

Solararchitektur

Sonnenstrom

Photovoltaik direkt in die Gebäudehülle zu integrieren ist der Traum vieler Architekten. Doch die passenden Solarmodule sind keine Massenware und deshalb teuer. Neue Halbleiter und die wachsende Auswahl an Elementen wecken allmählich aber auch das Interesse der Bauherren.

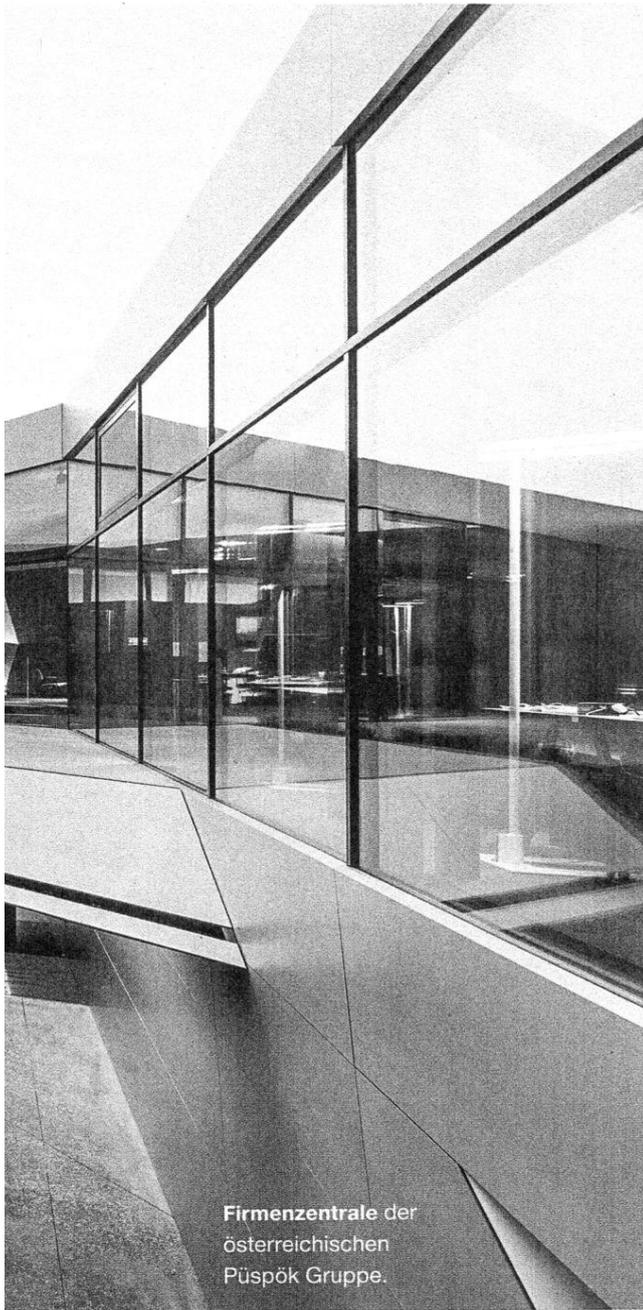
aus der Fassade

Was in Deutschland bisher kaum funktioniert, fluppt in Dänemark: Der dänische Staat verabschiedet eine neue, strengere Energieeinsparverordnung, und die Immobilienwirtschaft reagiert prompt mit kreativen Erneuerbare-Energien-Projekten. So hat das Wohnungsbauunternehmen Boliggården

auf zehn seiner Mehrfamilienhäuser in der Stadt Helsingør Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 56,4 Kilowatt installiert. Das Besondere: Die Solarmodule wurden als Ergänzung zu bereits bestehenden Solar-dächern in die Dächer von 75 Balkonen der obersten Etagen der Häuser integriert. Dadurch werden die

staatlichen Auflagen erfüllt und die insgesamt 225 Wohnungen erhalten kostengünstig Strom, heißt es bei Boliggården.

Geht man nach den Prognosen des US-amerikanischen Marktforschungsunternehmens N-Tech Research, dürften auf dieses Projekt viele weitere folgen. Die Analysten sehen die ge-



Firmenzentrale der österreichischen Pöpsch Gruppe.

