektrische Energie umgewandelt, die über die Kabel zu den Lampen übertragen wird. Dort wird die elektrische Energie in Licht umgewandelt.

Vorbetrachtung: 2. Aus Muskelkraft wird Strom ... **wird** Bewegung

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können.
- Die Geschwindigkeit des Motors lässt sich gut über die Kurbelgeschwindigkeit steuern.
- Beim Verbinden von Handkurbel und Grundeinheit sollte auf die richtige Polarität geachtet werden (rot an rot und schwarz an schwarz):



- Mögliche Erweiterung der Thematik und Auswertung:

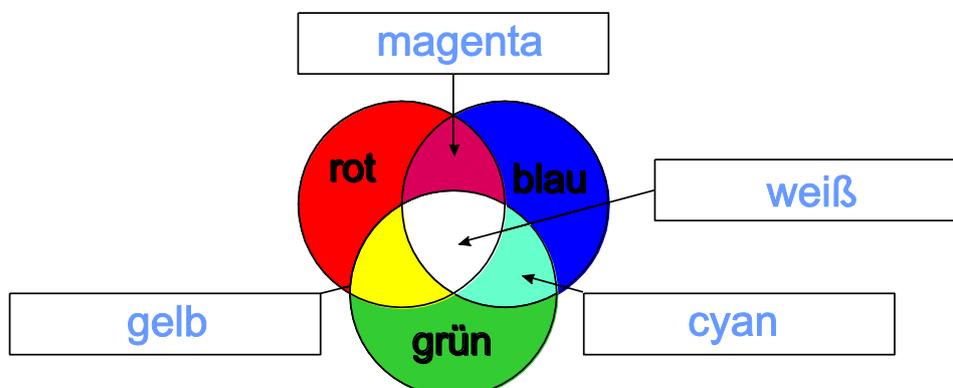
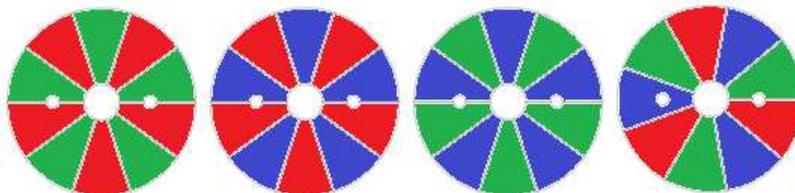
Es können auch weitere Farbscheiben verwendet werden - dann muss die Auswertung angepasst werden:

grün-rot

rot-blau

grün-blau

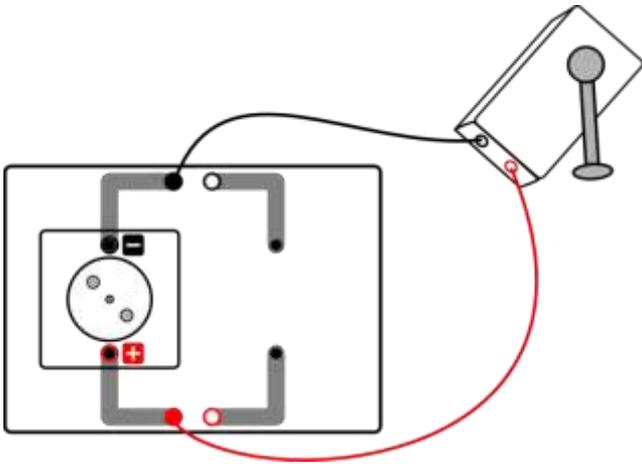
grün-rot-blau





2. Aus Muskelkraft wird Strom ... **wird** Bewegung

Aufbau

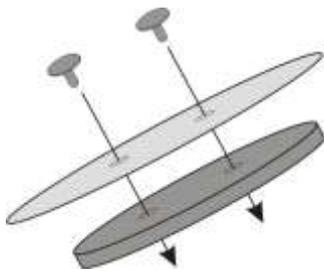


Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Handgenerator
- 1 Motormodul mit Farbscheibe rot-blau
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel

So geht's

1. Verbinde zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit der kleinen Grundeinheit. Achte dabei darauf, jeweils die beiden roten Anschlüsse und die beiden schwarzen Anschlüsse miteinander zu verbinden.
2. Stecke anschließend den Motor wie oben abgebildet auf die Grundeinheit.
3. Stecke die Pappscheibe rot-blau mit den blauen Steckern auf das blaue Rad. Stecke das Rad nun auf den Motor.



Hinweis: Wenn nötig, kannst du zum Lösen der Clips von der Rotationsscheibe einen Stecker zu Hilfe nehmen. Drücke den Stecker dazu vorsichtig von unten gegen den Clip.



2. Aus Muskelkraft wird Strom ... **wird** Bewegung

So geht's

4. Kurble kräftig am Handgenerator! Was beobachtest du?

Die Farbscheibe dreht sich. Die Farben vermischen sich zu einem magentafarbenen Farbeindruck.

5. Versuche, die Kurbel nun sehr langsam zu drehen. Was beobachtest du?

Je langsamer man kurbelt, desto langsamer dreht sich der Motor und desto besser kann man die einzelnen Farben wieder unterscheiden.

6. Vertausche nun die Kabel (nur) am Handgenerator – also rotes Kabel in die schwarze Buchse und schwarzes Kabel in die rote Buchse und kurble erneut möglichst langsam. Was beobachtest du?

Die Scheibe dreht sich in die andere Richtung.

7. Welche Energieumwandlungen hast du in diesem Experiment beobachtet?

Muskelkraft (Bewegungsenergie) wird in elektrische Energie umgewandelt, welche den Motor antreibt.

Der Motor wandelt die elektrische Energie wieder in Bewegungsenergie um.

Vorbetrachtung: 3. **Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Krach**

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

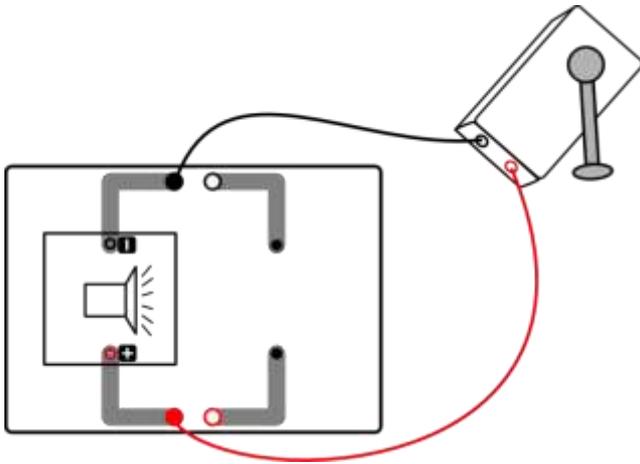
- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Die Lautstärke der Hupe lässt sich gut über die Kurbelgeschwindigkeit steuern
- Beim Durchführen des Versuchs wird es erfahrungsgemäß sehr lautstark zugehen, sodass die Anweisungen möglichst vorher gegeben werden sollten.
- Beim Verbinden von Handkurbel und Grundeinheit sollte auf die richtige Polarität geachtet werden (rot an rot und schwarz an schwarz):





3. Aus Muskelkraft wird Strom ... wird Krach

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Handgenerator
- 1 Hupenmodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel

So geht's

1. Verbinde zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit der kleinen Grundeinheit. Achte dabei darauf, jeweils die beiden roten Anschlüsse und die beiden schwarzen Anschlüsse miteinander zu verbinden.
2. Stecke anschließend die Hupe wie abgebildet auf die Grundeinheit.
3. Kurble kräftig am Handgenerator! Was beobachtest du?

Die Hupe beginnt, sehr laut zu hupen.

4. Versuche, die Kurbel nun langsamer zu drehen. Was beobachtest du?

Die Hupe wird leiser.

5. Welche Energieumwandlungen hast du in diesem Experiment beobachtet?

Muskelkraft (Bewegungsenergie) wird in elektrische Energie umgewandelt. Die Hupe wandelt die elektrische Energie anschließend in Schall um. (für Fortgeschrittene: also ebenfalls in Bewegungsenergie, nämlich in Schwingung der Luft)

Vorbetrachtung: 4. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Bewegung

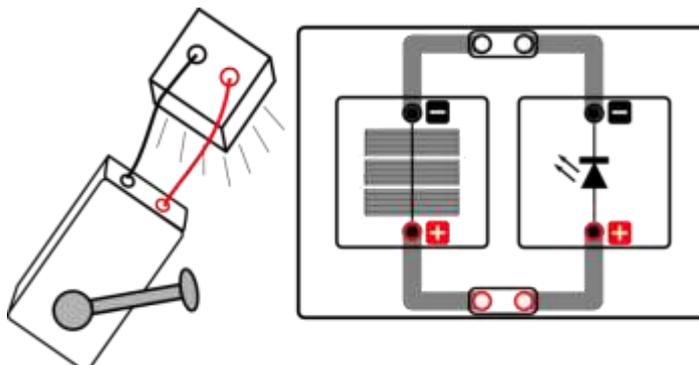
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem (kleinen) Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul ist bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen) zu erkennen. Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert. Die hier verwendete Solarzelle ist durch folgende Werte gekennzeichnet: 0,5 V und 840 mA.
- Bei schlechten Lichtverhältnissen (vor allem in den Wintermonaten) sollte das Beleuchtungsmodul als konsistente Lichtquelle verwendet werden. Der Versuch lässt sich dann am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können.
- Die Leuchtstärke der Lampen im Beleuchtungsmodul und damit die Drehgeschwindigkeit des Motors lässt sich über die Kurbelgeschwindigkeit steuern.
- Der Versuch ist erweiterbar mit verschiedenen Farbscheiben.
- Beim Verbinden von Handkurbel und Beleuchtungsmodul sollte auf die richtige Polarität geachtet werden (rot an rot und schwarz an



(schwarz):

- Typische Fehler beim Aufbau: Kurzschlussstecker vergessen, Kabel in Beleuchtungsmodul verkehrt herum eingesteckt
- Mögliche Erweiterung der Thematik und Auswertung: Der Versuch kann statt mit dem Motor oder der Hupe auch mit der LED (dann mit Solarmodul) durchgeführt werden. Dann ändert sich die Auswertung folgendermaßen:





Vorbetrachtung: 4. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Bewegung

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

Aufgabenstellung für alternativen Versuch mit LED:

Halte das Solarmodul ins Sonnenlicht! Falls die Sonne nicht scheint, stelle das Beleuchtungsmodul auf das Solarmodul und kurble kräftig am Handgenerator. Was beobachtest du?

