

Maßgeschneidert: Um die Frontseite dieses Marburger Kindergartens passgenau zu verkleiden, hat die Herstellerfirma die Siliziummodule teilweise in Dreieckform zugeschnitten und die Stromsammelschienen schwarz eingefärbt.

Vielfalt für die Fassade

Noch hält sich das Interesse der Architekten an Solarmodulen für die Gebäudehülle in Grenzen. Effizientere, günstigere und leichter zu integrierende Elemente könnten das bald ändern.

Von Sascha Rentzing

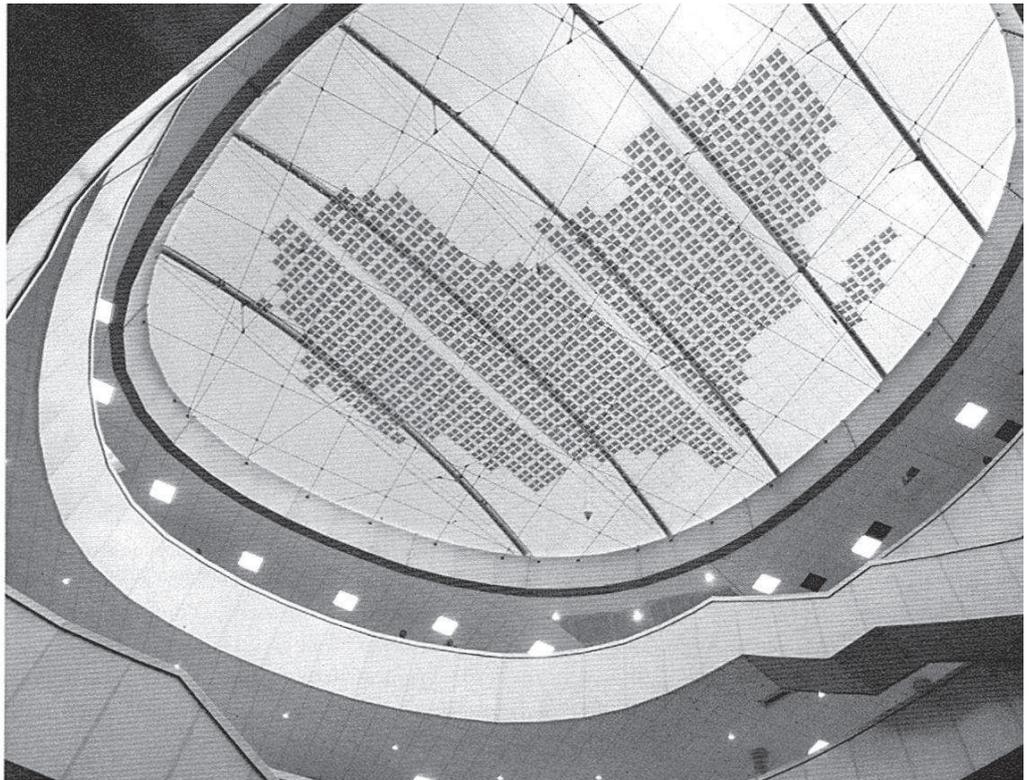
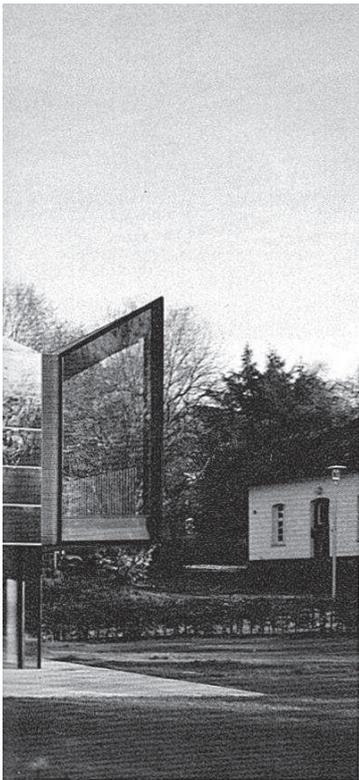
Glaubt man den neuesten Prognosen, steht die gebäudeintegrierte Photovoltaik vor dem Durchbruch. Das US-Marktforschungsunternehmen n-tech Research schätzt, dass das weltweite Marktvolumen von BIPV-Glas (BIPV = Building-Integrated Photovoltaics) von derzeit einer Milliarde auf 6,3 Milliarden Euro im Jahr 2022 steigen wird. Die Analysten rechnen mit deutlichen Preissenkungen bei den Solarmodulen, die sich zum einen aus günstigeren organischen Halbleitermaterialien und zum anderen aus Partnerschaften zwischen Solar- und Glasfirmen ergeben. „Durch erwarten wir eine Neugestaltung

