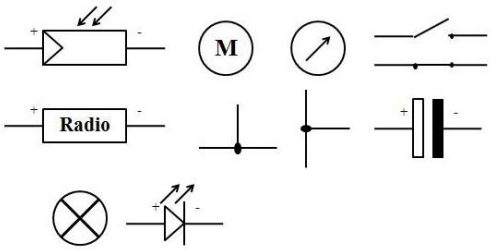
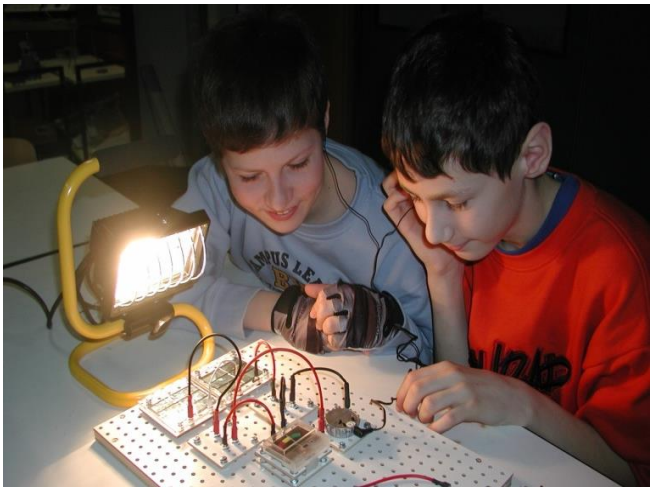
Landeshauptstadt Hannover

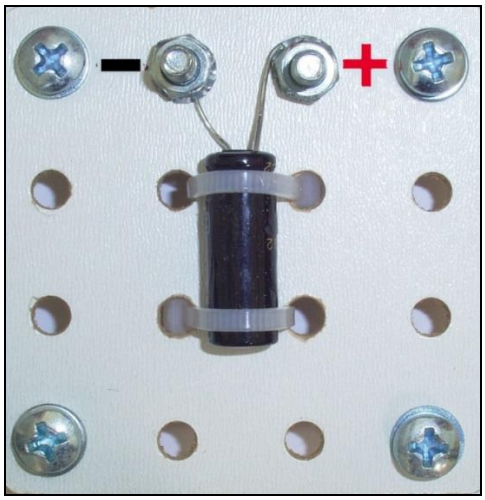
Hannover

Schulbiologiezentrum

ENERGIE LAB HANNOVER





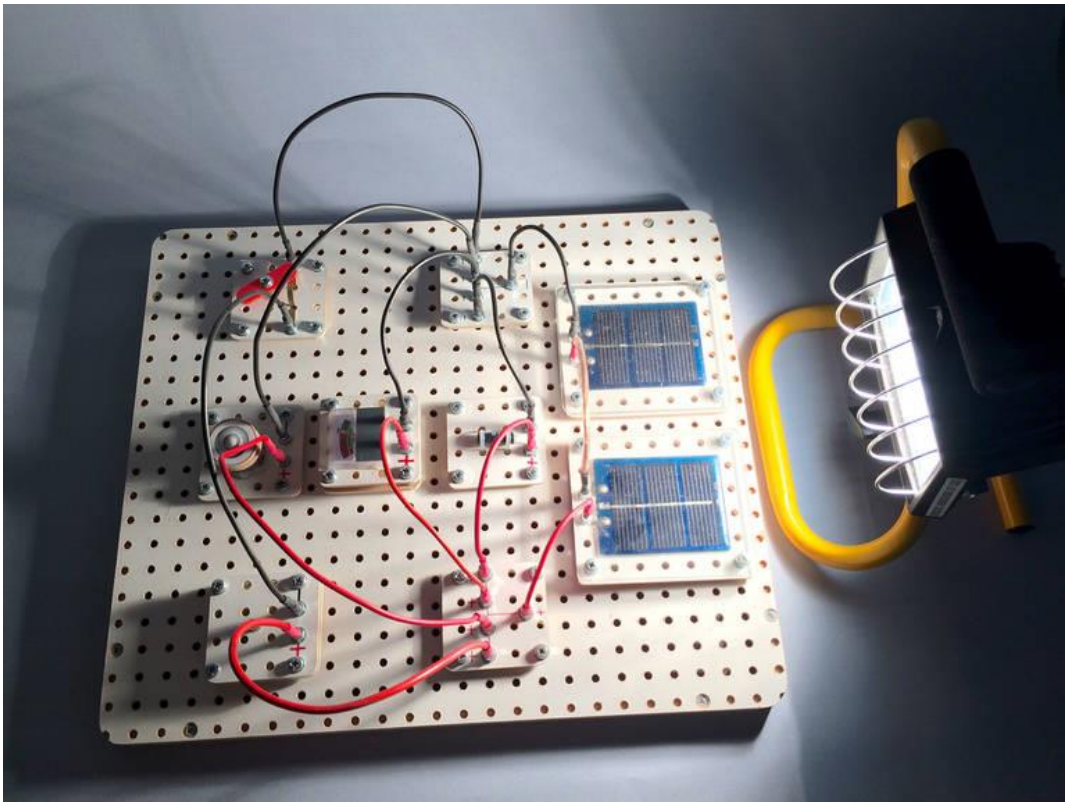


ENERGIE LAB HANNOVER

Sonnenstrom für Kids

Solare Stromkreise - nicht nur für die Grundschule

Januar 2018



Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover / Energie-LAB
Schulbiologiezentrum Hannover

Titel: Sonnenstrom für Kids
Solare Stromkreise - nicht nur für die Grundschule

Fotos: Ingo Mennerich, Team des Energie-LABs, www.conrad.de

Verfasser: Ingo Mennerich
Januar 2018

Herausgeber: Landeshauptstadt Hannover
Fachbereich Bibliothek und Schule
Schulbiologiezentrum
Vinnhorster Weg 2
30419 Hannover
Tel: 0511/168-47665
Fax: 0511/168-47352
E-Mail: schulbiologiezentrum@hannover-stadt.de
Internet: www.schulbiologiezentrum.info

Inhaltsverzeichnis

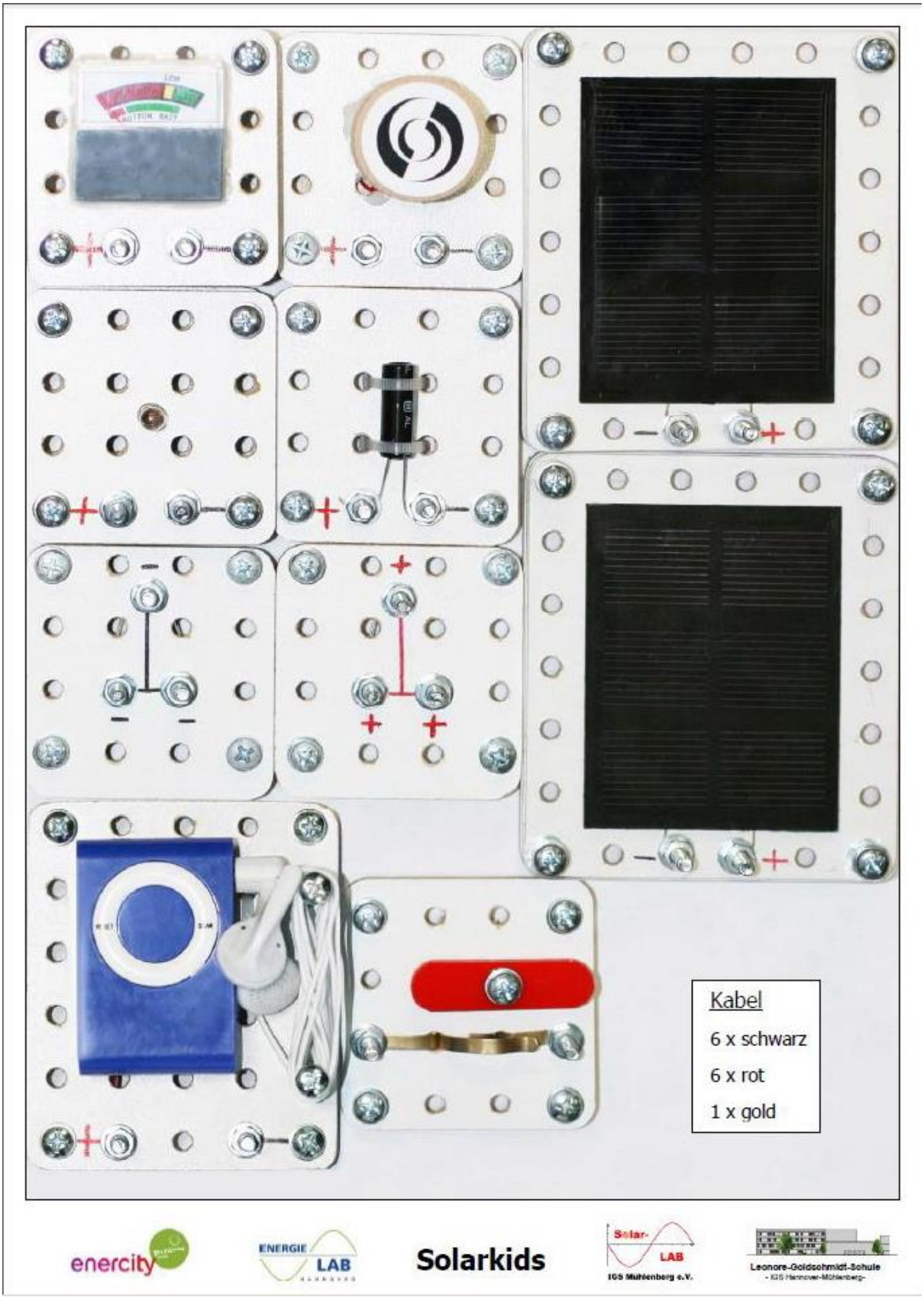
Idee S. 5
Zielgruppe S. 5
Curriculare Anbindung S. 5
Konzept S. 6
Lochplatten in Sandwich-Bauweise S. 7
Elektrische Bauteile S. 7
Schaltzeichen S. 11
Wie funktioniert "Solarstrom"? Versuch einer einfachen (!) Erklärung. S. 12

Tour der Möglichkeiten: Was können die Solarkids? S. 13
Partnerarbeit mit einem Set S. 13
- Ganz spontan: Versuch und Irrtum S. 13
- Aus Licht mach Licht… S. 14
- "Energiefresser" Glühlampe und "Energiesparer" LED S. 14
- Die "träge" Glühlampe… S. 15
- Strom für die Nacht: Der Akku S. 16
- Stromunterbrechung: Der Schalter S. 16
- Mobil und „abgasfrei“: Der Elektro-Motor S. 17
- „Solare Musik-Box: Das Radio S. 18

Team-Work: Sonnenstrom mit zwei Sets S. 20
- Parallel- und Reihenschaltung zweier Glühlampen S. 20
- Reihenschaltung von zwei Motoren S. 20
- Mehr Strom speichern mit zwei Akkus S. 21

„Kleine Stadt“ mit mehreren Sets: Stromversorger und Stromverbraucher S. 22
Nicht dasselbe: Spannung und Strom S. 24
Messen wie die Profis: Umgang mit dem Multimeter S. 24
Fotovoltaik im Energie-LAB S. 28
Herstellung und Vertrieb S. 28
Wenn etwas kaputt geht S. 29
Lehrgang oder freies Experimentieren? S. 29

Ohne Worte: Unser „Beipackzettel“ dazu S. 31



Solarstrom für Kids: Version 2017

Idee

Die Idee, das Land mit Wind- und Sonnenstrom zu versorgen, ist mindestens so alt wie der Widerstand gegen die Atomkraftwerke. Im Zuge der Klimawandel-Diskussion sind auch Stein-, Braunkohle- und Gaskraftwerke in die Kritik geraten.

Im Jahr 2005 entwickelte eine Gruppe von Lehrern der IGS Mühlenberg in Hannover zusammen mit ihren Schülern einen einfachen Experimentierkasten, um das Thema "Solarstrom" im Schulunterricht zu etablieren. Gleichzeitig entstanden überall "Schülerfirmen": Zusammen mit dem Fachbereich Arbeit/Wirtschaft/Technik wurden stets verbesserte Versionen des ursprünglichen Modells produziert. Nach fast 20 Jahren hat das in der IGS angesiedelte "Schul-LAB" (heute "Energie-LAB") weit über 1500 Exemplare an Schulen geliefert. Dies war und ist ein kostenloses Angebot und wir sind den hannoverschen Stadtwerken "enercity" und ihrem Fonds "proKlima" sehr dankbar, dies finanziell möglich gemacht zu haben! Wir meinen, dass "Sonnenstrom für Kids" ein klassisches win-win-Projekt ist, von dem alle etwas haben: ein attraktives und nicht ideologiebehaftetes Transportmittel, um mit großem Spaßfaktor neue Technologien einzuführen.

Zielgruppe

"Sonnenstrom für Kids" ist gedacht und gemacht für Viert- bis Sechsklässler. Die einfachere Variante "mini-Solar" richtet sich an Fünf- bis Achtjährige und wird bisher hauptsächlich in Kindergärten genutzt. In der unteren Sekundarstufe bieten wir im Energie-LAB Kleingruppen-Experimente mit erweiterten "Sonnenstrom für Kids"-Bausätzen auf höherem Niveau an. In der oberen Sek I und in der gymnasialen Oberstufe geht es z.B. um die Leistungsfähigkeit und den Wirkungsgrad von Solarmodulen sowie die jahreszeitlich variierende Ausbeute. Diese Experimente werden mit speziellen Experimentiergeräten durchgeführt.

Curriculare Anbindung (Niedersachsen 2006 und 2017)

Die neuesten (2017) niedersächsischen Curricularen Vorgaben für das Thema Sachunterricht in der Grundschule bilden leider nur noch wenige explizite Schnittmengen mit unserer mehr als zehn Jahre alten Idee. Viele Jahre lang waren „Stromkreise“ ein unumgängliches Thema in den Klassen 3 – 4. Die Grundschullehrkräfte meldeten sich mit ihren Klassen gerne bei uns an und kamen im nächsten Durchgang meist wieder, denn neben dem Experimentieren mit den Sonnenstrom-Experimentierkästen wird wichtiges Wissen zur nachhaltigen Stromerzeugung und –nutzung in den Kursen sehr praktisch und mit hoher Schüleraktivität vermittelt. Der große Erfolg der an hannoversche Schulen kostenlos (!) gelieferten „Solarkids“-Experimentiersets gepaart mit (gut nachgefragten und besuchten) Unterrichtsangeboten im Energie-LAB, Lehrerfortbildungskursen und Einzelberatung bei der Ausleihe zusätzlicher Sets besteht seit zehn Jahren.

Im vom Bildungsserver bereitgestellten neuen Curriculum Sachunterricht (http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_su_n-line.pdf) bringt die Suche nach Begriffen wie „Strom“, „Stromkreise“, „Elektrizität“ nur wenige Ergebnisse, obwohl nachhaltige Entwicklung, MINT- und Verbraucherbildung sowie Stärkung der Gestaltungskompetenz im neuen KC eine wichtige Rolle spielen. Bei den inhaltlichen Perspektiven kann die nachhaltige Stromerzeugung und –nutzung aber in der Perspektive Technik, die die inhaltsbezogenen Kompetenzen aus den Themenbereichen Stabiles Bauen, Erproben von Werkzeugen, Geräten und Maschinen, Auseinandersetzung mit technischen Erfindungen sowie Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen umfasst, angesiedelt werden. Viele Grundschulen behandeln daher weiterhin das Thema Strom im Sachunterricht, was wir nur begrüßen können.