Foto: Hertha Hummels

bäudeintegrierte Photovoltaik vor dem Durchbruch und schätzen, dass das weltweite Marktvolumen von Glas, das speziell für die Anforderungen der BIPV (Building-integrated Photovoltaics) hergestellt wird, von derzeit einer Milliarde auf 6,3 Milliarden Euro im Jahr 2022 steigen wird. Grund für diese Prognose sind deutliche Preissenkungen für Module, die sich zum einen aus günstigeren

Die Länder haben ihre Unterstützung für die Solarenergie stark zurückgefahren

organischen Halbleitermaterialien und zum Zweiten aus Partnerschaften zwischen Solar- und Glasfirmen ergeben. „Dadurch erwarten wir eine Neugestaltung der Fertigungsstrategien und Lieferketten“, erklären die N-Tech-Analysten. Noch ist die gebäudeintegrierte Photovoltaik aber nur eine Nischenanwendung. Von den rund 40 Gigawatt Solarstromleistung, die 2014 weltweit neu

errichtet wurde, entfiel nur knapp ein Gigawatt auf Fassadenanlagen – das entspricht einem Marktanteil von gerade einmal 2,5 Prozent. Ein Wachstumshemmnis sind die relativ hohen Kosten der Fassadenelemente. Um das zu ändern, müssen die Produktionen erweitert und effizienter werden. Das ist möglich, indem sich die Hersteller etwa auf wettbewerbsfähige Marktsegmente der BIPV und die Produktion vorgefertigter Elemente konzentrieren.

Ebenso wichtig wird es sein, die Technik ins Blickfeld der Architekten zu rücken. Sie setzen Trends und sind für die Bauherren die entscheidenden

Die Nachfrage nach Spezialglas für die BIPV versechsfacht sich bis 2022

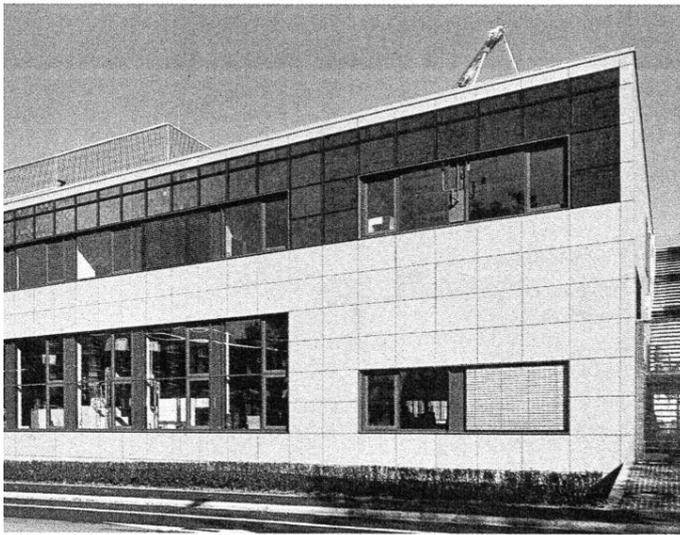
Impulsgeber. Bisher hält sich ihr Interesse an Solarfassaden jedoch in Grenzen, wobei die hohen Kosten dafür nur ein Grund sind. Viele europäische Länder sind dem Beispiel Deutschlands gefolgt und haben die Solarförderung drastisch gekürzt. „Unter diesen Bedingungen hat es die gebäudeintegrierte Photovoltaik schwer“, sagt Tobias Bube vom Architekturbüro Rolf-Disch-Solararchitektur aus Freiburg. Hinzu kommen technische Vorbehalte. So nutzen Fassadenelemente das Licht nicht so effizient wie zur Sonne geneigte Module auf dem Dach. „Das ist rein physikalisch schwierig“, sagt Michael Zach von der Firma Zach-Architekten aus dem bayerischen Otterfing.

Dennoch ist ein Erfolg der BIPV nicht ausgeschlossen, denn sie kann wesentlich zum Klimaschutz beitragen. Die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union (EU) haben sich darauf verständigt, ihre Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 40 Pro-

zent gegenüber 1990 zu reduzieren, die Energieeffizienz um 27 Prozent zu erhöhen und einen Erneuerbare-Energien-Anteil am Gesamtenergieverbrauch von 27 Prozent zu erreichen.

