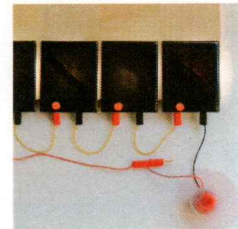
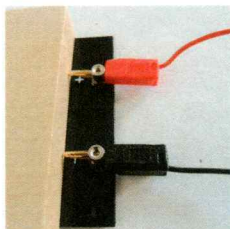
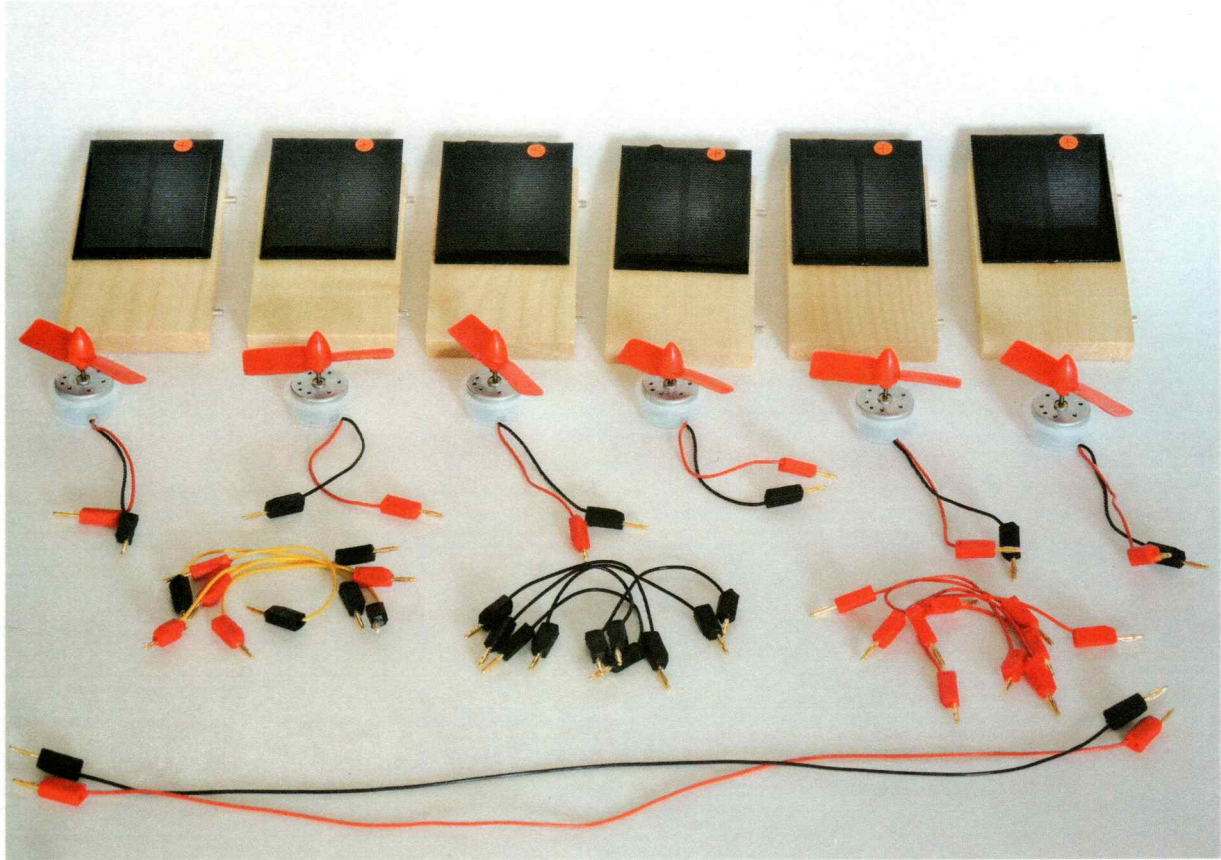