„Stromkreise“, Reihen-/Parallelschaltung“, „Schaltbilder“, „Leiter/Isolatoren“, „elektrische Quellen“ sind Themen der Sekundarstufe 1 (bis Ende Schuljahrgang 6) und der Unterricht in der Grundschule dient als wichtige Vorbereitung dafür, abgesehen vom hohen Alltagsbezug des Themas Strom.

Konzept

In der vierten Klasse der Grundschule standen bis zur Einführung des neuen niedersächsischen Curriculums Sachunterricht einfache, geschlossene und offene Stromkreise mit Stromquelle (Batterie), Verbraucher (Glühlampe) und Schalter auf dem Programm. Dabei geht es um Gleichspannung und um die (technische) Richtung des Stroms von Plus nach Minus. Mehrere Glühlampen werden in Reihe und Parallel an die Batterie angeschlossen, wobei im ersten Fall alle Lampen schwächer leuchten bzw. gar nicht leuchten wenn eine Lampe ausfällt oder herausgedreht wird. Die Parallelschaltung wird vielfach in Form einer "Puppenstubenbeleuchtung" ausprobiert, mit Verteilern und vielleicht schon mit separaten Schaltern in den einzelnen Zimmern.

Aus den Schulen hört man häufig, dass sich die Experimentiermaterialien auf ein paar Glühlämpchen und Flachbatterien beschränken und sich die früher einmal angeschafften Schüler-Experimentier-kästen in einem desolaten Zustand befinden. Das ist - glücklicherweise - nicht überall so und manchmal hält ein engagierter und kundiger Schulassistent die Materialien gut in Schuss.

Die für das Thema "Strom" notwendigen Kleinteile sind heute billig zu beschaffen und das Internet macht das auch für Schulen abseits der großen Städte und Läden möglich. Nur muss man(frau) eben wissen, was man braucht…

Im Zeichen der Abwicklung fossiler Energiequellen stehen Wind und Sonne als regenerative, CO_2-neutrale Alternativen hoch im Kurs. Alle namhaften Lehrmittelverlage bieten dazu umfangreiches, leider aber meistens teures Experimentiermaterial an.

Mit dem Experimentierset "Sonnenstrom für Kids" (kurz Solarkids) wollen wir Brücken bauen. Nicht die Wegwerf-Batterie ist die Stromquelle, sondern Solarmodule und ein von ihnen aufladbarer Akku. Beide haben, wie die Batterie, einen Plus und einen Minuspol und sie werden mit roten und schwarzen Kabeln mit "Verbrauchern" verbunden.

Je nach Anwendung werden die Elemente parallel oder in Reihe geschaltet. Wenn man sich aus zwei Experimentiersets bedient, steigt die Breite der Möglichkeiten noch weiter.

Unser für Kindergärten und jüngere Grundschüler gedachtes Experimentierset "mini-Solar" mit sehr ähnlichen Bauteilen vereint die Plus- und Minusleitungen in gemeinsamen (koaxialen) Kabeln, ähnlich wie die Stromleitungen im Haushalt, wo allerdings Wechselströme fließen. Das Verbinden von Stromquellen und -verbrauchern ist hier mit nur jeweils einem Stecker viel einfacher und hat den Vorteil, dass man nicht auf die richtige Polung (Plus/Minus) achten muss. Nachteil hier aber ist, dass nicht deutlich wird, dass der Strom im "Kreis" fließt und dass Unterschiede zwischen Parallel- und Reihenschaltungen nicht erfahrbar sind.

Junge Schüler finden die leuchtenden, sich drehenden und Musik erzeugenden Verbraucher spannend, besonders dann, wenn sie am selbst aufgeladenen Akku "hängen".

Der Akku lässt sich innerhalb einer Minute aufladen, entlädt sich je nach Verbraucher mehr oder weniger schnell und ist dann nach kurzer Zeit wieder einsatzbereit.

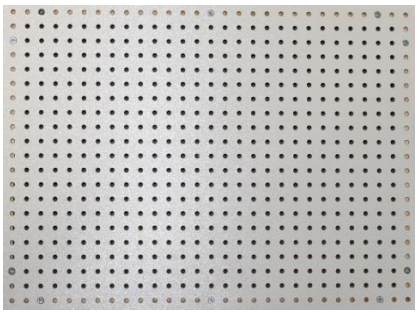
Das einfache Messgerät mit "Ampelskala" kann intuitiv benutzt werden, ohne dass "Spannung" und "Volt" eingeführt wurden. Wer möchte, kann ein (allerdings nicht enthaltenes) Multimeter an die offen daliegenden "Messpunkte" halten und damit sowohl die Spannungen (Volt) als auch die Stromstärken (Ampere, Milliampere) messen.

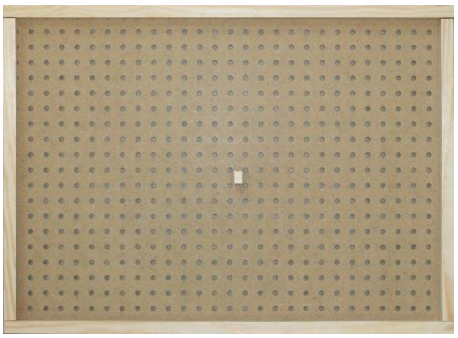
Der Umgang mit den "Solarkids" ist völlig ungefährlich, da die Spannung bei zwei in Reihe geschalteten Solarmodulen höchstens bei 3 Volt liegt. Aber dennoch Vorsicht: Der mitgelieferte 150 W-Strahler ("als "Sonnen-Ersatz") kann so heiß werden, dass sich der Unvorsichtige schnell die Finger verbrennt. Besser und wirksamer ist die Sonne selbst! Durch die Verwendung einer gelochten Grundplatte kann man gleich mal die beste Ausrichtung finden...

In jedem Fall muss angesprochen werden, wie ein Gerät, das mit (lebensgefährlichen!) 230 Volt an der Steckdose betrieben werden muss richtig angeschlossen wird. Über Gefahren im Umgang mit elektrischem Strom muss auf jeden Fall gesprochen werden. Dies muss auch im Klassenbuch vermerkt werden.

Lochplatten in Sandwich-Bauweise

Die Grundplatte und viele Bauelemente des Experimentiersets fußen auf in "Sandwich"-Bauweise übereinanderliegenden hölzernen 3 mm starken Lochplatten. Die in Baumärkten erhältlichen Lochplatten werden normalerweise benutzt, um etwa Werkzeuge geordnet an der Wand aufzuhängen.





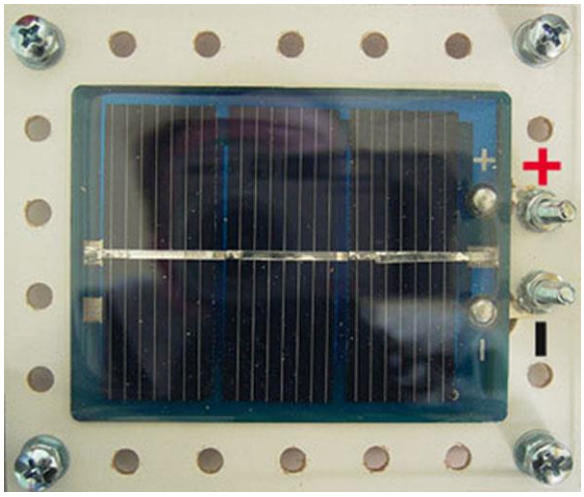
Die 38,5 x26,5 cm große Grundplatte besteht aus zwei mit Leisten (1,3 x 1,3 cm) auf Abstand gehaltenen Lochplatten. Um die Stabilität zu erhöhen, wird mittig ein würfelförmiger Klotz eingeklebt.

Auch einige Module (Glühlampe, Messgerät) werden in Sandwich-Bauweise gefertigt und die Verdrahtung dazwischen „versteckt“. Die an ihren Ecken mit Kontermuttern und Unterlegscheiben versehenen Schrauben sind die "Füße" mit denen die Module in der Grundplatte verankert werden.

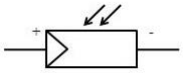
Elektrische Bauteile

Alle elektrischen Bauteile müssen auf die relativ geringe Leistung unserer Solarmodule ausgerichtet sein und verlässlich arbeiten, wenn die Sonne nicht scheint und man auf den mitgelieferten 150 W-Strahler zurückgreifen muss. Wichtigste Kriterien sollten Qualität, Robustheit und Langlebigkeit sein. Gleichzeitig dürfen die Gesamtkosten nicht zu hoch sein.

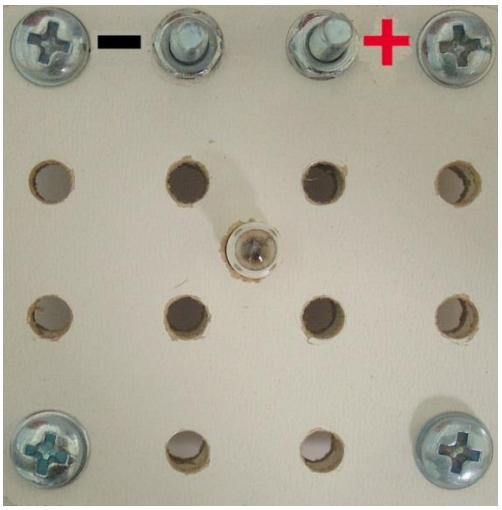
Die Auswahl der verwendeten elektrischen Bauteile hat sich im Laufe der Zeit geändert. Dies gilt besonders für das Radio: Miniaturisierung, Preisverfall und das Auslaufen von Produkten haben hier etwa zu 5 verschiedenen Typen geführt.



2 Solarmodule

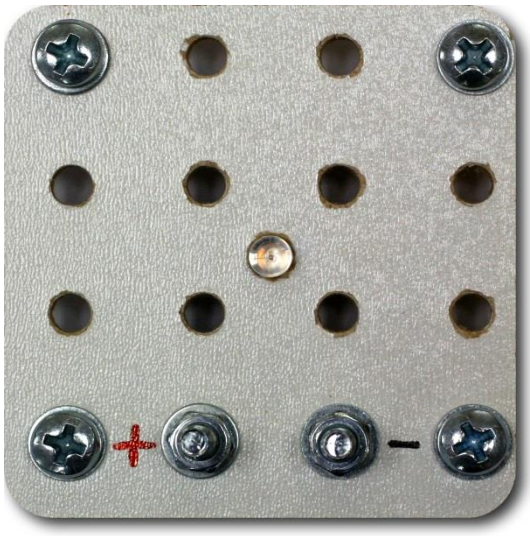


Jedes Modul besteht aus 3 in Reihe geschalteten Solarzellen (3 x 0,5V = 1,5V).
Stromstärke max. 300mA.
Auf Anschlüsse achten ("+" und "-").
Beide Module zusammen liefern in Reihe geschaltet und beleuchtet 3 Volt Spannung.
In Reihenschaltung: "+"-Kontakt der einen mit "-"-Kontakt der anderen verbinden!
Solarzellen können Strom nicht speichern!
Dazu braucht man einen Akku (s.u.)



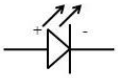
Glühlampe

Skalenlämpchen Sockel E5,5; klar
1,5 Volt; 0,15 Watt (100mA)
Vorwiderstand 10 Ohm als Schutz vor Überspannung
Leuchtet erst ab etwa 80mA hell!
Polung (+/-) ist unerheblich! (anders als bei LED!)
Im Gegensatz zur LED hoher Strombedarf:
Erzeugt viel Wärme und nur wenig Licht.



LED, rot

Nur bei Sonnenstrom Plus (SekI-Version)



(Light emitting diode =
Licht ausstrahlende Diode).

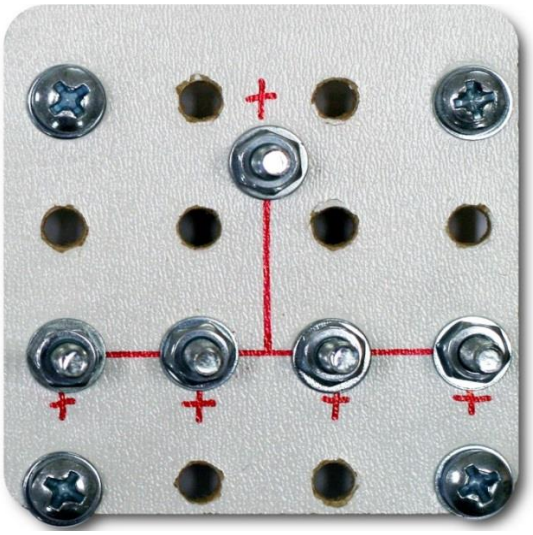
Rot, „Low Current“, 2mA (leuchtet schon bei 0,01mA!)
Auf richtige Polung achten!

Elektromotor („Solarmotor“)

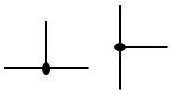
Solarmotor RF 300,
0,45 - 5 V, Anlaufstrom 12mA
2350 U/min bei 2V, 22mA

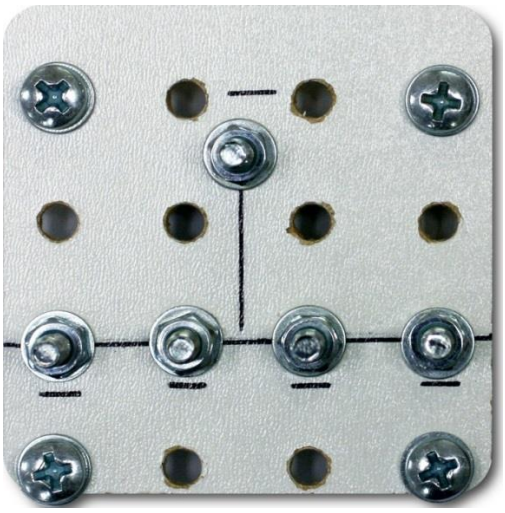
Kiefernholzrad mit augeklebtem Spiralmuster.

Vertauschen der Polung führt zur Änderung der Drehrichtung

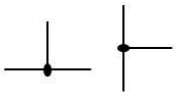


Verteiler "Plus"





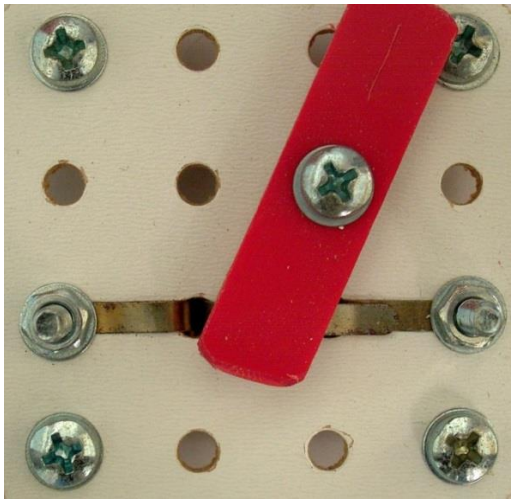
Verteiler "Minus"



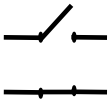
Messgerät

Spannungsmessgerät (Voltmeter), zeigt den Ladungszustand des Akkus sowie die von den beleuchteten Solarmodulen erzeugte Spannung an (abhängig von der Beleuchtungsstärke; meist: 1 Solarmodul: gelb, 2 Solarmodule in Reihenschaltung: grün).

