

Durchsichtiges Kraftwerk: Transparente Solarfolien können zwischen Fensterscheiben laminiert werden. So entstehen getönte Gläser, die gleichzeitig Schatten spenden und Ökostrom erzeugen. Bild: Heliatek / Smack Communications, Berlin

# Fassaden im Fokus

## Hauchdünne Solarzellen verwandeln Glasfronten in Kraftwerke

**Städte verschlingen immer mehr Wärme und Strom. Um ihren Verbrauch zu senken, müssen Gebäude effizienter werden und mehr Erneuerbare Energien integrieren. Neue, druckbare PV-Halbleiter könnten dieser Entwicklung Vorschub leisten. Sie ermöglichen Solarfolien und Module, die aus Fenstern oder Fassaden Stromgeneratoren machen. Für die Hersteller von Solarglas und -modulen entsteht ein neuer Markt.**

Der Wettlauf um das beste Material für Solarzellen hat einen neuen Kandidaten: Perowskit. Bei keinem Halbleiter gelang Forschern eine derart rasante Entwicklung des Wirkungsgrads. „Es ist ein regelrechter Hype um Perowskit ausgebrochen“, sagt Thomas Unold, Leiter des Instituts für Technologien am Helmholtz-Zentrum Berlin.

Das Mineral verspricht, gleichzeitig effizient und preiswert zu sein. Beides lässt sich bisher nicht miteinander vereinen: Derzeit erreichen die besten Siliciumzellen mehr als 20 % Wirkungsgrad, sind aber teuer in der Herstellung. Farbstoff- und organische Solarzellen wiederum können einfach auf Folie gedruckt werden, kommen jedoch über einen Wirkungsgrad von 10 % oft nicht hinaus.

Mit einer Perowskit-Zelle hingegen erreichten Forscher der University of California in Los Angeles (UCLA) kürzlich einen Wirkungsgrad von 19,3%. Gegenüber den ersten Perowskit-Zellen vor fünf Jahren hat sich der Wirkungsgrad damit versechsfacht. Das ist umso bemerkenswerter, als sich Perowskit einfach und sehr sparsam verarbeiten lässt. Es besteht aus den Alltagsmaterialien Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Blei, Chlor und Jod, die sich als hauchdünne Schicht auf Glas aufdampfen oder auf Folie drucken lassen.

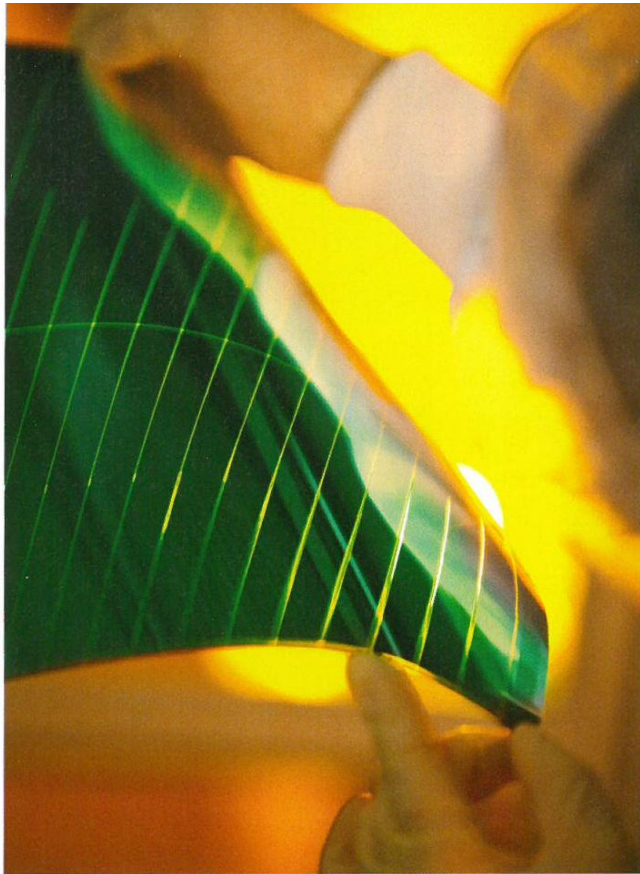
Die UCLA-Forscher erzeugten nur eine knapp einen Millimeter starke Perowskit-Schicht, indem sie Glas mit organischen Molekülen und Bleikristallen bedampften.

Dennoch generiert die Zelle fast so viel Strom wie eine 180 Mikrometer dicke Siliciumzelle.

