

PRESSEINFORMATION

21 | 16

PRESSEINFORMATION

30. November 2016 | Seite 1 / 4

Flexibler Schutz für »aktive« Gebäudekomponenten und Fassaden

Erfolgreicher Projektabschluss des BMBF Forschungsprojekts »flex 25« ebnet den Weg zu neuartigen Produkten aus Fluorpolymerfolien im Gebäudebereich. Der Trend in Architektur und Gebäudewirtschaft geht zu »aktiven« Gebäuden, die sich mithilfe integrierter flexibler Elektronik verändernden Umweltbedingungen anpassen, komfortable Funktionen und Nutzungskonzepte bieten und energetisch effizient sind. Beispiele dafür sind in Fassaden integrierte Solarmodule oder elektrochrome Fenster, die sich bei starker Sonneneinstrahlung von selbst verdunkeln. Herausforderungen hierbei sind die geforderte Lebensdauer der Bauelemente und ihre direkte Integration in die Gebäudehülle, besonders dann, wenn Leichtbausysteme oder flexible Membrandächer/Fassaden gefordert werden.

Im Forschungsprojekt »flex 25« konnte ein wesentlicher Fortschritt auf dem Weg zur Integration elektronischer Bauelemente in flexible, folienbasierte Gebäudehüllen erzielt werden. Ein prominentes Beispiel für eine solche Gebäudehülle ist die Fassade der Allianz-Arena in München, die aus Fluorpolymerfolien besteht. Im Rahmen von »flex 25« wurden erstmals erfolgreich neue und kostengünstige Verfahren zur Beschichtung solcher Fluorpolymerfolien angewendet. Die Folien wurden in einem Rolle-zu-Rolle Verfahren mit einem mehrlagigen Schichtsystem zum Schutz der Bauelemente vor Wasserdampf beschichtet und an der Wetterseite langzeitstabil optisch entspiegelt. Die Umsetzung des Rolle-zu-Rolle Verfahrens ermöglicht sehr geringe Produktionskosten und eine großflächige Funktionalisierung von Membranelementen von nahezu unbegrenzter Länge.

Gefördert durch das
Bundesministerium für
Bildung und Forschung.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Flexibilität überall

In nahezu allen Lebensbereichen geht der Trend zu flexiblen elektronischen Lösungen: Angefangen beim Fitnessarmband mit biegbarem Display bis hin zur flexiblen Solarzelle als Ladestation für den Smartphone-Akku.

Im Fokus des Projektes »flex 25« stand die Überführung bestehender Vakuum- und Atmosphärenbeschichtungsverfahren auf witterungsstabile Foliensubstrate mit dem Ziel, hohe Barrierewirkung gegenüber Wasserdampf und Sauerstoff und gleichzeitig eine hohe optische Transmission der beschichteten Folie zu gewährleisten. Die so entstehende oberflächenveredelte Kunststoffolie soll zur Verkapselung von flexiblen elektronischen Bauelementen eingesetzt werden. Mit derartigen Bauelementen lassen sich aktive Gebäudekomponenten in großflächigen Szenarien gestalten – beispielsweise zur Funktionalisierung flexibler Membrandächer von Stadien oder Veranstaltungshallen

oder der Ausstattung von bereits bestehenden Gebäudefassaden oder Industriedächern mit Solarzellen. Sowohl großflächige Fassaden als auch Membrandächer erlauben aufgrund ihrer geringen Tragfähigkeit häufig keine Installation von klassischen glasverkapselten Solarmodulen. Folienbasierte Solarmodule haben ein etwa 40-fach verringertes Gewicht im Vergleich zu jenen glasverkapselten Modulen und lassen sich damit auch in Membrandächer integrieren.

Die Forscher der Fraunhofer-Institute FEP, ISC und IVV haben im Rahmen des Projektes »flex 25« eine wirtschaftlich und technologisch vorteilhafte Alternative zur Glasverkapselung entwickelt. Grundlage ist die Nutzung des Ultrabarrierekonzepts »POLO[®]-Hochbarriere«, das nun auf witterungsbeständige Fluorpolymer-Folien (z. B. ETFE) als Substrat übertragen werden kann. Damit können extrem wasserdampf- und sauerstoffundurchlässige Funktionsfolien für das Verkapseln von z. B. organischen opto-elektronischen Bauelementen wie organische Leuchtdioden (OLED) oder flexible organische Solarzellen im Pilotmaßstab hergestellt werden.

