

Zunehmender Einsatz von PVB-Folien zur Verkapselung von Solar-Modulen

PVB nimmt mehr und mehr die Führungsrolle bei den Alternativ-Verkapselungsmaterialien zu Ethylen-Vinyl-Acetat (EVA) für Solarzellen ein

Kein Solarmodul ohne sicheren und dauerhaften Schutz der Solarzellen gegen äußere Einflüsse: Verkapselungsmaterialien aus transparenten Kunststoffen leisten hier einen wichtigen Beitrag zur Langlebigkeit von Photovoltaikmodulen und zur dauerhaften Stromproduktion aus Sonnenlicht. Welche Kunststoffe hierfür generell geeignet sind und warum, das beschreibt dieser Beitrag im Überblick. Besondere Beachtung findet dabei Polyvinylbutyral (PVB), eine Folie, die bisher eher bekannt für den Einsatz in Verbundsicherheitsglas war. Erster Hersteller weltweit, der eine spezielle PVB-Folie für den Einsatz in Solarmodulen entwickelte, war die Kuraray Europe GmbH unter dem Markennamen „TROSIFOL“. Seit Anfang der 80er-Jahre befinden sich Solarmodule mit TROSIFOL PVB-Folien in erfolgreichen Freibewitterungs-Versuchen auf Modultestständen des „Photovoltaik-Instituts Berlin“ und des „Fraunhofer-ISE Instituts“ in Freiburg. Konzipiert für alle gängigen Photovoltaik-Modul-Herstellungsverfahren, arbeitet Kuraray zurzeit an der Markteinführung einer zweiten Folien-Generation, die das aktuelle Folienprogramm in speziellen Anwendungsbereichen ergänzt.

Von Dr. Bernhard Koll

EVA als Zellverkapselungsmaterial

Ethylen-Vinyl-Acetat (EVA) ist nach wie vor Marktführer und Standard-Verkapselungsmaterial von Solarzellen. Die gute Verarbeitbarkeit von EVA als vernetzbares gummielastisches Material in Vakuum-Laminatoren und die adaptierten technischen Produkteigenschaften geben den Ausschlag für den häufigen Einsatz. Alternativen standen lange Zeit nicht zur Verfügung, da seit den 90er-Jahren für fertige Module eine Lebensdauer von mindestens 20 Jahren gewährleistet und alle Serienprodukte zertifiziert werden müssen – ein schwieriger Einstieg für andere Kunststoffe, die selten messbare Vorteile zeigten.

Anforderungen an Verkapselungsmaterialien

Zur Sicherstellung der Haltbarkeit von Modulen und zur dauerhaften Stromerzeugung müssen Zell-Verkapselungsmaterialien wichtige Eigenschaften erfüllen, wie beispielsweise:

- den mechanischen Schutz der Zelle
- Bewitterungsschutz
- Elektrische Isolation
- Schockabsorption bei äußerer Einwirkung
- Barrierefunktion gegen Sauerstoff und Wasserdampf
- Verhinderung der Korrosion der Solarzellen
- Adaptierte Haftung zu anderen Modulkomponenten (Glas, Zelle, Rückseitenfolie, Kontakte etc.)
- Hohe Transparenz und hoher UV-Schutz (gegen Abbau des Kunststoffs)

In Summe werden diese Eigenschaften in der Praxis nur von wenigen Kunststoffen sicher erfüllt. Neben den klassischen, auf kristallinen Si-Wafern basierenden Solar-Modulen, gibt es seit fast einem Jahrzehnt auch Dünnschicht-PV-Module, bei denen der

Halbleiter direkt auf (starre) Trägermaterialien - hier bevorzugt Glas - aufgebracht wird und anschließend meistens mit einer weiteren Glasscheibe oder alternativ mit einem mehrlagigen Barriere-Kunststoff rückseitig versiegelt wird (Bilder 2 und 3). Bei Dünnschicht-Modulen ist wegen der Art des Aufbringens der Zelle auf die Glasscheibe (Hochvakuum-Abscheidung bei Temperaturen bis 630 °C) das Trägermaterial in der Regel vorgegeben, wobei neben Glas jedoch auch flexible Werkstoffe aus Kupfer- oder Edelstahl als Substrat verwendet werden können.

Überblick über die möglichen Zell-Verkapselungsmaterialien

Tafel 1 gibt einen Überblick über die heute industriell eingesetzten Verkapselungsprodukte. Unterschieden werden elastomer- vernetzende und thermoplastische Produkte.