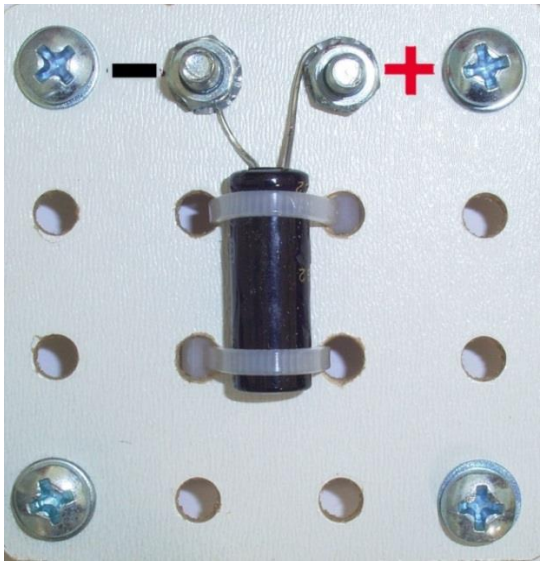
Voltmeter müssen parallel geschaltet werden! Auf richtige Polung achten!



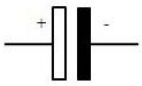
Schalter



Kontakte: Gebogene Spreizklammern
Drehbarer Steg schließt Stromkreis, indem er beide Klammern gegeneinander drückt.



Akku



Gold-Cap Kondensator 2,2F; 2,5 Volt

Cap-Hy 3,3F; 3 Volt

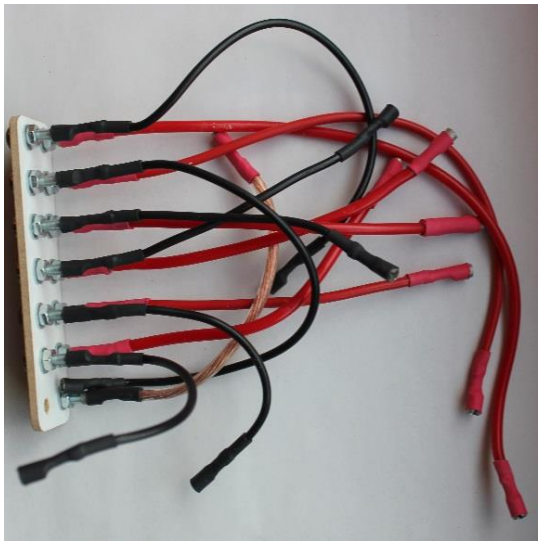
Bei Ladung und Verwendung auf richtige Polung achten! Mit zwei in Reihe geschalteten Solarmodulen 1 Minute laden.

Radio

Mini FM-Radio mit Scan und Reset-Funktion
3 Volt

Auf richtige Polung achten!

Sollte das Radio nicht funktionieren, bitte aus- und wieder anschalten sowie reset-und dann scan-Taste betätigen.
Radio und Kopfhörer pfleglich behandeln!



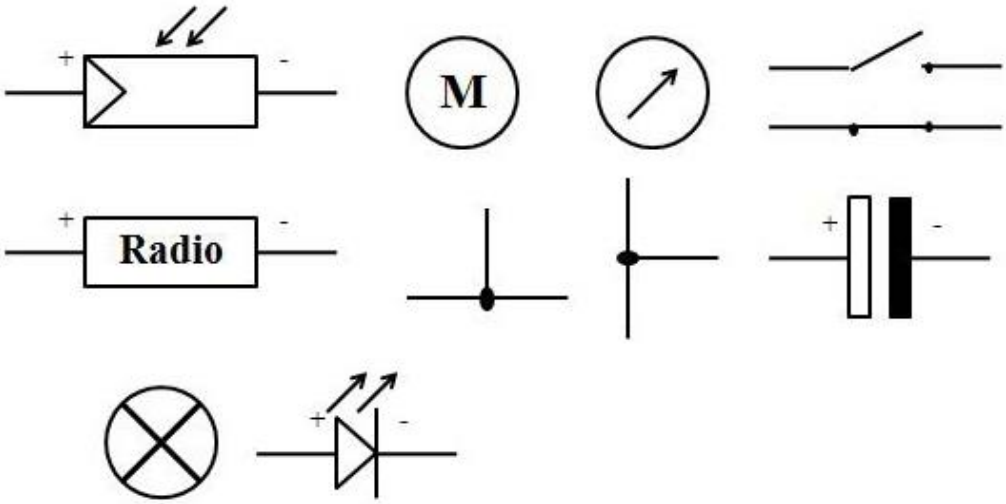
Kabel (am "Kabeligel")

Schwarz = Minus
Rot = Plus

- 2 lange und 4 kurze schwarze Kabel
- 2 lange und 4 kurze rote kabel
- 1 transparentes Kabel (zum Verbinden zweier Solarmodule (+/-))

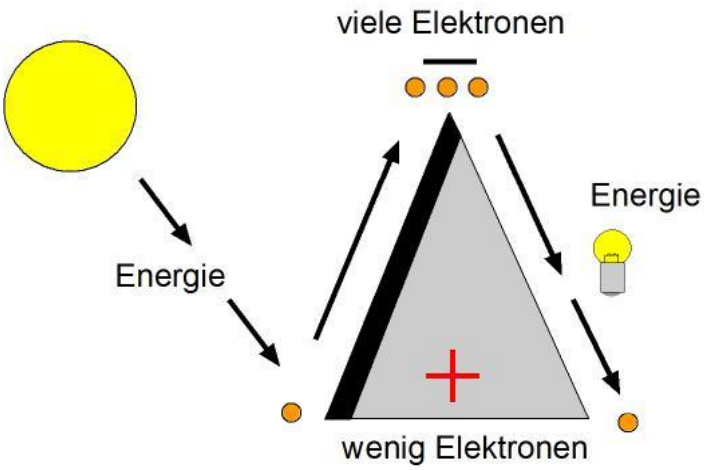
Steckverbindungen: Rundhülsen mit Schrumpfschlauch.
Zum Ablösen der Kabel vom Kabeligel am Stecker anfassen und unter leichtem drehen Kabel abziehen.

Schaltzeichen



Wie funktioniert "Solarstrom"? Versuch einer einfachen (!) Erklärung.

Wasser fließt nicht bergauf und Steine rollen nur zu Tal, nie anders herum. Strom verhält sich ähnlich. Nur geht es beim Strom nicht um die Schwerkraft und nicht um abwärts rollende Steine.
Hier geht es um winzige, selbst unter stärksten Mikroskopen unsichtbare Teilchen, die "Elektronen". Wenn sie sich durch "Leiter" wie zum Beispiel Metall bewegen, sprechen wir von "Strom". (Ein Strom wie die Elbe besteht aus fließenden Wasserteilchen). Das Innere unserer Kabel besteht aus Kupferdraht, der Elektronen leitet. "Nichtleiter" lassen die Elektronen nicht durch. Die äußere, rote oder schwarze Hülle der Kabel besteht aus Gummi und Gummi ist ein Nichtleiter.
Elektronen fließen von Orten, an denen es viele davon gibt (dem Minuspol), zu Orten, an denen nur wenige vorhanden sind (dem Pluspol).



Man kann das mit einem Berg vergleichen: Oben ist der "Minuspol", unten der "Pluspol". Je größer der Unterschied zwischen "oben" und "unten" ist, desto höher ist die Spannung (Volt). Wenn ganz viele Elektronen "oben" sind können natürlich mehr davon nach "unten" fließen. Je mehr Elektronen, desto stärker fließt der Strom.
Damit Strom fließt, braucht es also einen "Höhenunterschied" (Spannung") und ins "Tal" fließende Elektronen ("Strom").

Innerhalb einer Batterie fließen sie nicht "abwärts", sonst wäre sie sofort leer. Schließt man aber eine Glühlampe an die Batterie, dann nehmen die Elektronen den "Umweg" über die Lampe. Der Glühfaden wird heiß und die Lampe leuchtet.
Solange Sonnenlicht auf die Solarmodule fällt, "schubst" die Sonnenenergie die Elektronen in der Solarzelle auf den "Berg" (den Minuspol). Je stärker die Sonne scheint, desto mehr Elektronen werden dort angesammelt. Wenn ein Glühlämpchen an das Solarmodul geschlossen wird, fließen die Elektronen durch den Glühdraht zum Pluspol des Solarmoduls und werden erneut auf den "Berg" gehoben.
Das geht nur so lange weiter wie die Sonne scheint: Anders als bei dem Akku werden die Elektronen nicht auf dem "Berg" festgehalten: Sobald es dunkel wird, verteilen sich die Elektronen wieder in der Solarzelle. Das ist der Grund, weshalb man die Solarmodule, anders als Akkus, nicht aufladen kann.
Schließt man einen Akku an das Solarmodul werden die vom Sonnenlicht auf den "Berg" gehobenen Elektronen an seinem Minuspol gesammelt und dort" eingesperrt". Die beleuchtete Solarzelle lässt die Elektronen nicht zu ihrem Pluspol zurück.
Wenn wir eine Glühlampe an den Akku schließen, fließt der Strom über die Lampe vom Minus- zum Pluspol.

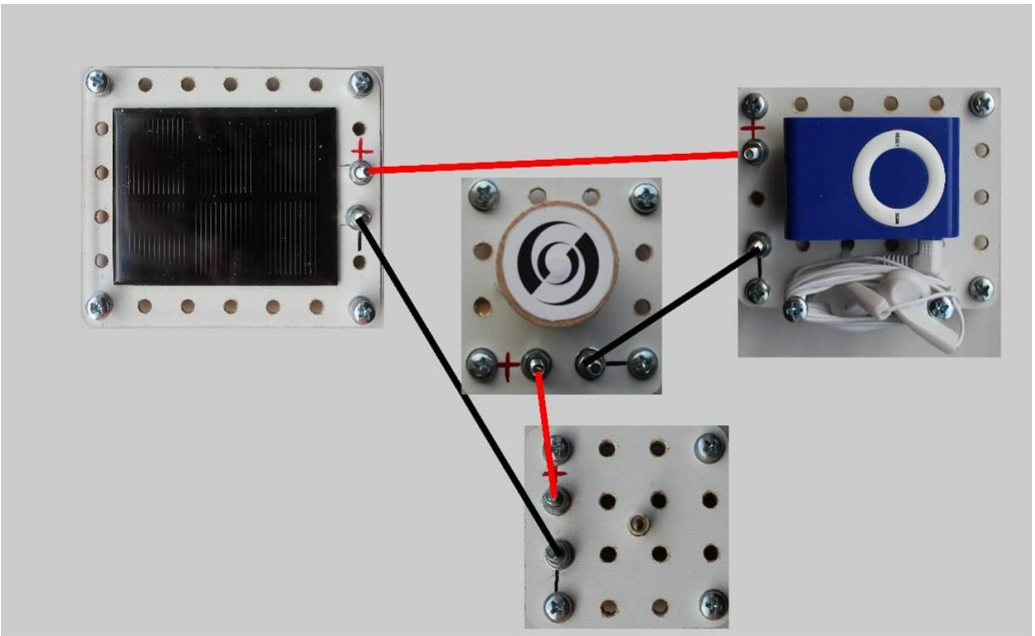
Tour der Möglichkeiten: Was können die Solarkids?

Partnerarbeit mit einem Set

Ganz spontan: Versuch und Irrtum

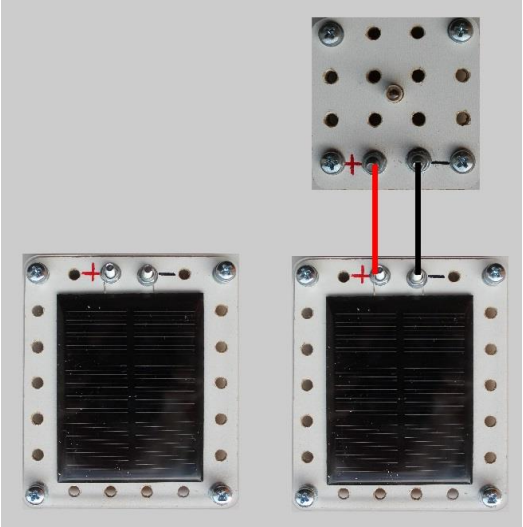
Kinder, die zum ersten Mal die Solarkids-Experimentiermaterialien in die Hand nehmen und ganz frei damit umgehen dürfen, wollen am liebsten alle interessanten Teile miteinander verbinden und eine solar betriebene leuchtende und sich drehende Musikbox aufbauen.
Ganz intuitiv werden die schwarzen Minuspole mit schwarzen und die roten Pluspole mit roten Kabeln verbunden. Und irgendwo muss der Strom herkommen, also wird auch die „Solarzelle“ eingebaut. So entsteht eine offene „Kette“, vielleicht hat jemand auch schon ein einem Stromkreis gehört.

Leider funktioniert die hier abgebildete Anordnung nicht, obwohl es sich eigentlich um eine perfekte Reihenschaltung handelt so wie bei einer elektrischen Weihnachtsbeleuchtung in früheren Zeiten, bei der die hohe Spannung an der Steckdose (230 Volt) in vielleicht 50 Leuchten zu je 4,5-5 V aufgeteilt wurde und bei der der ganze Nadelbaum im Dunkeln stand, wenn nur eine einzige „Birne“ durchbrannte. Hier (siehe Abbildung) müssen sich 3 Verbraucher die nur bei voller Beleuchtung erzeugten 1,5 Volt teilen. Das reicht für keinen von ihnen.
Zu Hause wird es im Wohnzimmer nicht unbedingt dunkel, wenn in der Küche eine Lampe ausfällt. Und ich kann alle Leuchten unabhängig voneinander an und ausschalten.
Irgendeine Bedeutung müssen die anderen Teile im „Solarkids“-Set wohl haben…

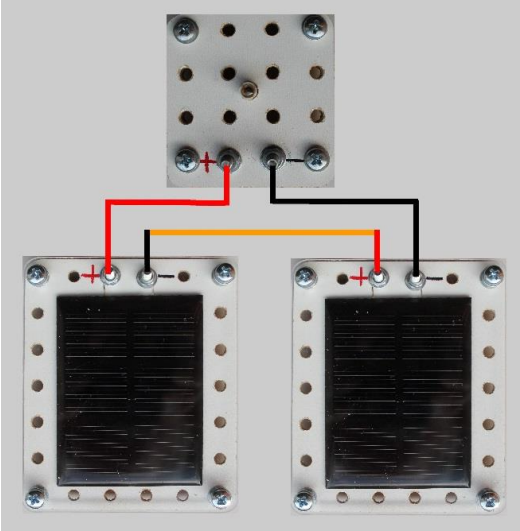


Hier daher einige Anregungen, die Ihnen helfen könnten, den Kleinen bei ihren Experimenten zu unterstützen. Die Frage, ob ihr Forscherdrang „freier“ oder stärker angeleitet werden sollte, müssen Sie letztendlich selbst entscheiden. Das wird von den Kindern und von Ihrem bevorzugten Unterrichtsstil abhängen. Und davon, wie sicher Sie mit der Materie umgehen können.
Wir haben am Abschluss der folgenden kleinen „Tour der Möglichkeiten“ einige Argumente pro und contra zusammengestellt.