Barrierschichten für hohe Anforderungen

Basis der Funktionsfolien ist ein Mehrschichtaufbau aus speziellen Hybridpolymeren (ORMOCER[®]en) und mindestens einer Metalloxidschicht (siehe Abbildung). ORMOCER[®] ist der Name einer am Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC entwickelten Materialklasse und kann als Lack nasschemisch in einem Rolle-zu-Rolle-Beschichtungsverfahren appliziert werden. ORMOCER[®]-Schichten planarisieren die raue Folienoberfläche und gleichen damit Oberflächen- und Schichtdefekte aus. Darüber hinaus haben sie gute Gasbarriereeigenschaften und schützen mit integrierten UV-Absorbern darunterliegende Schichten und das verkapselte Bauteil zusätzlich vor der schädigenden Wirkung von UV-Strahlung.

Die am Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP aufgetragenen anorganischen Metalloxidschichten sorgen in Verbindung mit den ORMOCER[®]-Schichten für eine ideale Barriere gegen die Diffusion von Wasserdampf und Sauerstoff zu den elektronischen Bauelementen. Die Zink-Zinn-Oxid- oder Aluminiumoxid-Schichten konnten durch Anpassen des Prozesses an die speziellen mechanischen Eigenschaften der ETFE-Folien großflächig im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mittels reaktivem Dual-Magnetron-Sputtern im Vakuum auf die Folie appliziert werden.

Neben der Entwicklung der passenden Ausgangsschichten ist die funktionelle Beschichtung der Fluorpolymerfolien mit einem Multischichtsystem wegen der speziellen mechanischen Eigenschaften von ETFE und anderen Fluorpolymeren eine besondere Herausforderung. Viele Fluorpolymere, darunter ETFE, haben einen niedrigen Elastizitätsmodul, der eine höhere Dehnung durch die mechanische Zugbelastung des Rolle-zu-Rolle-Verfahrens hervorruft und zur Schädigung der bereits applizierten Schichten führen kann. Prozesstemperaturen von über 100 °C verstärken dieses Risiko. An dieser

Stelle hat das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV als Spezialist für die Verarbeitung von Verpackungsmaterialien das ORMOCER®-Auftragsverfahren im Rolle-zu-Rolle-Prozess derart optimiert, dass der notwendige Trocknungsschritt bei 120 °C bei gleichzeitiger mechanischer Belastung auch auf Fluoropolymerfolien angewandt werden kann.

Gemeinsam haben die drei Fraunhofer-Institute einen robusten Fertigungsprozess entwickelt, mit dem im Pilotmaßstab konstant hochwertige Barrierschichten mit einer Wasserdampfdurchlässigkeit von 0,002 g/(m²d) bei 38 °C und 90 % Luftfeuchtigkeit auf Fluoropolymerfolien als Substrat hergestellt werden können. Diese bilden die Voraussetzung für eine lange Einsatzdauer der empfindlichen elektronischen Komponenten bei gleichbleibend hoher Leistung.

Nanostrukturierung

Neben einer guten Barrierewirkung ist insbesondere für die Frontseitenverkapselung von Solarzellen eine hohe Lichtdurchlässigkeit der Folie entscheidend. Im »flex25«-Projekt konnte dies durch eine plasmagestützte Nanostrukturierung der Oberfläche umgesetzt werden. Das Fraunhofer FEP erreichte durch Behandlung der Fluoropolymer-Oberfläche mit einem reinen Sauerstoffplasma einen kontinuierlichen Übergang des Brechungsindex – ähnlich dem Mottenaugeneffekt – und damit eine optische Entspiegelung. Mit einseitiger Entspiegelung können für eine ETFE-Folie somit maximale Transmissionswerte von mehr als 95 % erreicht werden. Eine beidseitige Entspiegelung ermöglicht theoretisch bis zu 98 % Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich des Lichts.

Wie geht es weiter?

