

Völlig von der Rolle

Schutzkleidung war angesagt bei der feierlichen Eröffnung der Flisom-Pilotanlage am 11. Juni. Allerdings nicht die Besucher galt es zu schützen, sondern die empfindlichen Maschinen, aus denen noch in diesem Jahr die ersten flexiblen Solarzellen aus Grossproduktion das Licht der Welt erblicken sollen. Kein Staubkörnchen darf in die Apparaturen gelangen. Die Produktionsanlage des Jungunternehmens ist eine Weltneuheit: In grossen Vakuum-Bedampfungsmaschinen entstehen bis zu ein Meter breite Rollen von flexiblen Solarzellen, basierend auf der an der Empa entwickelten CIGS-Technologie.

Die Abkürzung CIGS steht für Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid, die Halbleitermischung, mit der das Sonnenlicht in Elektrizität umgewandelt wird. Anders als bei herkömmlichen Solarzellen aus kristallinem Silizium ist die Absorberschicht dabei nur ein Tausendstelmillimeter dick – und daher biegsam. Damit lassen sich also erstmals flexible Solarzellen herstellen. Statt einer grossflächigen Fensterfabrik genügt eine platzsparende Folienfabrik, um Solarmodule in Serie zu produzieren. Ein entscheidender Schritt zu der massenweisen Verbreitung der Solartechnik ist damit getan: Die günstigen Module können preiswert auf Dächer montiert oder ins Blechkleid von Autos, Bussen und Lastwagen integriert werden.

So ähnlich wie Kartoffelchips-Tüten

«Was wir hier machen, hat viel mit der Verpackung von Kartoffelchips zu tun», so Ayodhya N. Tiwari. Der Firmengründer ist zugleich Flisom-Verwaltungsrat und Leiter der Empa-Abteilung «Dünnschichttechnologie und Fotovoltaik». «Auch die metallisierten Folien, die Kartoffelchips frisch halten, entstehen in solchen Rolle-zu-Rolle-Verfahren in Vakuum-Maschinen», erläutert der Empa-Forscher. Zwar sei der Aufbau der CIGS-Schichten deutlich komplizierter als die simple Aluminiumschicht, die es zum Schutz von Lebensmitteln braucht. Doch die Vision sei dieselbe: Günstige Folien, in grosser Menge produziert, haben eine Chance

In einer nagelneu eingerichteten Fabrikhalle in Niederhasli bei Zürich laufen demnächst flexible Solarzellen mit Empa-Technologie vom Band. Die Pilotanlage der Spin-off-Firma Flisom ist der erste Schritt zur Serienproduktion und könnte die Kosten für Solarmodule drastisch senken. Dahinter stecken mehr als 18 Jahre Forschung und Entwicklung, zu einem wesentlichen Teil in den Labors der Empa.

TEXT: Rainer Klose / BILDER: Heidi Hostettler



Produktionshalle der Flisom-Pilotfabrik in Niederhasli. Die Rollenmaschinen produzieren flexible Solarmodule in Serie. Pro Jahr können Solarzellen mit einer Leistung von 15 Megawatt gebaut werden.

auf weltweite Verbreitung. K. R. S. Jamwal, Executive Director des indischen Mischkonzerns Tata Industries, hofft darauf, mit der in Niederhasli entwickelten Technik den Weltmarkt zu erobern. Jamwal ist bei Tata unter anderem für die Förderung von Start-ups verantwortlich; der Weltkonzern investierte in den vergangenen Jahren bereits mehrere Millionen Franken in die Schweizer Firma. «Wir engagieren uns in Hightech-Firmen im Silicon Valley, in Boston, an Standorten in Grossbritannien – und nun hier im Grossraum Zürich, wo die Startbedingungen mindestens so gut sind wie in den USA», sagte Jamwal zur Eröffnung. «Ich bin froh, dass ich hier auf hochkarätige Wissenschaftler gestossen bin, mit denen man nicht nur über Forschung, sondern auch über Gewinn reden kann. Das ist eine wunderbare Kombination.»

Bis zu den ersten Verkaufserlösen aus der Solarzellenproduktion ist es allerdings ein weiter Weg. In den nächsten neun bis zwölf Monaten soll die Produktion anlaufen und hochgefahren werden. Doch selbst dann gelangen die ersten CIGS-Zellen von Flisom noch nicht in den freien Verkauf, sondern sind für Forschungszwecke, Langlebigkeitstests und für experimentelle Gebäude wie das «NEST» auf dem Empa-Campus in Dübendorf reserviert. Läuft die Produktion in vollem Umfang, dann kann die Fabrik in Niederhasli jedes Jahr Solarzellen mit einer Gesamtleistung von 15 Megawatt (MW) ausstossen. Die Pilotanlage dient als eine Art Blaupause für kommerzielle Fabriken mit 100 MW Gesamtleistung jährlich. Dies entspricht in etwa der Leistung des neuen Wasserkraftwerks Rheinfelden, das 2010 in Betrieb ging.