der Fertigungsstrategien und Lieferketten“, heißt es bei n-tech Research.

Noch ist die BIPV allerdings nicht mehr als eine Nischenanwendung. Von den rund 40 Gigawatt Solarstromleistung, die 2014 weltweit neu errichtet wurden, entfiel nur knapp ein Gigawatt auf Fassadenanlagen – das entspricht einem Marktanteil von gerade einmal 2,5 Prozent. Ein Wachstumshemmnis sind die relativ hohen Preise der Fassadenelemente. „Einige Techniken für die Gebäudeintegration sind noch teurer als einfache PV“, erklärt Marko Topic von der Europäischen Technologieplattform für Photovoltaik. Um die Kosten zu sen-

ken, müssten sich die Hersteller stärker auf wettbewerbsfähige Marktsegmente der BIPV und die Produktion vorgefertigter Elemente konzentrieren, betonen die Experten der Technologieplattform.

Ebenso wichtig ist es, die Architekten von der Technik zu überzeugen. Sie setzen die Bautrends und sind für Bauherren somit die entscheidenden Impulsgeber. Bisher hält sich ihr Interesse an Solarfassaden jedoch in Grenzen, wobei die Kosten nur ein Grund sind. Viele europäische Länder mit einer Einspeisevergütung für Solarstrom haben die Fördersätze in den letzten Jahren drastisch gekürzt. „Unter diesen



Halbtransparente Sonnenfänger: Der Hauptsitz des Sicherheitsrats der Afrikanischen Union in Addis Abeba ist mit neuartigen organischen Solarmodulen des Chemiekonzerns Merck und der Solarfirma Belectric OPV bestückt. Sie sollen auch bei hohen Temperaturen kaum an Leistung verlieren.

Bedingungen hat es die gebäudeintegrierte Photovoltaik schwer“, sagt Tobias Bube vom Architekturbüro Rolf Disch Solararchitektur aus Freiburg. Hinzu kommen technische Vorbehalte. So könnten die Fassadenelemente Licht nicht so effizient ausnutzen wie herkömmliche Dachinstallationen, die der Sonne zugeneigt sind. „Das ist physikalisch schwierig“, sagt Michael Zach von der Firma Zach Architekten aus dem bayerischen Otterfing.

Dennoch ist ein Erfolg der BIPV nicht unwahrscheinlich, denn sie kann wesentlich zum Klimaschutz beitragen. Die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union haben sich darauf verständigt, ihre Treibhausgasemissionen bis 2030 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren, die Energieeffizienz um 27 Prozent zu erhöhen und einen Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch von 27 Prozent zu erreichen. Gebäude stehen dabei im Fokus. Neubauten sollen ab 2020 fast kei-

ne Energie mehr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung benötigen und den restlichen Energiebedarf selbst decken. Die BIPV könnte ins Spiel kommen, wenn geeignete Dächer zur Produktion des Eigenstroms fehlen oder in modernen Bürogebäuden ästhetische Fassadenlösungen gefragt sind.

