

Forschungsprojekt

Integration von CIS-Photovoltaik in Wärmedämm-Verbundsysteme (PV-WDVS)

Kurzbericht

Projektpartner

CIS Solartechnik GmbH & Co. KG

Sto AG

TU Dresden - Institut für Baukonstruktion

Zentralverband Deutsches Baugewerbe (ZDB)



Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weller, TU Dresden

Bearbeiter

Dipl.-Ing. Jasmin Fischer, TU Dresden

Dr. Hubertus Wabnitz, Hamburg

Das Forschungsprojekt wurde mit Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesinstitutes für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) gefördert.

AZ: SF-10.08.18.7-10.6 / II 3-F20-08-1-070

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt bei den Autoren.

30.11.2012

Technische Universität Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Baukonstruktion
D-01062 Dresden

Telefon +49 351 46334845
Telefax +49 351 46335039
www.bauko.bau.tu-dresden.de

1 Ziel der Forschungsaufgabe

Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) nehmen bei der Fassadendämmung wegen ihrer bauphysikalischen Eigenschaften, verbunden mit einer hohen Wirtschaftlichkeit, eine besondere Rolle ein. WDVS werden bereits seit rund 50 Jahren sowohl im Neubau als auch im Bestand eingesetzt und stellen somit eine bewährte Bauweise dar. Das Forschungsprojekt soll WDVS mit der Nutzung erneuerbarer Energien kombinieren und Photovoltaik- (PV-) Module als Bauteilschicht integrieren. Leichte Solarpaneele ohne Glas auf Basis der CIS-Dünnschichttechnologie ermöglichen die konstruktive Umsetzung einer wärmedämmenden und gleichzeitig energieaktiven, voll funktionstüchtigen Außenwandbekleidung in einem Aufbau.

Es liegen keine Erkenntnisse über die Integration durch insbesondere Klebung von PV-Elementen in WDVS vor. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll unter Berücksichtigung der baurechtlichen, konstruktiven, bauphysikalischen und gestalterischen Randbedingungen eine dauerhaft gebrauchstaugliche und wirtschaftliche Fassade erprobt und entwickelt werden.

2 Durchführung der Forschungsaufgabe

Das Ziel soll in einer interdisziplinären Forschungsarbeit durch Beteiligte aus Wissenschaft, Industrie und Praxis realisiert werden.

Die Bearbeitung erfolgt in folgenden Schritten:

- Markt- und Patentrecherche
- Definition der Anforderungen
- Weiterentwicklung eines glasfreien PV-Moduls
- Entwicklung und Prüfung von PV-WDVS-Aufbauten
- Betrachtungen zur Nachhaltigkeit
- Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit
- Verbreitung der Ergebnisse

3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Markt- und Patentrecherche

WDVS werden seit ca. 50 Jahren zur energetischen Verbesserung der Außenwände verwendet. Seit den 1960er Jahren sind über 700 Mio. m² Fassadenfläche in Deutschland verarbeitet worden. Einfluss auf die künftige WDVS-Entwicklung nimmt die Neubautwicklung, die nachträgliche Dämmung von Fassaden sowie die Instandsetzung von Wärmedämm-Verbundsystemen. Dabei sind politische und finanzielle Faktoren wie die Gesetzgebung zur Energieeinsparung bei Gebäuden und die staatliche Förderung, aber auch die demographische Entwicklung wichtige Kriterien. Unter Berücksichtigung der Einflussfaktoren und Entwicklung gehen Studien davon aus, dass der WDVS-Markt von derzeit ca. 40 Mio. m²/a bis zum Jahr 2025 leicht ansteigt auf bis zu 65 Mio. m²/a. Prognostiziert wird ab 2025 ein Rückgang des Marktes bis 2040.

Mit dem Energiekonzept vom 28. September 2010 hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, dass der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung im Jahr 2050 80% betragen soll. Die Schaffung weiterer Anreize und die Schaffung der technischen Möglichkeiten, durch PV erzeugten Strom für den Eigenverbrauch zu nutzen und zu speichern, werden den Anteil der PV-Gebäudeintegration weiter ansteigen lassen.