Gebäude stehen dabei besonders im Fokus. Neubauten sollen ab 2020 fast keine Energie mehr für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung benötigen und den restlichen Energiebedarf selbst decken. Die BIPV könnte ins Spiel kommen, wenn Dächer zur Solarstromproduktion fehlen oder in Bürogebäuden besonders ästhetische Lösungen gefragt sind. Außerdem entwickeln sich technische Neuen-

erungen für Fassadenelemente schnell. Dadurch sinken die Kosten und erhöht sich der Gestaltungsspielraum. Ein Beispiel für den Effizienzfortschritt liefert das neue Solarmodul T-Pedge, das das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg gemeinsam mit Industriepartnern entwickelt hat. Die ersten 70 Module dieses Typs wurden im November zu Demonstrationszwecken an der Außenfassade eines ISE-Laborgebäudes in Freiburg angebracht. Sie basieren auf sogenannten Metal-Wrap-Through (MWT)-Zellen aus kristallinem Silizium, die sämtliche Stromanschlüsse auf der Rückseite tragen. So bleibt die Front frei, und es kann mehr Licht eindringen; der Wirkungsgrad steigt auf über 20 Prozent. Das MWT-Konzept ist nicht neu, setzte sich wegen der relativ aufwendigen Produktion aber bisher nicht durch. Das könnte sich ändern: „Wir haben den Prozess vereinfacht“, erklärt ISE-Wissenschaftler Harry Wirth. ▶



Hocheffizienzfassade:
Freiburger Solarforscher
testen neuartige kristalline
Siliziummodule in der
Gebäudehülle ihres Instituts.

Zeit und Kosten werden auch im Modulbau 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 T-Pedge werden die Zellen punktuell zwischen zwei Glasscheiben fixiert – der Einsatz von Folien und das Laminiere entfallen dadurch. Ein thermoplastisches Material dient schließlich zur Randabdichtung, was wiederum den teuren Alurahmen spart. „Die Gesamtkosten des Moduls reduzieren sich so um 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 dabei nur eine Anwendungsmöglichkeit.“

Auch die Firma Ertex-Solartechnik aus dem österreichischen Amstetten setzt vorwiegend hocheffiziente Siliziumzellen in ihren Fassadenelementen ein. Um Architekten möglichst viel Gestaltungsfreiheit zu ermöglichen,

Neuentwicklungen sorgen für sinkende Preise bei den Fassadenelementen

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 Front-

glas mit verschiedenen Farben, Mustern, Strukturen und Transparenzgraden realisieren, außerdem bedrucktes Rückseitenglas und Einkapselungsfolien. Auch farbige und semitransparente Solarzellen sowie gefärbte Lötverbindungen sind möglich. „Auf diese Weise ist die Solarzellenstruktur kaum mehr wahrnehmbar“, erklärt Moor.

Zu den neuesten Projekten, bei denen Ertex-Technik zum Einsatz kommt, zählt die neue Firmenzentrale der österreichischen Püspök Group, eines Projektierers auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien. Das Gebäude ist komplex gestaltet und hat eine futuristische Form, die an ein Ufo erinnert. Um die Gesamtflä-

Neue Technik macht herkömmlichen Siliziummodulen Konkurrenz

che von 307 Quadratmetern passend mit Modulen zu bestücken, lieferte Ertex nicht nur Elemente in verschiedenen Formen, sondern auch in besonderer Größe. Insgesamt wurden 72 Module verbaut; im Schnitt misst ein Element also vier Quadratmeter und ist somit etwa doppelt so groß wie ein Standardmodul. Trotz semitransparenter Ausführung und lichter Belichtung der Zellen erreicht ein Ertex-Modul aber immer noch gute 555 Watt. Zum