Die LED leuchtet.

Bewege die Grundeinheit langsam aus dem Sonnenlicht bzw. lasse von einem Mitschüler das Beleuchtungsmodul langsam hoch heben. Was beobachtest du?

Die LED geht aus.

Kannst du die Beobachtung erklären?

Das Solarmodul wandelt Licht in elektrische Energie um. Die LED wandelt diese in Licht um. Je mehr Licht auf das Solarmodul fällt, desto mehr elektrische Energie wird umgewandelt und desto heller leuchtet die LED.

Fällt zu wenig Licht auf das Solarmodul, geht die LED aus.

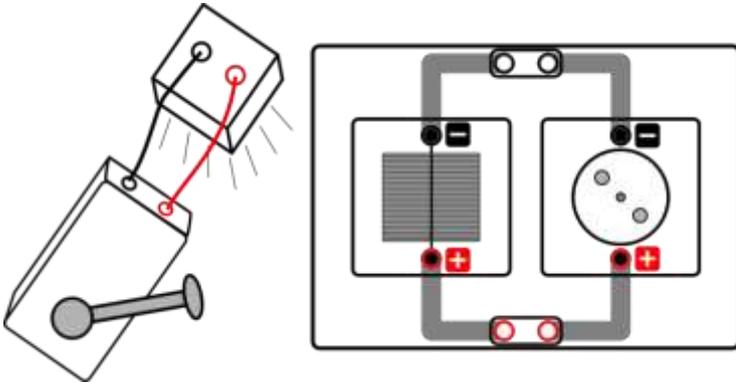
Benutze statt des Solarmoduls die Solarzelle! Was beobachtest du? Versuche deine Beobachtung zu erklären!

Mit der Solarzelle funktioniert die LED nicht. Die LED funktioniert also nur, wenn man mehrere Solarzellen miteinander verbindet. Die Erklärung ist die gleiche wie bei beim Betrieb der Hupe mit dem Solarmodul, mit dem Unterschied, dass die LED 1,6 V benötigt und daher nur mit mindestens 3 Solarzellen in Reihe funktioniert.



4. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Bewegung

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarzelle 0,5V
- 1 Motormodul
- 2 Kurzschlussstecker

Falls die Sonne nicht genügend scheint, brauchst Du zusätzlich eine

„handbetriebene“ Lichtquelle:

- 1 Handgenerator
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Beleuchtungsmodul

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um die Solarzelle und das Motormodul zu verbinden.
2. Halte die Solarzelle ins Sonnenlicht! Falls die Sonne nicht scheint, stelle das Beleuchtungsmodul auf die Solarzelle und kurble kräftig am Handgenerator. Verbinde dazu zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, dass du die Anschlüsse mit der richtigen Farbe verbindest (rot an rot und schwarz an schwarz).

Auswertung

1. Was beobachtest du?

Der Motor dreht sich – jedoch nicht so schnell wie beim direkten Betrieb des Motors mit dem Handgenerator.

2. Bewege die Grundeinheit langsam aus dem Sonnenlicht bzw. lasse von einem Mitschüler das Beleuchtungsmodul langsam hoch heben. Was beobachtest du?

Der Motor wird langsamer und hält schließlich ganz an.



4. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Bewegung

Auswertung

3. Kannst du die Beobachtung erklären?

Die Solarzelle wandelt Licht in elektrische Energie um. Der Motor wandelt diese elektrische Energie in Bewegungsenergie um. Je heller es ist, also je mehr Licht auf die Solarzelle fällt, desto mehr Energie wird umgewandelt und desto schneller dreht sich der Motor. Fällt zu wenig Licht auf die Solarzelle, wird nicht genug Energie für den Betrieb des Motors umgewandelt und er dreht sich daher gar nicht mehr.



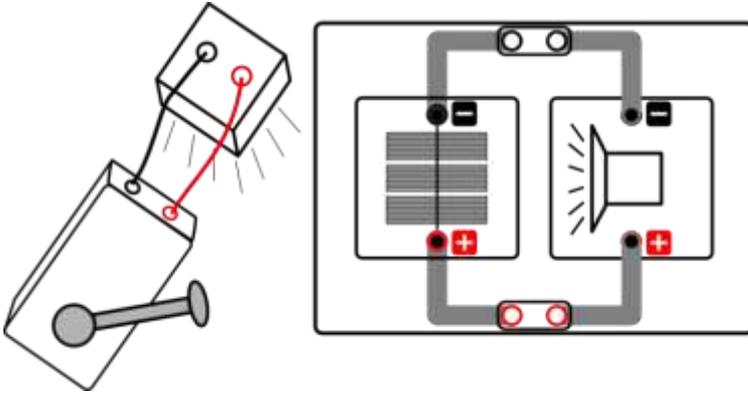
Vorbetrachtung: 5. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Krach

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert, das hier verwendete Solarmodul ist durch folgende Werte gekennzeichnet: *1,5 V und 280 mA*.
- Bei sehr schlechten Lichtverhältnissen kann das Beleuchtungsmodul als konsistente Lichtquelle verwendet werden. Der Versuch lässt sich dann am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können. Die Hupe benötigt aber eine relativ geringe Spannung und Stromstärke, sodass sie im Allgemeinen auch bei schlechteren Lichtverhältnissen ohne zusätzliches Beleuchtungsmodul verwendet werden kann.
- Die Helligkeit der Lampen im Beleuchtungsmodul und damit die Lautstärke der Hupe lässt sich gut über die Kurbelgeschwindigkeit steuern
- Die Schüler sollten explizit auf die richtige Polarität beim Aufstecken und Verkabeln hingewiesen werden, da die Hupe sonst nicht hupt (weiterer typischer Fehler: Kurzschlussstecker vergessen.)
- Beim Durchführen des Versuchs wird es erfahrungsgemäß sehr lautstark zugehen, sodass die Anweisungen möglichst vorher gegeben werden sollten.
- Statt dem Solarmodul kann bei guten Lichtverhältnissen auch die Solarzelle verwendet werden, dann tönt die Hupe weniger laut
(Begründung für Fortgeschrittene: Bei der Reihenschaltung addieren sich die Spannungen der einzelnen Solarzellen. Da die Hupe mindestens 0,4V benötigt, eine einzelne Solarzelle bei Zimmerlicht jedoch maximal diese 0,4V liefert, benötigt man für einen ordentlichen Betrieb 2 Solarzellen in Reihe. Die Spannung der Solarzelle ist dabei fast unabhängig von ihrer Größe.)

5. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Krach

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarmodul 1,5V
- 1 Hupenmodul
- 2 Kurzschlussstecker

Falls die Sonne nicht scheint, brauchst Du **zusätzlich eine „handbetriebene“**

Lichtquelle:

- 1 Handgenerator
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Beleuchtungsmodul

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um das Solarmodul und das Hupenmodul zu verbinden.
2. Halte die Grundeinheit ins Sonnenlicht! Falls die Sonne nicht scheint, stelle das Beleuchtungsmodul auf das Solarmodul und kurble kräftig am Handgenerator. Verbinde dazu zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, dass du die Anschlüsse mit der richtigen Farbe verbindest (rot an rot und schwarz an schwarz).

Auswertung

3. Was beobachtest du?

Die Hupe hupt – jedoch nicht so laut wie im direkten Betrieb der Hupe mit dem Handgenerator

4. Bewege die Grundeinheit langsam aus dem Sonnenlicht bzw. lasse von einem Mitschüler das Beleuchtungsmodul langsam hoch heben. Was beobachtest du?

Die Hupe wird leiser und verstummt schließlich ganz.



5. Aus Sonnenenergie wird Strom ... wird Krach

Auswertung

5. Kannst du die Beobachtung erklären?

Die Solarzellen wandeln Licht in elektrische Energie um. Die Hupe wandelt diese elektrische Energie in Bewegungsenergie (Schall) um. Je heller es ist, also je mehr Licht auf die Solarzellen fällt, desto mehr Energie wird umgewandelt und desto lauter tönt die Hupe. Fällt zu wenig Licht auf die Solarzellen, wird nicht genug Energie für den Betrieb der Hupe umgewandelt und sie verstummt daher.



Vorbetrachtung: 6. Die Fläche einer Solarzelle

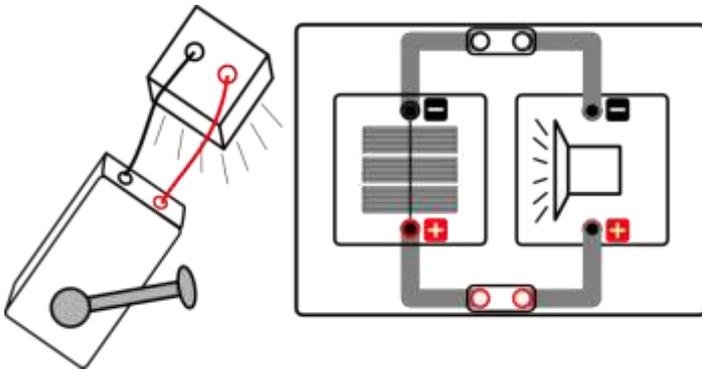
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert. Das hier verwendete Solarmodul ist durch folgende Werte gekennzeichnet: 1,5 V und 280 mA.
- Hinweis: Um den Versuch physikalisch korrekt durchzuführen, müsste die Solarzelle statt dem Solarmodul verwendet werden, da bei Verwendung des Solarmoduls noch andere Effekte eine Rolle spielen (zum Beispiel die Teilverschattung in der Reihenschaltung von Solarzellen). Für eine rein phänomenologische Auswertung, um den Effekt der Flächenabhängigkeit der Leistung zu zeigen, ist die Anwendung des Solarmoduls aber ebenso gut geeignet. Mit der Solarzelle lässt sich die Flächenabhängigkeit weniger gut qualitativ darstellen, weil die Spannung fast unabhängig von der Fläche ist und die Drehgeschwindigkeit des Motors, beziehungsweise die Lautstärke der Hupe sich daher kaum ändert mit abnehmender Fläche. Bei starker Sonneneinstrahlung funktioniert der Versuch auch mit der Solarzelle.
- Mit Handkurbel ist die Hupe ziemlich laut, sodass Lautstärkeunterschiede nicht so gut wahrgenommen werden können. Es empfiehlt sich also, den Versuch im indirekten Sonnenlicht durchzuführen.
- Typische Fehler beim Aufbau: Kurzschlussstecker vergessen, Kabel in Beleuchtungsmodul verkehrt herum eingesteckt, Hupe verkehrt herum eingesteckt