# Lernbox Solarenergie

## Eigenschaften von Solarzellen erforschen



© Markus Aepli / aepli ateliers gmbh, 2018

## Überblick

Die Erdölkrise 1973 hat die Abhängigkeit vom schwarzen Gold ins Bewusstsein gerufen. Junge Ingenieure begannen, neue Lösungen für erneuerbare Energien zu suchen. Solarzellen waren damals so horrend teuer, dass sie fast nur in der Raumfahrt verwendet wurden. Entlegene Funkstationen und Berghütten nutzten zunehmend die Photovoltaik zur Stromversorgung, bald wurden die ersten Anlagen für Netzeinspeisung entwickelt. Das EEG-Gesetz im Jahr 2000 in Deutschland brachte den Durchbruch: Dank sicherer Einspeisevergütungen lohnte sich der Betrieb von Solaranlagen auch finanziell. Ein neuer Industriezweig entstand und überhitzte sich in einem gewaltigen Boom innert weniger Jahre. Jede Verdoppelung der Produktionsmenge liess der Preis der Solarmodule um 30% sinken. Nach dem Wissenstransfer nach Asien schossen die Solarzellenfabriken in Fernost wie Pilze aus dem Boden. Viele Pionierfirmen in Europa haben diese rasante Entwicklung nicht überlebt, andererseits hat sich die weltweite Nutzung von Solarenergie etabliert. Durch den Preiserfall ist Solarstrom in der Schweiz inzwischen günstiger als Strom aus der Steckdose. In sonnenreichen Gegenden soll Solarstrom aus Grossanlagen für 2 Rappen pro kWh möglich sein (B. Piccard).

2017 wurden weltweit erstmals mehr als 100 GW Solarzellen produziert. Wären diese Solarzellen alle in der Schweiz installiert, würden sie fast doppelt so viel Strom generieren wie wir in unserem Land in einem Kalenderjahr verbrauchen (Stromertrag ca. 100 TWh). Da in der Schweiz über rund 400 km<sup>2</sup> Dachflächen zur Verfügung stehen, können wir fast beliebig viel Strom aus Sonnenlicht gewinnen.

Die Zukunft wird elektrisch. Wenn Ölheizungen durch Wärmepumpen ersetzt werden, tragen Solarmodule zur Deckung des höheren Strombedarfs bei. Grosse Veränderungen kommen auf die Mobilität zu. Die Batteriespeicher in den Autos und in den Häusern puffern die Solarenergie auf den Abend und glätten die Stromspitzen. Energiegewinnung, Energieverteilung und Haustechnik erfahren in den nächsten Jahren einen gewaltigen Umbruch.

All das sind gute Gründe, Funktion und Eigenschaften der Solarzellen zu erforschen und zu erkunden. Die Lernbox Solarenergie vermittelt dieses Wissen auf spielerische Weise.

Am Anfang steht der Stromkreis, der mit einer Solarzelle statt mit einer Batterie gespeist wird. Weil Gleichstrom gerichtet ist, kann der Motor mit Umpolen vorwärts oder rückwärts betrieben werden. Die Empfindlichkeit der Solarzellen wird sichtbar, wenn man sich von der Sonne in den Schatten bewegt. Und die Erhöhung der Spannung bei der Serienschaltung zeigt sich eindrücklich, wenn der Propeller mit mehreren Solarzellen schneller dreht.

