



Strom aus Sonnenlicht, Wandfarbe und Fruchtsaft

Solarzellen wandeln die Energie des Sonnenlichts in elektrische Energie um. Die Herstellung ist aufwendig und energieintensiv. Eine Solarzelle hat erst nach einigen Betriebsjahren mehr Energie bereitgestellt, als bei ihrer Herstellung aufgewendet wurde.

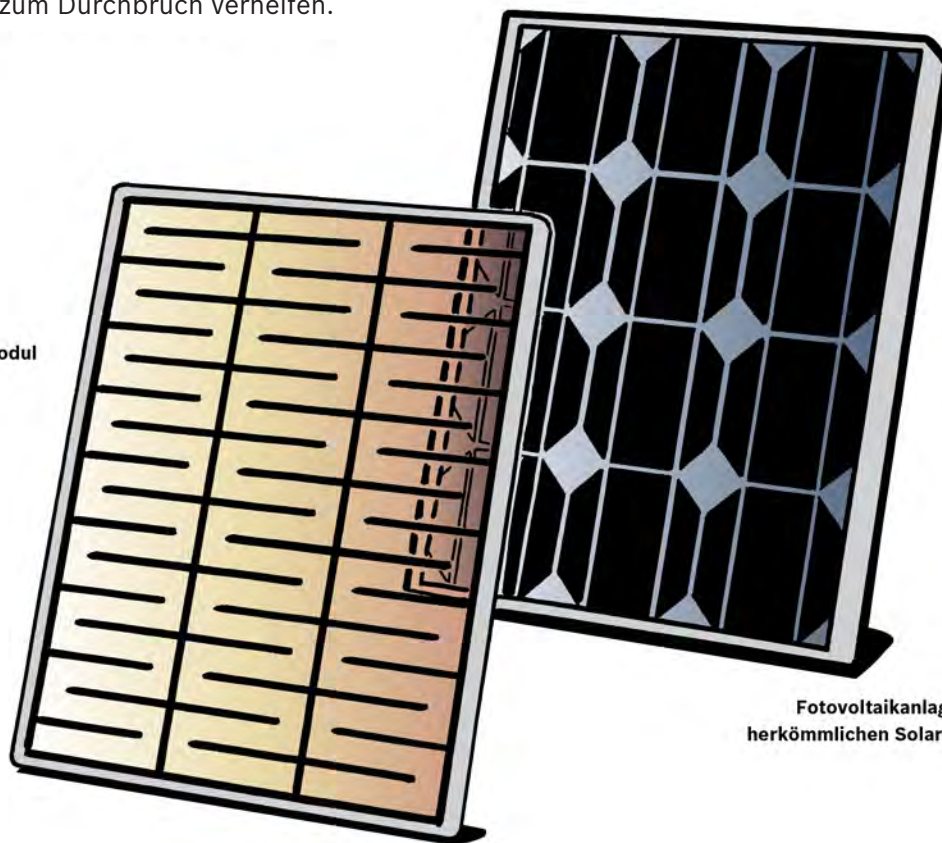
Vor etwa 20 Jahren hatte Prof. Grätzel aus der Schweiz eine geniale Idee: Warum sich nicht die Natur zum Vorbild nehmen und Solarzellen verbessern, indem man der Natur abguckt, wie sie die Energie des Lichtes nutzt? Das tut sie nämlich seit Jahrmillionen mit der Photosynthese – eine grundsätzlich andere Herangehensweise als bei der herkömmlichen Solarzelle.

So wurde von Prof. Grätzel und seinem Team die sogenannte Farbstoffsolarzelle erfunden. Sie ist so eng mit dem Namen des Professors verbunden, dass sie meist schlicht „Grätzelzelle“ heißt. Die Grätzelzelle benötigt kein Silizium wie die herkömmliche Solarzelle, sie besteht einfach aus zwei Glasplatten, die mit einer Strom leitenden Schicht bedeckt sind, Titandioxid (ist auch in Zahncreme, Wandfarbe und Sonnenmilch enthalten), Pflanzenfarbstoff (Beerensaft, Fruchtsaft, Blütenextrakte, Chlorophyll usw.), Graphit (wie im Bleistift) und einem Elektrolyten (z. B. Kochsalzlösung oder Iodidlösung). Die Herstellung einer solchen Zelle benötigt wesentlich weniger Energie, als für die Herstellung einer herkömmlichen Solarzelle nötig wäre. Derzeit wird daran gearbeitet, ihre Haltbarkeit zu verbessern.

Strom aus dem Fenster

Die Grätzelzelle verspricht nicht nur preiswerte, flexible Solarzellen, die auf Oberflächen wie Fassaden, Fenstern und sogar Textilien eingesetzt werden können. Die Farbstoffsolarzelle arbeitet auch bei diffusem Licht (Bewölkung). Wird die Grätzelzelle noch weiter optimiert, könnte sie eines Tages der Solarenergie endgültig zum Durchbruch verhelfen.