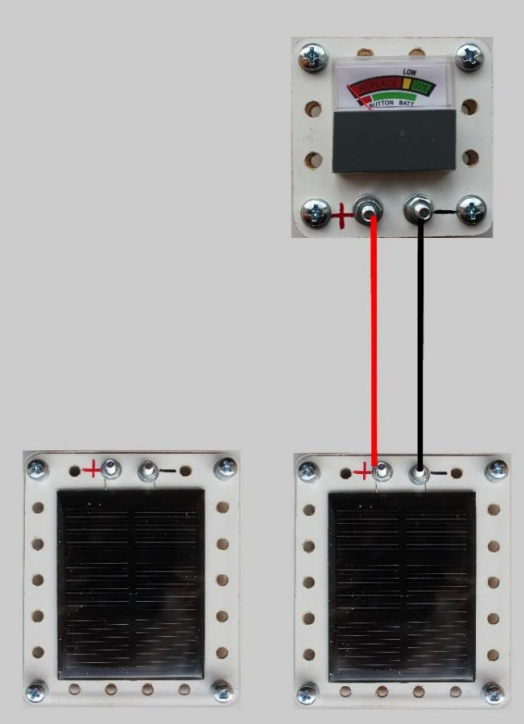
Aus Licht mach Licht…



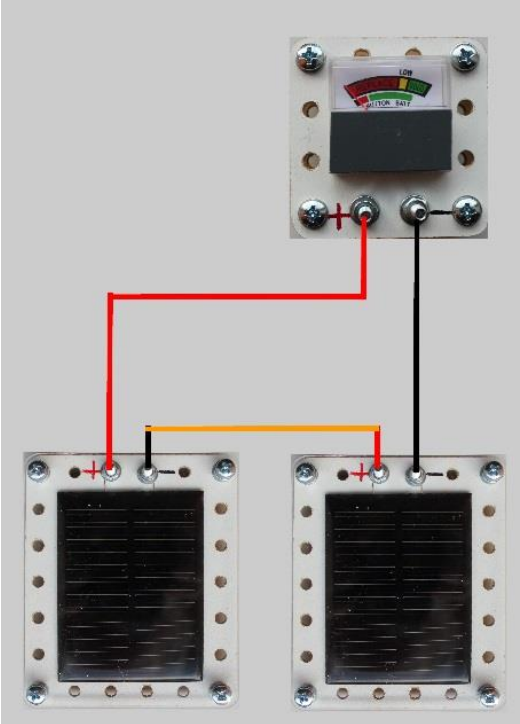
Mit einem Solarmodul leuchtet das Glühlämpchen nicht. Hier reicht die Spannung auch bei starker Beleuchtung nicht aus.



… mit zweien in Reihe geschalteten Solarmodulen schon. Allerdings nur bei direktem Sonnenlicht oder einer starken Leuchte.



Halber Ausschlag (roter Bereich):
Zu wenig Spannung



Vollere Ausschlag (grüner Bereich):
Volle Spannung

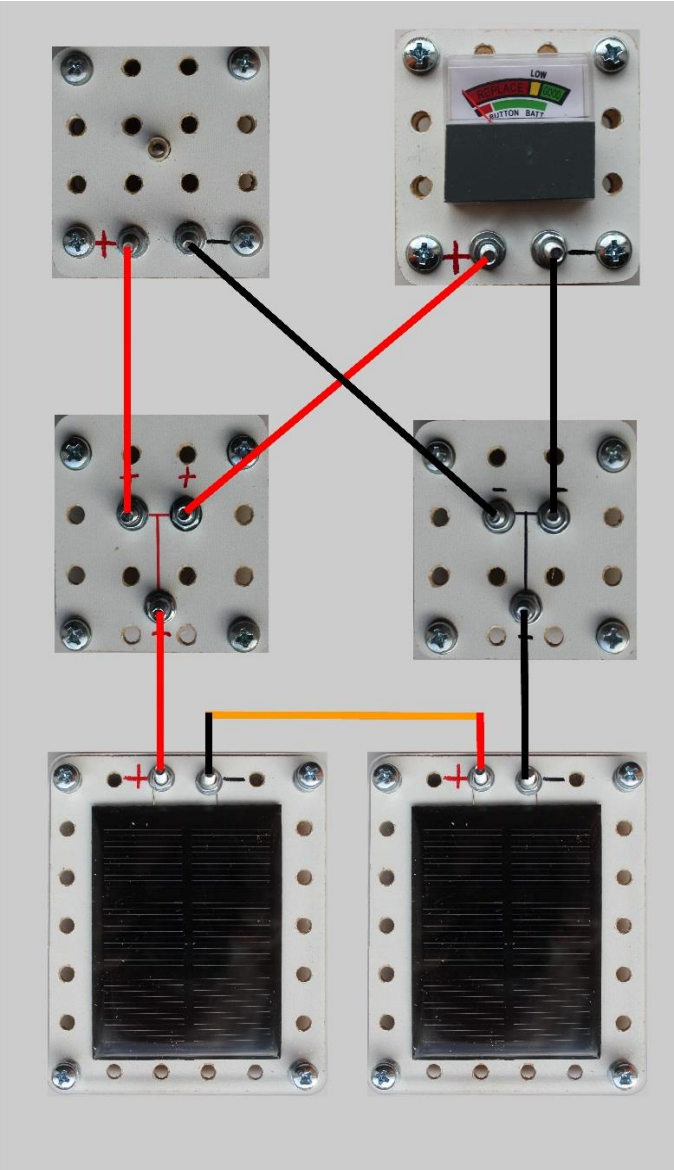
Energiefresser" Glühlampe und "Energiesparer" LED

Glühlampen sind eigentlich mit Strom betriebene Heizungen die, weil heiß genug, ein wenig Licht abgeben. Und nur das brauchen wir, der Rest ist "Abfall" der bestenfalls die Heizrechnung reduziert. Eine LED erzeugt fast nur Licht und nahezu keine Wärme. Das macht sie so effektiv.

Glühlämpchen und LED leuchten nur mit zwei in Reihe geschalteten Solarmodulen. Während die LED dann schon an einem grauen verregneten Wintertag reagiert, braucht das Glühlämpchen volles Sonnenlicht oder einen starken, direkt über die Solarmodule gehaltenen Strahler.

Die "träge" Glühlampe…

Selbst an grauen Tagen schlägt das an die Solarmodule angeschlossene Messgerät voll aus. Sobald zusätzlich das Glühlämpchen angeschlossen wird, fällt der Zeiger auf null zurück, ohne dass das Lämpchen leuchtet (siehe Abbildung). Es sieht so aus als wenn die Solarmodule durch die Glühlampe in die Knie gezwungen werden. Nur bei voller Besonnung leuchtet das Lämpchen. Dann schlägt auch das parallel angeschlossene Messgerät aus.
Glühlampen sind "Kaltleiter". Ist der Glühdraht kalt, fließt der Strom ungehindert durch ihn hindurch. Sie setzen ihm keinen "Widerstand" entgegen. Deshalb brennen Glühlampen meistens beim Einschalten durch. Wird der Glühdraht warm, steigt der Widerstand und die Elektronen erzeugen bei ihrem "mühsamen" Durchfluss zusätzlich so viel Wärme, dass der Draht zu glühen beginnt.
Sobald die Lampe leuchtet, zeigt das parallel angeschlossene Messgerät Vollausschlag!
Bei der LED ist das ganz anders. Sie leuchtet schon bei wenig Licht, das Messgerät zeigt Vollausschlag und der Zeiger geht nur wenig zurück wenn sie hell leuchtet.
Der Nutzwert Licht ist bei gleichem Einsatz viel höher als bei der Glühlampe.



Glühlampe und Messgerät sind mit Hilfe von zwei Verteilern parallel geschaltet.

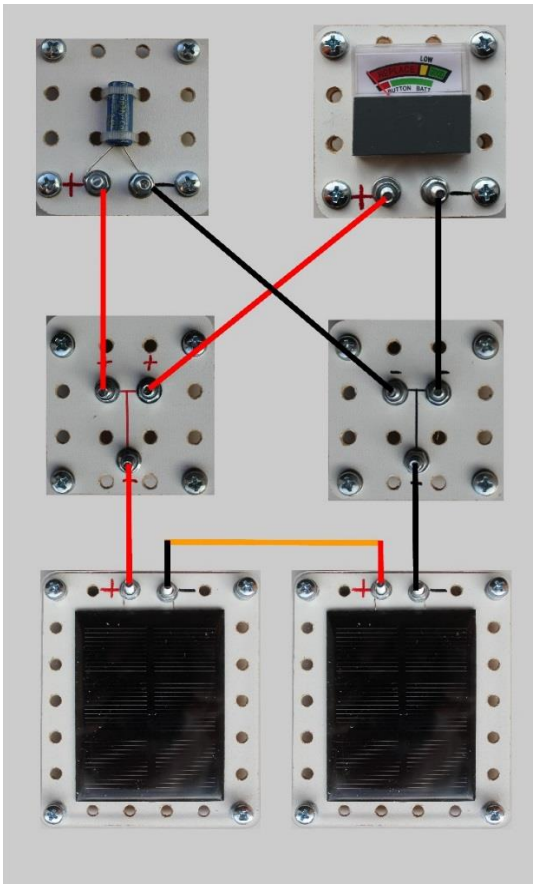
Die Glühlampe leuchtet nur, wenn beide Solarmodule hell beleuchtet werden (Direktes Sonnenlicht oder Strahler). Dann zeigt das Messgerät „grün“ an.

Bei normalem Tageslicht schlägt das Messgerät nur wenig aus und die Glühlampe leuchtet nicht.

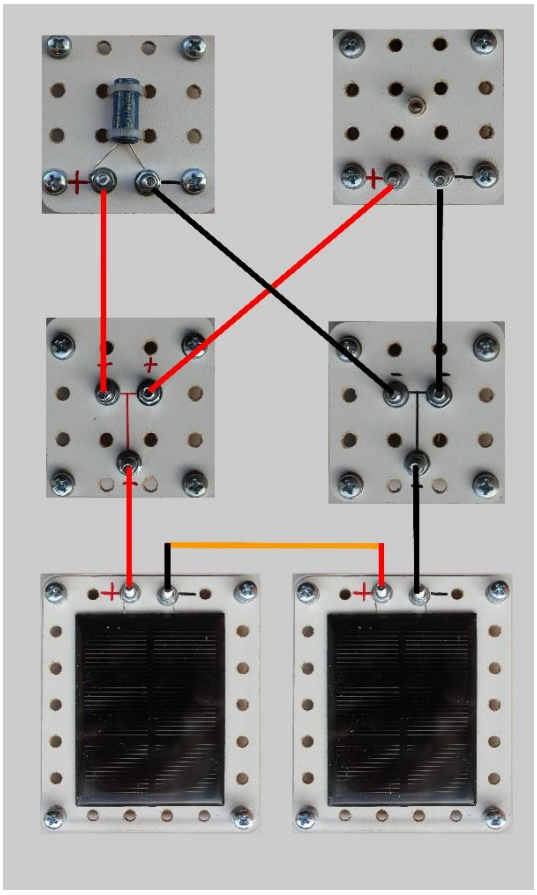
Wird sie vorsichtig (!) aus der Fassung gedreht schlägt das Messgerät voll aus. Die Solarmodule liefern also genug Spannung. Dreht man das Lämpchen wieder hinein, bricht die Spannung ein.
Erklärung:
Bei schwachem Licht schicken die Solarmodule zu wenige Elektronen auf den Weg um den Glühdraht zu erhitzen. Solange dieser kalt ist, lässt er die Elektronen ohne großen Widerstand durch.
Stärkere Beleuchtung erzeugt mehr Elektronen und der Glühdraht wird warm. Nun setzt er den Elektronen einen größeren Widerstand entgegen. Sie erzeugen noch mehr Wärme, der Widerstand steigt, mit der Folge, dass der Glühdraht noch stärker erhitzt wird usw.

Strom für die Nacht: Der Akku

Sonnenenergie kann man "speichern" und später, auch in der Dunkelheit, verwenden. Dazu braucht man einen Akku, der in unserem Fall aus einem Kondensator besteht.
Kondensatoren können je nach Kapazität unterschiedlich viel elektrische Ladung speichern. Glücklicherweise gibt es heute preisgünstige und kleine Kondensatoren mit hoher Kapazität, d.h. hoher Speicherkapazität.



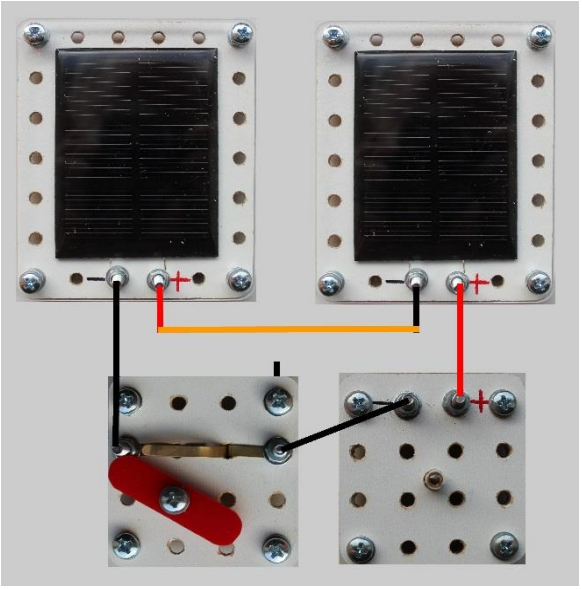
„Tag“: Die Solarmodule werden beleuchtet.
Der Akku ist leer.
Der Zeiger des Messgeräts liegt im roten Bereich.
Während der Akku geladen wird, wandert der Zeiger nach rechts.
Ist der Akku voll, zeigt das Messgerät „grün“.

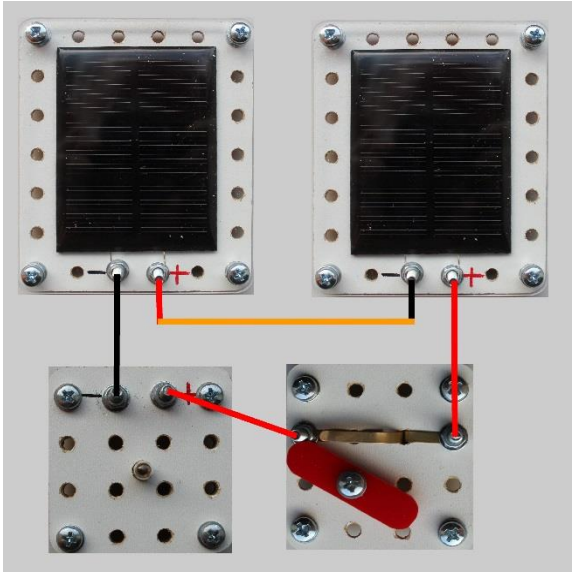


„Nacht“: Die Solarmodule werden abgedeckt oder - besser - das Verbindungskabel gelöst.
Das Messgerät wird durch die Glühlampe ersetzt.
Alternativ könnte man die Glühlampe auch anstelle der Solarmodule einbauen und so den Entladevorgang "sehen".

Stromunterbrechung: Der Schalter

Unser Schalter ist eine ganz einfache, dafür aber transparente Konstruktion. Er besteht aus zwei in eine entsprechende Form gebogenen Musterbeutelklammern und einem drehbaren Plastiksteg. Wird dieser über die Klammern hinweg gedreht, wird die obere auf die untere gedrückt und der Stromkreis ist geschlossen. Sollte der Schalter einmal ausleiern, sind die Klammern leicht in ihre ursprüngliche Lage zurückzubiegen. Bei Kontakt der Metallstreifen fließt Strom („an“-Position), bei Nichtkontakt fließt kein Strom („aus“-Position), da Luft ein sehr schlechter Leiter ist.

