
solarstrom

mit pflanzen

Workshop @ open lab mit Anna Comiotto

exMedia Lab

Filzengraben 8-10, 4. OG

Freitag, 10. 1. 2020

11- 15 Uhr

Ohne Silizium, dafür mit Hibiskusblüten und Chlorophyll der Weisstanne bauen wir Solarzellen. Der Chemiker Michael Grätzel entwickelte Ende der 1980-er Jahren einen neuen Typ Solarzellen, die Farbstoffsolarzelle (Dye Sensitized Solar Cell). Wenige Dinge sind zur Herstellung nötig: Pflanzenextrakte, Titandioxid, Graphit, eine jodidhaltige Lösung als Elektrolyt und elektrisch leitend gemachte Glasplatten. Die magische Komponente der Grätzel-Solarzelle sind aber Farbstoffe aus Pflanzen. So eignet sich der in Blattgrün enthaltene Pflanzenfarbstoff Chlorophyll, aber auch die in roten und blauen Pflanzen vorliegenden Anthocyane. Diese Farbstoffmoleküle, die an Titandioxid-Partikel angelagert werden, absorbieren Licht und setzen bei Bestrahlung die Wanderung von Elektronen in Gang. Nach dem Vorbild der Photosynthese wird Sonnenenergie zu elektrischer Energie.

-> Literatur

SMESTAD, G.P.; GRÄTZEL M. (1998): «Demonstrating Electron Transfer and Nanotechnology: A Natural Dye-Sensitized Nanocrystalline Energy Converter». J. Chem. Educ. No. 75, S. 752.

MARTINEAU, D. (2012): «Dye Solar Cells for Real». Anleitung zum Bau von Farbstoffsolarzellen von Solaronix.

ICE, THE INSTITUTE FOR CHEMICAL EDUCATION: «Nanocrystalline Solar Cell Kit. Recreating Photosynthesis».

-> *Aufbau einer Farbstoffsolarzelle (Grätzel-Zelle)*

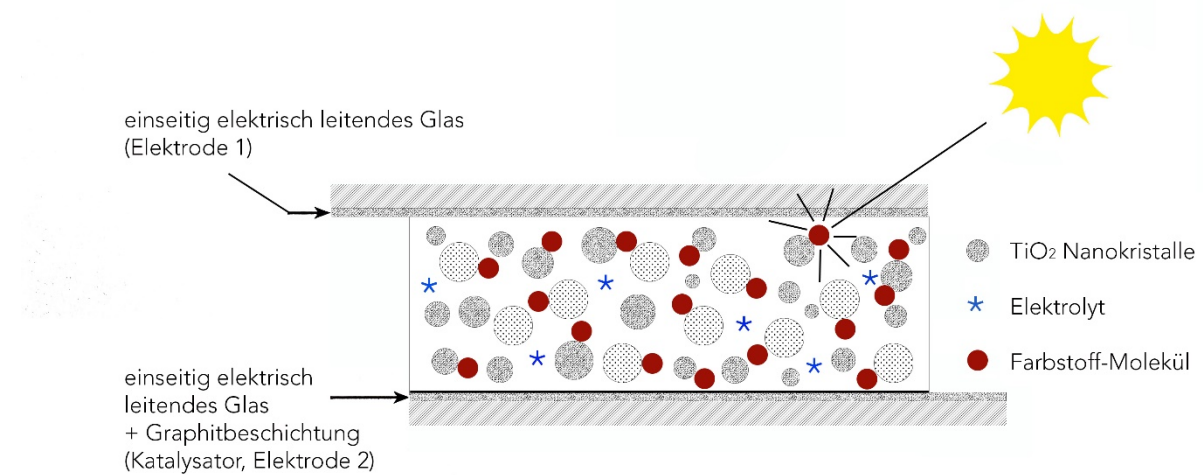


Bild 1: Aufbau einer Farbstoff-Solarzelle

-> *Material*

Glasplatten, einseitig elektrisch leitend (50 x 50 x 2 mm, einseitig mit Fluor-Zinn-Oxid SnO₂:F beschichtet)