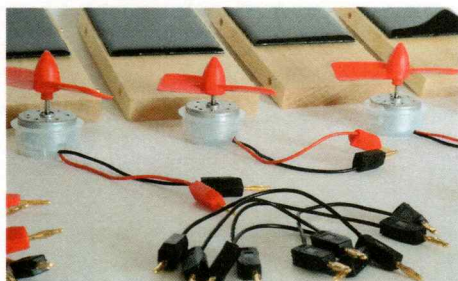
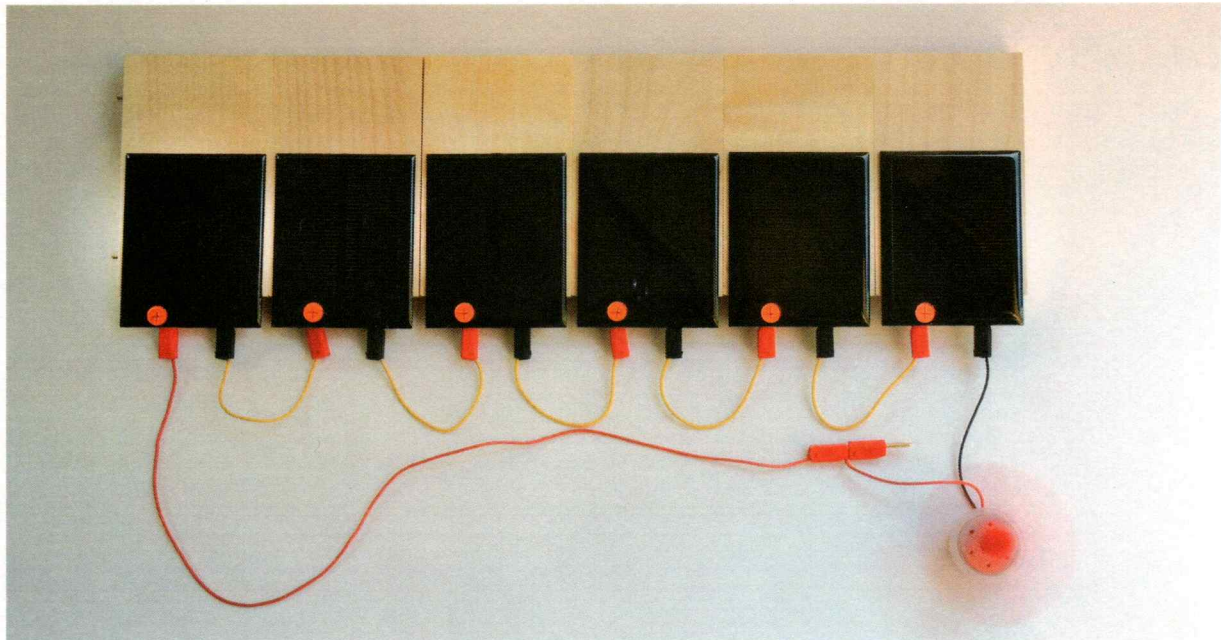
### Buchtipp:

„Technik und Design“, hep-Verlag und PH Bern  
praxistaugliche Unterrichtsvorhaben, Werklehrmittel auf der Basis des neuen Lehrplans  
Dieses umfangreiche Werk gehört in jedes Lehrerzimmer

Markus Aepli setzt sich seit 1990 als Kursleiter in der Lehrerbildung für die erneuerbaren Energien ein.



## Inhalt



## Stückliste

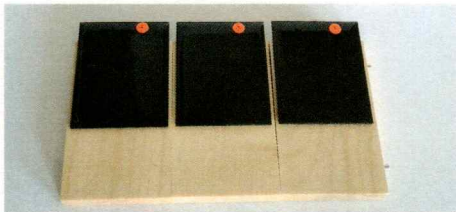
|   |                                             |
|---|---------------------------------------------|
| 1 | Box aus Pappelsperrholz mit Deckelfach      |
| 4 | Runde Behälter für Motoren und Kleinteile   |
| 6 | Solarmotoren mit Propeller                  |
| 1 | Motor auf Holzelement                       |
| 1 | Grosser Propeller                           |
| 6 | Solarzellen 0,5Volt / 1200 mA               |
| 5 | Rote Kabel mit vergoldeten Steckern/Buchsen |
| 5 | schwarze Kabel mit Steckern/Buchsen         |
| 5 | gelbe Kabel mit vergoldetem Stecker/Buchse  |
| 2 | Verlängerungskabel                          |
| 5 | Doppelzahnräder auf Achsen                  |
| 1 | Stelling mit Inbusschlüssel (für Zahnräder) |
| 4 | Karton zur Beschattung                      |
| 1 | Set Karten: Versuche mit Solarzellen        |
| 1 | Set Karten: Lösungen und Hintergrundwissen  |
| 1 | Dokumentation und Tipps                     |
| 1 | Beobachtungsblatt (Kopiervorlage)           |

## Tipps

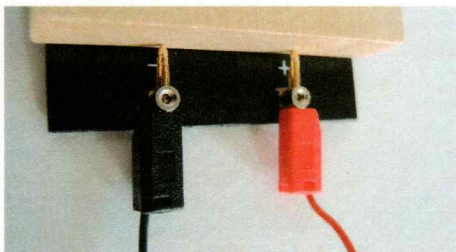
Einsatz der Lernbox:

- Freies Experimentieren mit allen Materialien oder einer Auswahl
- Geführtes Experimentieren (mündliche Anweisungen oder Karten)
- Versuche 1-3 in Partnerarbeit
- Versuche 4 und 5 mit je 2 Partnergruppen, dann alle Solarzellen zu einem Strang zusammensetzen

Die Wirkung der Serienschaltung ist sofort ersichtlich. Die Parallelschaltung ist schwieriger zu verstehen.



