



Im breiten Einsatz sind bislang nur Solarmodule aus Siliziumzellen. Solarbeleuchtung im Ostseebad Graal-Müritz.

(Bild: Bernd Wüstneck / dpa)

## Damit die Solarzellen endlich billiger werden

Mehrere Forschergruppen arbeiten daran, die Wirkungsgrade zu erhöhen / Konkurrenz für Silizium

Von Ralf Köpke

Professor Rudolf Hezel ist stinkig: „Solche Zahlen schaffen bei Politikern und Verbrauchern eine Erwartungshaltung, die der Glaubwürdigkeit der Solarenergie schadet.“ Die Zahl, die den Geschäftsführer des Instituts für Solarenergieforschung in Hameln so auf die Palme bringt, landete unlängst per Tickermeldung in vielen Redaktionen: Bei 33 Prozent solle der elektrische Wirkungsgrad einer Solarzelle liegen, die Professor Michael Grätzel in den Labors der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Lausanne entwickelt hat. Ein Drittel der eingestrahelten Energie würde in Elektrizität umgewandelt. Als langjähriger Solarforscher kennt Hezel das dauernde Vermelden von neuen solaren Höchstleistungen aus den Institutslaboren. „Eine Meldung von 33 Prozent ist absolut unwahrscheinlich und kann bei Grätzel nur der Beruhigung seiner Geldgeber dienen.“

An der ETH am Genfer See ist es für Grätzel ein Leichtes, den angeblichen Rekordwirkungsgrad zu entzaubern: „Ein innerer Wirkungsgrad, der in der Tat bei 33 Prozent liegt, wurde von einem Agenturjournalisten falsch verstanden.“ Von einem 33prozentigen elektrischen Wirkungsgrad bei einer Solarzelle ist die weltweite Forschergemeinde in der Tat noch meilenweit entfernt. Derzeit liegt er bei einer polykristallinen Siliziumzelle, dem dominierenden Zellentyp, zwischen zwölf und 13 Prozent. Bei kurzzeitigen Laborversuchen zeigen die Meßgeräte oft höhere Werte, aber die Langzeitwirkung fehlte bislang. Neben dem teuren Ausgangsmaterial Silizium, einem Abfallprodukt aus der Halbleiterproduktion, ist der geringe Wirkungsgrad mit für den hohen Solarstrompreis verantwortlich. Die Kosten — zwischen 1,60 und 1,80 Mark pro Kilowattstunde — machen es den Strom-

konzernen einfach, die Solarenergie als unwirtschaftliche Alternative abzuwerten. Zusammen mit der Massenproduktion ist die Wirkungsgraderhöhung der Weg, um Solarstrom preiswerter zu machen.

So konnte der Physiker Grätzel die Solarszene Anfang der 90er Jahre nachhaltig überraschen: Statt auf teures Silizium, einem Abfallprodukt der Halbleiter-Industrie, setzte er auf einen preiswerten All-erweltstoff: eine Rutheniumverbindung. Ruthenium ist ein silberweißes, sprödes Edelmetall. Vorbild für Grätzels Farbstoffzelle ist die Photosynthese, mit deren Funktionsprinzip Schülegenerationen im Biologieunterricht gequält werden. An die Stelle des grünen Blattfarbstoffs Chlorophyll tritt in der Grätzel-Zelle der dunkelrote Rutheniumkomplex.

Der Farbstoff ist allerdings nur ein Bestandteil der neuen Solarzelle: Auf den Boden einer elektrisch leitfähig beschichteten Glasplatte wird mit 450 Grad Celsius das ungiftige und billige Titandioxid gebrannt, das mit Ruthenium rot eingefärbt wird. Darauf wird eine zweite Glasscheibe gesetzt, wobei der verbleibende Zwischenraum mit einer jodhaltigen Flüssigkeit aufgefüllt wird. Die Rutheniumverbindung fängt das Sonnenlicht ein und leitet die lichterzeugten Elektronen an das Titandioxid weiter. Holt sich der Farbstoff die jetzt fehlenden Elektronen aus der Jodlösung, so erhält das Jod seinen Ersatz von der elektrisch leitenden Glasplatte. Verbindet man beide Gläser, entsteht eine ständige „Springprozeion“ von Elektronen: der Stromproduktion steht nichts mehr im Wege. Grätzel schaffte so einen Wirkungsgrad von sieben bis acht Prozent — im Labor.