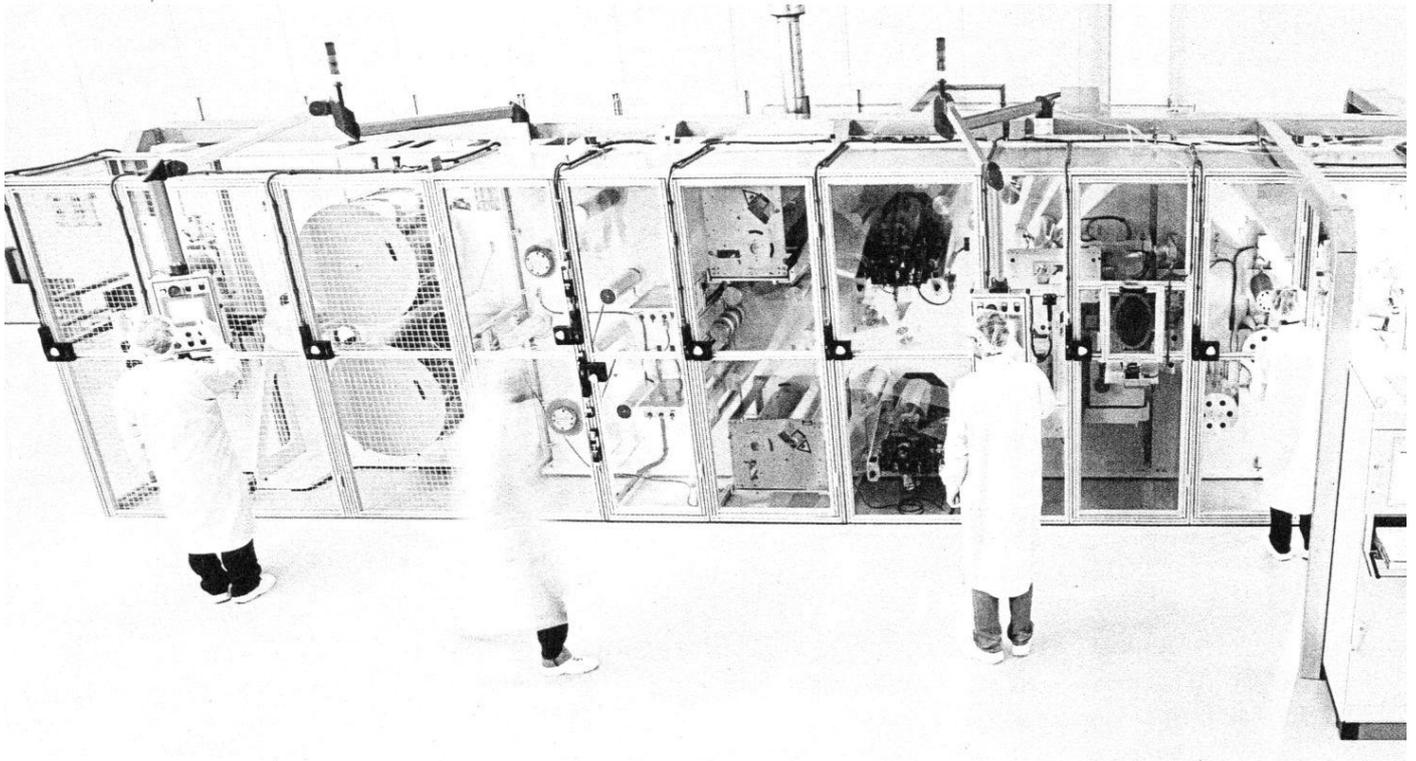
Vergleich: Die besten monokristallinen Standardmodule kommen auf 300 Watt. Das zeigt, dass sich der Widerspruch zwischen Ästhetik und Leistung in der gebäudeintegrierten Photovoltaik allmählich auflöst.

Die Manz CIGS Technology hingegen setzt bei ihren BIPV-Elementen nicht auf kristalline, sondern auf Dünnschichttechnik. Das Unter- ▶

Komplett solar: Dank gut handhabbarer und ästhetisch erscheinender Dünnschichtmodule lassen sich Gebäude vollständig in Solartechnik hüllen.



Foto: Manz AG



Schlanke Linie: Innovative Fertigungsverfahren erleichtern die Produktion von Solarelementen und senken die Kosten der BIPV. Zu den neueren Ansätzen zählt auch die Rolle-zu-Rolle-Technik der Firma Heliatek.

nehmen entwickelt Produktionslinien für Module auf Basis der Elemente Kupfer, Indium, Gallium und Selen und fertigt im süddeutschen Schwäbisch Hall BIPV-Module in diversen, frei wählbaren Dimensionen und Formen. Manz dampft die photoaktive CIGS-Schicht im Vakuum hauchdünn auf Glas auf – dieser Prozess erlaubt variable Modulgrößen und Sonderformen, so Geschäftsführer Bernd Sprecher. Nicht nur die Vielfalt, sondern auch der verbesserte Wirkungsgrad spricht für die Dünnschicht. Bisher waren die Paneele kaum gefragt, weil sie Licht nur mit rund zehn Prozent Effizienz in Strom umwandelten. Das hat sich dank optimierter Produktionsverfahren geändert. CIGS-Module von Manz erreichen mittlerweile fast 15 Prozent Wirkungsgrad, langfristig seien sogar 20 Prozent möglich, erklärt Bernd Sprecher: „Im

Labor werden solche Werte bereits erzielt.“ Damit würde die Dünnschicht in Effizienzbereichen vordringen, die bisher klassischen Siliziummodulen vorbehalten waren.