Eine Auswertung der während der Laufzeit des Projektes von dem Patentinformationszentrum (PIZ) der TU Dresden ermittelten Patentschriften zeigt, dass diese insbesondere die Verbindung flexibler PV-Module auf Dächern, die Verbindung starrer PV-Module, mechanische Montagesysteme und die Herstellung von Solarmodulen betreffen. Patente für die PV-Integration durch Klebung in ein WDVS, die auch die Verbindung der Elemente einschließt, sind nicht bekannt.

Entwicklung und Prüfung des PV-WDVS

Die Projektteilnehmer entschieden sich für eine Vorfertigung des PV-WDVS-Elementes, das heißt eine werksseitige Verklebung des PV-Moduls auf der Trägerplatte. Wegen der staubfreien und temperierten Umgebung im Werk kann bei der Vorfertigung eine gleichbleibende Eigenschaft der Klebverbindung gewährleistet werden, zudem ist eine Verarbeitung durch entsprechende zu berücksichtigende Aushärtezeiten des Klebstoffes auf der Baustelle u. U. nicht möglich.

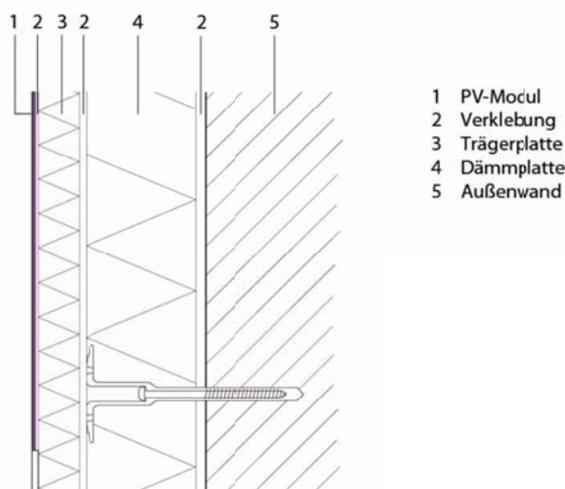


Abbildung 1: Konstruktion des PV-WDVS

Im Rahmen des Projektes wurde von der CIS Solartechnik GmbH & Co. KG das glasfreie PV-Modul für die Anwendung weiterentwickelt. Kunststofffolien weisen im Gegensatz zu Glas eine hohe Wasserdampf- und Sauerstoffdurchlässigkeit auf, wodurch die Lebenszeit der Solarmodule verkürzt wird. Durch Aufbringen von Barrierschichten lässt sich die Durchlässigkeit gegenüber Wasserdampf und Sauerstoff reduzieren. Mit dem Einsatz einer neu entwickelten Ultrahochbarrierefolie konnten die Anforderungen erfüllt werden.

Ausgehend von den Anforderungen wurde als Trägerplatte insbesondere eine Polyurethan (PUR)-Hartschaumplatte untersucht. Zusätzlich kam eine Putzträgerplatte aus Blähglasgranulat zum Einsatz.

Messungen am nicht hinterlüfteten, gedämmten PV-Modul sowie hygrothermische Simulationen zeigten, dass Temperaturen im Modul bis zu 85 °C erreicht werden können. Durch hygrothermische Simulationen wurde zudem beurteilt, dass im Bauteil keine kritische Feuchte auftritt.

