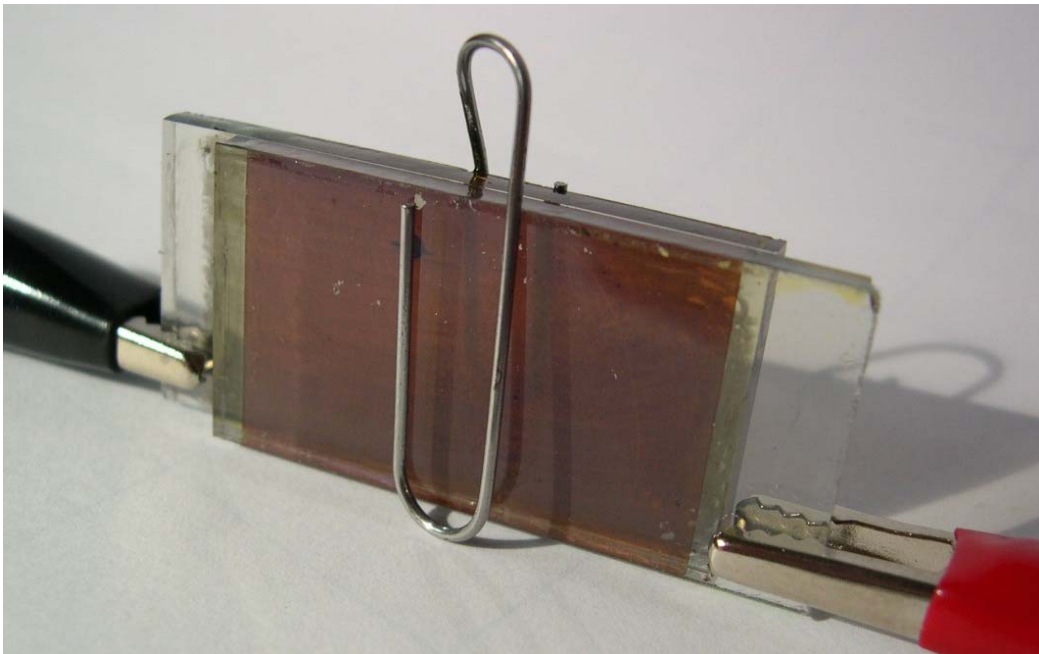


Farbstoff-solarzelle



Was die Natur schon lange kennt – die Umwandlung von Sonnenlicht in nutzbare Energie mittels Photosynthese – ist seit einigen Jahren auch technisch möglich. Organische Farbstoffe (ähnlich dem Chlorophyll in Pflanzen) können als Elektronenlieferanten in Solarzellen dienen. Grundbestandteil einer solchen Zelle ist nicht der Halbleiter Silizium, sondern der Halbleiter Titandioxid (TiO_2) in nanoskaliger Form. An der Kommerzialisierung solcher Farbstoffsolarzellen (nach dem Erfinder auch Grätzel-Zellen genannt) wird intensiv gearbeitet. Noch ist der Wirkungsgrad mit ca. 6 % verglichen zu klassischen Siliziumsolarzellen tief und die Lebensdauer der Zellen relativ kurz, doch einfache Produktionsweise (Drucktechnik) verbunden mit tiefen Herstellungskosten lassen diesen Solarzelltyp vielleicht schon bald konkurrenzfähig werden!

Versuch

Farbstoffsolarzelle – selber gemacht

Benötigte Materialien (inklusive Chemikalien)

Alle benötigten Materialien für Versuch 1 und 2, befinden sich im Man Solar Bausatz Artikel 3000 (zu beziehen bei <http://www.mansolar.com>) 1 Bausatz kostet 92.50 €, man beachte die zusätzlich anfallenden recht hohen Kosten für Lieferung und Zoll.

Materialien können bei der gleichen Adresse auch einzeln bestellt werden.

- 1 mit TiO_2 beschichtete, einseitig leitfähige Glasplatte (Artikel Nr. 001) Vorsicht: Platte nicht berühren, Kratzer vermeiden!
- 1 unbeschichtete, einseitig leitfähige Glasplatte (Artikel Nr. 002)
- Hibiskustee (oder andere Farbstoffquelle wie Fruchtsäfte usw.)
- Wasserkocher (oder Bunsenbrenner)
- Becherglas 100 ml
- Pinzette (oder Zange)
- Föhn
- Büroklammer
- Bleistift (weiche Mine, B)
- Elektrolyt (Jod- Kaliumjodidlösung) (Artikel Nr. 016)
- Experimentieranleitung zu Man Solar Bausatz

Vorgehen

1. Einfärben der mit TiO_2 -beschichteten Glasplatte



Die mit Titandioxid (TiO_2) beschichtete Glasplatte wird eingefärbt. Dazu verwenden Sie einen Aufguss des mitgelieferten Hibiskusteess. Sie lassen die Glasplatte mit der TiO_2 beschichteten Seite nach oben ca. 5 Minuten in der Farbstofflösung einfärben.