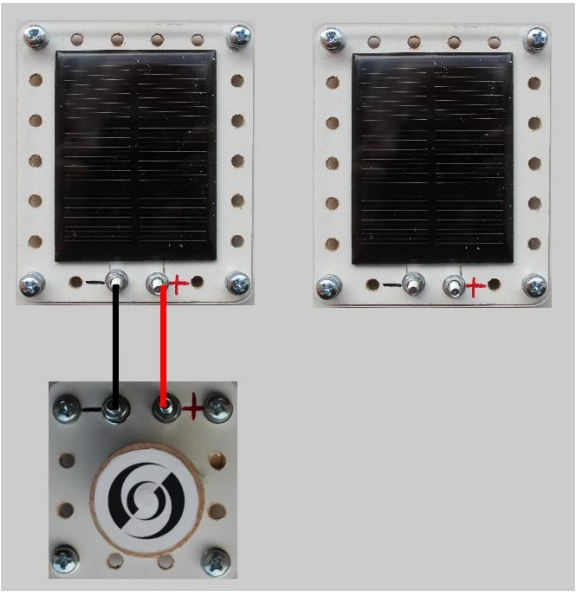




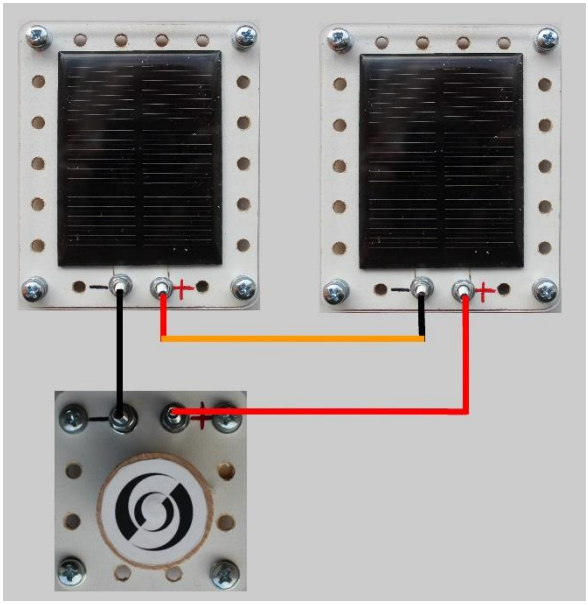
Der Schalter ist mit der Glühlampe in Reihe geschaltet. Es ist völlig egal, ob man die Minus- oder Plusleitung unterbricht.

Mobil und „abgasfrei“: Der Elektro-Motor

Elektrisch betriebene Autos fahren mit Elektromotoren, die ihre Energie aus Akkus beziehen. Diese kann man mit Solarstrom aufladen. Vielleicht werden zukünftige E-Mobile einmal abgasfrei mit erneuerbarem Solarstrom über die Straßen rollen und dabei das mit Wetter, Tages- und Jahreszeit schwankende Solarstromangebot ausgleichen. Grund genug, sich mit der Kombination Solarmodule, Elektromotor und Akku zu beschäftigen.

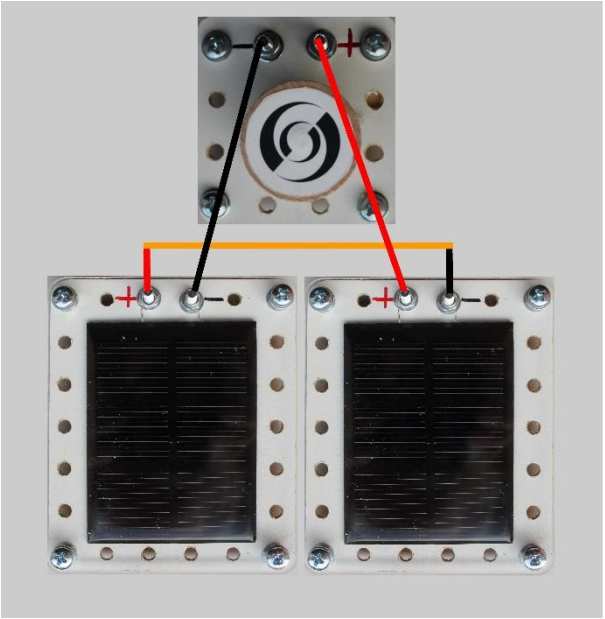


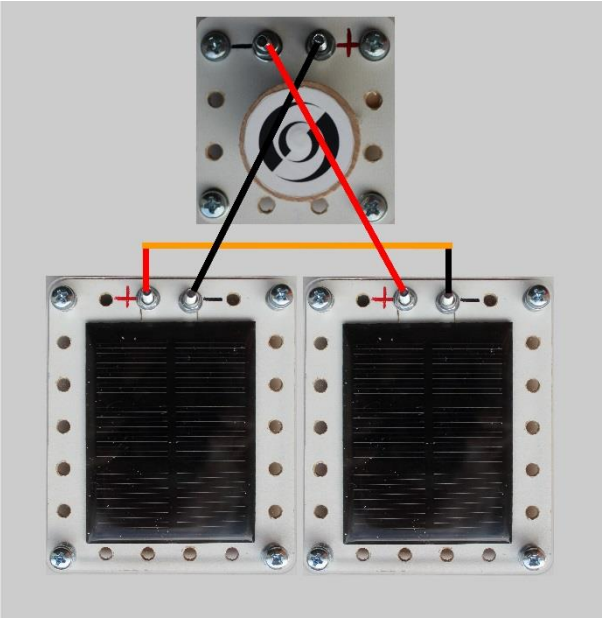
Mit einem Solarmodul läuft der Motor nur langsam, meist erst nachdem man ihm einen kleinen „Anschubs“ gegeben hat.



Mit zwei Modulen läuft er schnell, oft auch spontan und ohne manuelle Anlaufhilfe

Vorwärts- und Rückwärtsgang:
Ein Elektromobil braucht keine Gangschaltung und kein Getriebe, um vorwärts und rückwärts fahren zu können. Einfach Plus und Minus vertauschen und der Motor läuft anders herum:





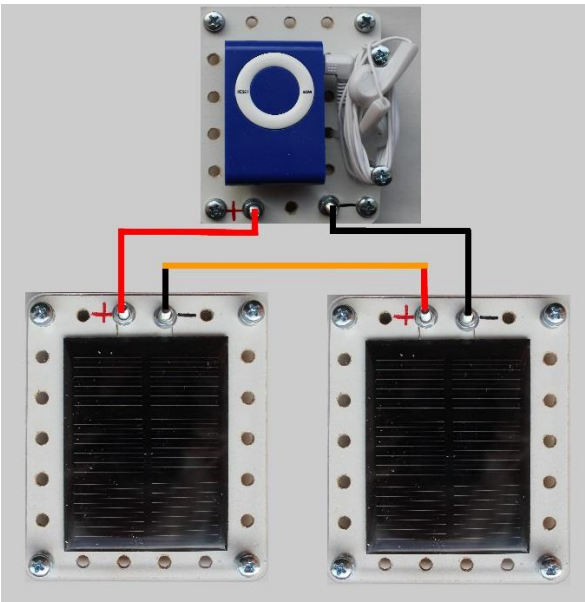
Der „Solarkids“-Elektromotor muss sich schon bei geringer Spannung und geringen Strömen drehen und das gelingt auch schon mit einem Solarmodul.
Viel Leistung kann man von ihm daher nicht erwarten. Das macht ihn auch völlig ungeeignet, als Generator aus einer Drehbewegung viel Strom zu erzeugen. Verbindet man allerdings die Anschlüsse zweier Motoren und dreht mit der Hand die Scheibe des einen (Generator), dreht sich auch die Scheibe des anderen Motors (Motor).
Schließt man ihn ans Messgerät, wird dies ausschlagen, je nach Drehrichtung nach rechts oder nach links. Die LED aber bringt er nicht mal zum schwachen Leuchten.
Kräftigere Gleichstrom-Modellbaumotoren sind dazu durchaus in der Lage. Man erkennt sie daran, dass sie sich schwer drehen lassen, wenn sie kurzgeschlossen sind.

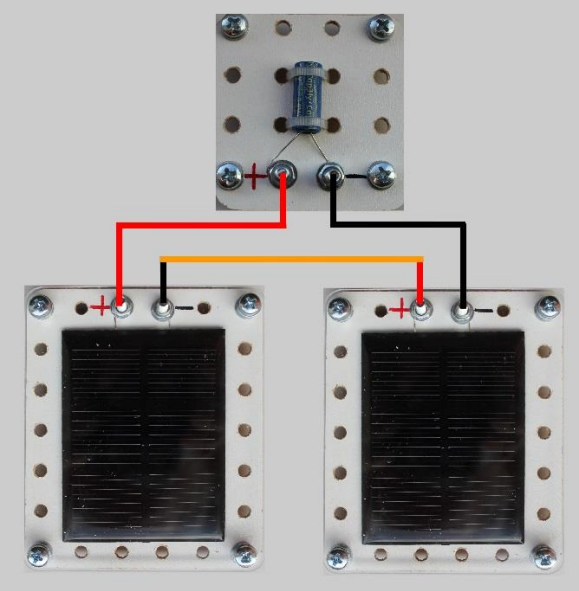
„Solare Musik-Box“: Das Radio

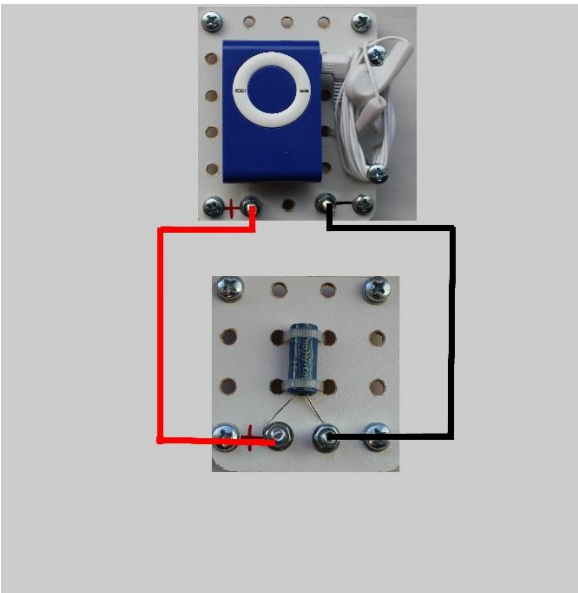
Das Radio empfängt nur FM-Sender und ist wahrscheinlich das für Schüler attraktivste Bauteil. Wie bei der Glühlampe und der LED sind zwei in Reihe geschaltete Solarmodule und starke Beleuchtung notwendig. Im Dunkeln kann man natürlich auch den am „Tag“ gut aufgeladenen Akku benutzen.

Die Bedienung ist denkbar einfach: Der Ein/Aus-Schalter an der Seite kann in der „Ein“-Stellung bleiben und eine Skala gibt es nicht, das Radio läuft, sobald genug Spannung da ist. Mit „Scan“ werden die Sender gesucht. Mit „Reset“ werden alle Einstellungen zurückgesetzt.
Das Radio muss - wie auch der Akku, das Messgerät und die LED - richtig gepolt sein. Vertauscht man Plus und Minus geht zwar nichts kaputt, aber das Radio läuft nicht.

Bei Ab- und Aufwickeln der Ohrhörer müssen Grobmotoriker etwas vorsichtig sein! Außerdem: Mit abgewickeltem Kopfhörerkabel hat man einen besseren Empfang, da es als Antenne wirkt.







Oben links:
Radio am, „Tag“ mit zwei Solarmodulen laufen lassen.

Oben rechts:
Akku am „Tag“ aufladen

Unten links:
Radio in der „Nacht“ mit geladenem Akku betreiben.

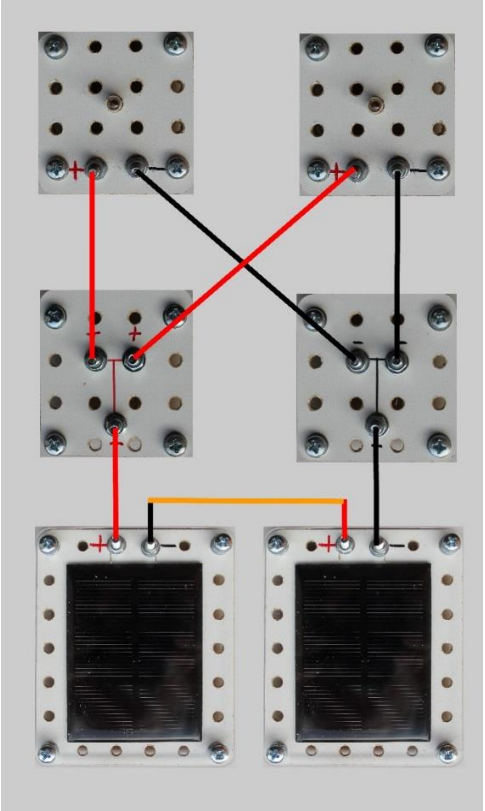
Team-Work: Sonnenstrom mit zwei Sets

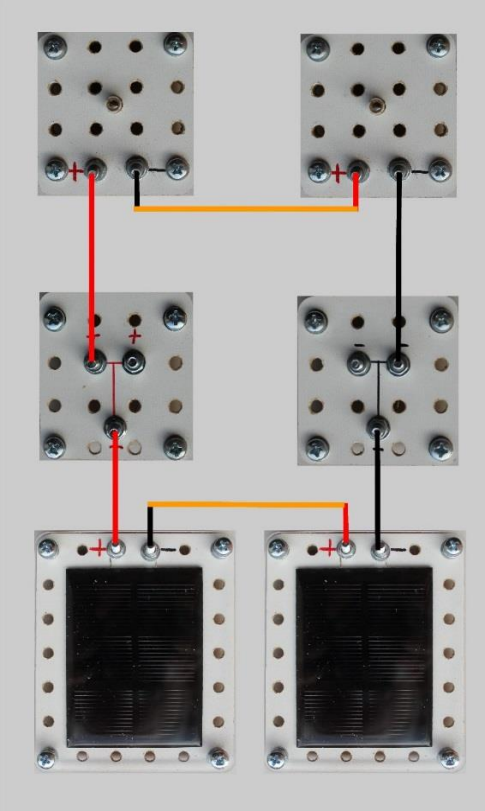
Wenn sich zwei Gruppen zusammenschließen, ermöglicht das auf diese Weise verdoppelte Material zusätzliche Möglichkeiten.

Vermeiden sollte man aber, drei oder vier Solarmodule in Reihe zu schalten, weil die Spannung auf 4,5 bzw. 6 Volt steigt! Alle unsere elektrischen Elemente sind nur auf 3 Volt ausgelegt und so könnte zum Beispiel die Glühlampe durchbrennen.

Hier einige mögliche Experimente:

Parallel- und Reihenschaltung zweier Glühlampen





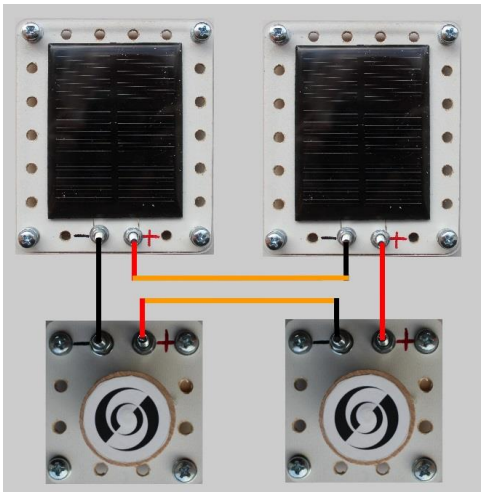
Parallelschaltung:
Beide Glühlampen leuchten gleich hell, allerdings nur bei starkem Licht.
An beiden Glühlampen liegt die volle Spannung. Wenn eine Glühlampe herausgedreht wird, leuchtet die andere weiter.