Transparentes Farbstoffsolarmodul



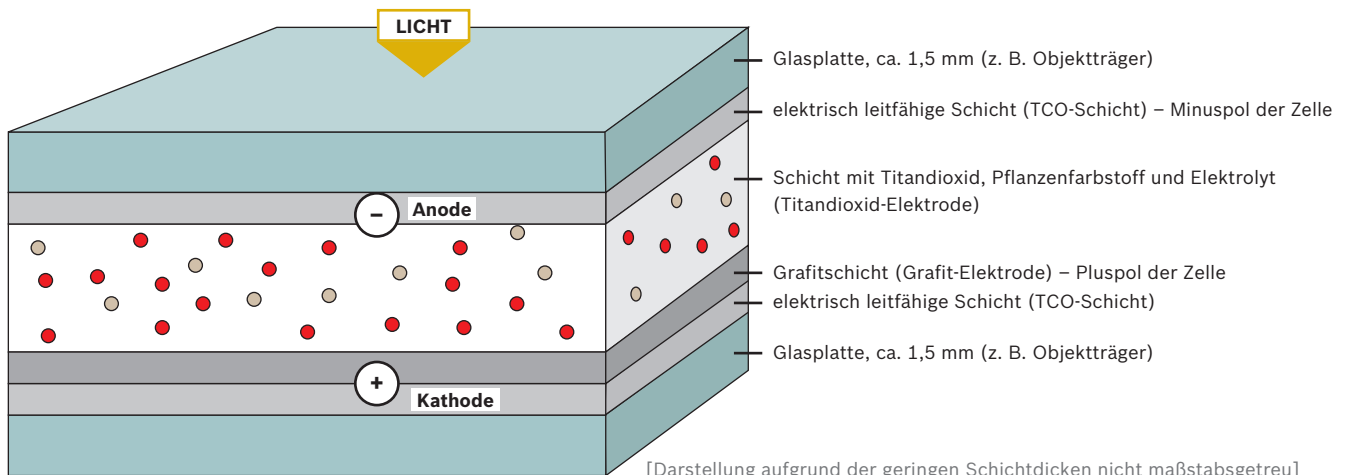
Fotovoltaikanlage aus herkömmlichen Solarzellen



Aufbau wie ein Sandwich

Eine Farbstoffsolarzelle verwendet zur Absorption von Licht nicht ein Halbleitermaterial wie Silizium, sondern organische Farbstoffe, zum Beispiel den Blattfarbstoff Chlorophyll oder Anthocyane, das sind wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe in Blüten und Früchten mit roter, violetter oder blauschwarzer Färbung.

Die Farbstoffsolarzelle besteht aus zwei lichtdurchlässigen Glasplatten, die auf der Innenseite jeweils mit elektrisch leitendem Zinnoxid beschichtet sind (TCO-Schicht – Transparent Conducting Oxide). Auf die eine der beiden Glasplatten wird im Ofen eine dünne Schicht aus sehr fein gemahlenem Titandioxid (TiO_2) „aufgebacken“ (gesintert*). Auf diese Schicht wird der Farbstoff aufgebracht, der sich möglichst gut um die TiO_2 -Körnchen legen soll. Hinzu kommt dann noch die Elektrolytlösung. Verschlussen wird die Zelle mit einer grafitbeschichteten TCO-Glasplatte.



Vorteile und Nachteile der Farbstoffsolarzelle

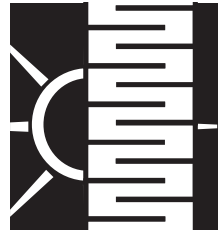
VORTEILE

- › geringe Umweltbelastung bei der Herstellung
- › wesentlich geringerer Materialaufwand, Materialien sind keine Mangelware, TiO_2 ist ungiftig
- › kostengünstige und einfache Herstellung (ca. 20% der Kosten einer Siliziumzelle)
- › ist auch für Entwicklungsländer finanzierbar
- › kann das Lichtspektrum sehr gut ausnutzen; arbeitet auch bei Bewölkung
- › Wirkungsgrad ist weniger temperaturabhängig als bei der Siliziumzelle
- › semi-transparente und farbige Gestaltung möglich (Anwendung auf verschiedenen Oberflächen)

NACHTEILE

- › Schwierigkeiten bei der Abdichtung der Zelle
- › Wirkungsgrad (ca. 10%) noch nicht so gut wie bei Siliziumzelle (ca. 20%); in der Zukunft ist eine Steigerung aber sehr wahrscheinlich
- › noch nicht stabil über längere Zeit; Farbstoff wird mit der Zeit zerstört
- › bei höherem Wirkungsgrad muss der Farbstoff der Zelle gereinigt werden, dies verursacht Kosten

* Durch das Sintern wird das TiO_2 fest mit der Glasplatte verbunden und die Oberfläche vergrößert. Dadurch kann mehr Farbstoff in der TiO_2 -Schicht festgehalten werden.