Zu den elastomer-vernetzenden Produkte gehören das am häufigsten verwendete EVA sowie die TPU- und Acrylat-Gießharze und zweikomponentige Silikone, die unter Hitze und/oder UV-Licht zu einem gummielastischen Material vernetzen und damit die Solarzelle sicher einbetten.

Demgegenüber stehen die thermoplastischen Produkte, die unter Hitzeeinwirkung aufschmelzen ohne zu vernetzen, und sich somit in der chemischen Zusammensetzung nicht verändern. Dazu zählt insbesondere das Polyvinylbutyral (PVB), die wichtigste Alternative bei Verkapselungsmaterialien, insbesondere für Dünnschicht-Solarmodule. Alle übrigen Produkte wie Polyurethan (TPU), Ionoplaste, modifizierte Polyolefine und die vorher genannten Elastomere spielen derzeit nur eine untergeordnete Rolle.

Polyvinylbutyral (PVB)

Der Kunststoff Polyvinylbutyral (PVB) wird seit den 40er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts als Zwischenschicht in Verbundsicherheitsglas eingesetzt. Hauptanwendungen sind Windschutzscheiben in Fahrzeugen sowie Sicherheitsverglasungen

in Architekturanwendungen, z. B. modernen Glasfassaden. Seit 2005 gibt es in der PV-Modulindustrie und in der Glasindustrie Bestrebungen, bei Doppelglas-Elementen mit integrierten Solarzellen existierende Verkapselungsmaterialien durch PVB-Folie zu setzen, um die Sicherheitsanforderungen der Modul-Verbundgläser in der Gebäude-Integration (BIPV – „Building Integrated Photovoltaics“) maßgeblich zu erhöhen. Darüber hinaus lassen sich Dünnschicht-Solarmodule, die aus zwei Glasscheiben mit einer PVB-Zwischenschicht bestehen, mit dem aus der Verbundsicherheitsglas-Herstellung bewährten Laminationsverfahren kostengünstig herstellen. Mit der heute sichtbaren und weiter stark steigenden Nachfrage nach Dünnschicht-Solarmodulen - Prognosen gehen von 40 Prozent der gesamten Modulproduktion bis 2020 aus - wird der Einsatz von PVB-Folie entsprechend weiter ansteigen und sich der Marktanteil erheblich vergrößern.

TPU, Silikone und andere Verkapselungsmaterialien

Gründe für den geringen Marktanteil der übrigen Kunststoffe sind fehlende Erfahrungen mit den Produkten in der Solar-Industrie, die teilweise unzureichenden technischen Eigenschaften sowie zu hohe Kosten. Nicht zuletzt müssen die Produkte eine Haltbarkeit im Solarmodul von 20-25 Jahren sicher nachweisen, was nur durch Erfüllung der relevanten elektrischen Normen (elektrische Funktionsprüfungen nach IEC) möglich ist.

Durch den Kostendruck der Hersteller auf die Systemkosten der Module fallen teurere Produkte, wie z. B. TPU und Ionoplaste meistens aus der engeren Wahl. Neue Kunststoffe müssen hohe technische und kommerzielle Hürden überwinden, um als Verkapselungsmaterial für Solarzellen anerkannt und eingeführt zu werden.

Verfahren zur Verkapselung der Solarzellen

Seit mehreren Jahrzehnten wird zur Verkapselung der Solarzellen

der Ein-Etagen-Vakuumlaminator als bevorzugte Produktionsmaschine eingesetzt. Er erlaubt bei vernetzenden Kunststoffen kurze Durchlaufzeiten und eine hohe Produktionseffizienz. Für andere Produkte, wie beispielsweise thermoplastische Kunststoffe, muss das Verfahren prozesstechnisch angepasst werden, da diese wegen höherer Aufschmelztemperaturen mehr Energie und Zeit zum Verbinden benötigen und daher die Taktzeiten etwas verlängern können. Die Entwicklung und Verfügbarkeit von so genannten Mehr-Etagen- oder Stapel-Laminatoren erhöht die Durchlaufzeiten der Module im Verkapselungsschritt und senkt die Kosten der Modulherstellung erheblich. Diese Laminatoren erlauben deutlich größere und vollautomatisierte Modulfabriken, was die Herstellkosten signifikant senkt. Diese Verfahrenstechnik ist zudem für thermoplastische Verkapselungsmaterialien wie PVB-Folie und andere von Vorteil, da hier durch deutlich reduzierte Durchlaufzeiten die Kosten nachhaltig senken.