Reihenschaltung:
Beide Glühlampen leuchten nur schwach, auch bei starkem Licht.
An jeder Glühlampe liegt nur die halbe Spannung. Wenn eine Glühlampe herausgedreht wird, geht die andere auch aus.

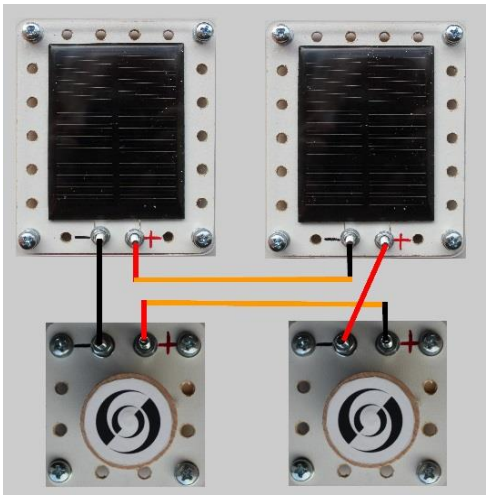
Werden die Glühlampen durch LEDs ersetzt, wird der Unterschied zwischen Parallel- und Reihenschaltung noch deutlicher: Beide leuchten im ersten Fall schon bei normalem Tageslicht, in Reihe geschaltet liegt die dann halbierte Spannung unter der Mindestspannung.

Reihenschaltung von zwei Motoren

Elektromotoren tun sich manchmal etwas schwer beim Start. Sie brauchen einen etwas höheren Anlaufstrom als später im Normalbetrieb. Ein kleiner Schubs in die richtige Richtung hilft.

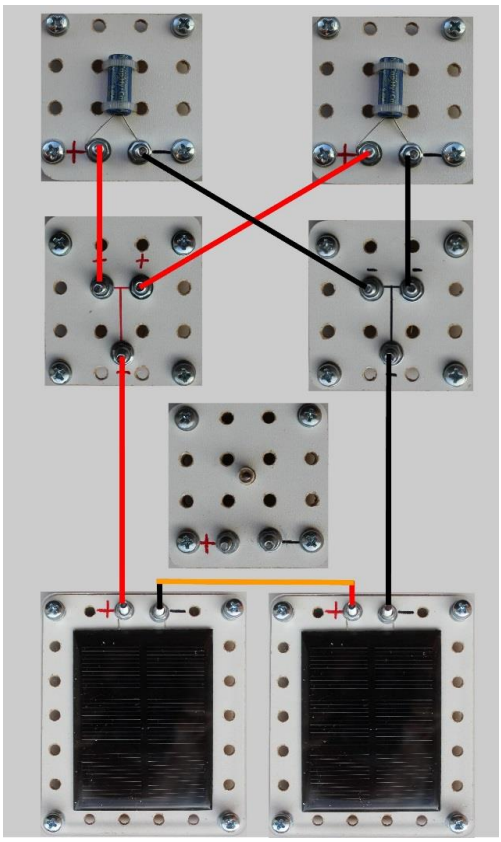


Jeder der beiden Motoren erhält nur die Hälfte der von den Solarmodulen erzeugten Spannung. Sie drehen sich daher auch nur so schnell wie mit einem Solarmodul.

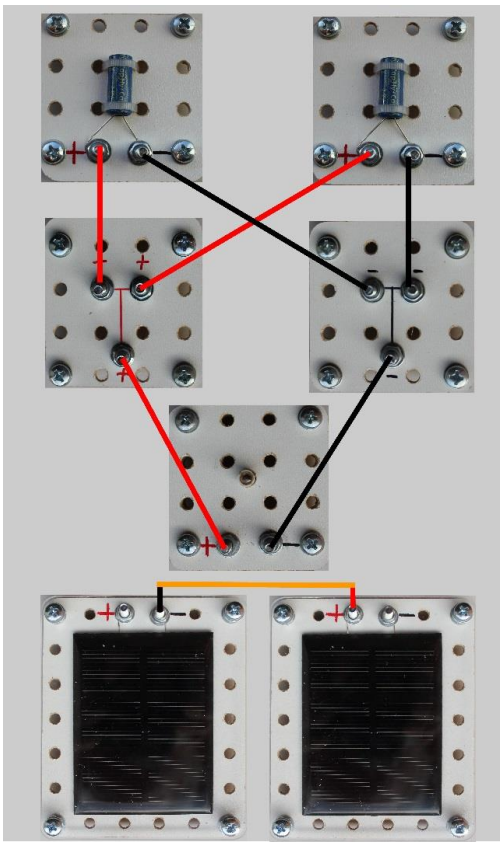


Hier sind die Anschlüsse eines Motors vertauscht. Er dreht sich daher anders herum.

Mehr Strom speichern mit zwei Akkus



Die beiden Akkus sind parallel zu den Solarmodulen geschaltet.
Das Aufladen von zwei Akkus wird etwa doppelt so lange dauern wie mit einem.
Die Glühlampe ist nicht angeschlossen.



Die Solarmodule werden abgekoppelt und die Glühlampe mit dem Strom beider Akkus versorgt. Sie wird etwa doppelt so lange leuchten wie mit einem Akku.

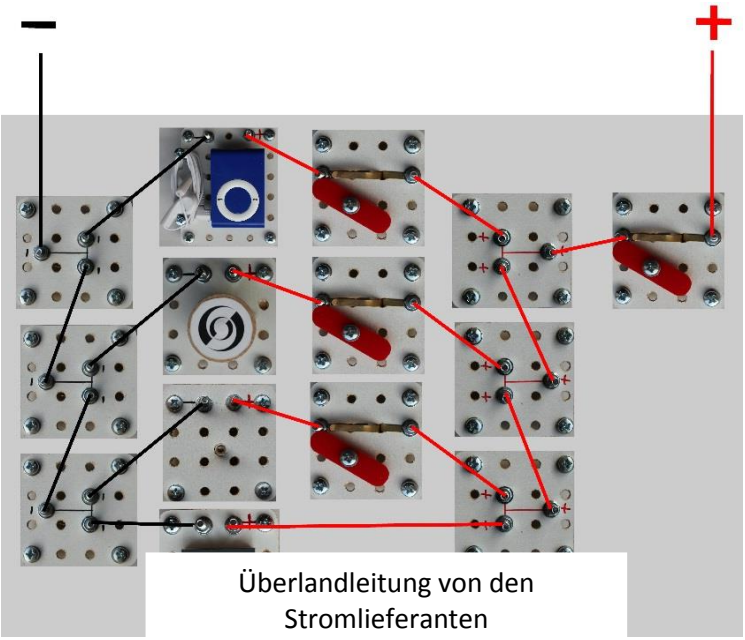
„Kleine Stadt“ mit mehreren Sets: Stromversorger und Stromverbraucher

Mit mehreren Experimentier-Sets kann man eine Gruppe beauftragen, Strom zu erzeugen. Eine andere, ein wenig entfernt von der ersten, nutzt ihn in Form von Licht, Elektromotoren enthaltenden Geräten (Staubsauger, Mixer, Fön etc.) oder Musik. Damit Anbieter und Nutzer ins Geschäft kommen, muss der Strom von A nach B transportiert werden und sichergestellt sein, dass stets genug davon vorhanden ist. Darum kümmert sich eine dritte Gruppe, indem sie Überlandleitungen legt, Spannungen überwacht und das Angebot an die Nachfrage anpasst. Dieses arbeitsteilige System, gedacht für die Jahrgänge 4/5/6/7, nennen wir „Kleine Stadt“. Normalerweise benutzen wir dazu eine Vielzahl von Solarmodulen, Akkus, Glühlampen/LEDs, Messgeräten (Multimetern) und Kabeln.

Es funktioniert aber auch mit den „Solarkids“. Mehrere Solarmodule, jeweils paarweise in Reihe geschaltet, werden parallel zu einem „Solarkraftwerk“ zusammengeschaltet und laden mehrere ebenfalls parallel geschaltete Akkus auf (siehe Abbildung). Sie können bei Bedarf den Strom liefern, den die Verbraucher brauchen. Nicht mehr und nicht weniger.

Die Verbraucher ihrerseits müssen zusehen, dass sie „nicht mehr Strom verbrauchen“ als ihnen geliefert werden kann. Je größer die Entfernung zwischen den Partnern, „desto mehr Strom geht auf dem Weg verloren“. Dies kann man kompensieren, indem man die Spannung auf der Erzeugerseite verdoppelt. Wichtig aber ist, dass der Verbraucher stets nur die Spannung erhält, die seine Geräte vertragen können. Dafür ist die dritte Gruppe verantwortlich. Sie muss sicherstellen, dass die Zeiger der Messgeräte im grünen Bereich liegen.

Der nachfolgende Schaltungsvorschlag basiert auf 8 Sets „Solarkids“:
2 Gruppen erzeugen mit Solarmodulen den Strom, 3 Gruppen sorgen für gleichbleibende Spannung und den Transport. 3 Gruppen schließen sich zu den Verbrauchern zusammen.
Beim Vorhandensein weiterer Sets kann das Angebot und/oder die Nachfrage ausgeweitet werden.



Stromverbraucher

- 3 Gruppen

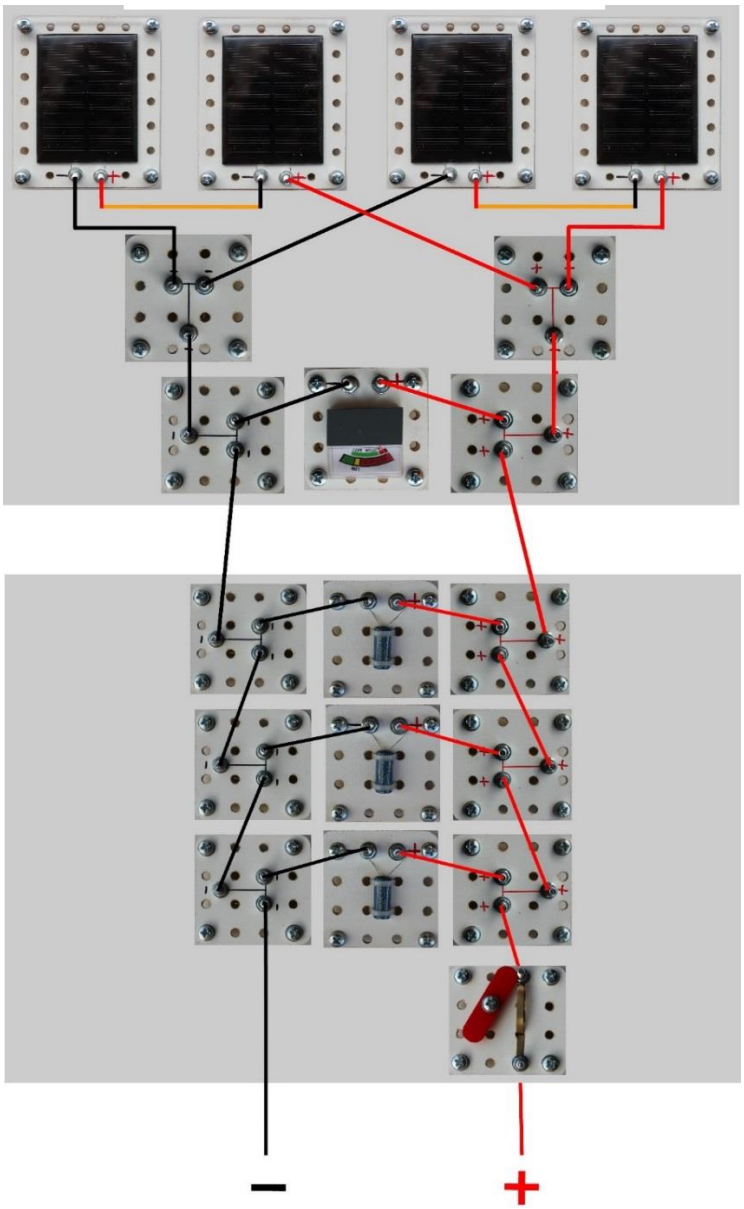
(3 Sets + 1 „geliehener“ Schalter)

- Grundplatte
- 1 Messgerät
- 1 Glühlampe (oder LED)
- 1 Motor
- 1 Radio
- 1 „Hauptschalter“
- 3 Schalter
- 3 Verteiler (Minus)
- 3 Verteiler (Plus)

Alle Verbraucher sind parallel geschaltet und daher voneinander unabhängig an- und auszuschalten.

Das Messgerät zeigt die zur Verfügung stehende Spannung an.

Überlandleitung zu den Stromverbrauchern



Stromlieferanten

- 3 Gruppen (3 Sets)
- 1 Grundplatte
- 3 Akkus
- 3 Verteiler (Plus)
- 3 Verteiler (Minus)
- 1 Schalter
- „Überlandleitung“ (Plus/Minus) zu den Stromverbrauchern

3 parallel geschaltete Akkus werden gemeinsam geladen.

Das Messgerät zeigt den Ladezustand an. Die Lieferung kann per Schalter unterbrochen werden.

Solare Stromerzeuger

- 2 Gruppen (2 Sets)
- 1 Grundplatte
- 4 Solarmodule
- 2 Verteiler (Plus)
- 2 Verteiler (Minus)
- 1 Messgerät

2 Gruppen von in Reihe geschalteten Solarmodulen werden parallel miteinander verbunden.
Die Spannung bleibt genau so groß wie bei den zwei in Reihe geschalteten Modulen. Die Stromproduktion verdoppelt sich.

Nicht dasselbe: Spannung und Strom

Spannung und Strom sind keine Themen der Grundschule, können aber in Klasse 4 und in der unteren Sekundarstufe durchaus mit Gewinn eingeführt werden.

Dabei gilt, stark vereinfacht:

Spannung heißt: Strom (d.h. Elektronen) kann fließen, muss aber nicht.

Strom heißt: Elektronen fließen tatsächlich; je mehr, desto stärker ist der Strom.

Mögliche einfache Analogien dazu:

- Die Wasserstände vor und hinter einem Schleusentor („Widerstand“) können ganz unterschiedlich sein. Je größer der Höhenunterschied, desto größer stärker der mögliche Wasserstrom („Spannung“),

- Spannung und Strom verhalten sich ähnlich wie die Liebe. Zwischen zwei getrennten Partnern (z.B. „Romeo Minus“ und „Julia Plus“) entwickelt sich eine Anziehung („Spannung“). Sie würden sich gerne lieben, können es aber nicht. Nur wenn es ihnen ermöglicht wird, die sie trennenden Bedingungen zu überwinden, können sie sich wirklich lieben. Dann fließt „Strom“. Ob es ihnen gelingt, die „Spannung“ aufrecht zu erhalten hängt davon ab, wie stark ihre Liebe ist.

Wie viele Elektronen fließen durch den Draht? Ganz, ganz viele!
Wenn wir 1 Ampere Strom messen bedeutet das: Es fließen 6,25 Trillionen Elektronen pro Sekunde (!) durch das Messgerät. Wenn die LED bei 0,001 Milliampere (=0,000001A) sind das immer noch 6,25 Billionen Elektronen (6.250.000.000.000 oder 6,25 MillionenMillionen) pro Sekunde!