6. Die Fläche einer Solarzelle

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarmodul 1,5V
- 1 Hupenmodul
- 2 Kurzschlussstecker
- 4 Abdeckplättchen

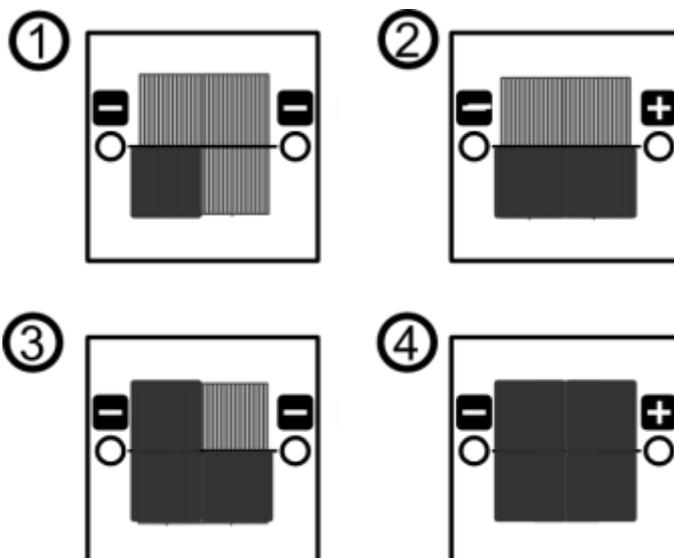
Falls die Sonne nicht scheint, brauchst Du **zusätzlich eine „handbetriebene“**

Lichtquelle:

- 1 Handgenerator
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Beleuchtungsmodul

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um das Solarmodul und das Hupenmodul zu verbinden.
2. Stelle das Beleuchtungsmodul auf das Solarmodul und kurble kräftig am Handgenerator. Verbinde dazu zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, dass du die Anschlüsse mit der richtigen Farbe verbindest (rot an rot und schwarz an schwarz).
3. Verringere nun die Fläche des Solarmoduls, indem du ein Viertel des Moduls mit einem Abdeckplättchen zudeckst (1):





6. Die Fläche einer Solarzelle

Auswertung

4. Kurble wieder kräftig am Handgenerator. Was beobachtest du?

Die Hupe tönt etwas leiser.

5. Verringere nun noch weiter die Fläche des Solarmoduls, indem du weitere Abdeckplättchen auf das Modul legst (2...4). Kurble am Handgenerator und notiere, was du beobachtest.

Je kleiner die Solarmodulfläche wird, desto leiser tönt die Hupe. Bei vollständiger Abdeckung geht die Hupe aus.

6. Kannst du die Beobachtung erklären?

Das Solarmodul wandelt Licht in elektrische Energie um. Die Hupe wandelt diese elektrische Energie in Bewegungsenergie (Schall) um. Je größer die Fläche der Solarzelle ist, desto mehr Energie wird umgewandelt und desto lauter tönt die Hupe. Fällt zu wenig Licht auf die Solarzelle, weil diese abgedeckt ist, wird nicht genug Energie für den Betrieb der Hupe umgewandelt und sie verstummt daher.



Vorbetrachtung: 7. Die Ausrichtung von Solarzellen

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert. Die hier verwendete Solarzelle ist durch folgende Werte gekennzeichnet: 0,5 V und 840 mA.
- Dieser Versuch sollte im direkten Sonnenlicht mit Solarzelle durchgeführt werden, da Lautstärkeunterschiede sonst nicht so gut verdeutlicht werden können
- Typische Fehler beim Aufbau: Kurzschlussstecker vergessen, Hupe verkehrt herum eingesteckt
- Mögliche zusätzliche Auswertung:

Was bedeutet diese Beobachtung für das Verhalten der Solarzelle bzw. von Solaranlagen im Tagesverlauf?

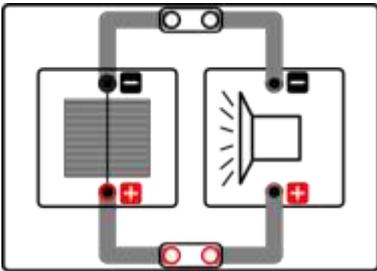
Solaranlagen sind häufig fest montiert. Da die Sonne am Tag über den Himmel wandert, erzeugt eine Solaranlage im Tagesverlauf unterschiedlich viel Leistung.

Um möglichst viel Energie zu „ernten“, muss die Solaranlage am besten der Sonne nachgeführt werden, damit die Sonne immer senkrecht auf die Anlage einstrahlt. Da dieses Verfahren sehr aufwendig ist, werden Photovoltaikanlagen in einem festen Winkel aufgestellt. Der optimale Winkel hängt vom Standort der Anlage ab. Der optimale Anstellwinkel einer Solaranlage gegenüber dem Boden beträgt in Deutschland ca. 30° – 35°.



7. Die Ausrichtung von Solarzellen

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarzelle 0,5V
- 1 Hupenmodul
- 2 Kurzschlussstecker

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um die Solarzelle und das Hupenmodul zu verbinden.
2. Halte die Grundeinheit ins Sonnenlicht. Richte sie optimal zur Sonne aus, sodass die Solarzelle genau senkrecht zum Lichteinfall steht. (Das kannst du z.B. daran erkennen, dass die Kurzschlussstecker keinen Schatten mehr auf die Grundeinheit werfen.)
3. Neige nun die Grundeinheit langsam aus dem Licht und beobachte dabei die Lautstärke der Hupe!

Auswertung

1. Was beobachtest du?

Je stärker die Solarzelle aus dem Licht geneigt ist – je länger also die Schatten der Stecker werden – desto leiser tönt die Hupe.

2. Wie sollte also eine Solaranlage gegenüber der Sonneneinstrahlung möglichst ausgerichtet sein?

Die Solaranlage sollte möglichst senkrecht zum Lichteinfall ausgerichtet sein, um die maximale Leistung zu erzielen.

3. Du hast vielleicht schon mal ein Solaranlagen-Feld gesehen. Warum werden die Solarzellen in diesen Anlagen schräg aufgestellt?

In unseren Breitengraden scheint die Sonne nicht senkrecht auf die Erdoberfläche, sondern unter einem ortsabhängigen Einstrahlwinkel. Um einen möglichst senkrechten Lichteinfall (um die Mittagszeit) zu gewährleisten, werden die Solarzellen schräg aufgestellt.



Vorbetrachtung: 8. Von der Solarzelle zum Solarmodul

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

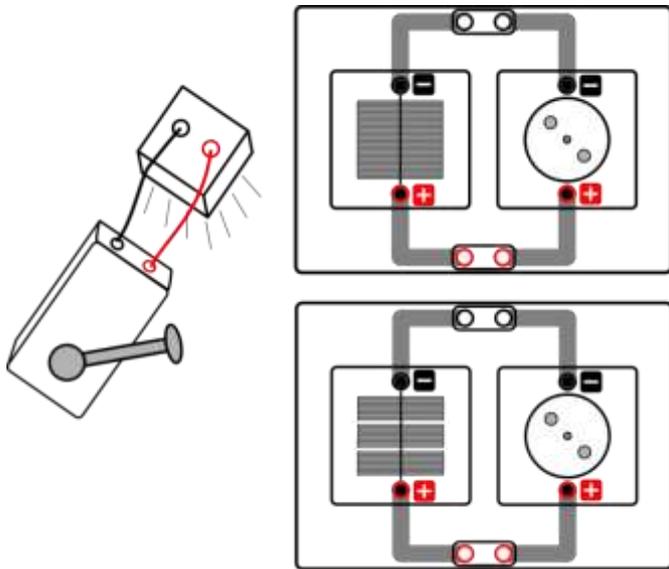
- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert, das hier verwendete Solarmodul ist durch folgende Werte gekennzeichnet: 1,5 V und 280 mA. Die Solarzelle ist durch folgende Werte gekennzeichnet: : 0,5 V und 840 mA.
- Typische Fehler beim Aufbau: Kurzschlussstecker vergessen, Kabel in Beleuchtungsmodul verkehrt herum eingesteckt, Verbraucher (Hupe, LED) verkehrt herum eingesteckt
- Mögliche zusätzliche Auswertung:

Einige Verbraucher brauchen eine bestimmte Mindestspannung, um zu funktionieren. Was kannst du daraus über den Unterschied von Solarzelle und Solarmodul folgern?

Beim Solarmodul ist die Spannung höher. Dies wird durch das Hintereinanderschalten von drei Solarzellen erreicht.

8. Von der Solarzelle zum Solarmodul

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarzelle 0,5V
- 1 Solarmodul 1,5V
- 1 Hupe modul
- 1 Motormodul
- 1 Glühlampenmodul
- 1 LED-Modul
- 2 Kurzschlussstecker
- 1 Handgenerator
- 1 Beleuchtungsmodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel

So geht's

1. In diesem Versuch sollen alle vier Verbrauchermodule (Motor, Hupe, Glühlampe, LED) einmal mit der Solarzelle und einmal mit dem Solarmodul betrieben werden.
2. Der Versuch wird zuerst wie oben abgebildet mit dem Motormodul und der Solarzelle aufgebaut. Vergiss nicht, die Solarzelle und das Motormodul mit den Kurzschlusssteckern auf der Grundeinheit zu verbinden.
3. Stelle das Beleuchtungsmodul auf das Solarmodul und kurble kräftig am Handgenerator. Verbinde dazu zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, dass du die Anschlüsse mit der richtigen Farbe verbindest (rot an rot und schwarz an schwarz).
4. Anschließend wird der Motor gegen das Hupe modul, die Glühlampe und die LED ausgetauscht und der Versuch jeweils wiederholt. Notiere jeweils das Verhalten der Verbraucher.
5. Tausche die Solarzelle gegen das Solarmodul aus und wiederhole das Experiment mit allen Verbrauchern.