Allein schon deshalb war auch Armin Zastrow am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg klar, daß nichts dran sein konnte an der Tickermeldung mit dem neuen Rekordwir-

kungsgrad. Interessant an dem Experiment sei, daß Grätzel nun eine neue feste organische Substanz statt des flüssigen Elektrolyten eingesetzt habe. Das könne langfristig zu weiteren Kostenvorteilen führen — vorausgesetzt der Wirkungsgrad steigt: „Die jetzt vorgestellte Zelle kommt gerade einmal auf 0,74 Prozent“, hat Physiker Zastrow ausgerechnet.

An Kostenvorteile glaubt auch Grätzel: „Damit haben wir eine Bresche geschlagen, die langfristig sicher neue Perspektiven eröffnet.“ Der Professor geht davon aus, daß seine Farbstoffzelle im niedrigen Wattbereich schon in ein bis zwei Jahren zur industriellen Anwendung kommt: „Erste Kaufhäuser überlegen, Preisetiketten durch Lichtbänder mit photovoltaischen Anzeigen zu ersetzen, ein Anwendungsgebiet, auf dem unsere Zelle jeder anderen überlegen ist.“

Beim weitaus interessanteren Einsatzgebiet, der Produktion von Modulen zur Stromproduktion, sieht ISE-Mann Zastrow noch reichlich Forschungsbedarf. Bei der heute genutzten Technologie mit flüssigen Elektrolyten gibt es noch Probleme mit der Langzeitstabilität. So ist es erst kürzlich gelungen, die Zelle dicht zu bekommen. Bislang löste die aggressive Jodlösung alle Kleber und Dichtungen auf. Die Stabilitätsprobleme will das ISE mit anderen Instituten in einem dreijährigen EU-Forschungsvorhaben beheben.

Schon die Zwischenergebnisse dürften Klaus Peter Hanke, Geschäftsführer des Instituts für Angewandte Photovoltaik (INAP) in Gelsenkirchen interessieren. Das INAP hat die Exklusivrechte für die Grätzel-Zelle. Seit rund drei Jahren arbeitet das Hanke-Team am „Upscaling“ der Farbstoffzelle, das heißt: Die meist einen Viertelzentimeter großen Laborzellen werden auf eine Größe gebracht, die eine industrielle Serienreife sinnvoll macht. Derzeit versuchen die INAP-Ingenieure,

ein 30 mal 30 Zentimeter großes Modul zur dauerhaften Stromproduktion zu bringen, in drei Jahren soll es ein „Powerpaket“ von einem halben Quadratmeter geben. Hanke, der seine Berufslaufbahn als Bergmann im Eschweiler Revier bei Aachen begann, wäre zufrieden, wenn der Wirkungsgrad dann sieben Prozent ist. „Die Ausnutzung wird aber höher liegen, da unsere Zelle auch bei Regen oder Verschmutzungen arbeiten kann.“

Bereits in zwei Jahren — bis dahin zielt das INAP auf „zehn-plus-x“ Prozent Wirkungsgrad — will der Hamelner Forscher Hezel bei 20 Prozent liegen. Er setzt dabei auf herkömmliche Silizium-Zellen. Bei der neuen Zelle soll die strahlungsempfindliche Fläche ausgeweitet sein, um die Lichtausbeute zu steigern. Wegfallen werden dabei zum Teil die Metalldrähte, die bislang noch die Module durchziehen. Da so der Metallverbrauch sinkt, rechnet Hezel insgesamt mit einer Preisreduktion von 40 bis 50 Prozent für die Module.

Ebenfalls auf eine effizientere Lichtausnutzung setzt ein Team um Klaus Beneking am Institut für Halbleitertechnik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen. Im Gegensatz zu den Kollegen aus Hameln haben sich die Aachener Solarforscher für multi-statt monokristallines Silizium als Ausgangsmaterial entschieden: „Das hat Kostengründe, da der Energieeinsatz bei dieser Basis geringer ist“, erläutert Beneking. Am Ende eines dreijährigen Programms, bei dem das RWTH-Institut mit dem Shell-Konzern kooperiert, soll es eine Wirkungsgradsteigerung um rund zwei Prozent geben. Auch Beneking warnt vor dem ständigen Schielen nach neuen Bestmarken: „Wenn die Produktion der Wafer, des eigentlichen Ausgangsmaterials, billiger gemacht werden könnte, wäre viel mehr gewonnen, da hierauf mehr als die Hälfte der Kosten entfällt.“