Nach dem Färben wird die Glasplatte mit Wasser gereinigt. Mit dem Föhn wird die gefärbte Elektrode getrocknet. Das Trocknen an der Luft ist auch möglich, dauert aber etwas länger. Die Elektrode ist trocken, wenn die Farbintensität schwächer erscheint.



Links: ungefärbte Platte, rechts: mit Hibiskustee gefärbte und getrocknete Platte

2. Beschichtung der Gegenelektrode



Eine durchsichtige Platte wird unter dem fließenden Wasser gereinigt und danach gut getrocknet (z.B. mit dem Föhn). Nach dem Trocknen kann die elektrisch leitende Seite mit dem Multimeter bestimmt werden (siehe dazu auch die mitgelieferte Experimentieranleitung Seite 7).



Auf die elektrisch leitende Seite wird mit dem Bleistift Graphit angebracht. Die Glasoberfläche sollte dunkel und vollkommen eingeschwärzt sein. Überflüssige Graphitteilchen wegblasen.

3. Montage der Zelle; Strom- und Spannungsmessung

Die beiden Elektroden werden aufeinander gelegt. Die eingefärbte Titandioxidseite muss die mit Graphit beschichtete Seite berühren. Für den Anschluss der Kabel werden die Elektroden versetzt montiert, so dass Ränder für die Krokokabel übrig bleiben. Mit einer gebogenen Büroklammer können die Plus- und Minuselektrode fixiert werden (siehe Abbildung Titelseite).



Die angefertigte Solarzelle wird nun mit einem Tropfen Elektrolyt aktiviert (die Spitze der Elektrolyt-Flasche wird zuvor an der Oberseite mit einer Schere geöffnet). Nach Gebrauch wird die Elektrolyt-Flasche mit dem Deckel verschlossen, diese kann im Kühlschrank einige Zeit aufbewahrt werden.



Während sich die Zelle mit Elektrolyt füllt, kann mit Hilfe des Multimeters Strom und Spannung gemessen werden (siehe dazu auch die mitgelieferte Experimentieranleitung Seite 7, resp. 12). Sollte zu viel Elektrolyt aufgetragen worden sein, kann dieser mit Hilfe von Haushaltspapier entfernt werden.

Falls die Sonne nicht scheinen sollte, kann man die Zelle auch bei eingeschaltetem Prokischreiber ausmessen.