Auswertung

	Solarzelle	Solarmodul
Motor	dreht sich	dreht sich
Hupe	hupt	hupt
Glühlampe	leuchtet nicht	leuchtet
LED	leuchtet nicht	leuchtet



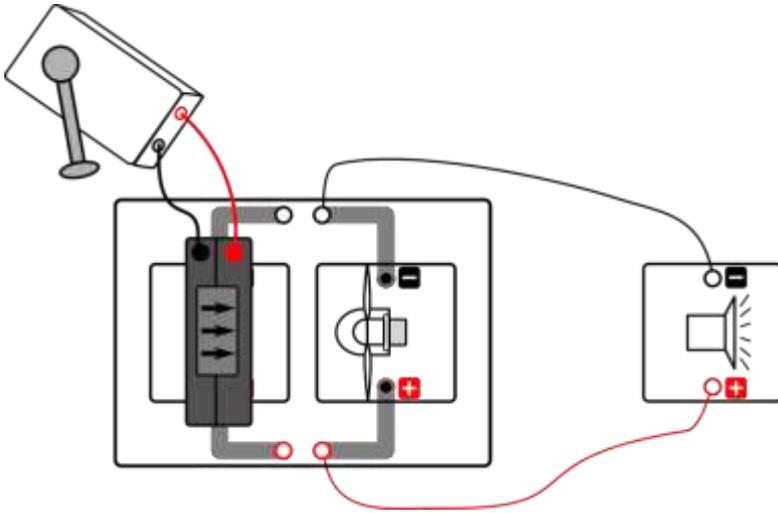
Vorbetrachtung: 9. Aus Windenergie wird Strom ... wird Krach

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Der vorinstallierte Rotor (30°, optimiertes Profil) kann verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen Sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers.)
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Die Lautstärke der Hupe lässt sich gut über die Kurbelgeschwindigkeit steuern
- Typische Fehler beim Aufbau: Hupe verkehrt herum eingesteckt, Winderzeuger-Schalter auf aus, Winderzeuger verkehrt herum eingesteckt, Windturbine verkehrt herum eingesteckt

9. Aus Windenergie wird Strom ... wird Krach

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 installierter Dreiblatt-Rotor, (Anstellwinkel 30°, optimiertes Profil)
- 1 Hupenmodul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Die Windrichtung am Winderzeuger ist durch aufgedruckte Pfeile auf der Oberseite gekennzeichnet. Verbinde mit einem roten und einem schwarzen Kabel den Handgenerator mit dem Winderzeuger. Achte auf die richtige Polarität der Anschlüsse. Verbinde rot mit rot und schwarz mit schwarz.
2. Verbinde das Hupenmodul mit Kabeln wie abgebildet mit der Grundeinheit. Achte auch hier auf die richtige Polarität der Anschlüsse.
3. Befestige das Fingerschutzgitter an der Windturbine.
4. Stecke anschließend den vorinstallierten Rotor mit dem optimierten Profil auf die Windturbine auf.
5. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble kräftig am Handgenerator! Was beobachtest Du am Windturbinenmodul?

Der Propeller beginnt, sich zu drehen

Was passiert mit der Hupe?

Die Hupe hupt.

Erkläre Deine Beobachtung!

Durch die Handkurbel wird der Winderzeuger angetrieben. Der erzeugte Wind bringt den Propeller zum drehen. Der Generator in der Windturbine wandelt die Bewegungsenergie in elektrische Energie um, welche die Hupe zum Tönen bringt.



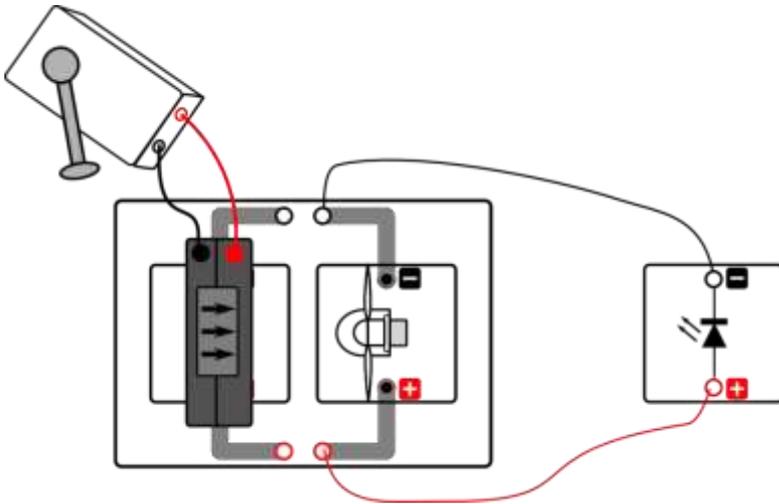
Vorbetrachtung: 10. Aus Windenergie wird Strom ... wird Licht

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Der vorinstallierte Rotor (30°, optimiertes Profil) kann verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers).
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Die Helligkeit der LED lässt sich gut über Kurbelgeschwindigkeit steuern
- Typische Fehler beim Aufbau: LED verkehrt herum eingesteckt, Winderzeuger-Schalter auf aus, Winderzeuger verkehrt herum eingesteckt, Windturbine verkehrt herum eingesteckt

10. Aus Windenergie wird Strom ... wird Licht

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 Dreiblatt-Rotor, (Anstellwinkel 30°, optimiertes Profil)
- 1 LED-Modul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Die Windrichtung am Winderzeuger ist durch aufgedruckte Pfeile auf der Oberseite gekennzeichnet. Verbinde mit einem roten und einem schwarzen Kabel den Handgenerator mit dem Winderzeuger. Achte auf die richtige Polarität der Anschlüsse. Verbinde rot mit rot und schwarz mit schwarz.
2. Verbinde das LED-Modul wie abgebildet mit der Grundeinheit. Achte auch hier auf die richtige Polarität der Anschlüsse.
3. Befestige das Fingerschutzgitter an der Windturbine.
4. Stecke anschließend den vorinstallierten Rotor mit dem optimierten Profil auf die Windturbine auf.
5. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble kräftig am Handgenerator! Was beobachtest Du am Windturbinenmodul?

Der Propeller beginnt, sich zu drehen

Was passiert mit der LED?

Die LED leuchtet.

Erkläre Deine Beobachtung!

Durch die Handkurbel wird der Winderzeuger angetrieben. Der erzeugte Wind bringt den Propeller zum drehen. Dieser wandelt die Bewegungsenergie in elektrische Energie um, welche die LED zum Leuchten bringt.



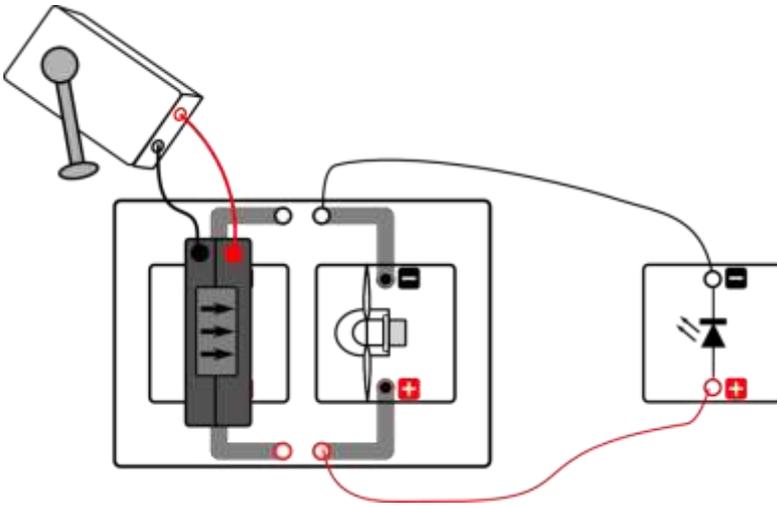
Vorbetrachtung: 11. Einfluss des Flügelprofils

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Die vorinstallierten Rotoren können verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen Sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers).
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Wenn die vorinstallierten Rotoren verwendet werden, besteht der Nachteil, dass nicht nur die Flügelform voneinander abweicht, sondern auch die Flügelzahl und der Anstellwinkel. Dadurch kommen weitere Parameter ins Spiel, die die Leistung der Rotoren beeinflussen. Für eine rein phänomenologische Betrachtung macht es aber kaum einen Unterschied. Die Leistungsunterschiede durch das Flügelprofil überwiegen sehr stark die Unterschiede durch die abweichende Flügelzahl (Drei-Flügler verhalten sich fast genauso wie Vier-Flügler) und den Anstellwinkel (30° verhält sich ähnlich wie 25°). Der Effekt, dass mit dem optimierten Profil deutlich höhere Leistungen erzeugt werden können, als mit dem flachen Profil, kann mit den vorinstallierten Rotoren trotzdem sehr gut herausgestellt werden. Um es physikalisch korrekt durchzuführen, kann ein Rotor mit gleicher Flügelzahl und Anstellwinkel aber abweichendem Flügelprofil selber aufgebaut werden.
- Weitere Ergebnisse:
 30° , optimiertes Profil, Drei-Flügler: LED leuchtet hell
 25° , flaches Profil, Vier-Flügler: LED glimmt nur leicht
 30° , flaches Profil, Drei-Flügler: LED leuchtet nicht
- Der Versuch ist auch mit der Glühlampe möglich (leuchtet bei optimiertem Profil, bei flachem nicht)
- Der Versuch ist auch mit der Hupe möglich (tönt leiser bei flachem Profil)
- Typische Fehler beim Aufbau: LED verkehrt herum eingesteckt, Winderzeuger-Schalter auf aus, Winderzeuger verkehrt herum eingesteckt, Windturbine verkehrt herum eingesteckt

11. Einfluss des Flügelprofils

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 Rotor mit optimiertem Profil
- 1 Rotor mit flachem Profil
- 1 LED-Modul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Die Windrichtung am Winderzeuger ist durch aufgedruckte Pfeile auf der Oberseite gekennzeichnet. Verbinde mit einem roten und einem schwarzen Kabel den Handgenerator mit dem Winderzeuger. Achte auf die richtige Polarität der Anschlüsse. Verbinde rot mit rot und schwarz mit schwarz.
2. Verbinde das LED-Modul wie abgebildet mit der Grundeinheit. Achte auch hier auf die richtige Polarität der Anschlüsse.
3. Befestige das Fingerschutzgitter an der Windturbine.
4. Stecke anschließend den Rotor mit dem optimierten Profil auf die Windturbine auf.
5. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble kräftig am Handgenerator! Was beobachtest Du am Windturbinenmodul?