### BIPV noch ein Nischenmarkt

Damit könnten die leistungsstärkeren Leichtgewichte Märkte erobern, die für die Photovoltaik bisher weitgehend tabu waren. Die gebäudeintegrierte Photovoltaik (Building-Integrated Photovoltaics), ist nach wie vor nur eine Nische, weil die Herstellung und Installation multifunktionaler BIPV-Module aufwendig und teuer ist. Von den 3300 MW an Solarstromleistung, die 2013 in Deutschland ans Netz ging, wurden schätzungsweise nur rund 100 MW in die Gebäudehülle integriert.

Dünn, leicht und biegsam: Die Firma Heliatek dampft einen fotoaktiven Film hauchdünn auf eine Trägerfolie auf. Die Folie kann somit nahezu unbegrenzt zur Stromproduktion eingesetzt werden. Bild: Heliatek / Tim Deussen, Berlin



Ein Markthemmnis: Bei den BIPV-Elementen handelt es sich meistens um projektorientierte Varianten, die in Größe, Form, Material, Farbe, Varianz in der Transparenz und Design an das jeweilige Gebäude angepasst sind – Individualität und der hohe Planungsaufwand haben ihren Preis. Perowskit-Zellen könnten die Kosten senken.

Außerdem sind die für die BIPV infrage kommenden Technologien bisher nicht effizient genug. Oft werden Module aus Dünnschichtsilicium angeboten, doch diese erreichen selten einen Wirkungsgrad von 10% – zu wenig, um sich mit klassischen Siliciumzellen auf dem Dach messen zu können, die fast doppelt so viel Licht in elektrische Energie umwandeln. Sie selbst eignen sich nur bedingt für die Gebäudeintegration: Sie werden direkt aus Blöcken gesägt, weshalb sie für komplexere BIPV-Anwendungen schlicht zu dick und unflexibel sind.

Dennoch hoffen Experten auf einen baldigen Durchbruch der Gebäudeintegrierten Photovoltaik, denn sie birgt immenses Klimaschutzpotenzial. Obwohl Großstädte nur 1% der Erdoberfläche bedecken, verbrauchen sie 75% der eingesetzten Primärenergie und verursachen 80% der Treibhausgasemissionen. „Sie müssen bei einem Großteil ihrer Prozesse kohlendioxidneutral werden, sonst droht der Klimakollaps“, warnt die Wissenschaftlerin Christina Sager vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) in Stuttgart. Effizientere Gebäu-

de und Erneuerbare Energien könnten aus ihrer Sicht die Trendwende bringen. Vor allem Solartechnik lasse sich gut in die Häuser einbinden. Wo sich Module nicht auf Dächer schrauben ließen, könnten sie als stromerzeugende Fenster oder Ersatz für die Betonfassade dienen, erklärt Sager.

#### Wettbewerbsfähige Preise möglich

Bis die verheißungsvollen Perowskit-Zellen kommerziell einsetzbar sind, müssen die Forscher aber noch einige Herausforderungen meistern. „Die Entwicklung steht erst am Anfang“, sagt Helmholtz-Forscher Unold. Als größte Hürde gilt die Lebensdauer. Perowskit ist empfindlich und zersetzt sich schnell, wenn es mit Wasser in Berührung kommt. Deshalb müssen die Zellen so konstruiert werden, dass auch über 20 Jahre hinweg keine Feuchtigkeit eindringen kann. Dichte Verkapselungen, die für organische Leuchtdioden entwickelt wurden, sind ein Lösungsansatz.

In der Zwischenzeit könnten andere vielversprechende Technologien den BIPV-Markt vorantreiben, die derzeit Marktreife erlangen. Die Dresdner Firma Heliatek beispielsweise hat eine organische Photovoltaik-Folie entwickelt, die sich sowohl transparent als auch getönt herstellen lässt. Undurchsichtig erreicht sie einen Wirkungsgrad von 12%, bei der lichtdurchlässigen Variante sinkt die Effizienz auf rund 7%. Das ist im Vergleich zu herkömmlichen Siliciummodulen wenig, stellt aber im Bereich der organischen Photovoltaik einen

neuen Rekord dar. Außerdem lassen sich die flexiblen Folien in geschwungene Formen wie Glasdächer von Autos oder unregelmäßig geformte Fassaden einbetten. In Fahrzeugen und Büros in der Regel auf abdunkelnde Folien gefragt seien, gebe keinen zusätzlichen Montageaufwand, dokumentiert Heliatek-Chef Thibaut Le Guillon. Dadurch seien wettbewerbsfähige Preise möglich.