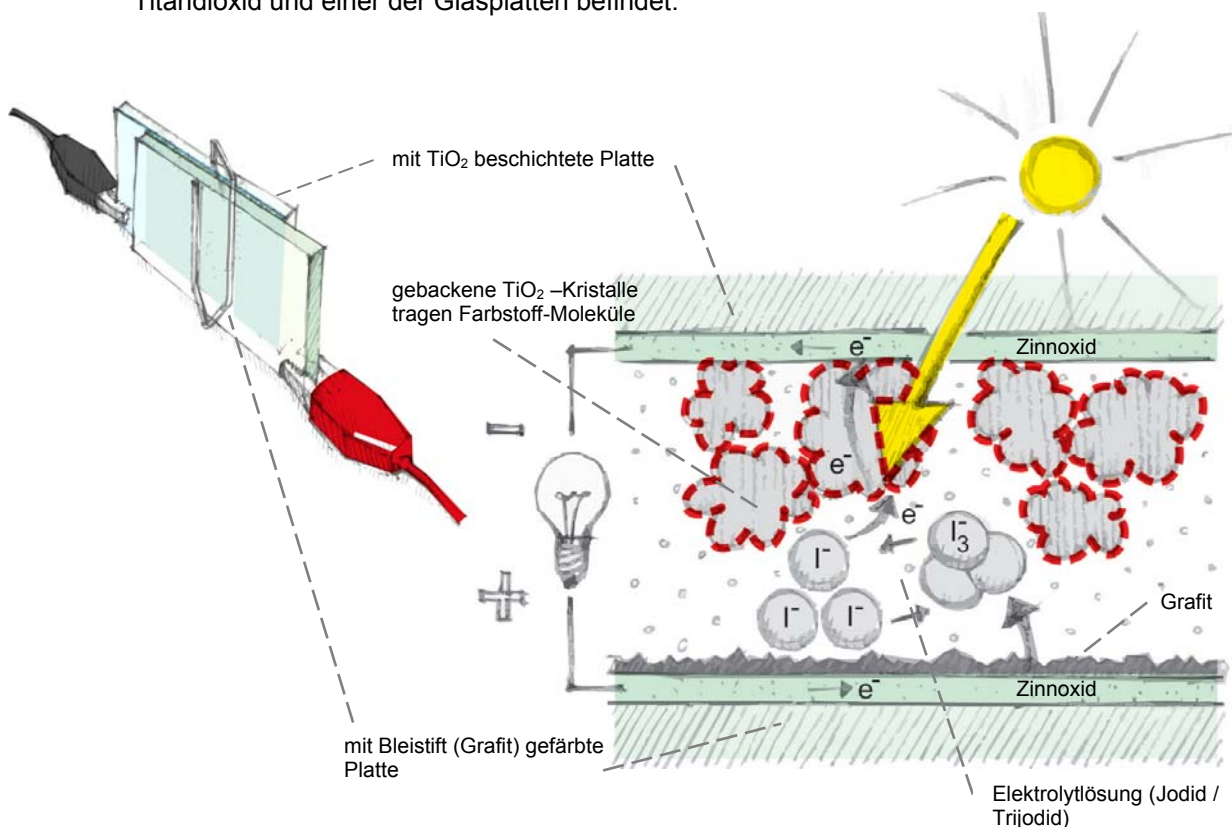
Ergebnis

Beginnt man beim Einlaufen der Jodlösung zwischen die Glasplatten mit der Messung der Kurzschlussstromstärke, so kann man schon bei normaler Raumbeleuchtung beobachten, wie diese mit zunehmender Benetzung der Zelle ansteigt.

Die Spannung beträgt nach erfolgter Füllung pro Zelle etwa 0.4 V, die Stromstärke maximal etwa 1.2 mA.

Erklärung

Die mit Farbstoff (Hibiskustee) eingefärbte Titandioxidschicht (TiO_2) bildet das Kernstück der Grätzel-Farbstoff-Solarzelle. Dank den porösen, nanoskaligen TiO_2 -Kristallen entsteht eine sehr grosse Oberfläche, die Schichtdicke von 7 – 10 μm garantiert ausreichende Transparenz, damit durch Sonnenlicht genügend Farbstoffmoleküle angeregt werden können und diese viele Elektronen an das Titandioxid abgeben. Die Elektronen sammeln sich in der leitfähigen Schicht (Zinnoxid), die sich zwischen dem Titandioxid und einer der Glasplatten befindet.



Auf der anderen Seite dient ebenfalls eine leitfähige Zinnoxidschicht als Gegenelektrode. Der Zwischenraum ist mit einer Elektrolytlösung gefüllt (Jodid / Trijodid). Trijodid-Moleküle reagieren sehr „gerne“ zu Jodid-Molekülen, vor allem, wenn man dort noch einen zusätzlichen Katalysator anbringt (Grafit). Die dazu benötigten Elektronen werden

aus der TiO_2 -Schicht nachgeliefert, dort herrscht bekanntlich ein Elektronenüberschuss. Als Resultat erhält man eine messbare Spannung zwischen beiden Elektroden.

Mit den fertigen Solarzellen lassen sich zahlreiche Experimente durchführen:

- Messung der Leerlaufspannung und Kurzschlussstromstärke in Abhängigkeit der aktiven Solarzellfläche resp. in Abhängigkeit unterschiedlicher Farbstoffe (z.B. Fruchtsäfte).
- Messen der Kennlinien (Strom- und Spannung) und Vergleich zu herkömmlichen Siliziumsolarzellen.
- Reihenschaltung von mehreren Einzelzellen, mit 6 Zellen lässt sich der mitgelieferte Soundchip zum Tönen bringen.

Quellen

Fromme, B. (2004). Bau einfacher Solarzellen. Didaktik der Physik, Frühjahrstagung Düsseldorf 2004. URL: www.physik.uni-bielefeld.de/didaktik/Experimente/Solar1.pdf

Werner, A. Nickel, J. (2007). Mit Früchtetee zur Sonnenzelle, Farbstoff-Solarzellen selbst gebaut. Elektor 4/07. URL: <http://www.elektor.de/products/magazines/2007/einzelheft-april-2007.81262.lynkx> (Login erforderlich).

Weiterführende Informationen zu Farbstoffsolarzellen finden Sie z.B. unter:

[Seminararbeit](#) von Annemarie Schwarz (Uni-Heidelberg)

[Solarzellen aus der Druckerpresse](#): Telepolis Artikel vom 22. Februar 2007 (heise-online)

Die Firma [Dyesol](#) stellt Farbstoffsolarzellmodule her.