Der Propeller beginnt, sich zu drehen

6. Was passiert mit der LED?

Die LED leuchtet.



11. Einfluss des Flügelprofils

So geht's

7. Tausche den optimierten Propeller gegen den Rotor mit den flachen Flügeln aus und wiederhole den Versuch. Was kannst du jetzt am Windturbinenmodul und an der LED beobachten?

Das Windrad dreht sich langsamer und die LED leuchtet weniger stark beziehungsweise gar nicht mehr.

8. Erkläre Deine Beobachtung!

Die spitzen Flügel sind wegen ihrer „windschnittigen“ Form für eine Windkraftanlage besser geeignet, weil damit höhere elektrische Energien erreichen werden können. Das liegt an der Form der Flügel, die ähnlich wie eine Flugzeugtragfläche Auftriebseffekte nutzen.



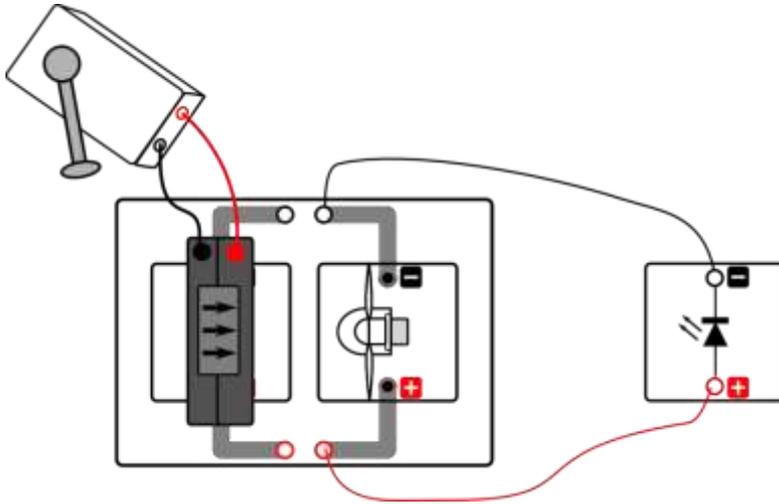
Vorbetrachtung: 12. Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Der vorinstallierte Rotor (30°, optimiertes Profil) kann verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers).
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Typische Fehler beim Aufbau: LED verkehrt herum eingesteckt, Winderzeuger-Schalter auf aus, Winderzeuger verkehrt herum eingesteckt, Windturbine verkehrt herum eingesteckt

12. Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 installierter Dreiblatt-Rotor, (Anstellwinkel 30°, optimiertes Profil)
- 1 LED-Modul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Die Windrichtung am Winderzeuger ist durch aufgedruckte Pfeile auf der Oberseite gekennzeichnet. Verbinde mit einem roten und einem schwarzen Kabel den Handgenerator mit dem Winderzeuger. Achte auf die richtige Polarität der Anschlüsse. Verbinde rot mit rot und schwarz mit schwarz.
2. Verbinde das **LED-Modul** wie abgebildet mit der Grundeinheit. Achte auch hier auf die richtige Polarität der Anschlüsse.
3. Befestige das Fingerschutzgitter an der Windturbine.
4. Stecke anschließend den Rotor mit dem optimierten Profil auf die Windturbine auf.
5. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble kräftig am Handgenerator!
6. Tauscht nun die Rollen und überprüft damit eure Ergebnisse noch einmal.

Hinweis: Bei diesem Versuch soll mit verschiedenen Geschwindigkeiten am Handgenerator gekurbelt werden. Beginnt zunächst mit der höchsten Geschwindigkeit und beobachtet dabei die LED. Lasst euren Mitschüler zunächst gleichmäßig weiterkurbeln und haltet die Hand vorsichtig (!!!) hinter das Windrad, um die Windgeschwindigkeit zu erfühlen. Lasst ihn danach die Kurbelgeschwindigkeit ein wenig verringern, beobachtet die LED und erfühlt anschließend wieder die Windgeschwindigkeit.



12. Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit

Auswertung

1. Fülle den Lückentext aus.

Je stärker am Handgenerator gekurbelt wird, desto höher ist die Windgeschwindigkeit. Je höher die Windgeschwindigkeit ist, desto heller leuchtet die LED. Wenn man langsam kurbelt, leuchtet die LED nicht. Wenn man sehr schnell kurbelt, leuchtet die LED hell. Reale Windkraftanlagen arbeiten besser bei höheren Windgeschwindigkeiten.



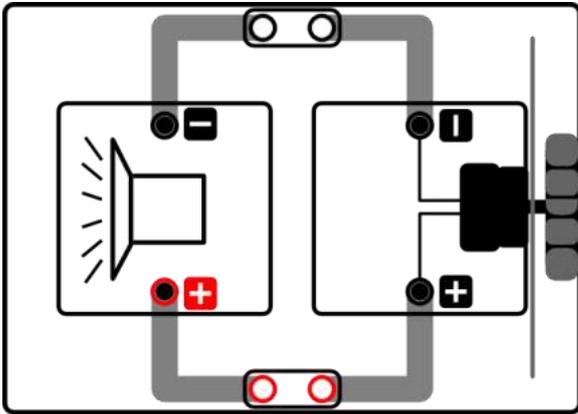
Vorbetrachtung: 13. Aus einem Wasserstrahl wird Strom... wird Lärm

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch sollte, wenn möglich als Outdoor-Experiment durchgeführt werden, da es teilweise stark spritzt
- In manchen Räumen kann der Versuch auch direkt unter dem Wasserhahn an einem Waschbecken durchgeführt werden. Das funktioniert allerdings nur bei ausreichendem Wasserdruck.
- Während des Versuchs sollte die Grundeinheit aus Spritzschutzgründen in einen Eimer oder eine tiefe Schüssel gehalten werden.
- Zum Anlaufen kann dem Wasserrad ein kleiner Anschubser gegeben werden
- Der Schlauch sollte für einen ausreichenden Wasserdruck möglichst weit oberhalb des Wasserradmoduls gehalten werden.
- Typische Fehler beim Aufbau: Hupe verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen

13. Aus einem Wasserstrahl wird Strom... wird Lärm

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 2 Kurzschlussstecker
- 1 Wasserradmodul
- 1 Hupenmodul
- 1 Schlauch

Zusätzlich benötigt:

- 2 große Schüsseln/Kisten
- 1 Tisch/Stuhl
- Wasser

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um die Hupe und das Wasserrad zu verbinden.
2. Stelle eine Schüssel mit Wasser auf den Tisch, die andere platzierst du z.B. auf dem Boden oder Stuhl so, dass du das von oben herablaufende Wasser auffangen kannst.
3. Lege den Schlauch komplett in die obere Schüssel. Achte darauf, dass keine Luftblasen entstehen. Halte nun deinen Finger auf das eine Ende des Schlauches und halte ihn nach unten zum Wasserrad. Achte darauf, dass das andere Ende des Schlauchs im Wasser bleibt. Arbeitet am besten in kleinen Gruppen.
4. Halte die Grundeinheit mit dem Wasserrad in die untere Schüssel. Nimm nun den Finger von der Öffnung des Schlauchs, sodass der Wasserstrahl auf das Wasserrad trifft.
5. Notiere deine Beobachtungen!

Beobachtungen

Wenn sich das Wasserrad zu drehen beginnt, beginnt auch die Hupe zu hupen. Das Wasserrad benötigt etwas Anlaufzeit, um die Trägheit der Rotoren zu überwinden.



Vorbetrachtung: 14. Je weiter das Wasser fällt, desto...

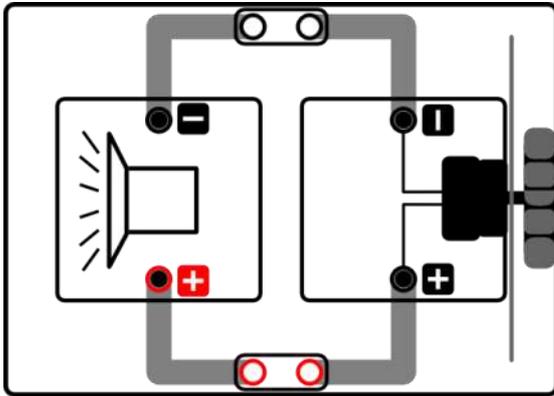
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch sollte, wenn möglich als Outdoor-Experiment durchgeführt werden, da es teilweise stark spritzt
- In manchen Räumen kann der Versuch auch direkt unter dem Wasserhahn an einem Waschbecken durchgeführt werden. Das funktioniert allerdings nur bei ausreichendem Wasserdruck.
- Während des Versuchs sollte die Grundeinheit aus Spritzschutzgründen in einen Eimer oder eine tiefe Schüssel gehalten werden.
- Zum Anlaufen kann dem Wasserrad ein kleiner Anschubser gegeben werden
- Der Schlauch sollte für einen ausreichenden Wasserdruck möglichst weit oberhalb des Wasserradmoduls gehalten werden.
- Typische Fehler beim Aufbau: Hupe verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen



14. Je weiter das Wasser fällt, desto...

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 2 Kurzschlussstecker
- 1 Wasserradmodul
- 1 Hupenmodul
- 1 Schlauch

Zusätzlich benötigt:

- 2 große Schüsseln/Kisten
- 1 Tisch/Stuhl
- Wasser

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um die Hupe und das Wasserrad zu verbinden.
2. Stelle eine Schüssel mit Wasser auf den Tisch, die andere platzierst du z.B. auf dem Boden oder Stuhl so, dass du das von oben herablaufende Wasser auffangen kannst.
3. Lege den Schlauch komplett in die obere Schüssel. Achte darauf, dass keine Luftblasen entstehen. Halte nun deinen Finger auf das eine Ende des Schlauches und halte ihn nach unten zum Wasserrad. Achte darauf, dass das andere Ende des Schlauchs im Wasser bleibt. Arbeitet am besten in kleinen Gruppen.
4. Halte die Grundeinheit mit dem Wasserrad in die untere Schüssel. Nimm nun den Finger von der Öffnung des Schlauchs, sodass der Wasserstrahl auf das Wasserrad trifft.
5. Verändere nun die Fallhöhe (also die Höhe des Wassers im oberen Gefäß zum Wasserrad). Was kannst du feststellen? Fülle dazu den untenstehenden Lückentext aus.