Dank neuer Halbleiter dürften sich den Architekten künftig noch mehr Gestaltungsspielräume mit Solartechnik bieten. So arbeiten in dem öffentlich geförderten Projekt „Transparente organische Photovoltaik“ verschiedene Unternehmen und Institute daran, organische Photovoltaikfolien für Fenster, Sonnenschutzverglasung und Durchsichtsfassaden zu entwickeln. Der generelle Vorteil der Folien gegenüber der herkömmlichen Photovoltaik besteht darin, dass die Elemente besser handhabbar sind und auch in unregelmäßig geformte Fassaden eingebettet werden können,

Flexible Solarfolien erlangen Marktreife und interessieren Architekten

erklärt Kathleen Walter, Sprecherin der Dredner Firma Heliatek, die die organischen Folien herstellt. Außerdem verspricht die Technik niedrige Produktionskosten, da die winzigen photoaktiven Moleküle (Oligomere) ausreichend verfügbar sind und sich im effizienten Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf Folie abscheiden

lassen. Das ist weitaus weniger aufwendig als die Produktion von kristallinen Siliziumzellen, deren Rohlinge – die Wafer – erst aus einem massiven Block gesägt werden müssen, ehe sie zu Zellen weiterverarbeitet werden können.

In der Baubranche kommen die solaren Leichtgewichte offenbar gut an. „Wir werden mit Anfragen für Pilotprojekte regelrecht überrannt“, sagt Kathleen Walter. Noch hat Heliatek 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. Hier sollen künftig statt wie bisher 50.000 Quadratmeter eine Million Quadratmeter Solarfolie pro Jahr produziert werden. Dann will Heliatek auch breitere Bahnen von bis zu 1,20 Meter herstellen. Die Pilotlinie bringt derzeit nur 30 Zentimeter breite Bahnen hervor. „Dadurch würde sich der Installationsaufwand deutlich verringern“, so Walter.

Neben den organischen Solarfolien halten Wissenschaftler ein weiteres Ass für die BIPV in der Hand: Zellen aus Perowskit. Das Mineral lässt sich ähnlich einfach und sparsam verarbeiten wie Oligomere, kann aber Son-