Die Holzplättchen sind steckbar und werden von Stiften und Magneten gehalten.



Die Solarzellen sind so auf dem Holz montiert, dass die Finger beim Experimentieren die Solarzelle nicht beschatten.

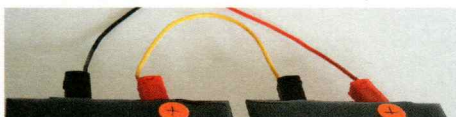
Gleichstrom ist gerichtet.

Die Pole werden mit „plus“ und „minus“ bezeichnet.

Die Solarzellen sind unten und oben beschriftet.

Plus = rot

Minus = schwarz



Bei der Serienschaltung werden Plus und Minus verkabelt. Diese Brücken sind neutral (gelb) und weisen je einen roten und schwarzen Stecker auf.

Alle Stecker enthalten eine Buchse.

Damit können beliebige Verbindungen und Verlängerungen erstellt werden.

Die Kontakte sind vergoldet.

Gold ist ein hervorragender Leiter und korrodiert nicht.





## Wenn es mal keine Sonne hat....

Experimente mit Solarenergie benötigen sinnvollerweise das natürliche Licht im Freien. Die relativ grossen Solarzellen liefern auch bei bedecktem Himmel genügend Strom für die Versuche. Ideal eignet sich ein Gelände mit Sonne, Halbschatten und Schatten. Dann können sich die Schülerinnen und Schüler bewegen und Standorte suchen mit mehr oder weniger Energie.

Im Zimmer lässt sich die Filterwirkung der Fensterscheiben aufzeigen. Die modernen Dreifachverglasungen absorbieren teilweise mehr als die Hälfte der Sonnenstrahlung. Bei offenem Fenster erhöht sich der Strom in der Solarzelle erheblich, der Motor dreht besser.

Nachts oder in dunklen Räumen bleibt nur Kunstlicht

Um zu verstehen, warum die Solarzellen in der Lernbox unter einer normalen Deckenbeleuchtung nicht funktionieren, hilft ein Vergleich der Lichtstärken. Wenn die Sonne vom klaren Himmel scheint, liefert sie bis zu 1000 Watt pro Quadratmeter. Bei bedecktem Himmel sind es immer noch 100 Watt. Ein gut beleuchteter Arbeitsplatz bringt es nur auf etwa 2 Watt. Der Strom der Solarzelle ist so klein, dass der Motor nicht drehen kann. Ein anderer Vergleich: Für die Mini-Solarmobilrennen wurde eine Bahn gebaut mit 10 Metern Länge und 3 Metern Breite. Ein Rennen fand in einem Einkaufszentrum statt. Um 10% der Sonnenenergie zu simulieren, mussten einen Meter über der Fahrbahn Bühnenscheinwerfer mit 30'000 Watt installiert werden....

Geeignete Leuchtkörper:

Halogenscheinwerfer sind nicht stromeffizient und werden gefährlich heiss

LED-Strahler werden immer besser und stärker

Neu gibt es LED-Handlampen mit 20 Watt und über 2000 Lumen

Achtung

Solarmodule sind (fast) immer in Serie geschaltet. Damit diese Module Strom abgeben können, müssen zwingend alle Module gleichmässig stark ausgeleuchtet werden. Das benötigt unter Umständen eine ganze Menge von Spotlampen.

## Kopiervorlage

## Versuch 2 Arbeitsblatt

Wo läuft der Motor – wo läuft er nicht?

Notiere Orte und kreuze an

|                                       | Motor<br>läuft | Motor<br>läuft nicht |
|---------------------------------------|----------------|----------------------|
| Auf dem Platz vor dem Haus            |                |                      |
| Unter einem Baum                      |                |                      |
| Im Schatten der Hauswand              |                |                      |
| Im Eingang                            |                |                      |
| Im Schulzimmer                        |                |                      |
| Fenstersims bei geschlossenem Fenster |                |                      |
| Bei offenem Fenster                   |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |
|                                       |                |                      |