Auswertung

1. Fülle den Lückentext aus.

Je größer die Höhe, desto lauter hupt die Hupe.

Erklärung:

Je weiter das Wasser fällt, desto schneller wird es. Wenn das Wasser mit größerer Geschwindigkeit auf das Wasserrad trifft, ist die Kraft größer und das Wasserrad dreht sich schneller. Dadurch fließt mehr Strom. Je mehr Strom fließt, desto lauter hupt die Hupe.



Vorbetrachtung: 15. Speicherung von Solarenergie

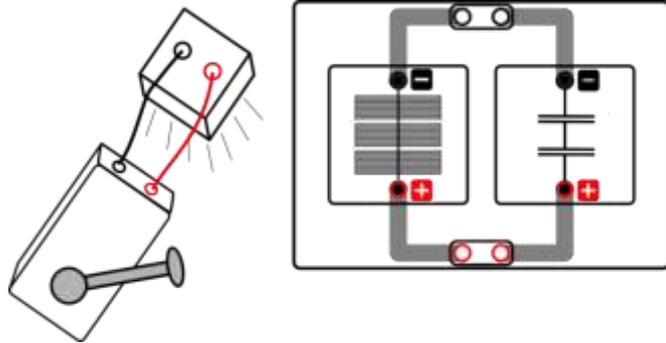
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert, das hier verwendete Solarmodul ist durch folgende Werte gekennzeichnet: 1,5 V und 280 mA.
- Bei sehr schlechten Lichtverhältnissen kann das Beleuchtungsmodul als konsistente Lichtquelle verwendet werden. Der Versuch lässt sich dann am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können. Die Hupe benötigt aber eine relativ geringe Spannung und Stromstärke, sodass sie im Allgemeinen auch bei schlechteren Lichtverhältnissen ohne zusätzliches Beleuchtungsmodul verwendet werden kann.
- Typische Fehler beim Aufbau: Hupe verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen
- Der Versuch kann alternativ auch mit dem Motor durchgeführt werden



15. Speicherung von Solarenergie

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarmodul 1,5V
- 1 Kondensatormodul
- 1 Hupenmodul
- 2 Kurzschlussstecker

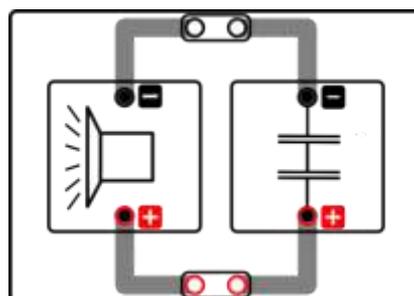
Falls die Sonne nicht scheint, brauchst Du **zusätzlich eine „handbetriebene“**

Lichtquelle:

- 1 Handgenerator
- 1 Beleuchtungsmodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Stecke die Kurzschlussstecker in die dafür vorgesehenen Anschlüsse auf der Grundeinheit, um das Solarmodul und das Kondensatormodul zu verbinden.
2. Halte die Grundeinheit ins Sonnenlicht oder stelle das Beleuchtungsmodul auf die Solarzelle und kurble kräftig am Handgenerator. Verbinde dazu zuerst mit zwei Kabeln die Handkurbel mit dem Beleuchtungsmodul. Achte dabei darauf, dass du die Anschlüsse mit der richtigen Farbe verbindest (rot an rot und schwarz an schwarz).
3. Lade den Kondensator auf diese Weise für mindestens eine Minute.
4. Ziehe anschließend das Solarmodul von der Grundeinheit ab.
5. Stecke nun die Hupe auf die Grundeinheit und verbinde sie wie unten abgebildet mit dem Kondensatormodul:





15. Speicherung von Solarenergie

Auswertung

Was beobachtest du?

Die Hupe hupt für einige Zeit.

Welche Eigenschaft hat also der Kondensator?

Der Kondensator speichert die elektrische Energie aus der Solarzelle und gibt sie dann an die Hupe ab.



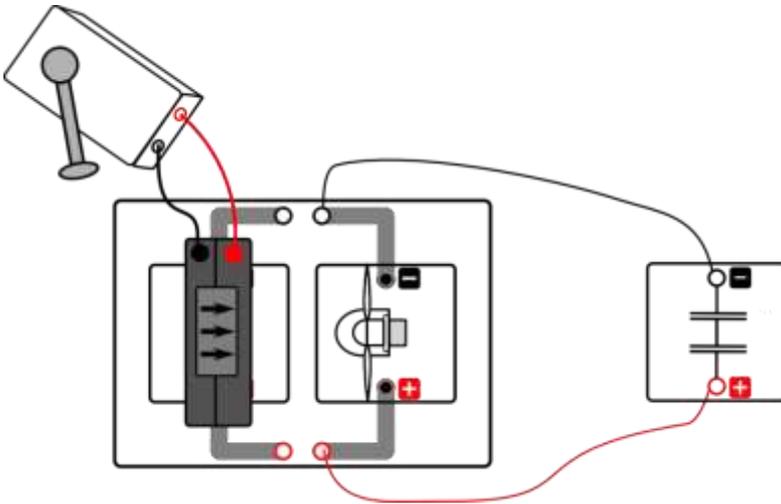
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Der vorinstallierte Rotor (30°, optimiertes Profil) kann verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers).
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Der Versuch kann mit Hupe und Motor durchgeführt werden. Nach etwa 1min Laden funktioniert der Aufbau auch mit der LED.
- Der Kondensator sollte schon während des Kurbelvorgangs abgezogen werden, da sich ansonsten die Stromrichtung umkehrt und der Motor in der Windturbine vom Kondensator angetrieben wird (und sich der Kondensator dadurch wieder entlädt)
- Typische Fehler beim Aufbau: Hupe verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen



16. Speicherung von Windenergie

Aufbau



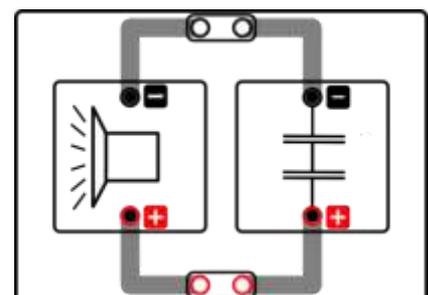
Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 installierter Dreiblatt-Rotor, (Anstellwinkel 30°, optimiertes Profil)
- 1 Hupenmodul
- 1 Kondensatormodul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 2 Kurzschlussstecker
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Baue den Versuch wie oben abgebildet auf. Die Windrichtung am Winderzeuger ist durch aufgedruckte Pfeile auf der Oberseite gekennzeichnet. Verbinde mit einem roten und einem schwarzen Kabel den Handgenerator mit dem Winderzeuger. Achte auf die richtige Polarität der Anschlüsse. Verbinde rot mit rot und schwarz mit schwarz.
2. Verbinde das Kondensatormodul wie abgebildet mit der Grundeinheit. Achte auch hier auf die richtige Polarität der Anschlüsse.
3. Befestige das Fingerschutzgitter an der Windturbine.
4. Stecke anschließend den vorinstallierten Rotor mit dem optimierten Profil auf die Windturbine auf.
5. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble für mindestens eine Minute kräftig am Handgenerator!
6. Lasse noch während du kurbelst das Kondensatormodul vorsichtig (!) von einem Mitschüler von der Schaltung trennen!
7. Entferne nun den Winderzeuger und die Windturbine von der Grundeinheit. Stecke die Hupe und den Kondensator wie rechts abgebildet auf die Grundeinheit. Verbinde beide Module mit den Kurzschlusssteckern.





16. Speicherung von Windenergie

Auswertung

Was beobachtest du?

Die Hupe hupt.

Welche Eigenschaft hat also der Kondensator?

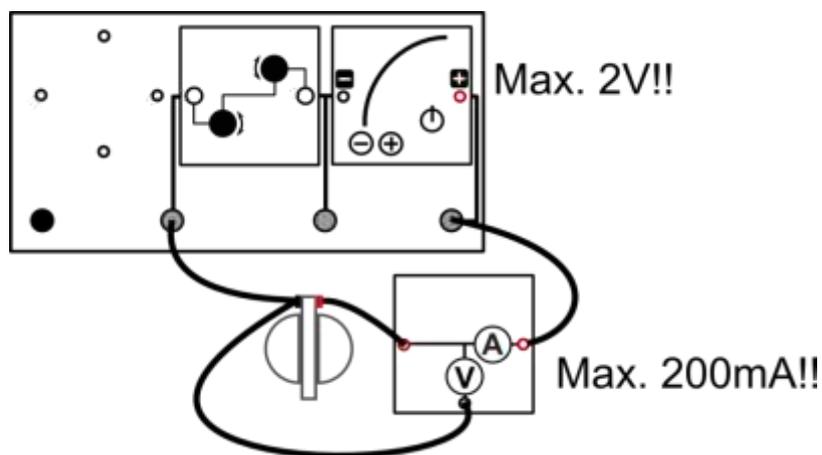
Der Kondensator speichert die elektrische Energie von der Windturbine und gibt sie dann an die Hupe ab.



Vorbetrachtung: 17. Was macht ein Elektrolyseur?

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- **Die** enthaltene Brennstoffzelle ist eine so genannte *reversible* Brennstoffzelle, d.h. dass sie sowohl als Brennstoffzelle als auch als Elektrolyseur betrieben werden kann.
- Hinweise zur Handhabung der reversiblen Brennstoffzelle finden Sie auf Seite 13.
- **Wichtig:** Unter keinen Umständen sollte die reversible Brennstoffzelle direkt mit der Handkurbel betrieben werden!!! Dies führt zur irreparablen Schädigung des Brennstoffzellenmoduls.
- Der Versuch sollte möglichst bei guter Sonneneinstrahlung durchgeführt werden, da die Wasserstoffproduktion sonst zu lange dauert. Alternativ kann eine Tischlampe verwendet werden, deren Spot das große Solarmodul ausreichend ausleuchtet. Allerdings funktioniert der Versuch am besten bei starker Sonneneinstrahlung.
- Wenn das Sonnenlicht nicht ausreicht und keine andere Methode der Beleuchtung besteht, kann stattdessen auch das PowerModul (bei maximal 1,5 V!!!) in Reihenschaltung mit dem Potentiometer (Widerstand 20 Ω) direkt an die reversible Brennstoffzelle angeschlossen werden. Dann muss die Polarität beachtet werden:



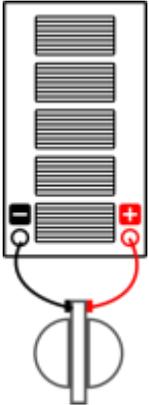


17. Was macht ein Elektrolyseur

Aufgabe

Lerne die Funktionsweise eines Elektrolyseurs kennen.

