

Zukunft Bau

KURZBERICHT

II 3-F20-10-1-137 / SWD-10.08.18.7-12.06

Titel

Technologieentwicklung leichter, flexibler Photovoltaikmodule auf der Basis von ETFE und CIGS-Foliensolarzellen für die Architektur

Anlass

Im abgeschlossenen Forschungsprojekt sollten zur Erschließung neuer Anwendungsfelder für die Photovoltaik-Technologie PV-Dünnschichtmodule auf der Basis von extrem leichten, hochflexiblen Foliensolarzellen (CIGS) und ETFE-Folien für die Integration in Membranen für flexible und filigrane Dach- und Fassadenkonstruktionen entwickelt und getestet werden.

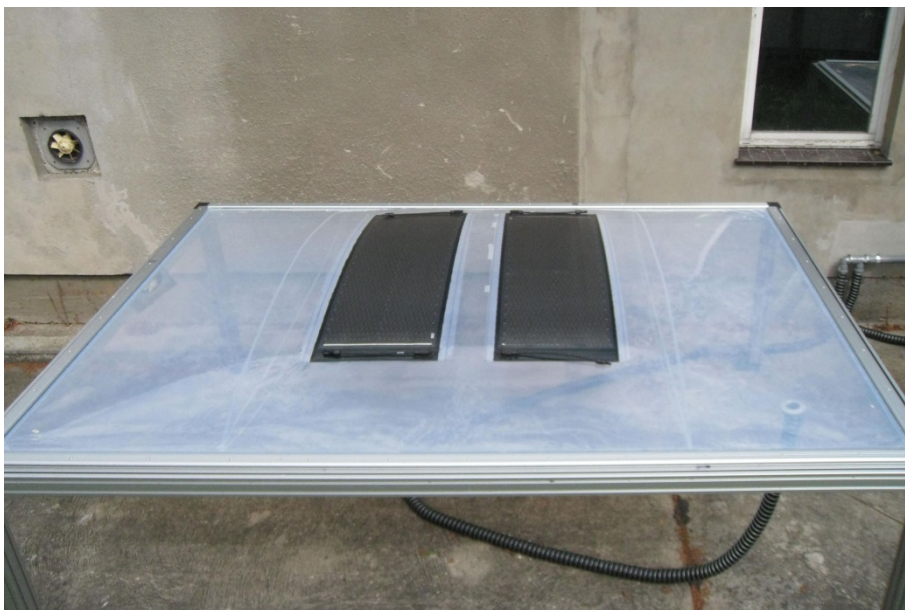


Bild 1: Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit außenliegenden PV-Modulen

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Membrankonstruktionen erlauben die Errichtung sehr wirtschaftlicher und ästhetischer Gebäudehüllen in vielfältigster Kontur, die viel Luft und Tageslicht ins Innere lassen. Sie faszinieren durch Transparenz bzw. Transluzenz, Leichtigkeit und Dynamik. Die häufig großen zur Sonne ausgerichteten Flächen ohne störende und verschattende Auf- und Einbauten sind bisher nicht zur solaren Energiegewinnung nutzbar, da keine gebrauchstauglichen Photovoltaik-Systemlösungen zur Verfügung stehen. Mit Hilfe einer direkten Integration von CIGS-Foliensolarzellen in das Membranmaterial kann ein neues Anwendungsfeld für die PV-Technologie erschlossen werden. Allerdings sind die CIGS-Foliensolarzellen sehr feuchteempfindlich, weshalb sie eine wasserdampfdichte Abdeckung erfordern. Derzeit sind die im Bauwesen geforderten Lebensdauern nur mit Glas als dampfdiffusionsdichte Frontabdeckung zu erreichen. Als Material für Membrankonstruktionen hat sich ETFE-Folie aufgrund ihrer ausgezeichneten mechanischen Eigenschaften und der extrem guten Beständigkeit schon seit Jahrzehnten weltweit im Baubereich bewährt. Als Baustoff zeichnet es sich durch eine selbstreinigende Oberfläche, ein gutes Brandverhalten und eine nahezu vollständige Recyclingfähigkeit aus. Allerdings ist ETFE-Folie nicht dampfdiffusionsdicht, weshalb sie nicht ohne weiteres als alternative Barrierschicht und Abdeckung für CIGS-Foliensolarzellen dienen kann. Damit bestand der Forschungsansatz

des abgeschlossenen Forschungsprojekts in der Modifizierung bzw. Optimierung von ETFE-Folien hinsichtlich einer wirksamen Feuchtebarriere und in der Entwicklung eines PV-Laminats aus Foliensolarzellen und ETFE.