Andere Unternehmen setzen ebenfalls auf das Konzept von flexiblen und transparenten Zellen aus organischem Material. Die bayerische Firma Belectric sowie Crystalsol aus Österreich etwa arbeiten an gedruckten Polymer-Zellen. Polymere sind chemische Verbindungen aus langen Molekülketten, die in einer Lösung angereichert und anschließend gedruckt werden können. Heliatek hingegen nutzt Oligomere als Lichtsammler, also kürzere Molekülketten. Außerdem druckt es diese nicht, sondern dampft sie im Vakuum auf eine Trägerfolie auf. Derzeit betreibt Heliatek noch eine Pilotproduktion. Mit Solarfolien aus dieser Fertigung hat das Unternehmen ebenfalls die erste Fensterfassade in Dresden errichtet. Als nächstes plant die Firma eine kommerzielle Fertigung mit 100 MW Jahreskapazität.

#### PV- und Glasindustrie rücken enger zusammen

Mit der BIPV könnte auch für die Glasindustrie ein wichtiges neues Betätigungsfeld entstehen. Bei den Modulproduzenten kommen Fragen auf, die sie nur in Zusammenarbeit mit der Glasbranche beantworten können: Wie lassen sich die Solarfolien in die Scheiben integrieren? Wie klappt die Integration möglichst kostensparend? Können Arbeitsschritte wie das Aufdampfen der photoaktiven Materialien in die Glasveredelung eingebunden werden? „So richtig hat sich die BIPV noch nicht durchgesetzt. Aber es ist sicher erforderlich, dass Glas- und Photovoltaikindustrie näher zusammenrücken“, sagt Timo Feuerbach vom Forum Glastechnik im deutschen Maschinenbauverband VDMA. Die ersten Kooperationen gibt es bereits. So haben Heliatek und der in Brüssel ansässige Flachglashersteller AGC Glass Europe im vorigen Jahr eine Entwicklungsvereinbarung zur Integration von Solarfolien in Bauglaseschlossen. AGC-Technikchef Marc Van Elneste sagt, dass die Glas-/Solar-Fassadenlösung der beiden Unternehmen Architekten und Designern völlig neue Möglichkeiten eröffne, Kreativität und Energieeffizienz miteinander zu verbinden.

Nicht nur wegen der Zusammenarbeit mit Heliatek gilt AGC Europe als Wegweiser für die Glasindustrie. Seine Fabriken beherbergen eine vollintegrierte Produktion, die nicht nur die Herstellung von Glas, sondern auch dessen Beschichtung und Weiterverarbeitung umfasst. Verschiedene funktionale Beschichtungen stehen Photovoltaik-Produzenten zur Auswahl, beispielsweise elektrische Kontaktschichten für Dünnschichtmodule. Ein ähnliches solarorientiertes Konzept verfolgt sonst bisher nur die ostdeutsche Firma F-Solar. Auch sie hat ihre Produktionslinie im eigenen Haus um Beschichtungsanlagen verlängert.

Auf der glasstec 2014 in Düsseldorf, der weltweit größten und internationalsten Fachmesse der Glasbranche, haben die Unternehmen vom 21. bis 24. Oktober 2014 Gelegenheit, weitere Kooperationen anzubahnen. So kommen Experten der Solar- und Glasindustrie vom 20. bis 21. Oktober 2014 auf der Konferenz „Solar meets Glass“ zusammen, um sich über Fortschritte in der Fertigung von Solargläsern und -modulen sowie beim Material und den Kosten auszutauschen. Auch die Sonderschau „glass technology live“, die vom Institut für Baukonstruktion der Universität Stuttgart organisiert wird, zielt u. a. auf die Schnittstelle von Solartechnik und Glas. Hier werden am Beispiel von großformatigen Fassaden-Mock-ups und Eins-zu-Eins-Modellen die neuesten Entwicklungen im Bereich Fassade und Energie vorgestellt, darunter Innovationen in der Photovoltaik und der Solarthemie.

Auf der „glass technology live“ werden jedoch auch Projekte vorgestellt, die über reine Solaranwendungen hinausgehen. Wie z. B. das sogenannte BIQ – die Abkürzung steht für „Haus mit Biointelligenzquotient“. In seiner Bioreaktorfassade wachsen Algen an Glasplatten und produzieren aus Licht und Kohlendioxid Biomasse und Wärme. Die Wärme wird über Wärmetauscher den 15 Wohnungen direkt zum Heizen zur Verfügung gestellt, die Biomasse wird abgeschöpft.

Aus ihr wird Biogas gewonnen, das eine Brennstoffzelle in Strom und zusätzliche Wärme umwandelt. Sämtliche benötigte Energie zur Erzeugung von Strom und Wärme entstehe aus regenerativen Quellen, fossile Brennstoffe seien nicht im Spiel, heißt es beim verantwortlichen Bauunternehmer Otto Wulff.