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 großes Solarmodul 2,5V
- 1 reversible Brennstoffzelle
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Portion destilliertes Wasser

So geht's

1. Befülle die reversible Brennstoffzelle mit destilliertem Wasser, wie auf Seite 13 beschrieben. Verbinde anschließend das Solarmodul mit zwei Kabeln mit der Brennstoffzelle. Achte auf die richtige Polarität (rot an rot und schwarz an schwarz).
2. Beleuchte nun das Solarmodul und beobachte die Wasserbehälter an der reversiblen Brennstoffzelle. Was kannst du erkennen?

Es bewegen sich Gas-/Wasserblasen durch das Röhrrchen und im oberen Behälter sammelt sich Flüssigkeit an.

3. Beschatte nun das Solarmodul mit deiner Hand. Was passiert?

Verschattet man das Solarmodul, hören die Luft-/Wasserblasen auf, sich zu bewegen.

4. Beleuchte das Solarmodul für etwa 10 Minuten mit direktem Sonnenlicht und trenne dann das Solarmodul von der reversiblen Brennstoffzelle. Was kannst du über die Gasmengen in den beiden Behältern sagen?

Im Wasserstoffbehälter sammelt sich etwa doppelt so viel Gas wie im Sauerstoffbehälter.



17. Was macht ein Elektrolyseur

Auswertung

5. Was macht die reversible Brennstoffzelle, wenn sie als Elektrolyseur betrieben wird? Welche Energieumwandlung findet statt?

Der Elektrolyseur zersetzt Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Elektrische Energie wird in chemische Energie/Gasproduktion umgewandelt.

6. Erkläre Deine Beobachtungen.

Durch den vom Solarmodul erzeugten Strom entstehen im Elektrolyseur Gase. Unterbricht man die Stromzufuhr, z. B. indem man das Solarmodul beschattet, stoppt die Gasproduktion.

7. In der reversiblen Brennstoffzelle, betrieben als Elektrolyseur, wird Wasser (chemisches Zeichen: H_2O) in die zwei Gase Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zersetzt. Kannst du damit deine Beobachtung aus 4. erklären? Versuche eine Reaktionsgleichung aufzustellen.

Ein Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen und einem Sauerstoffatom. Die Gase Wasserstoff und Sauerstoff bestehen jeweils aus zwei Atomen. Um ein Sauerstoffmolekül zu erhalten, müssen zwei Wassermoleküle gespalten werden, wobei vier Wasserstoffatome (oder zwei Wasserstoffmoleküle) frei werden. Eine einfache Bilanzgleichung lautet demnach: $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 + O_2$. Dem Stoffmengenverhältnis von 2 : 1 folgt bei selbem Druck und selber Temperatur auch ein Volumenverhältnis von 2 : 1 ($PV = nRT$).

8. Wie könntest Du nachweisen, dass sich in den Behältern wirklich Wasserstoff und Sauerstoff befinden?

H_2 : Knallgasprobe

O_2 : Glimmspanprobe

9. **Wie ist die gesamte Energiebilanz** dieses Experiments, das bedeutet: was hast du hineingesteckt, was ist passiert, was kam heraus?

Aufgewandte Energie: Lichtenergie

Umwandlung zu: Strom (elektrische Energie)

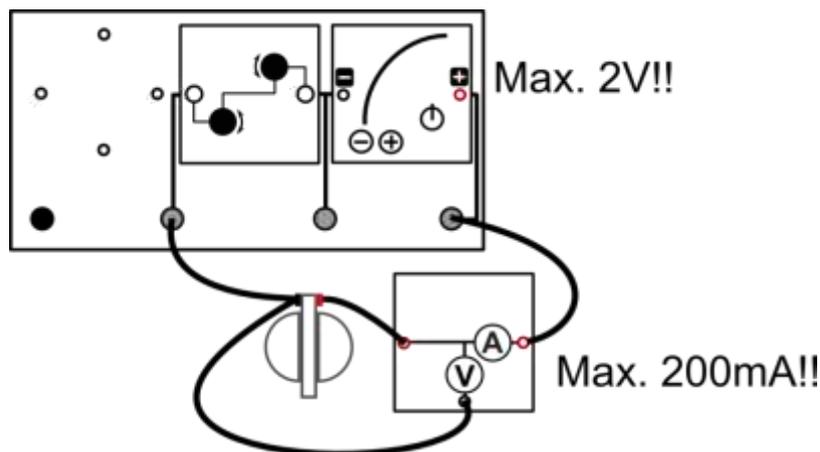
Gespeicherte Energie: Gas (chemische Energie)



Vorbetrachtung: 18./19. Die Brennstoffzelle treibt den Motor /die Hupe an

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- **Die** enthaltene Brennstoffzelle ist eine so genannte *reversible* Brennstoffzelle, d.h. dass sie sowohl als Brennstoffzelle als auch als Elektrolyseur betrieben werden kann.
- Vor Durchführung des Experiments müssen die Wasserstoff- und Sauerstofftanks der reversiblen Brennstoffzelle gefüllt werden. Hinweise dazu finden Sie auf Seite 13. Alternativ kann Experiment 17 (**Was macht ein Elektrolyseur?**) im Vorfeld durchgeführt werden.
- **Wichtig:** Unter keinen Umständen sollte die reversible Brennstoffzelle direkt mit der Handkurbel betrieben werden!!! Dies führt zur irreparablen Schädigung des Brennstoffzellenmoduls.
- Wenn das Sonnenlicht nicht ausreicht und keine andere Methode der Beleuchtung besteht, kann stattdessen auch das PowerModul (bei maximal 1,5 V!!!) in Reihenschaltung mit dem Potentiometer (Widerstand 20 Ω) direkt an die reversible Brennstoffzelle angeschlossen werden. Dann muss die Polarität beachtet werden:



- Mögliche zusätzliche Auswertung (beziehungsweise als Vorbereitung) zum Versuch:

Fülle den Lückentext aus:

Wenn du das Experiment 17 gemacht hast, dann weißt du, was ein Elektrolyseur spaltet das flüssige Wasser in die beiden gasförmigen Bestandteile Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2). Dabei musst du Energie aufwenden, um die Elektrolyse/Reaktion möglich zu machen. Diese Energie wird in Form von elektrischer Energie geliefert. Der Handgenerator kann die Drehbewegung der Kurbel in elektrische Energie umwandeln.

Aber wie ist es umgekehrt? Können wir die Gase verwenden, um elektrische Energie zu erzeugen? Ja, das ist möglich! Der Name des Gegenstandes, der dazu in der Lage ist, lautet Brennstoffzelle.

Diese wandelt die chemische Energie der Gase in elektrische Energie um. Die elektrische Energie kann für andere Anwendungen, wie Motor oder Hupe genutzt werden, wie du in den folgenden Experimenten sehen wirst.

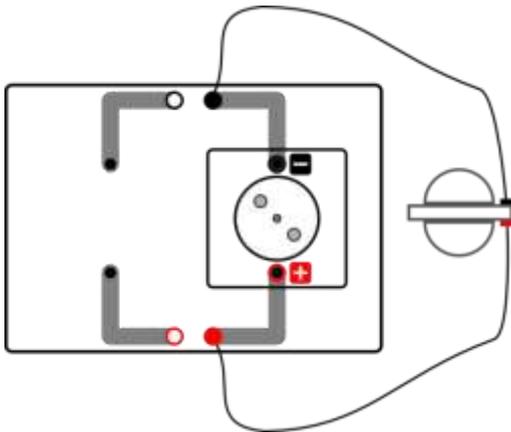


18. Die Brennstoffzelle treibt den Motor an

Aufgabe

Verbinde die Brennstoffzelle so mit dem Motormodul, dass sich die Scheibe auf dem Motor dreht.

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 reversible Brennstoffzelle
- 1 Motormodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Portion destilliertes Wasser

So geht's

1. Baue den Versuch wie abgebildet auf. Fülle zuerst die Gasspeicher der Brennstoffzelle. Hinweise dazu findest du auf Seite 13. Alternativ kann Experiment 17 im Vorfeld durchgeführt werden.
2. Stecke das Motormodul auf die Grundeinheit. Suche dir eine Farbscheibe aus und befestige sie am Halter:



3. Stecke den Halter nun auf das Motormodul. Verbinde zuletzt mit den Kabeln, wie in der Abbildung gezeigt, das Motormodul mit der Brennstoffzelle.
4. Was passiert?

Die Scheibe auf dem Motormodul dreht sich.

5. Was geschieht mit dem Gas in den Speicherzylindern?

Die Gasspiegel sinken langsam. (Die Gase werden also verbraucht.)

6. Erkläre deine Beobachtungen!

Das Gas wird in der Brennstoffzelle wieder zu Wasser umgewandelt. Dabei wird chemische Energie in elektrische Energie umgewandelt, die den Motor antreibt.

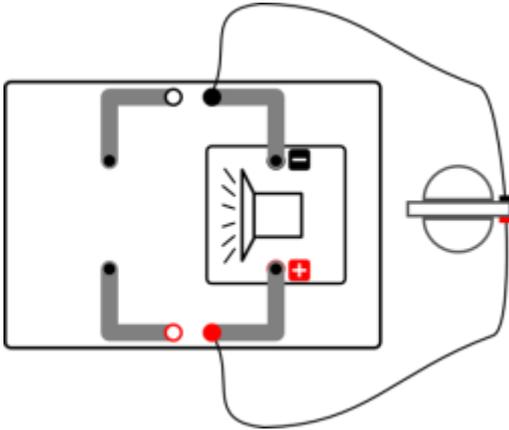


19. Die Brennstoffzelle treibt die Hupe an

Aufgabe

Verbinde die Brennstoffzelle so mit der Hupe, dass die Hupe Geräusche macht.