Bild 2: Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit innenliegenden PV-Modulen

Zur Untersuchung der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von Verbänden aus ETFE und PV-Modulen im praktischen Einsatz wurde ein Freibewitterungsprüfstand entwickelt. Es wurden die auftretenden Beanspruchungen insbesondere hinsichtlich Temperatur- und Luftfeuchteentwicklung durch Versuche an zwei Modellaufbauten von Kissenkonstruktionen gemessen. Des Weiteren sollte eine Wasserdampfbarriere auf ETFE Folie aufgebracht werden. Eine besondere Herausforderung stellte hier das Substrat dar. ETFE besitzt eine sehr geringe Oberflächenspannung und lässt sich somit nur sehr schlecht benetzen. Zur Verbesserung der Benetzbarkeit, wurden zwei verschiedene Vorbehandlungsverfahren getestet. Neben dem Einsatz von Corona-Plasma kam ein Primer zum Einsatz. Im nächsten Schritt wurde eine Haftschicht entwickelt, die eine feste Verbindung mit den vorbehandelten ETFE-Folien einging. Anschließend sollte auf die Haftschicht eine Barrierschicht aufgetragen werden. Es kamen verschiedene Barrierschichten zum Einsatz, so dass mehrere ETFE-Folien-Muster mit unterschiedlichen Kombinationen aus Vorbehandlung, Haftschicht und Barrierschicht erhalten wurden. Mit diesen Folienmustern wurden PV-Testmodule gefertigt und diese im Damp-Heat-Test geprüft. Für die Applikation von realen PV-Modulen auf ETFE-Kissen musste ebenfalls aus Gründen der schlechten Haftfähigkeit von ETFE-Folien eine geeignete Füge-technik entwickelt werden.

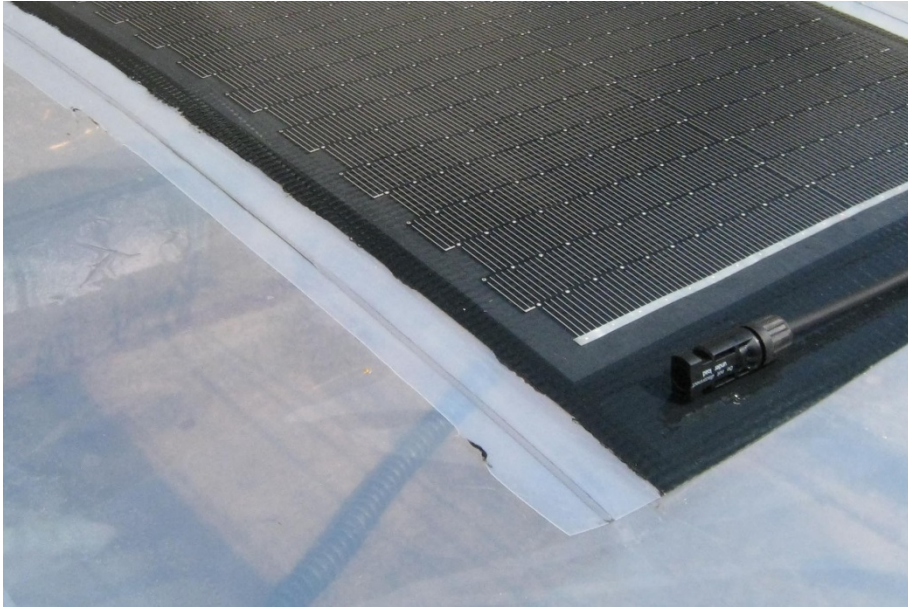


Bild 3: Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit außenliegenden PV-Modulen (Detail)

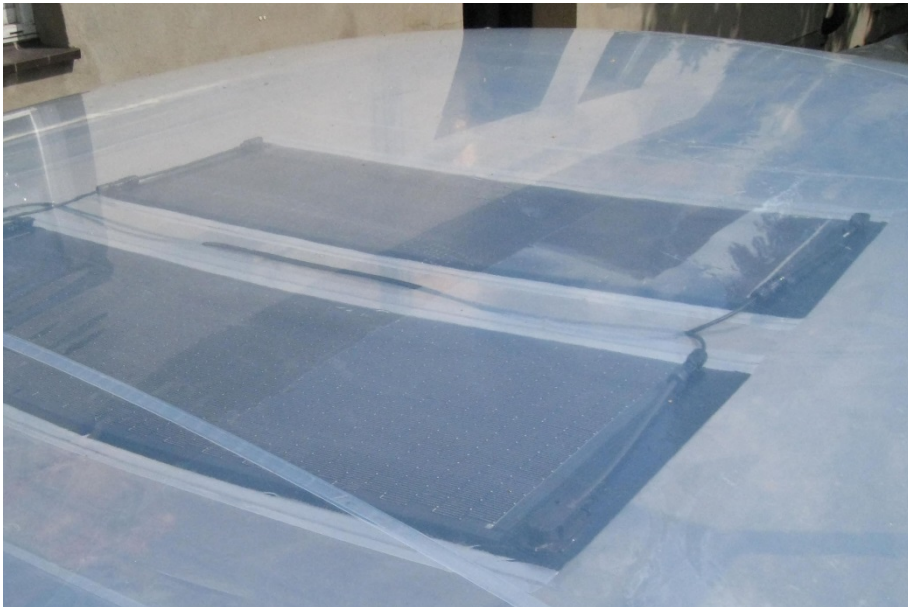


Bild 4: Freibewitterungsprüfstand des ETFE-Kissen-Prototyps mit innenliegenden PV-Modulen (Detail)