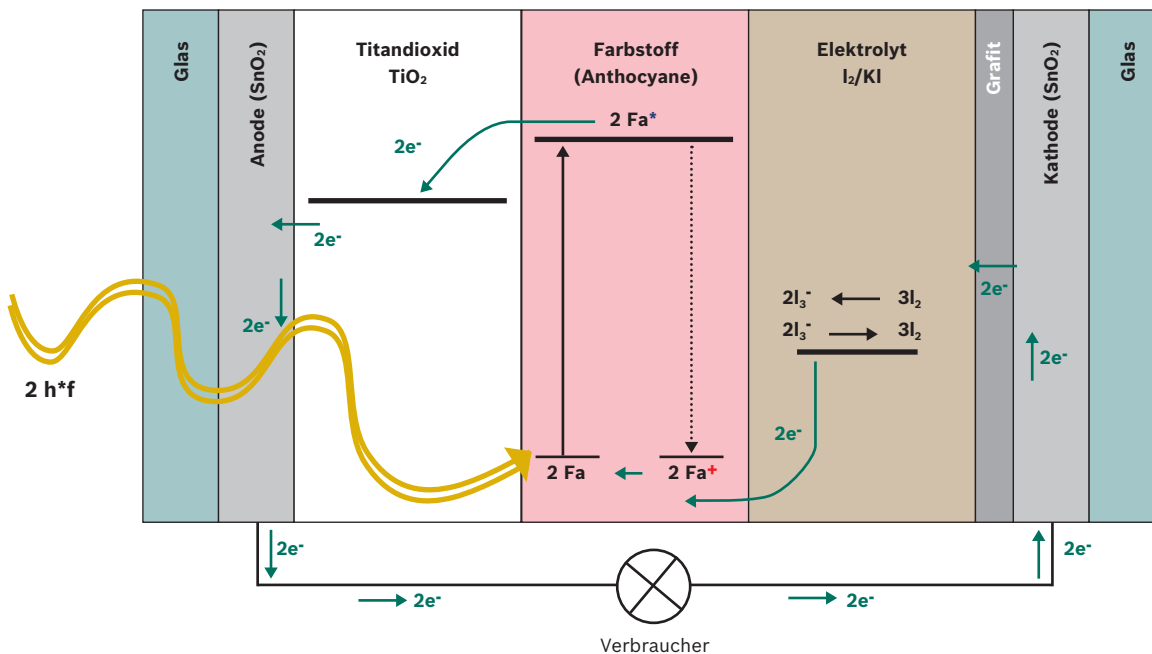


Titandioxid und Naturfarbstoff

Im Gegensatz zu herkömmlichen Solarzellen basiert die Farbstoffsolarzelle nicht auf Silizium. In einer herkömmlichen Solarzelle übernimmt das Silizium zwei wichtige Aufgaben: Es liefert die Elektronen und befördert diese dank seiner elektrischen Leitfähigkeit zu den Elektroden.

In der Farbstoffsolarzelle gibt es für diese Aufgaben zwei verschiedene Stoffe, nämlich Titandioxid und den Naturfarbstoff. Trifft Licht auf die Zelle, werden in den Farbstoffmolekülen Elektronen (e^-) angeregt (Fa^+) und auf Titandioxid übertragen. Dann werden die Elektronen durch das elektrisch leitende Titandioxid zur Anode (negative Elektrode) abgeführt. Im Unterschied zur normalen Solarzelle liegt hier kein elektrisches Feld vor, das die Elektronen zur Anode „zwingt“. Es muss daher dafür gesorgt werden, dass die Elektronen nicht wieder zu den ionisierten Farbstoffmolekülen „umkehren“, da es dann keinen Stromfluss geben würde.

Aus diesem Grunde ist der Elektrolyt so wichtig, etwa Iod-Kaliumiodid-Lösung (I_2/KI). Die negativ geladenen Iodid-Ionen (I_3^-) geben je ein Elektron an die positiv geladenen Farbstoffmoleküle (Fa^+) ab. Die freien Elektronen im Titandioxid werden nun über die Anode an einen Verbraucher abgegeben und gelangen über die Kathode (positive Elektrode) zum Elektrolyten, genauer zum neutralen Iod, aus dem dann die Triiodid-Anionen (I_3^-) zurückgebildet werden. Die Vorgänge im Elektrolyten werden durch Grafit positiv beeinflusst, da er als Katalysator für diese Reaktionen wirkt.



Grafik nach W. Wagner, Universität Bayreuth

Hinweis

Die Bezeichnungen Anode und Kathode gelten für die Sicht aus dem Inneren der Zelle. Die Anode nimmt vom Elektrolyten Elektronen auf, die Kathode liefert ihm Elektronen. Von außen gesehen ist die Elektrode, die innen die Anode war, der Minuspol, jene, die die Kathode war, der Pluspol.