Titandioxid-Paste (Ti-Nanoxide D, Solaronix)

Farbstoffe aus Pflanzen (Extrakte aus Hibiscus sabdariffa / Abies alba, Weisstanne)

Elektrolyt (Iodid - Tri-iodid)

Versiegelungsfilm (Meltonix 1170-60)

Heisskleber

Klebeband (Scotch Magic Tape), Dicke circa 50 µm

Aceton und Isopropanol

Graphitlack (Kontakt Chemie GRAPHIT 33)

-> *Bezugsquellen*

<http://shop.solaronix.com/iodolyte-z50.html>

<http://shop.solaronix.com/ti-nanoxide-d-sp.html>

<http://shop.solaronix.com/tco22-8.html>

<http://shop.solaronix.com/meltonix-1170-25pf.html>

1. Herstellen der Titandioxid-Elektrode und Tränken mit Pflanzenfarbstoff

Maskiere auf der elektrisch leitfähigen Seite einer Glasplatte (50 x 50 x 2mm, einseitig SnO₂:F beschichtet) rundum etwa 5 mm Randzone mit Scotch-Tape. Deponiere die Titandioxid-Paste mit einem Glasstab (-> Bild 2). Lass die Beschichtung kurz ruhen und Sintere diese im Brennofen @ 450 Grad Celsius. Beim Sintern entsteht eine sehr poröse Schicht mit grosser Oberfläche, an die sich der Pflanzenfarbstoff später gut anlagern kann. Lege diese Elektrode in den noch kalten Ofen und heize diesen auf 450 Grad auf (dauert circa 20 Minuten, im Freien). Halte dann die 450 Grad Celsius für 20 Minuten und schalte anschliessend den Ofen aus. Dann öffnest Du die Ofentür, damit die beschichtete Glasplatte weitere 20 Minuten langsam im Ofen abkühlen kann. Ist sie etwa auf Raumtemperatur abgekühlt, kann die TiO₂-Schicht im Farbstoffbad getränkt werden. Im Workshop verwendete Farbstoffe zum Tränken der TiO₂ - Elektroden sind:

- A. Extrakt aus *Hibiscus sabdariffa* (Hibiskusblüten), aufgegossen mit heissem Wasser, 1h Minuten ziehen und auf Raumtemperatur abkühlen lassen (vorpräpariert).
- B. Extrakt aus den Nadeln einer Weisstanne (*Abies Alba*), klein geschnittene Nadeln wurden bereits präpariert (im Dunkeln 48h in Aceton, um das Chlorophyll zu extrahieren).

Die mit Titandioxid beschichtete Glasplatte wird mit der beschichteten Seite aufwärts zeigend in das Farbstoffbad gelegt. Die Tränkung mit dem Hibiskus-Farbstoff (Anthocyane) dauert 60 Minuten. Da die Färbung mit Chlorophyll 24 Stunden dauert, wurden diese Tränkungen unter Lichtabschluss bereits am Vortag gestartet.

Nach der Einfärbung wird die TiO₂-Farbstoff-Elektrode dem Bad entnommen und mit Isopropanol (-> Hibiskus), respektive mit Aceton (-> Chlorophyll) gespült. Dann werden die gefärbten Elektroden mit Heissluft (auf niedrigster Temperaturstufe) kurz getrocknet.

Diese erste Elektrode (in Farbstoff getränkte TiO₂-Schicht) dient der Lichtabsorption und setzt bei Bestrahlung mit Licht die Wanderung von Elektronen in Gang. Sofort nach der Tränkung im Farbstoffbad wird die Elektrode getrocknet und unter Verwendung des Heissklebefilmes (Meltonix) mit der Graphit-Elektrode versiegelt (siehe 2 und 3).