Die Lamination von Dünnschicht-Solarmodulen kann jedoch auch in einem Durchlauf in einem Rollen-Laminator mit geschlossenem Druckautoklaven-Prozess erfolgen. Dieses Verfahren wird erfolgreich seit Jahrzehnten in der Verbundsicherheitsglas-Herstellung mit PVB-Folien eingesetzt und ist mindestens so effizient wie der Vakuum-Laminator.

Modul-Applikation und deren Einfluss auf die Materialien

Generell werden Solarmodule bevorzugt entweder als Aufdachmontage oder in Freiflächen als Photovoltaik-Kraftwerke montiert. Diese beiden Installationsarten machen heute den Hauptanteil der kommerziell installierten Solarmodule aus. Daneben besteht die Möglichkeit, Solarmodule in Gebäuden zu integrieren (BIPV), beispielsweise in Fassaden oder als solare Glasdach-Elemente. Auch wenn der Markt dafür heutzutage noch klein ist, wird BIPV eine große Zukunft prophezeit. Zurzeit beträgt der Marktanteil

weniger als 1 Prozent der Modul-Installationen, weil die Systeme noch sehr kostenintensiv sind und die Gebäude-Anschluss technik nicht hinreichend entwickelt und genormt ist. Ein Beispiel stellt die New Yorker Haltestelle „Stillwell Avenue“ dar, größte S-Bahn-Station der Welt mit der weltweit größten gebäude-integrierten Photovoltaikanlage mit Dünnschicht-Solarmodulen mit TROSIFOL PVB-Folien. Für gebäudeintegrierte Photovoltaik gelten insbesondere in Europa die gleichen hohen Sicherheitsstandards wie für alle Verglasungen an Fassaden oder im Bereich der „Überkopfverglasungen“. In Deutschland ist im Überkopfbereich nach Bauregelliste Verbundsicherheitsglas mit einer Zwischenschicht aus PVB-Folie vorgeschrieben. Beim Austausch dieser Elemente gegen Solarmodule bleiben die Standards bestehen. Das bedeutet, dass EVA und andere Kunststoffe in PV-Modulen in solchen Anwendung nur mit hohem Genehmigungsaufwand verwendet werden können. Für die gebäudeintegrierte Photovoltaik rechnen Experten in den nächsten zehn Jahren mit einem starken Anstieg der kommerziellen Nutzung.

Zusammenfassung

Standen bis vor wenigen Jahren bei der Photovoltaik klassische Anwendungen wie auf Dächern montierte Systeme oder Kraftwerks-Montagen im Vordergrund und wurden bevorzugt auf kristallinen Zellen basierende Module verwendet, so war EVA als Zell-Verkapselungsmaterial erste Wahl.

Mit der Erweiterung der Zell- und Modulpalette um Dünnschicht-Varianten, neuen und verbesserten Verfahren zum Herstellen von Modulen sowie neuen Einsatzmöglichkeiten, wie die gebäude-integrierte Photovoltaik, werden sich auch die Einkapselungsmaterialien für Solarzellen an die neuen Bedingungen anpassen. Eine sehr wichtige Alternative ist TROSIFOL SOLAR PVB-Folie.

28. September 2010

Wir freuen uns auf Ihren Besuch während der „glasstec 2010“ in Düsseldorf: Halle 10, Stand E36.

Bitte besuchen Sie TROSIFOL auch in der Sonderausstellung „glass technology live“ in Halle 11, Stand 11B26.

Dieser Text hat 10.011 Anschläge. Sie können den Text und passende Fotos auch aus dem Internet unter der folgenden Adresse herunterladen:

<http://www.trosifol.com/>

Passende LUMINEO Fotos können Sie unter dieser Adresse herunterladen (Bildunterschriften/Fotograf sind in den IPTC-Daten gespeichert, alle Fotos: Kuraray Europe GmbH, Division TROSIFOL):

<http://gallery.me.com/rainer.hardtke#100689>

Auf den Fotos sind jeweils die Tag-Ansichten dargestellt sowie die dazu passenden Nacht-Ansichten mit der LUMINEO Anmutung.

Fotos zu TROSIFOL Architekturanwendungen können Sie hier herunterladen:

<http://gallery.me.com/rainer.hardtke#100548>

Und Abbildungen zu TROSIFOL SOLAR finden Sie hier:

<http://gallery.me.com/rainer.hardtke#100540>

Presse-Ansprechpartner: Jörg Theesfeld, Leiter Business Development & Marketing
Kuraray Europe GmbH, Division TROSIFOL,
Mülheimer Straße 26, 53840 Troisdorf
Telefon: +49 (0) 22 41 / 2555-202
Fax: +49 (0) 22 41 / 2555-299
E-Mail: trosifol@kuraray.eu