Es gelang mit Hilfe eines thermomechanisch stabilen Einbettmaterials (Geniomer®) ETFE-Streifen an die PV-Module zu laminieren, um im weiteren Verfahrensschritt der Herstellung der ETFE-Kissen die PV-Module mittels Anschweißen an die ETFE-Kissen-Lagen zu befestigen. Es wurden zwei verschiedene Prototypen aus jeweils dreilagigen ETFE-Kissen konstruiert. Bei einem Kissen befanden sich die PV-Module auf der Kissenoberlage, bei dem anderen auf der Kissenmittellage und damit innerhalb des ETFE-Kissens. Die so hergestellten Prototypen wurden in den Freibewitterungsprüfstand eingebracht. Mit Hilfe eines Kennlinienmessgeräts mit Solarstrahlungs- und Temperatursensor wurden an den Prototypen Einstrahlungs-, Temperatur- und Leistungsmessungen durchgeführt.

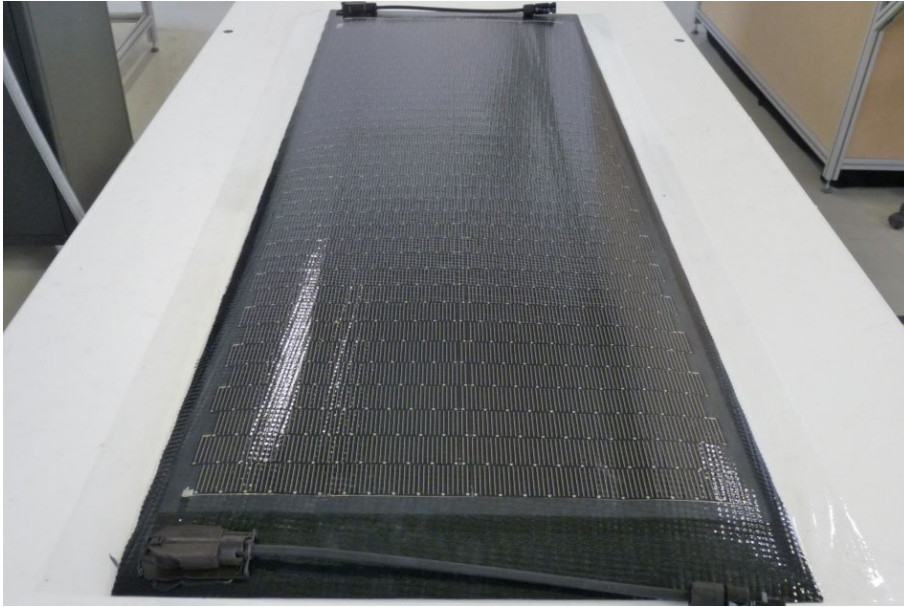


Bild 5: PV-Modul mit ETFE-Streifen an den Modulrändern zur Aufbringung auf die ETFE-Kissen-Prototypen

Fazit

Im Rahmen des Projekts konnte ein Fügeverfahren entwickelt werden, mit dem es trotz der schlechten Hafteigenschaften von ETFE gelang, PV-Module dauerhaft auf ETFE-Kissen zu befestigen. Es wurden zwei verschiedene dreilagige ETFE-Kissen hergestellt, wobei sich die PV-Module zum einen auf der Oberlage und zum anderen auf der Mittellage befanden. Die solartechnischen Untersuchungen zeigten, dass die Leistungsausbeute der innenliegenden PV-Module vergleichsweise etwas höher war. Um die Wasserdampfdurchlässigkeit der ETFE-Folien zum Schutz der empfindlichen Solarzellen zu verringern, wurden verschiedene Barrierschichten entwickelt, aber keine dieser Schichten stellte sich als geeignet heraus.

Eckdaten

Kurztitel: ETFE-PV

Forscher / Projektleitung: Prof. Dr.-Ing Bernhard Weller, TU Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Baukonstruktion, 01062 Dresden

Gesamtkosten: ca. 227.000 €

Anteil Bundeszuschuss: 69,27%

Projektlaufzeit: 21.05.2012 bis 30.04.2014