Energieerzeugende Hausfassaden wie die des BIQ könnten eine wesentliche Rol-

le bei der Energiewende in Städten spielen. Forscher und Firmen arbeiten mit Hochdruck an Konzepten und Technologien, die Gebäudehüllen in effiziente Kraftwerke verwandeln. Der Glasbranche könnte hierbei eine Schlüsselrolle zukommen: Indem sie enger mit Herstellern von Solarmodulen und -kollektoren kooperiert, könnte sie Innovationen weiter beschleunigen.

## Erholung auf dem PV-Weltmarkt

Die Krise der PV-Industrie neigt dem Ende entgegen. Zwar sinkt die Nachfrage nach Solarmodulen in Europa, dafür steigt in vielen anderen Regionen der Bedarf. Selbst die fast schon abgeschriebenen Produzenten von Dünnschichtmodulen investieren wieder in neue Fabriken. Für die Hersteller von Solarzellen und Produktionsequipment sind das gute Nachrichten.

Die Solarbranche hat sich gewonnen. Noch vor fünf Jahren versprachen Hersteller von Solarmodulen riesige Fabriken, übertrumpften sich Forschungsinstitute mit immer neuen Wirkungsgradrekorden. Dank der üppigen Förderung in vielen europäischen Staaten verdoppelte sich die installierte PV-Gesamtleistung in Europa von 2008 bis 2011 auf 70 GW, vierfacht. Die enorme Nachfrage ließ die Branche vor Selbstbewusstsein strotzen.

Heute ist davon nichts mehr zu spüren. Viele Länder mit Einspeisevergütung für Solarstrom haben die Fördertarife wegen der schnell steigenden Förderkosten teilweise drastisch gekürzt. Die Folge: Der Zubau in Europa brach im vorigen Jahr um fast 40% ein. Nahezu die Hälfte der europäischen Zellen- und Modulhersteller verschwand daraufhin vom Markt, Lieferanten von Produktionsequipment rutschten in die Verlustzone, Produzenten und Arbeiter von Solarglas verloren ein wichtiges Standbein.

Wer sich von den Unternehmen in Europa Wasser halten konnte, kann nun aber wieder auf bessere Zeiten hoffen. Das gilt besonders für Firmen, die bereits international aufgestellt sind. „Während in Deutschland ein weiterer Markteinbruch droht, setzt das Ausland immer stärker auf die Kraft der Sonne, um seine Energieversorgung umweltfreundlicher und sicher zu machen“, sagt Carsten Körnig, Geschäftsführer des Bundesverbands Solarwirtschaft.

Die Zahlen untermauern Körnigs Optimismus. In Japan und China verdreifachte sich voriges Jahr die Modulnachfrage, in den USA stieg diese um mehr als 40%. China kündigte an, seine Ausbauziele für Solarstrom nochmals deutlich zu erhöhen – bis 2017 soll die installierte Solarstrom-Gesamtleistung als verdreifacht werden. Weltweit ist für 2014 ein Anstieg der Modulnachfrage um mindestens 20% erwartet. Gleichzeitig verdrängt China seine Vormachtstellung bei der Modulproduktion aus. Nach einer Analyse der Beratungsfirma Global Data werden in der Region Asien-Pazifik dieses Jahr mehr



Algenhaus: In der Fassade des „Hauses mit Biointelligenzquotient“ in Hamburg erzeugen Algen per Photosynthese Wärme für die Wohnungen. Bild: IBA Hamburg GmbH / Johannes Art



Praxiserprobtes Vorzeigeprojekt: Das Dach des Berliner Hauptbahnhofs verdeutlicht die Vorzüge der BIPV: Die Module erzeugen Strom und lassen zugleich Licht passieren.

Bild: BSW-Solar / Paul Langrock

mit 40 Gigawatt Gesamtleistung hergestellt, davon 30 Gigawatt allein in China. Damit erreichte Asien mittlerweile einen globalen Produktionsanteil von 90 %, erklärt Global Data-Analyst Ankit Mathur.

Den Solarrüstern dürfte diese Entwicklung entgegenkommen. Viele haben ihren Aufstieg den chinesischen Solarkonzernen zu verdanken, die bei ihnen in den Boomjahren 2009 bis 2011 für viele Milliarden Euro Equipment für ihre Riesenfabriken orderten.

Vor allem die Dünnschichthersteller haben ehrgeizige Ziele. Mit dem Preisverfall bei den marktgängigen Siliciummodulen ist ihr Ziel, die vergleichsweise massive kristalline Konkurrenz mit dünn und

günstig beschichteten Modulen aus dem Markt zu drängen, in den vergangenen Jahren außer Sichtweite geraten. Doch die fast schon abgeschriebene Technik könnte vor einem Comeback stehen. ■

#### KONTAKT

Messe Düsseldorf GmbH  
40001 Düsseldorf  
Tel. 0211 456001  
Fax 0211 4560668  
info@messe-duesseldorf.de  
www.glasstec.de