Messen wie die Profis: Umgang mit dem Multimeter

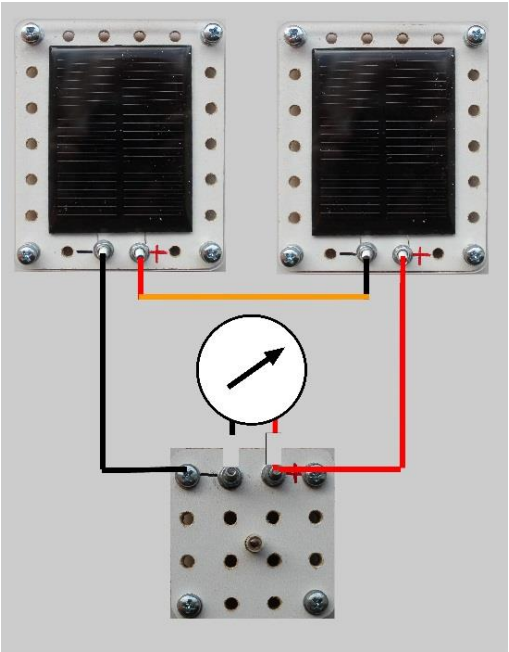
Mit den im Energie-LAB zur Verfügung stehenden Multimetern sind einfache Messungen zu Spannung, Strom und Widerstand möglich.

Foto: www.conrad.de

Im Schulbiologiezentrum stehen Ihnen 10 Multimeter des Typs Voltcraft VC270 zur Ausleihe zur Verfügung.
Sie erleichtern sich die Arbeit, wenn Sie statt der mitgelieferten Messkabel die in der Physik-Sammlung Ihrer Schule vorhandenen Experimentierkabel benutzen und diese mit Krokodilklemmen versehen.

Achten Sie auf den richtigen Anschluss der Kabel am Messgerät: Das schwarze Minuskabel wird in die Buchse "COM" gesteckt, das rote Pluskabel je nach Messung in die Buchse "V Ω" oder "mA".

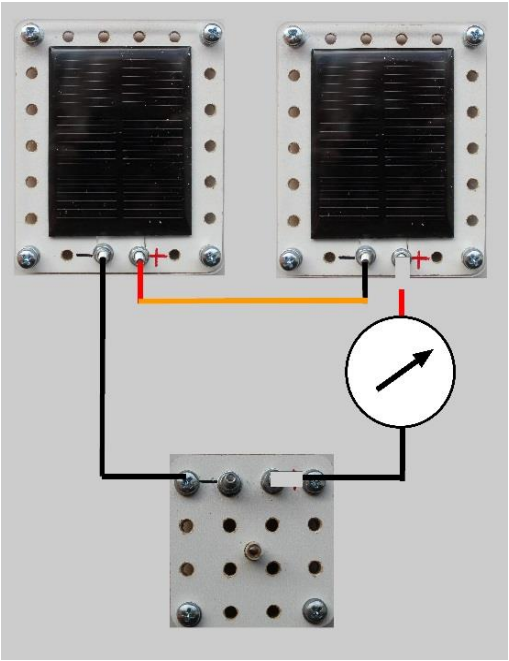
Die folgenden Messungen wurden mit diesem Gerät gemacht.



Spannungsmessungen:

Hierfür werden die Messkabel des Multimeters durch Experimentierkabel ersetzt und deren freie Stecker mit Krokodilklemmen versehen. Da die Spannung immer mit parallel geschaltetem Multimeter erfolgt, können die Krokodilklemmen direkt an den Schraubkontakten der Bauteile angeschlossen werden. Wenn keine Krokodilklemmen vorhanden sind, kann man die Stecker natürlich auch einfach gegen die Schraubkontakte halten.
Der Messbereich sollte bei 0 – 20 Volt Gleichspannung liegen.
Die Spannung eines Moduls beträgt etwa 1,5 Volt, bei zwei in Reihe geschalteten Modulen etwa 3 Volt.

Mit der abgebildeten Schaltung lässt sich der Effekt der „trägen“ Glühlampe zeigen: Ist sie aus der Fassung herausgedreht, zeigt das Messgerät eine (Leerlauf)Spannung von etwa 3 Volt an. Diese bricht zusammen, wenn man die Lampe hereindreht (Kaltleiter, Kurzschluss). Es sei denn, der Stromfluss reicht aus, um den Glühdraht zu erhitzen und einen Widerstand aufzubauen. Dann bleibt die Spannung erhalten: Das Messgerät zeigt ca. 1,5V an.



Strommessungen:

Die Stromstärke (Ampere, Milliampere) wird mit in Reihe geschaltetem Multimeter gemessen. Die ans Messgerät angeschlossenen Experimentierkabel ersetzen eine Zuleitung. Die Krokodilklemmen der Stecker werden auf die entsprechenden Schraubkontakte gesetzt.
Der Messbereich sollte bei 0 – 300 mA liegen.
Mit der abgebildeten Schaltung lässt sich messen, wie viel Strom die Solarmodule bei angeschlossenem Glühlämpchen abgeben und bei welcher Stromstärke das Lämpchen beginnt zu leuchten.

Hier lässt sich auch gut untersuchen, welchen Einfluss die Beleuchtungsstärke und der Einfallswinkel des Lichtes auf den Strom haben.

Unter der Halogenleuchte werden pro Modul etwa 150 mA ("Kurzschlussstrom") gemessen. Reihenschaltung von zwei oder mehreren Modulen erhöht nur die Spannung, der Strom bleibt gleich.

Weitere Messungen:

Leistungsabgabe bzw. -aufnahme:

Die Leistungsaufnahme P in Watt ist beim hier verwendeten Gleichstrom das Produkt aus der Spannung U und dem Strom I in Ampere oder Millimeter. Es gilt also P = U x I. Unsere Glühlampe bei der bei 3 Volt Spannung ein Strom von 80mA fließt, hätte demnach eine Leistungsaufnahme von 3 V x 0,08A = 0,24 W. (Tatsächlich fallen am Vorwiderstand bereits 1,5 Volt ab!)

Ist die Glühlampe in Ordnung?

"-" bzw. "+"-Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "Ω" stecken. Wahlschalter auf "Ω" stellen.
Der Widerstand des Glühfadens und des Vorwiderstandes liegt bei etwa 25 Ohm. Zeigt das Messgerät einen unendlich hohen Widerstand an, ist die Lampe durchgebrannt oder sitzt nur locker in der Fassung.

Wie viel Strom "zieht" die Glühlampe?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "A" stecken. Wahlschalter auf "mA " stellen.
Zwei gut beleuchtete Solarmodule lassen die parallel dazu geschaltete Glühlampe hell leuchten. Dann fließen etwa 80mA Strom. Spannung und Strom werden durch den Vorwiderstand begrenzt.

Welche Spannung liegt an der Glühlampe?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "V" stecken. Wahlschalter auf "V " stellen. Wenn die Glühlampe hell leuchtet, messen wir eine Spannung von etwa 3 Volt. Das entspricht der Maximalspannung der beiden miteinander verbundenen Solarmodule. Werden diese nur schwach beleuchtet, sinkt die Spannung an der Glühlampe auf unter 0,5 Volt ab ("Kaltleiter"). Wird sie vorsichtig herausgedreht, zeigt das Messgerät auch bei schwacher Beleuchtung 3 Volt an.

Welche Spannung liegt an der LED?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "V" stecken. Wahlschalter auf "V " stellen. Die LED leuchtet schon ab 1,5 Volt, bei voller Beleuchtung also schon mit einem Modul.
Bei zwei Modulen leuchten sie schon bei schwacher Beleuchtung hell. (2 Volt).

Wie viel Strom "zieht" die LED?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "A" stecken. Wahlschalter auf "mA " stellen. Mit zwei Modulen und voller Beleuchtung werden etwa 60mA Strom gemessen. Die LED leuchtet schon bei sehr schwachem Licht und 0,01 mA (!). Sie verhält sich also ganz anders als der "Kaltleiter" Glühlampe.

Wie groß ist der Ladestrom des Akkus?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "A" stecken. Wahlschalter auf "mA ". Das in Reihe zum leeren Akku geschaltete Messgerät zeigt zunächst etwa 100mA Ladestrom an. Er geht kontinuierlich zurück und ist Null wenn der Akku voll ist.

Wie groß ist die Ladespannung des Akkus?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "V" stecken. Wahlschalter auf "V ". Das parallel zum leeren Akku geschaltete Messgerät zeigt zunächst etwa 0 Volt Spannung an. Sie steigt bis auf etwa 3,3 Volt wenn der Akku voll ist (Ladeschlussspannung).

Entlädt sich der Akku bei angeschlossenen Solarmodulen?

Messleitungen des Multimeters in die Buchsen "COM" und "V" stecken. Wahlschalter auf "V ". Die Solarmodule werden abgedunkelt. Die Spannung des aufgeladenen Akkus geht ganz langsam zurück. Wie groß der Strom der über die abgedunkelten Module fließt? Messleitungen des zum Akku in Reihe geschalteten Multimeters in die Buchsen "COM" und "A" stecken. Wahlschalter auf "mA ". Der "Verlust" beträgt zu Beginn etwa 5mA und geht mit zunehmender Entladung zurück. In der Praxis schützt eine in Reihe geschaltete "elektrische Einbahnstraße" in Form einer Diode gegen die Entladung. An dieser fallen aber etwa 0,7 Volt ab die für unsere Verbraucher nicht zur Verfügung stehen würden. Eine Diode gehört daher nicht zu den Solarkids.

Es empfiehlt sich, Ladespannung und -strom mit zwei Multimetern gleichzeitig zu kontrollieren.

Entlädt sich der Akku auch wenn er nicht benutzt wird?

Spannung des aufgeladenen Akkus notieren und nach einiger Zeit kontrollieren.

Entladung des Akkus, z.B. durch die Glühlampe und die LED

Zunächst die Spannung des aufgeladenen Akkus messen (3 Volt). Die Glühlampe dann an den Akku anschließen und notieren, wie lange sie leuchtet. Nach etwa einer Minute und bei etwa 1,5 Volt ist mit unseren Augen im Dunkeln kein Leuchten mehr zu sehen. Der Stromfluss geht nach dieser Zeit von anfänglich 80mA auf 60mA zurück. Nach dem Verlöschen zieht die Lampe weiterhin Strom bis der Akku ganz entleert ist (0 V, 0 mA).

Die LED verhält sich ganz anders: Die Stromaufnahme beträgt zu Anfang etwa 50mA und sinkt, zunächst schneller, dann immer langsamer auf etwa 0,01mA. Das Absinken des Stromflusses ist gegen Ende der Entladung im Gegensatz zur Glühlampe kaum noch feststellbar. Hier braucht man viel Geduld: Erst nach mehr als 60 Minuten (!) verlöscht die LED bei etwa 0,01mA Strom. Dann ist am Akku immer noch eine Restspannung von etwa 1,8 V festzustellen. Damit lässt sich das Glühlämpchen noch einige Sekunden lang schwach glimmend betreiben! Die relativ hohe Restspannung bedeutet, dass sie zur Wiederaufladung des Akkus notwendige Zeit erheblich verkürzt.

Wie viel Strom verbraucht der Motor?

Wir der Motor an einen aufgeladenen Akku geschlossen, geht die Anfangsspannung 3,3 Volt nach fast 10 Minuten Laufzeit (!) auf 0,1 Volt zurück. Auch nach dem Stopp fließt (anders als bei der LED) noch Strom - bis der Akku leer ist. Auch hier ist die Absinkrate zunächst hoch und wird immer geringer. Der Strom beträgt anfänglich 30mA und geht zunächst schnell, dann immer langsamer bis zum Stopp auf etwa 15mA zurück. Nimmt man Spannung und Strom gleichzeitig auf, erhält man durch Multiplikation die Leistungsaufnahme in Watt.

Wie viel Strom verbraucht das Radio?

Bei vollgeladenem Akku kann man etwa 5 Minuten Radio hören. Im Test (Klassik-Radio) sank die Spannung in dieser Zeit von 3,3 Volt auf etwa 1,6 Volt und der Stromfluss von 20 mA auf 10 mA.

Dauernd Radio hören?

Schaltet man das Radio und den leeren Akku mit Hilfe der beiden Verteiler parallel zu den Solarmodulen läuft das Radio erst dann, wenn der Akku eine Spannung von etwa 1,5 Volt erreicht hat. Bei voller Beleuchtung wird der Akku geladen, was mit angeschlossenem Radio natürlich etwas länger dauert. Ist er voll, steht genug Strom für das Radio zur Verfügung, auch wenn sich mal eine "Wolke" vor die Solarmodule schiebt.

Spannung, Strom und Zeit

Wenn man sich die Mühe machen möchte, die Spannung und den Strom mit zwei Messgeräten und mit laufender Uhr zu protokollieren, lassen sich die Wertepaare in ein Spannungs-Strom-Zeitdiagramm verwandeln. So entstehen anschauliche und vergleichbare Lade- und Entladekurven.

Fotovoltaik im Energie-LAB

"Solarstrom für Kids" ist seit Jahren ein häufig von Grundschulen der Stadt und der Region angewähltes Thema, das viele Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Angeboten einschließt. Dazu gehört, mit unseren "Muskelkraftwerk" selbst Strom zu erzeugen und auszuprobieren, wie viele Glühlampen man leuchten lassen kann oder ob man mit gemeinsamem Einsatz Wasser zum Kochen bringt. Übrigens: Die Größenordnung der eigenen Stromrechnung wird nach dieser Anstrengung völlig falsch eingeschätzt! Man kann bei uns auch haushaltstypische Geräte, vom Fön über die Herdplatte bis zum Staubsauer auf ihren Stromverbrauch testen und vergleichen. Die Messgeräte dazu sind als Klassensatz sogar ausleihbar: So kann man die "Stromfresser" zuhause aufspüren.

"Sonnenstrom für Kids" ist gedacht und gemacht für Viert- bis Sechsklässler. Die einfachere Variante "mini-Solar" richtet sich an Fünf- bis Achtjährige und wird bisher hauptsächlich in Kindergärten genutzt. In der unteren Sekundarstufe bieten wir im Energie-LAB Kleingruppen-Experimente mit erweiterten "Sonnenstrom für Kids"-Bausätzen auf höherem Niveau an.

In der oberen Sek I und in der gymnasialen Oberstufe geht es z.B. um die Leistungsfähigkeit und den Wirkungsgrad von Solarmodulen sowie die jahreszeitlich variierende Ausbeute. Diese Experimente werden mit speziellen Experimentiergeräten durchgeführt. Für Kleingruppen bieten wir Experimente mit den auch ausleihbaren IKS-Solartrainern an. Weiterhin geht es um die Arbeitsweise von Solarzellen, die Messung der tatsächlichen Leistung und des Wirkungsgrades von Solarmodulen unter verschiedenen Bedingungen (z.B. Einstrahlwinkel).

Herstellung und Vertrieb

Die Produktion der Experimentiersets liegt weitestgehend in den Händen der an der Leonore-Goldschmidt-Schule – IGS Mühlenberg angesiedelten Schülerfirma "Science for Kids". Sie ist in den Bereich AWT (Arbeit, Wirtschaft, Technik) integriert und arbeitet eng mit dem Energie-LAB zusammen. Unter der Anleitung einer Assistentin und zweier Techniker bzw. der Werklehrer üben die Schüler den Umgang mit Werkzeug und lernen das Sägen, Messen, Bohren, Schleifen, Schrauben und Löten sowie den Bau der Expermentiermaterialien. Sie übernehmen auch die Qualitätskontrolle der hergestellten Teile. Als "Betriebsangehörige" werden sie, wie in einem produzierenden

Unternehmen soweit als möglich in die Entwicklung, Planung, Einkauf, Kostenabwicklung und den Vertrieb eingebunden.