Silizium oder Dünnschicht?

Außerdem entwickeln sich technische Neuerungen bei den Fassadenelementen schnell. Dadurch sinken die Kosten und der Gestaltungsspielraum erhöht sich. Ein Beispiel für den Effizienzfortschritt liefert das neue Solarmodul „TPedge“, eine gemeinsame Entwicklung des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Ise) mit Industriepartnern. Die ersten 70 Module dieses Typs wurden im November zu Demonstrationszwecken an der Außenfassade eines Ise-Laborgebäudes in Freiburg angebracht. Die Paneele bestehen aus so-

genannten Metal-Wrap-Through (MWT)-Zellen aus kristallinem Silizium, die sämtliche Stromanschlüsse auf der Rückseite tragen. So bleibt die Front weitgehend frei, und es kann mehr Licht eindringen. Der Wirkungsgrad der Zellen steigt auf mehr als 20 Prozent. Das MWT-Konzept ist nicht neu, setzte sich wegen der relativ aufwendigen Produktion aber bisher nicht durch. Das könnte sich nun ändern: „Wir haben den Prozess vereinfacht“, erklärt Ise-Wissenschaftler Harry Wirth.

Zeit und Kosten würden auch beim Bau der Module gespart. In der Regel werden die Zellen zwischen Folien laminiert, um sie vor Witterungseinflüssen zu schützen. Anschließend wird das Modul zur Stabilisierung in einen Aluminiumrahmen gefasst. Bei TPedge werden die Zellen punktuell zwischen zwei Glasscheiben fixiert – der Einsatz von Folien und das Laminieren entfällt dadurch. Der Rand wird schließlich mit einem thermoplastischen Mate- ▶

rial abgedichtet, was wiederum den teuren Alurahmen spart. „Die Gesamtkosten des Moduls reduzieren sich so auf mehr als zehn Prozent“, sagt Wirth. Weitere Kostensenkungen erhoffen sich die Entwickler von rasch steigenden Produktionsmengen. „Wir haben das Modul für den Massenmarkt entwickelt. Die BIPV ist nur eine Anwendungsmöglichkeit.“

Auch die Firma Ertex Solartechnik aus Amstetten in Österreich setzt überwiegend hocheffiziente kristalline Siliziumzellen in ihren Fassadenelementen ein. Um Architekten möglichst viel Gestaltungsfreiheit zu ermöglichen, hat das Unternehmen nach Angaben von Marketing-Geschäftsführer Dieter Moor gemeinsam mit Architekten, Glas- und Solarherstellern Module mit unterschiedlichem Erscheinungsbild entwickelt. Jede Ebene eines Moduls vom vorderen bis zum rückseitigen Glas kann strukturiert und eingefärbt werden. So lasse sich Frontglas mit unterschiedlichen Farben, Mustern, Strukturen und Transpa-

renzgraden realisieren, außerdem bedrucktes Rückseitenglas und Einkapselungsfolien. Auch farbige und semitransparente Solarzellen sowie gefärbte Lötverbinder sind möglich. „Auf diese Weise ist die Solarzellenstruktur kaum mehr wahrnehmbar“, erklärt Moor. In einer Kindertagesstätte im hessischen Marburg kommt die neue Technik bereits zum Einsatz. Um das komplexe Gebäude passend in Module zu hüllen, lieferte Ertex dreieckige Elemente. Außerdem wurden die sonst silberfarbenen Stromsammelschienen und stark reflektierenden Lötverbinder, die die einzelnen Zellen miteinander verbinden, schwarz be-

druckt. Das Ergebnis ist eine gleichmäßig schwarze Oberfläche, die nicht auf Solartechnik schließen lässt.