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 reversible Brennstoffzelle
- 1 Hupenmodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Portion destilliertes Wasser

So geht's

1. Baue den Versuch wie abgebildet auf. Fülle zuerst die Gasspeicher der Brennstoffzelle. Hinweise dazu findest du auf Seite 13. Alternativ kann Experiment 17 im Vorfeld durchgeführt werden.
2. Stecke das Hupenmodul auf die Grundeinheit. Verbinde zuletzt mit den Kabeln, wie in der Abbildung gezeigt, das Hupenmodul mit der Brennstoffzelle.
3. Was passiert?

Die Hupe gibt Geräusche von sich.

4. Was geschieht mit dem Gas in den Speicherzylindern?

Der Gasspiegel sinkt langsam. (Die Gase werden also verbraucht.)

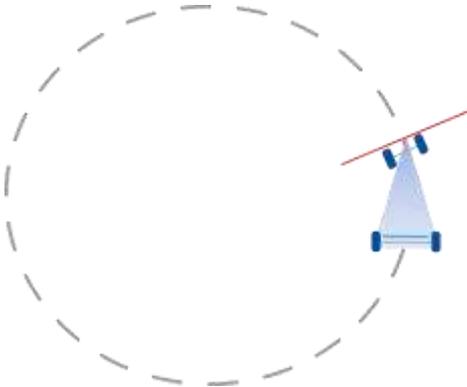
5. Erkläre deine Beobachtungen!

Das Gas wird in der Brennstoffzelle wieder zu Wasser umgewandelt. Dabei entsteht elektrische Energie, welche die Hupe antreibt.



20. Energiespeicherung und Abgabe... E-Mobility

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 Elektro-Modellfahrzeug
- 1 Akku-Adapterplatte
- 1 Kondensatormodul
- 1 rotes Kabel
- 1 schwarzes Kabel
- 1 Handgenerator

Hinweis: Achte bei dem Versuch unbedingt darauf, dass das Auto nirgends anstoßen kann, da die Achsen ansonsten beschädigt werden könnten. Halte das Auto vor dem Losfahren einen kurzen Moment fest, da es sonst kippen könnte.

So geht's

1. Lade das Kondensatormodul mit dem Handgenerator ca. 1 min auf (erst langsam, dann immer schneller).
2. Stecke anschließend den Kondensator auf den Akkuadapter des Autos und stelle die Vorderachse so ein, dass es im Kreis fahren kann.
3. Verbinde nun den Kondensator mit den Kabeln am Auto. Was beobachtest du?

Das Auto fährt einige Sekunden lang sehr schnell im Kreis.

4. Kannst du das erklären?

Der Kondensator speichert Energie, die er dann wieder an das Auto abgibt.

5. Welche Energieumwandlungen hast du in diesem Experiment beobachtet?

Muskelkraft (Bewegungsenergie) wird zunächst in elektrische Energie umgewandelt, die auf dem Kondensator gespeichert wird. Der Kondensator gibt die elektrische Energie wieder ab. Die elektrische Energie wird vom Motor des Autos in Bewegungsenergie umgewandelt.



Vorbetrachtung: 21. Energiebedarf verschiedener Verbraucher

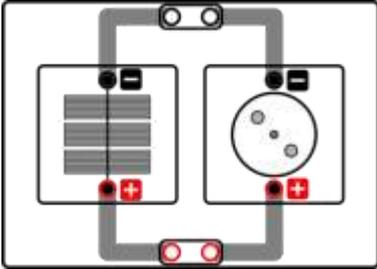
Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Beim Aufbau sollten die Schüler explizit auf den Unterschied zwischen der Solarzelle und dem Solarmodul hingewiesen werden. Beide Einheiten sind auf den ersten Blick leicht zu verwechseln. Beim Solarmodul erkennt man bei genauem Hinsehen eine Trennung der drei einzelnen Bereiche (drei einzelne Solarzellen). Auf der Rückseite der Module sind die Werte für Strom und Spannung markiert, das hier verwendete Solarmodul ist durch folgende Werte gekennzeichnet: *1,5 V und 280 mA*.
- Hinweis: Der Unterschied zwischen LED und Glühlampe ist relativ gering, obwohl der Energiebedarf wesentlich voneinander abweicht. Der Grund dafür ist, dass die Spannung des Solarmoduls gerade ausreicht, um die die LED überhaupt anzutreiben. Um den Energiebedarf von LED und Glühlampe besser vergleichen zu können, sollte Experiment 22 durchgeführt werden.
- Typische Fehler beim Aufbau: Verbraucher (Hupe, LED) verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen

21. Energiebedarf verschiedener Verbraucher

Aufbau

Baue den Versuch so auf:



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Solarmodul 1,5V
- 1 Hupemodul
- 1 Motormodul
- 1 LED-Modul
- 1 Glühlampenmodul
- 2 Kurzschlussstecker

So geht's

1. Bei diesem Versuch soll der Energiebedarf (oder besser Leistungsbedarf) verschiedener Verbraucher verglichen werden.
2. Führe den Versuch zunächst wie oben abgebildet mit dem Motormodul durch. Danach kannst du den Motor mit der Hupe, dem LED-Modul und der Glühlampe austauschen und den Versuch erneut durchführen.
3. Finde die Bedingungen, unter denen die folgenden Verbrauchermodule gerade noch funktionieren (Minimalbedingungen)! Probiere es also z.B. mit Zimmerlicht, das Solarmodul in Richtung eines Fensters halten, das Solarmodul ins direkte Sonnenlicht halten usw.
4. Wie ist die Rangfolge des Energiebedarfs der Verbraucher (1 für geringsten Energiebedarf bis 4 für höchsten)?

	Minimalbedingungen (z.B. Zimmerlicht, direktes Sonnenlicht, usw.)	Rangfolge Energiebedarf
Motor	Man muss das Solar <u>modul</u> nah an eine Lampe halten	__2__
Hupe	Bereits relativ schwaches Zimmerlicht ist ausreichend	__1__
Glühlampe	Man braucht direktes Sonnenlicht (Oder muss das Solar <u>modul</u> sehr nah an eine Lampe halten)	__4__
LED	Man braucht direktes Sonnenlicht (Oder muss das Solar <u>modul</u> sehr nah an eine Lampe halten)	__3__



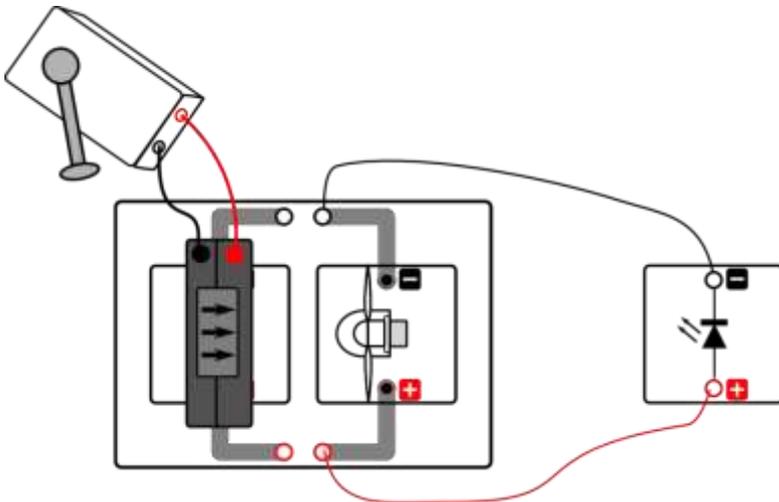
Vorbetrachtung: 22. Vergleich von Glühlampe und LED

Experimentier- und Nachbereitungshinweise

- Der Versuch lässt sich am besten zu zweit oder zu dritt durchführen, sodass ein Schüler kurbeln und die anderen Schüler beobachten können
- Der vorinstallierte Rotor (30°, optimiertes Profil) kann verwendet werden
- Bitte verwenden Sie aus Sicherheitsgründen den Fingerschutz! (Aufbau siehe Tabelle S.7)
- Die Windrichtung ist oben auf dem Winderzeuger aufgedruckt
- Falls der Winderzeuger nicht startet, überprüfen sie bitte, ob der Schalter unten am Winderzeuger auf „An“ steht
- Die Polarität beim Anschluss der Handkurbel an den Winderzeuger **MUSS** beachtet werden! (Der rote Ausgang an der Handkurbel muss mit dem roten Anschluss des Winderzeugers verbunden werden und der schwarze Ausgang der Handkurbel mit dem schwarzen Anschluss des Winderzeugers).
- Kabel dürfen nicht im Weg der Rotorblätter liegen
- Typische Fehler beim Aufbau: LED verkehrt herum eingesteckt, Kurzschlussstecker vergessen

22. Vergleich von Glühlampe und LED

Aufbau



Benötigte Geräte

- 1 kleine Grundeinheit
- 1 Winderzeuger
- 1 Windturbinenmodul mit Fingerschutzgitter
- 1 installierter Dreiblatt-Rotor, (Anstellwinkel 30°, optimiertes Profil)
- 1 LED-Modul
- 1 Glühlampenmodul
- 2 schwarze Kabel
- 2 rote Kabel
- 1 Handgenerator

Achtung Verletzungsgefahr: Berühre nicht den drehenden Rotor! Nutze den Fingerschutz mit dem Windturbinenmodul.

So geht's

1. Schalte den Winderzeuger ein. Kurble kräftig am Handgenerator und warte, bis die LED leuchtet. Verringere nun die Kurbelgeschwindigkeit so lange, bis die LED gerade noch leuchtet. Merke dir gut, wie schnell du kurbeln musstest.
2. Verwende nun statt der LED eine Glühlampe. Schließe die Glühlampe jedoch zunächst noch nicht an! Kurble erst kräftig am Handgenerator bis das Windrad sich sehr schnell dreht.
3. Kurble weiter und lasse von einem anderen Schüler nun die Glühlampe anschließen. ACHTUNG: Seid vorsichtig, damit ihr nicht in das Windrad fasst!
4. Verringere nun langsam die Kurbelgeschwindigkeit, bis die Glühlampe gerade noch leuchtet. Was ist deine Beobachtung?

Bei der Glühlampe muss man sehr viel stärker kurbeln. Es ist also sehr viel mehr Windenergie nötig, um die Glühlampe zum Leuchten zu bringen.

5. Welche Art der Beleuchtung ist sparsamer?

LED

leXsolar GmbH
Strehleener Straße 12-14
01069 Dresden / Germany

Telefon: +49 (0) 351 - 47 96 56 0
Fax: +49 (0) 351 - 47 96 56 - 111
E-Mail: info@lexsolar.de
Web: www.lexsolar.de