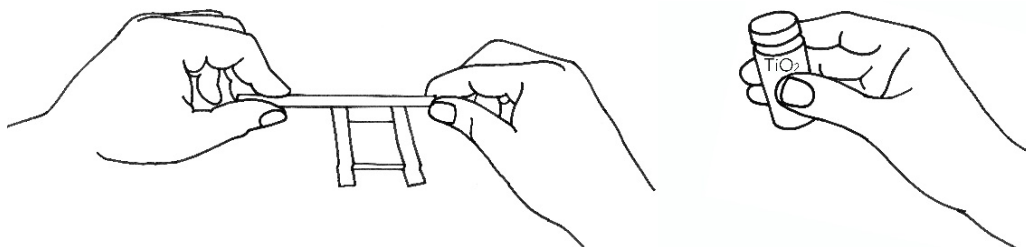


Bild 2: Auftrag der Titandioxid-Paste auf die elektrisch leitfähige Seite der Glasplatte. Zeichnung: P. Auchli.

2. Herstellen der Graphit-Elektrode

Die Graphit-Elektrode entsteht auf der elektrisch leitfähigen Seite einer zweiten Glasplatte, die mit zwei Löchern vorpräpariert ist. Maskiere rundum etwa 5 mm Randzone mit Scotch-Tape. Sprühe den Graphitlack gleichmässig auf die freiliegende Fläche. Die Beschichtung trocknet schnell, in wenigen Minuten, in der Nähe eines Heizkörpers. Diese zweite Elektrode beschleunigt als Katalysator die Stromproduktion (Elektronentransfer).

3. Zusammenbau der Solarzelle und Befüllung mit Elektrolyt

Auf die TiO_2 /Farbstoff-Elektrode wird der Versiegelungsfilm (Meltonix) so platziert, dass er die beschichtete Zone umrahmt. Dann wird die Graphit-Elektrode aufgelegt, so dass die beschichteten Flächen der zwei Elektroden zueinander zeigen. Die Platten werden so zueinander ausgerichtet, dass pro Elektrode auch ausreichend Glasfläche zur Kontaktierung mit Krokoklemmen zugänglich bleibt (siehe Bild 3). Mit einem Heissluftföhn und Pressdruck (bei höchster Heizstufe) werden die beiden Elektroden miteinander versiegelt.

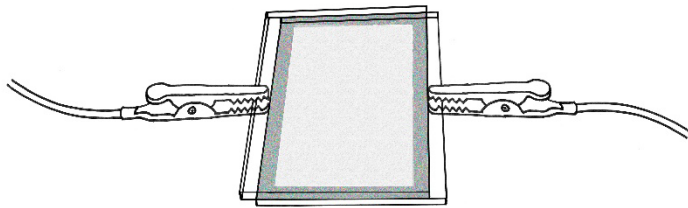


Bild 3: Zusammengebaute Farbstoff-Solarzelle. Zeichnung: P. Auchli.

Nun wird mit der Vakuum-Spritze der Elektrolyt durch die Löcher der Graphit-Elektrode eingebracht. Diese Iodid-haltige Flüssigkeit (Elektrolyt) ist dafür zuständig, dass die Wanderung von Elektronen während der Bestrahlung mit Licht nicht stoppt, indem sie den Farbstoffmolekülen die Elektronen zurückgibt, die sie nach Absorption von Lichtstrahlung verlieren. Der Elektrolyt selbst wird seinerseits auch regeneriert, durch Elektronen die sich an der Graphit Gegenelektrode ansammeln, nachdem sie durch den elektrischen Verbraucher geflossen sind (siehe Bild 4, Funktionsprinzip).

Die zur Befüllung mit Elektrolyt genutzten Löcher in den Glasplatten werden schliesslich mit Heissklebstoff verschlossen, die Glasfläche zuvor in diesem Bereich mit Aceton gereinigt.

Die TiO_2 /Farbstoff-Elektrode bildet den Minuspol (Anode) der Solarzelle, die Graphit-Elektrode den Plus-Pol (Kathode).