Die Firma Manz Cigs Technology hingegen setzt bei ihrer Fassadentechnik auf Dünnschichttechnik. Das Unternehmen entwickelt Produktionslinien für Module auf Basis der Elemente Kupfer, Indium, Gallium und Selen, sogenannte Cigs-Solarzellen, und fertigt in Schwäbisch-Hall BIPV-Module in diversen, frei wählbaren Dimensionen und Formen. Im Gegensatz zur Produktion der mit einer Stärke von 200 Mikrometern relativ dicken kristallinen Siliziumzellen dampft Manz die pho-



Selbstgefertigte Hülle: Ein Laborgebäude des Fraunhofer-Instituts Ise ist seit Kurzem mit speziellen Silizium-Solarpaneelen aus eigener Produktion bestückt.



Flexible organische Solarmodule könnten der gebäudeintegrierten Photovoltaik Aufschwung verleihen.“

Tobias Bube, Architekturbüro Rolf Disch

toaktive Cigs-Schicht im Vakuum hauchdünn mit einer Dicke von nur zwei Mikrometern auf Glas auf – dieser Prozess spare nicht nur Material, sondern erlaube auch variable Modulgrößen und Sonderformen, heißt es bei dem Unternehmen. Auch der verbesserte Wirkungsgrad spreche für die Dünnschicht. Bisher waren die Paneele kaum gefragt, weil sie Licht nur mit rund zehn Prozent Effizienz in Strom umwandeln. Manz erklärt, seine Cigs-Module erreichten mittlerweile fast 15 Prozent Wirkungsgrad, im Labor ließen sich sogar bereits 20 Prozent erzielen.

Flexibilität durch Folien

Große Hoffnungen ruhen auch auf flexiblen organischen Solarmodulen, die derzeit entwickelt werden. „Sie könnten der gebäudeintegrierten Photovoltaik Aufschwung verleihen“, sagt Solararchitekt Bube. Der Vorteil der neuen Technik ist, dass statt des massiven Siliziums winzige Nanoteilchen aus organischem Halbleiter-

material Licht in Strom umwandeln. Sie sind ausreichend verfügbar und lassen sich mit vergleichsweise geringem Aufwand im Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf Folie abscheiden. Dadurch sinken die Material- und Produktionskosten. Zu den Vorreitern auf dem Gebiet der organischen Photovoltaik zählt die Firma Heliatek aus Dresden. Sie arbeitet mit photoaktiven Molekülen, den Oligomeren, und entwickelt mit dem belgischen Flachglashersteller AGC Glass Europe BIPV-Elemente, die Photovoltaikfolien verschiedener Ausmaße, Farbabstufungen und Transparenzen in Bauglas integrieren. Dank der Folien würden die Elemente besser handhabbar und könnten auch in unregelmäßig geformte Fassaden eingebettet werden, erklärt Heliatek-Sprecherin Kathleen Walter. Es gebe deshalb viele Anfragen für Pilotprojekte.

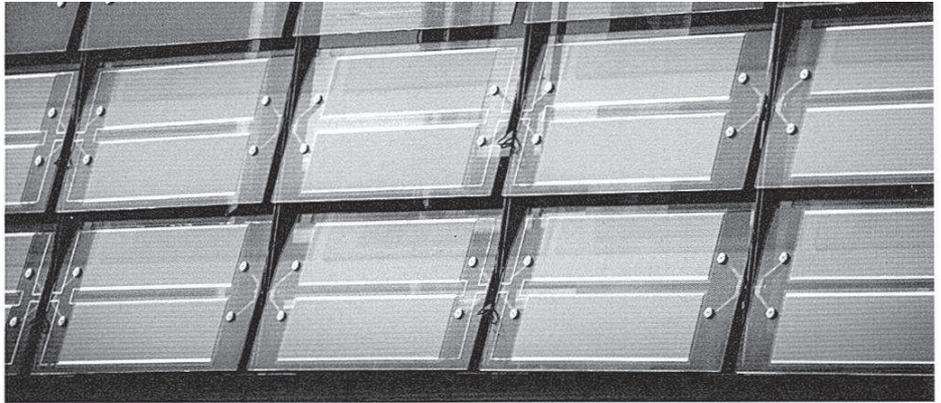
Noch hat das Unternehmen aber nicht alle kritischen Punkte gelöst. Folien aus der Pilotproduktion erreichen derzeit einen Wirkungsgrad von sieben bis acht Prozent.