Mittels Schälversuchen, Haftzugfestigkeitsversuchen und Scherversuchen, die im Friedrich-Siemens-Laboratorium der TU Dresden durchgeführt wurden, wurde ein geeigneter Klebstoff für die Verklebung des glasfreien PV-Moduls auf der Trägerplatte nachgewiesen. An den Klebstoff werden unter anderem folgende Anforderungen gestellt:

- Eignung für den Einsatz im Außenbereich
- Temperaturbeständigkeit von bis zu 85 °C
- Beständigkeit unter Einwirkung von Feuchtigkeit
- Hohe Zugfestigkeit
- Eignung für flächigen Auftrag
- Haftung auf PV-Rückseitenfolie und auf der PUR-Hartschaumplatte
- Spannungsausgleichendes Kleben unterschiedlicher Materialien

Ausgehend von den Anforderungen wurden insbesondere elastische 2K-Klebstoffe untersucht.

Nach ETAG 017 bzw. 004 muss die Haftzugfestigkeit zwischen Deckschicht und Dämmstoff mindestens 0,08 N/mm² betragen oder ein Versagen im Dämmstoff auftreten.

Es wurden verschiedene Materialien unter verschiedenen Temperaturen sowie gealterte und ungealterte Probekörper untersucht. Der Versuchsaufbau für die Haftzugfestigkeitsversuche erfolgte nach DIN EN 1607. Die Prüfungen wurden bestanden. Um eine Aussage über die Haftzugfestigkeit zwischen Rückseitenfolie und Klebstoff zu erhalten, wurden zudem Probekörper ohne Trägerplatte geprüft. Der Bruch trat in der PV-Rückseitenfolie auf, d.h. er ist auf ein Materialversagen und nicht auf unzureichende Haftung zwischen den Materialien zurückzuführen. (vgl. Abbildung 4)

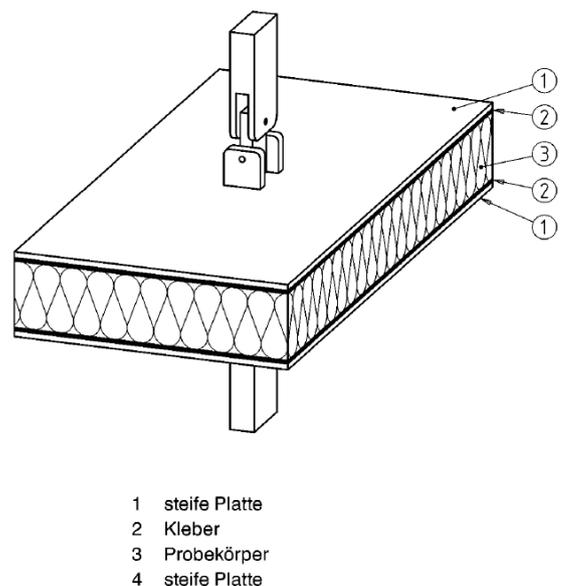


Abbildung 2: Versuchsaufbau

Die thermischen Längenänderungen des PV-Moduls beanspruchen den Klebstoff auf Scherung. Durch Scherversuche wurden die Temperaturendehnungen simuliert.