Dieses System hat sich in vielen Jahren bewährt und ist gut in den Schulbetrieb integriert.

Seit 2016 werden zusätzlich über das Projekt Kooperative Produktionsschule (KoPro) kleine Gruppen von Flüchtlingen an diese Arbeit herangeführt, hier Schüler aus den Sprachlernklassen und junge, durch das Jobcenter vermittelte Erwachsene. Federführend ist hier die Werk-statt-Schule Hannover e.V.. Bisher produziert KoPro allerdings ausschließlich „mini-Solar"-Experimentiersets.

Schulen in Hannover erhalten 10 Sätze „Solarkids" kostenlos. Möglich wird dies durch die Unterstützung von proKlima, dem enercity-Fonds. Einzige Voraussetzung ist Teilnahme an einer Einführung in die Technik und die Möglichkeiten der „Solarkids". Jeweils eine Klasse der teilnehmenden Schulen erhält einen oder zwei Termine im Energie-LAB, bei denen sich die Schüler mit den „Solarkids" durch eigenes Tun vertraut machen können.

Wenn etwas kaputt geht

Die „Solarkids" sind eigentlich recht solide und robust. Einige Regeln sollte man dennoch befolgen:

- Bitte nie an den Kabeln ziehen, sondern immer an den Steckern,
  (eine Regel, die auch zuhause gilt!)
- Das Kabel der Ohrhörer vorsichtig ab- und aufwickeln
- Die Schalter zurechtbiegen, wenn die Metallstreifen bei „an" keinen Kontakt mehr haben.
- Lose Muttern können mit einem 7er-Maulschlüssel wieder fest gezogen werden, dabei die Schraube evtl. mit einem Kreuzschlitzschraubendreher festhalten.

Sollten die Kabelschuhe ausleiern und zu Wackelkontakten führen, kann man sie vorsichtig mit einer Zange wieder zusammendrücken, so dass sie wieder auf die Schrauben passen.

Die Spreizklammern des Schalters kann man mit spitzen Fingern oder einem Schraubendreher wieder in Form bringen.

Defekte Bauteile werden vom Energie-LAB kostenlos repariert.

Lehrgang oder freies Experimentieren?

Man mag sich für eine "lehrgangsähnliche" Vorgehensweise entscheiden, die die Bauteile und ihren Einsatz schrittweise einführt. Mit den entsprechenden Begleitmaterialien (Präsentationen, Arbeitsblätter) ist das gut möglich. Man kann die Schüler nach kurzer Einführung aber auch selbst im "freien Spiel" ausprobieren lassen, was geht und was nicht.

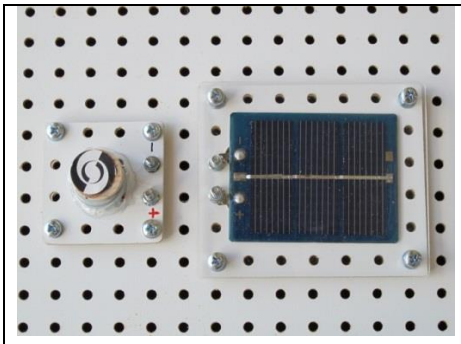
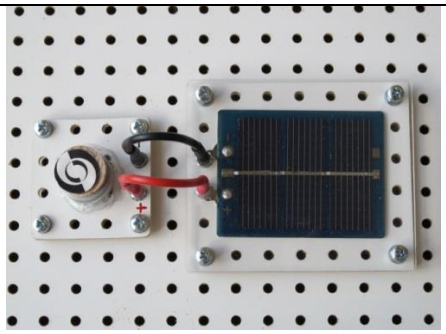
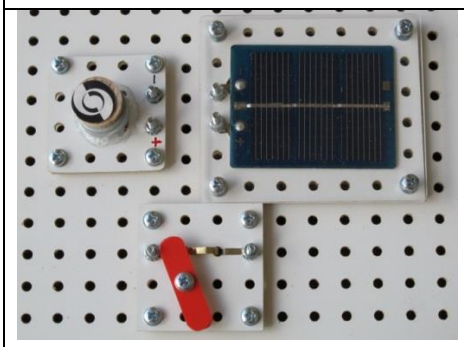
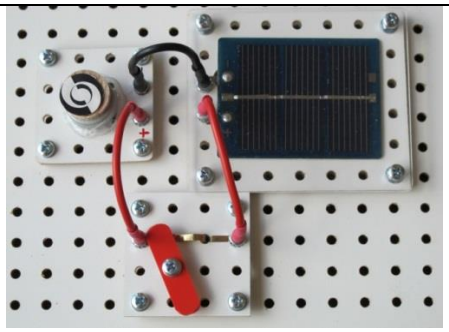
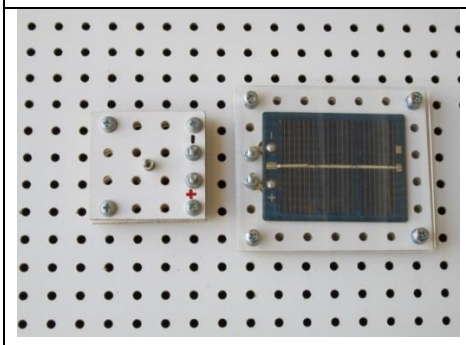
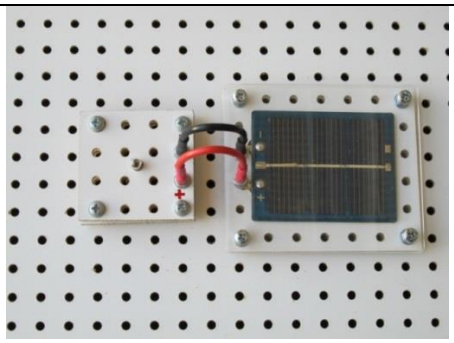
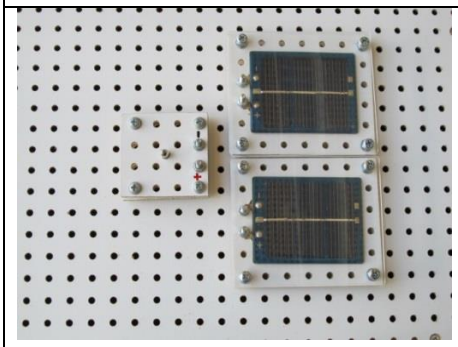
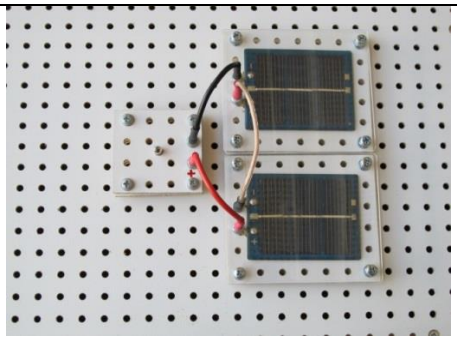
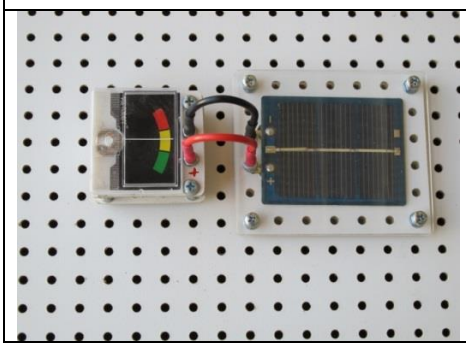
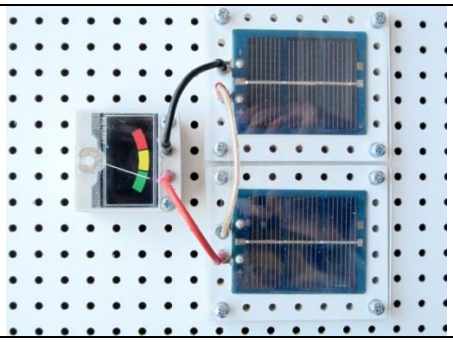
Der Umgang mit den „Solarkids" ist völlig ungefährlich, sowohl für die Schüler als auch für das Material. Die Spannung der beiden Solarmodule erreicht maximal 3 Volt und ihre Leistung ist so gering, dass es selbst bei Kurzschlüssen keine fühlbare Wärme und erst recht keine Brandgefahr entsteht. Das gilt auch für den als „Akku" dienenden Kondensator, der zur vollständigen Entladung schadlos kurzgeschlossen werden kann, was bei „vollen" 1,5 Volt Mignon-Batterien zu Verbrennungen führen kann.

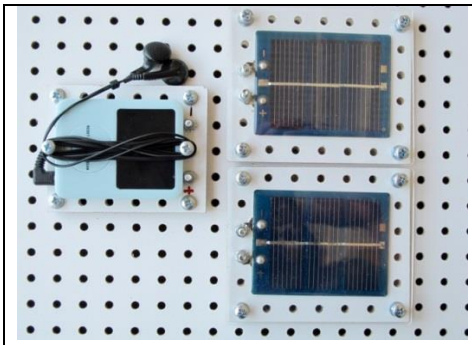
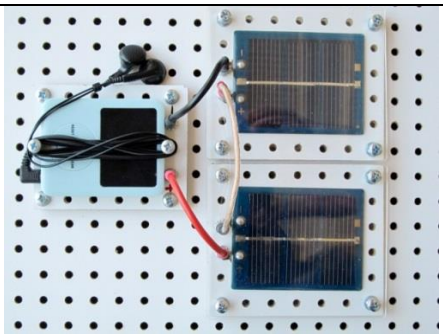
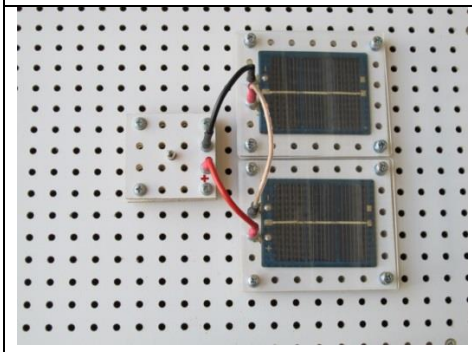
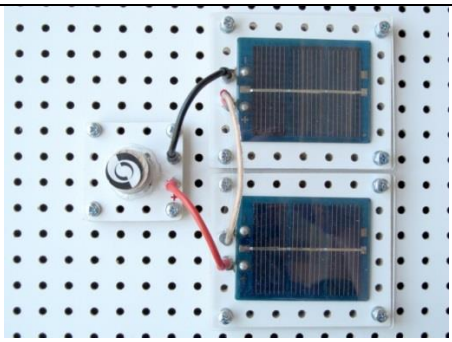
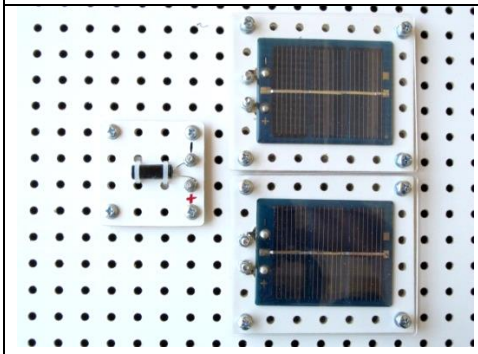
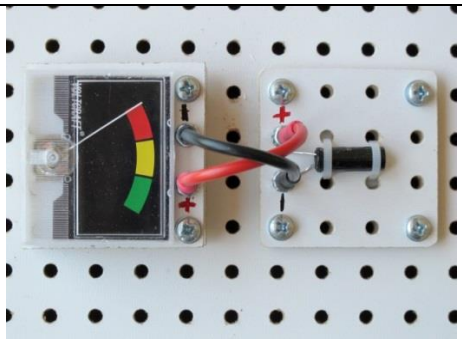
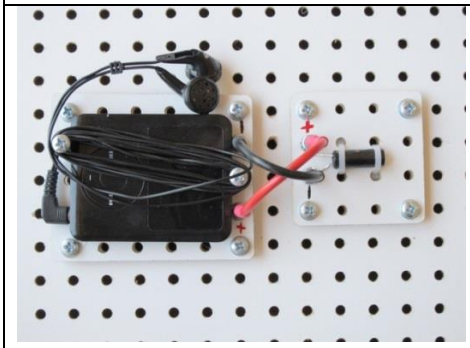
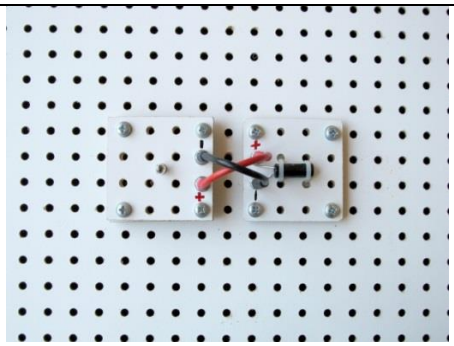
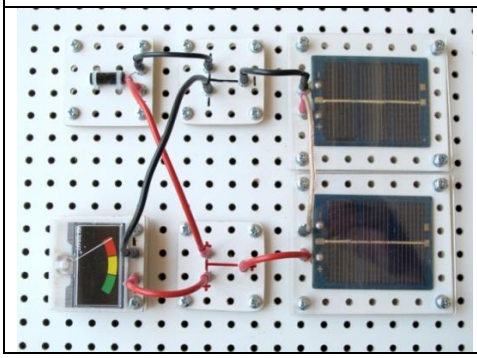
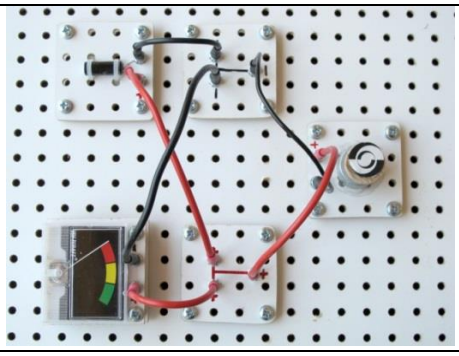
Das freie Experimentieren kann deutlich motivierender, aber auch frustrierend sein, weil sich die Misserfolge durch Unkenntnis häufen. In kleinen Gruppen lässt sich das gut auffangen, wenn der Lehrer mit den „Solarkids“ vertraut ist und kleine Anregungen geben kann.

Bewährt hat sich beim „freien Arbeiten“ aber auch die einfache Vorstellung, dass man auf einer abgelegenen Insel in den Tropen lebt. Wer Strom braucht, muss ihn selbst erzeugen und dafür sorgen, dass genug davon zur Verfügung steht. Wir brauchen Licht, besonders wenn es dunkel ist, einen Ventilator gegen die Hitze, vielleicht auch einen Bohrer, um unsere Zähne zu reparieren. Und ein Radio, um die Zeit vertreiben und zu wissen, was auf der Welt los ist.

- Lass den Motor laufen
- Bau einen Schalter ein
- Lass eine Lampe leuchten
- Bring das Radio zum Laufen
- Geht das auch nachts?
- Kann man Strom speichern?
- Kann man das kontrollieren?
- Nachts bei Licht Radio hören?
- …

Ohne Worte: Der "Beipackzettel" dazu

		1
		2
		3
		4
		5

		6
		7
		8
		9
		10