In der geplanten Großproduktion will Heliatek diesen Wert auf zwölf Prozent erhöhen. Dort sollen künftig statt wie bisher 50 000 Quadratmeter eine Million Quadratmeter Solarfolie pro Jahr produziert werden. In der neuen Produktionsanlage will Heliatek auch breitere Bahnen von bis zu 1,20 Metern herstellen. Die Pilotlinie bringt derzeit nur 30 Zentimeter breite Bahnen hervor. „Dadurch würde sich der Installationsaufwand deutlich verringern“, erklärt Walter.

Einen ähnlichen technischen Ansatz wie Heliatek und AGC Glass verfolgen der Chemiekonzern Merck und die Solarfirma Belectric OPV. Sie stellten im Oktober ein neues, halbtransparentes organisches Solarmodul vor, das speziell für den Einsatz in Fassaden konzipiert wurde. Einerseits passe das Element durch seine graue Farbe sehr gut zu modernen Gebäudedesigns, andererseits zeige es unter diffusen Lichtbedingungen und bei hohen Temperaturen, wie sie vor allem an Fassaden ►

vorherrschten, nicht den Leistungsabfall herkömmlicher Photovoltaik, heißt es bei Merck. Um die Lebensdauer seiner Technik – einem generellen Schwachpunkt organischer Module – weiter zu verbessern, arbeitet Merck gemeinsam mit dem US-Unternehmen Nano-C an neuen Zusammensetzungen für die photoaktive Schicht. So entwickelt die Kooperative neue sogenannte Fullerenderivate mit besonders hoher thermischer Beständigkeit. Die auch als Fußballmoleküle bezeichneten Fullerene gelten als sehr stabile Erscheinungsform von Kohlenstoff und werden in organischen Solarzellen eingesetzt, um die generierten Elektronen zu den Kontakten zu transportieren.

Während die ersten Fassadensysteme auf Basis organischer Photovoltaik derzeit auf den Markt kommen, suchen Wissenschaftler in den Laboren bereits Halbleitermaterialien für kommende Modulgenerationen. Besonderes Interesse gilt dabei dem Mineral Perowskit, das sich ähnlich einfach und sparsam verarbeiten lässt wie etwa Oligomere, aber wesentlich höhere Wirkungsgrade ermöglichen soll. US-amerikanische Wissenschaftler wiesen im Labor fast 20 Prozent nach, und das mit einer nur einem Mikrometer starken Perowskit-Zelle. Auch die EU fördert die Technik über ihr Programm „Horizont 2020“ mit insgesamt rund drei Millionen Euro. Im Rahmen



Hingucker: Organische Solarzellen wie diese Paneele in der Fassade des Dresdener Modulherstellers Heliatek lassen sich in verschiedenen Farbabstufungen und Transparenzgraden designen.

des Forschungsprojekts Got Solar, an dem neben Zellenentwickler Dyesol sechs europäische Forschungseinrichtungen beteiligt sind, soll eine für die industrielle Produktion geeignete Versiegelungstechnik der überaus empfindlichen Zellen entwickelt werden. Dyesol will 2018 die Serienfertigung der Perowskit-Zellen starten und plant dafür in der Türkei eine neue Fabrik mit 600 Megawatt Jahreskapazität. Gelingt es, Perowskit-Zellen für die BIPV nutzbar zu machen, gäbe es wohl keine technischen und kostenbedingten Hemmnisse mehr. ◀

”

Durch Partnerschaften zwischen Solar- und Glasfirmen erwarten wir eine Neugestaltung der Fertigungsstrategien.“

n-tech Research