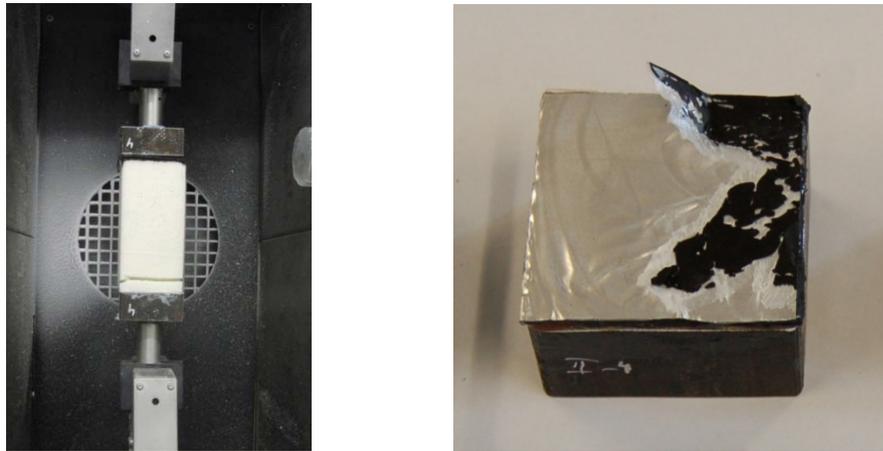


Abbildung 3 und 4: Probekörper nach Versuchsdurchführung

Das hygrothermische Verhalten der Testwand wurde mit verschiedenen Aufbauten in der Kurzbewitterungsanlage bei der Sto AG untersucht. Die Testwand wurde folgendem Zyklus unterworfen. Es erfolgt eine Erwärmung auf 70 °C bzw. auf 85 °C durch IR-Bestrahlung, wobei die Temperatur für zwei Stunden gehalten wird. Anschließend erfolgt eine zweistündige Berieselung bei einer Wassertemperatur kleiner als 20 ° C. Die Testwand wurde 200 Zyklen unterworfen.

Als Trägerplatte kamen sowohl eine PUR-Hartschaumplatte als auch eine Putzträgerplatte zum Einsatz. Als Anschlusslösungen wurden zwei Varianten getestet. Zum einen wurde um das PV-Modul ein Randstreifen vorgesehen, der mit dem Armieren des WDVS mit überarmiert wird. Bei der zweiten Variante wurden ein Kantenprofil und ein Fugenband um die Trägerplatte gelegt, die bündig mit dem PV-Modul abschließen. Es wurden PV-Module der CIS Solartechnik und der Solarion AG getestet.

Die Elemente, die mit dem empfohlenen Klebstoff aufgeklebt waren, haben die Prüfung bestanden.



Abbildung 5 und 6: Varianten (Sto AG) und Aufbau Testwand

Visualisierung

Das Erscheinungsbild kann durch die Modulgröße sowie die Modulanordnung und Variation der Abstände entscheidend bestimmt werden. In Abhängigkeit der Zellanzahl kann die Modulgröße theoretisch frei gewählt werden.

Die Farbwirkung der Fassade könnte z.B. durch einen farbigen Modulrand oder durch eingefärbte Oberputze bzw. durch farbige Beschichtung des Oberputzes verändert werden.

Die Abbildung zeigt eine Visualisierung der PV-Module an einem Einfamilienhaus.



Abbildung 7: Visualisierung (Sto AG, TUD)

Ökologie

In der Ökobilanz werden Produktsysteme hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen über den gesamten Lebenszyklus beurteilt. Während das Bauteil Photovoltaikmodul bzw. die Photovoltaikanlage getrennt bilanziert werden kann, hängt die Energieeinsparung durch Dämmstoffe von dem Gebäude ab, sodass eine getrennte Betrachtung von PV und Dämmstoff erfolgte. Ein Beurteilungskriterium für die PV ist die Energierückgewinnungszeit, die für CIS-Module in Deutschland unter drei Jahren liegt. WDVS zeichnen sich ebenso durch geringe energetische Amortisationszeiten aus, die bei einer Sanierung von Altbauten häufig bei unter einem Jahr liegen.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit der in das WDVS integrierten PV hängt neben den Investitionskosten und den Betriebskosten u.a. vom Ertrag der Anlage ab. Der Ertrag der Anlage wird vom Standort und damit den Wetterbedingungen, der Ausrichtung, der Einbausituation und damit Temperaturentwicklung im Modul sowie der Anlagengüte mit ihrer optimalen Auslegung und Installation bestimmt. Die Art der Finanzierung, evtl. Förderung, der Anteil des Eigenverbrauchs und die Strompreisentwicklung nehmen ebenso Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Berechnungen zeigen, dass sich die PV-Anlage in den ersten 10 Jahren amortisieren kann.

Verbreitung der Ergebnisse

Zur Verbreitung der Ergebnisse wurden das Projekt und die Ergebnisse in Fachzeitschriften sowie in Vorträgen vorgestellt. Ein Prototyp war auf den Messen Deubau 2012 und bautec 2012 ausgestellt.