Zehn auf diese Weise hergestellte Solarzellen werden in Serie verbunden. Auf diese Weise wird unter Beleuchtung auch im Innenraum des exMedia Labs so viel Strom erzeugt, dass ein Mikrokontroller in Betrieb gesetzt werden kann. Wir nutzen die Lichtenergie im Raum für die Aktivierung eines einfachen Tongenerators der aus drei Bauteilen besteht: einem ATtiny 13A, einem Kondensator (4700 μ Farad) und einem Lautsprecher.

4. Funktionsprinzip

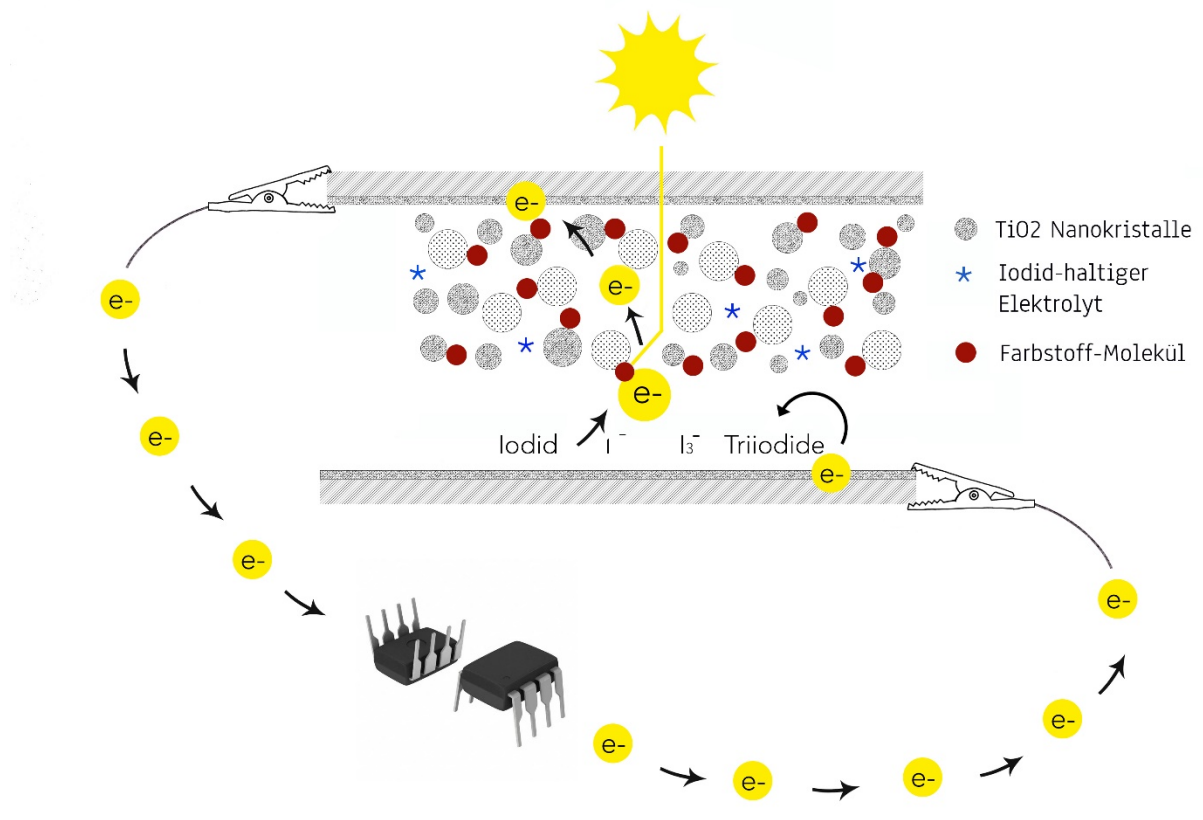


Bild 4: Funktionsprinzip der Farbstoff-Solarzelle.