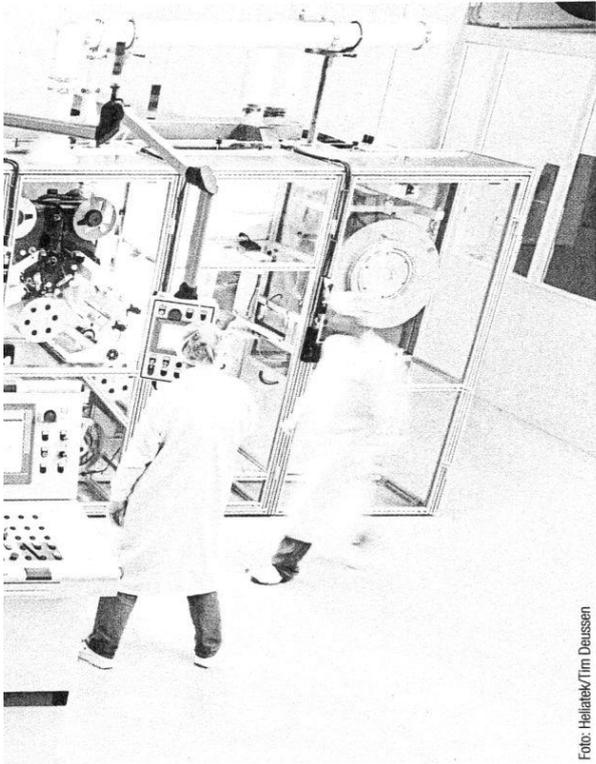


Foto: Heliatek/Tim Deussen

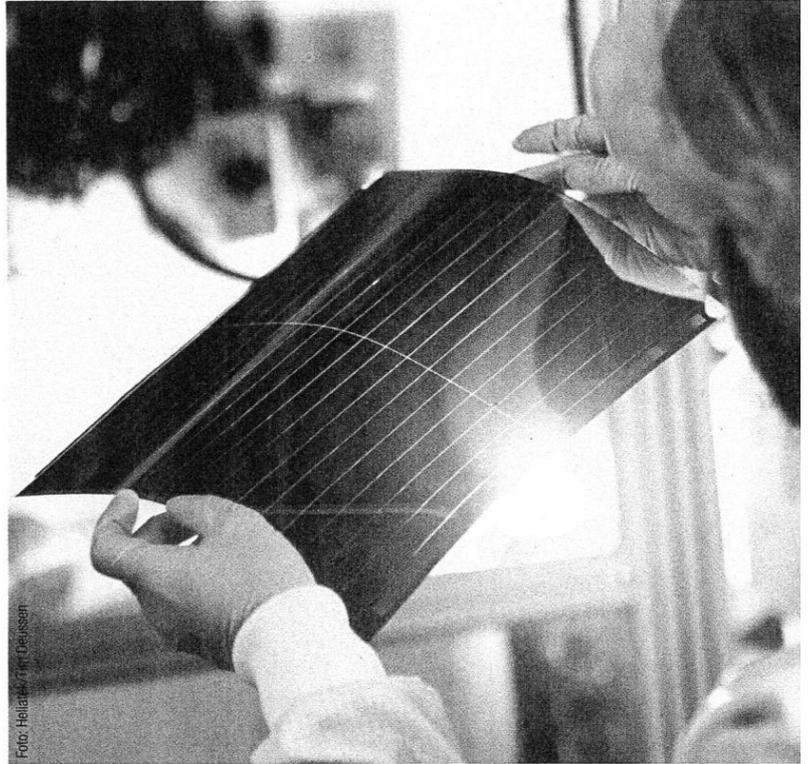


Foto: Heliatek/Tim Deussen

Fast durchsichtig: Flexible, halbdurchsichtige Solarfolien zählen zu den neuesten Errungenschaften.

nenlicht noch effizienter in Strom umwandeln. Ein Forschungsteam unter Leitung der Professoren Michael Grätzel und Anders Hagfeldt an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (EPFL) hat im vergangenen Dezember einen neuen Rekordwert für den Wirkungs-

grad von Perowskitzellen von 21,02 Prozent aufgestellt. Damit erhöhten sie den bisherigen Perowskitrekord um fast einen Prozentpunkt, was in der Photovoltaik als große Errungenschaft gilt. Die Zelle basiert unter anderem auf winzigen Bleikristallen, die in verschiedene ultradünne

Schichten eingebracht und in eine schützende Versiegelung eingebettet sind. Dennoch erzeugte der neue Lichtsammeler ebenso viel elektrische Energie wie eine 150-fach dickere Siliziumzelle. Gelänge es, Perowskitzellen für die BIPV nutzbar zu machen, gäbe es keine technischen

Herausforderung: Forscher tüfteln an stromerzeugenden Fenstern

Heliateks Oligomere gilt, gilt noch mehr für Perowskite: Sie sind extrem empfindlich und müssen besonders gut vor äußeren Einflüssen geschützt werden. „Es geht darum, ihre Stabilität zu erhöhen“, erklärt Dyesol-Sprecherin Eva Reuter. Das Unternehmen will 2018 die Serienfertigung der

Perowskitzellen starten. Dafür plant es in der Türkei eine neue Fabrik mit 600 Megawatt Jahreskapazität. Die nötigen Mittel sollen unter anderem aus einer erfolgreichen Kapitalerhöhung stammen, die Dyesol im Dezember gut fünf Millionen Euro einbrachte. Gelingt die Massenproduktion der günstigen und vielseitigen Perowskitzellen, dürfte das der BIPV einen gehörigen Schub verleihen, auf den Architekten und Bauherren nur warten. □

Die Europäische Union fördert deshalb die Weiterentwicklung der Technik über ihr Programm „Horizont 2020“ mit insgesamt rund drei Millionen Euro. Konkretes Ziel von „Got Solar“, so der Name des Forschungsprojekts, an dem neben Zellenentwickler Dyesol sechs europäische Forschungseinrichtungen beteiligt sind, ist die Entwicklung einer für die industrielle Produktion geeigneten Versiegelungstechnik der Zellen. Denn was für

Perowskitzellen starten. Dafür plant es in der Türkei eine neue Fabrik mit 600 Megawatt Jahreskapazität. Die nötigen Mittel sollen unter anderem aus einer erfolgreichen Kapitalerhöhung stammen, die Dyesol im Dezember gut fünf Millionen Euro einbrachte. Gelingt die Massenproduktion der günstigen und vielseitigen Perowskitzellen, dürfte das der BIPV einen gehörigen Schub verleihen, auf den Architekten und Bauherren nur warten. □

Sascha Rentzing



Foto: © Alain Herzog/EPFL

Pionier: Der Solarforscher Michael Grätzel gilt als einer der Wegbereiter hauchdünner, farbstoffbasierter Solarzellen.