Was lange währt ...

Während die Anlagen in Niederhasli Solarzellen mit einem Meter Breite produzieren, läuft die etwas ältere Anlage der Flisom auf dem Empa-Campus ebenfalls weiter. Auf dieser kleineren Anlage werden Herstellungsmethoden für die Solarzellen der nächsten Generation entwickelt. Zugleich forscht Tiwaris Arbeitsgruppe an der Empa weiter an den Grundlagen der Dünnschichttechnologie, etwa daran, deren Effizienz weiter zu steigern – ein Gebiet, auf dem sein Labor bereits mehrmals Weltrekordmarken gesetzt hat.

Doch was im Labor funktioniert, lässt sich nicht sofort in die industrielle Fertigung überführen. Auch bei den biegsamen CIGS-Solarmodulen hat es knapp 20 Jahre gedauert, bis die Technologie aus dem Labor die Reife zur Massenproduktion erreicht hat. «Ein langer Weg, der ohne die Unterstützung

und das Know-how der Empa nicht möglich gewesen wäre», ist Tiwari überzeugt. «Dieses Beispiel veranschaulicht die wichtige Rolle der Empa als Brückenbauer zwischen Forschung und praktischer Anwendung», sagt Empa-Direktor Gian-Luca Bona. «Unsere langjährigen Forschungsanstrengungen auf dem Feld der erneuerbaren Energien zahlen sich eindeutig aus.»

Unterdessen arbeiten die Fachleute der Flisom bereits am Geschäftsmodell für die Vermarktung der CIGS-Zellen. «Wir treten gegen diverse asiatische Hersteller an, die ebenfalls preiswerte Solarzellen produzieren – gegenwärtig jedoch auf Glasplatten», sagt Stephan Stutterheim, zuständig für Business Development bei Flisom. «Unser Vorteil ist,

dass wir massgeschneiderte und kostengünstige Lösungen für unsere internationalen Kunden anbieten können.»

Ein erstes Ergebnis dieser engen Verzahnung mit Kunden war bei der Eröffnung zu sehen: Roland Kern, verantwortlich für die Produktentwicklung bei Flisom, zeigte einbaufertige Dachmodule samt Solarzellen und elektrischer Verkabelung. «Wir können unsere flexiblen Zellen direkt auf Alu- oder Stahlblech integrieren. Das Blech kann nachträglich zu einem Blechdachziegel oder zu einem Fassadenelement gebogen werden», so Kern. «Die Montage dieser leichten und semiflexiblen Solarmodule ist dann für den Handwerker genauso einfach wie die Montage eines normalen Blechdachs.» //



Bild oben: Eröffnung der Flisom-Pilotproduktion am 11. Juni 2015 in Niederhasli ZH. Sitzend: K. R. S. Jamwal vom indischen Investor Tata Industries; hinter ihm Empa-Forscher und Firmengründer Ayodhya N. Tiwari, rechts daneben Staatssekretär Mauro Dell'Ambrogio, der Zürcher Regierungsratspräsident Ernst Stocker, Empa-Direktor Gian Luca Bona und Flisom-COO Sudheer Kumar.

Bild rechts: Flisom-Produktentwickler Roland Kern zeigt, wie aus flexiblen Flisom-Solarmodulen montagefertige Dachpfannen werden.



Kopf-an-Kopf-Rennen der Forscher

Während in der Flisom-Pilotanlage die Produktion startet, darf die Forschung im Labor nicht stillstehen. Über die Jahre gelang es den Empa-Forschern, den Wirkungsgrad flexibler CIGS-Solarzellen immer weiter zu steigern: von 12,8% im Jahr 1999 auf 14,1% (2005), 17,6% (2010) und 18,7% (2011). 2013 gelang dem Team von Ayodhya N. Tiwari ein neuer Rekordwert von 20,4%. Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW) steigerte 2014 mit CIGS-Solarzellen auf Glas diese Marke sogar auf 21,7%. Grundlage für den Erfolg des Empa-Teams war eine neue Herstellungsmethode für CIGS-Solarzellen, bei der Natrium und Kalium in die CIGS-Schicht eingebaut werden. Durch die spezielle Behandlung ändert sich die chemische Zusammensetzung der komplizierten Sandwichstruktur – und damit deren elektronische Eigenschaften, wie unter anderem detaillierte elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben. Mit einer Effizienz von 20,4% können die CIGS-Zellen – endlich – mit den besten polykristallinen Siliziumsolarzellen mithalten. Empa-CIGS-Zellen zählen damit zu den effizientesten weltweit. Die Forschungsarbeiten werden vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF), der Kommission für Technologie und Innovation (KTI), dem Schweizerischen Bundesamt für Energie (BFE) sowie den EU-Rahmenprogrammen gefördert.