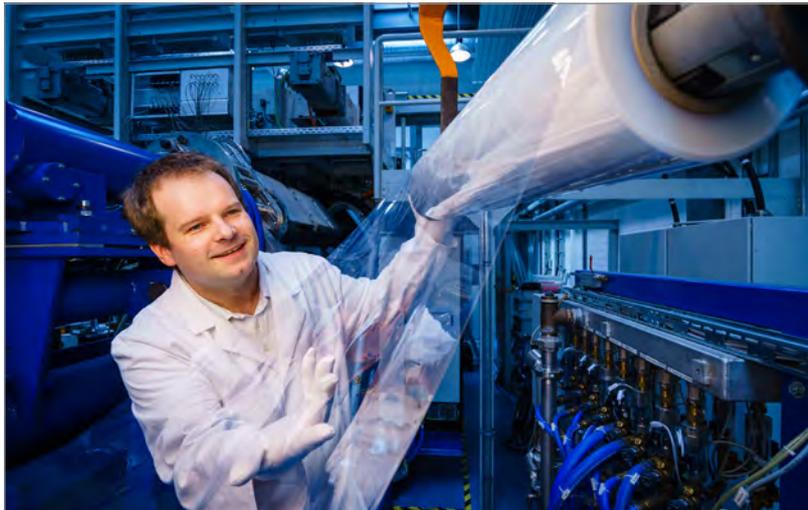
Nach dem erfolgreichen Projektabschluss im April 2016 arbeitet das Fraunhofer-Team jetzt an der Überführung der Verfahren in industrielle Anwendungen. Weiterführende Fragen zur Langzeitwitterungsstabilität, Wärme-Feuchte-Beständigkeit sowie Integration der entwickelten Folie in Bauelemente sind noch zu betrachten und stellen künftige Forschungsschwerpunkte dar. Auch das Zusammenspiel zwischen Bauelement, Klebstoffen und Funktionsfolie muss noch im Detail erforscht werden um innovativen Fassaden, die großflächig Strom erzeugen, hell erstrahlen oder sich im Sommer selbst verdunkeln, einen Schritt näher zu kommen. Vielleicht können in Zukunft eine Allianz-Arena in München, ein Water Cube in Peking oder ein Khan Shatyr Entertainment Center in Astana so in nachhaltig neuem Licht erstrahlen.

Die Entwicklung wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekts »flex25« (Förderkennzeichen 03V0224 im Programm „Validierung des Innovationspotentials wissenschaftlicher Forschung“) realisiert.

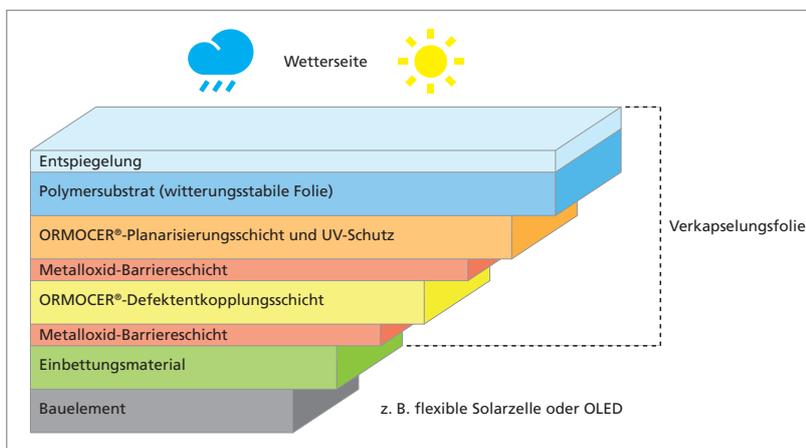
21 | 16

PRESEINFORMATION

30. November 2016 | Seite 4 / 4



© Fraunhofer FEP, Fotograf: André Wirsig | Bildquelle in Druckqualität: www.fep.fraunhofer.de/presse



Schichtaufbau des Systems

© Fraunhofer FEP | Bildquelle in Druckqualität: www.fep.fraunhofer.de/presse

Das **Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP** arbeitet an innovativen Lösungen auf den Arbeitsgebieten der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen Elektronenstrahltechnologie, Sputtern, plasmaaktivierte Hochratebedampfung und Hochrate-PECVD sowie Technologien für organische Elektronik und IC-/Systemdesign. Fraunhofer FEP bietet damit ein breites Spektrum an Forschungs-, Entwicklungs- und Pilotfertigungsmöglichkeiten, insbesondere für Behandlung, Sterilisation, Strukturierung und Veredelung von Oberflächen sowie für OLED-Mikrodisplays, organische und anorganische Sensoren, optische Filter und flexible OLED-Beleuchtung. Ziel ist, das Innovationspotenzial der Elektronenstrahl-, Plasmatechnik und organischen Elektronik für neuartige Produktionsprozesse und Bauelemente zu erschließen und es für unsere Kunden nutzbar zu machen. Das COMEDD (Center for Organics, Materials and Electronic Devices Dresden) führt seit 2014 alle bisherigen Aktivitäten im Bereich der organischen Elektronik unter dem Dach des Fraunhofer FEP weiter.