TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen Institut für Baukonstruktion

FORSCHUNGSPROJEKT

Untersuchung eines gedämmten Paneels mit integrierter Photovoltaik zur Verwendung in Pfosten-Riegel-Konstruktionen (Gedämmtes PV-Paneel)

KURZBERICHT

Datum: 31.08.13

Projektpartner: Manz CIGS Technology GmbH

MBM Metallbau Dresden GmbH

TU Dresden – Institut für Baukonstruktion

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

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jasmin Fischer, TU Dresden

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

Aktenzeichen: AZ: II 3-F20-11-1-115 / SWD-10.08.18.7-12.18

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Adresse:
TU Dresden
Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Baukonstruktion
01062 Dresden

Telefon: 0351 463 3484
Fax: 0351 463 35039
Besucher: Beyer-Bau, Zimmer 202
E-Mail: bauko@mailbox.tu-dresden.de
http://www.bauko.bau.tu-dresden.de

Prüfstelle nach LBO
SAC23

DRESDEN concept
Exzellenz aus Wissenschaft und Kultur

1 ANLASS

Photovoltaik in der Fassade kommt derzeit insbesondere in den opaken Bekleidungselementen von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden oder in den Isoliergläsern von Vorhangfassaden zum Einsatz. Die opaken Flächen in Vorhangfassaden stellen ein großes, bisher kaum genutztes Potenzial für die Energieerzeugung durch Solarenergie dar.

Als opake Brüstungselemente bzw. zur Verkleidung von Decken in Pfosten-Riegel-Konstruktionen werden insbesondere gedämmte Fassadenpaneele eingesetzt. Das Forschungsprojekt dient der innovativen Fortentwicklung dieser Paneele zu einem stromerzeugenden Fassadenpaneel, kurz PV-Paneel genannt, indem ein Photovoltaikmodul in die Deckschicht integriert wird.

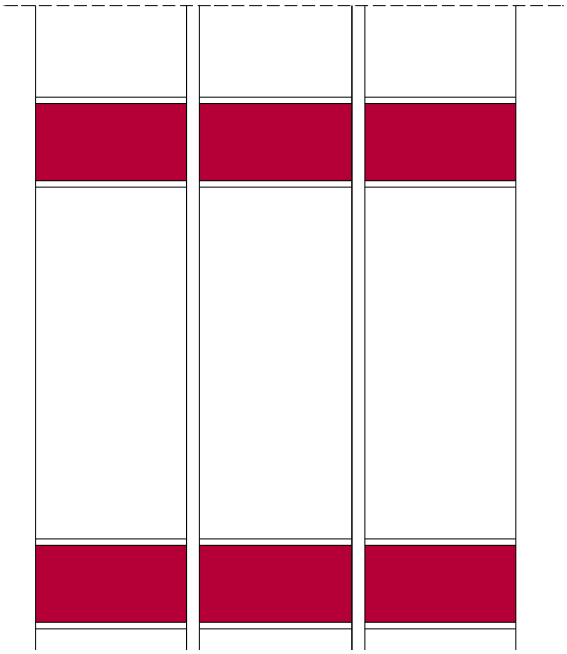

Bild 1 Skizze Systemfassade mit farbigen Paneelen

2 GEGENSTAND DER FORSCHUNGSAUFGABE

Das zu entwickelnde Element erfordert Know-How aus den Bereichen Architektur, Baukonstruktion und Photovoltaik und deshalb einen interdisziplinären Forschungsansatz. Das Projekt wird von dem federführenden Forschungsinstitut, Institut für Baukonstruktion, Technische Universität Dresden, und den Industriepartnern Manz CIGS Technology GmbH und MBM Metallbau Dresden GmbH bearbeitet.

Bild 2 stellt den Arbeitsablauf dar.

					2012						2013							
					Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.
Paket	**Bearbeitungsinhalt**	**MBM**	**TUD**	**Manz**														
0	**Koordination**		**1,5**															
1	**Marktrecherche und Patentrecherche**	**0,5**	**0,5**	**0,5**														
2	**Ermittlung der Anforderungen**	**0,5**	**2,0**	**0,5**														
2.1	Definition architektonischer Kriterien																	
2.2	Definition baukonstruktiver Kriterien																	
2.3	Definition bauphysikalischer und elektrotechn. Kriterien																	
3	**Entwicklung und Herstellung PV-Paneele und Prüfstand**	**3,5**	**2,0**	**2,0**														
3.1	Entwicklung und Herstellung PV-Prototypen																	
3.2	Entwicklung Prüfstand																	
A	**1. Zwischenbericht**		**1,0**															
4	**Prüfungen**		**7,5**															
4.1	Materialverträglichkeitsprüfungen																	
4.2	Bestrahlungsprüfungen indoor/Temperaturmessung/elektr. Vermessung																	
5	**Simulationen Temperaturentwicklung**		**2,0**															
6	**Abschlussbericht**	**1,0**	**2,5**	**1,0**														
	Personenmonate	**5,5**	**19,0**	**4**														

Bild 2 Arbeitsplan

2.1 GEDÄMMTES PV-PANEEL

Als Füllelemente in Pfosten-Riegel-Konstruktionen werden in der Regel Verglasungen oder vorgefertigte Dämmpaneele eingesetzt. Diese bestehen aus einer Dämmschicht im Kern, einer rückseitigen Verkleidung aus z.B. Aluminiumblech und einer vorderseitigen Abdeckung aus z.B. farbigem Einscheibensicherheitsglas. Der Ersatz der Deckschicht durch ein Photovoltaikmodul soll im Rahmen des Projektes untersucht werden.

Es werden zwei Befestigungsarten des Paneels untersucht, die Standardlösung mit vierseitig linienförmiger Lagerung durch Klemmleisten und die Structural Glazing (SG)-Fassade mit zusätzlicher mechanischer Sicherung.

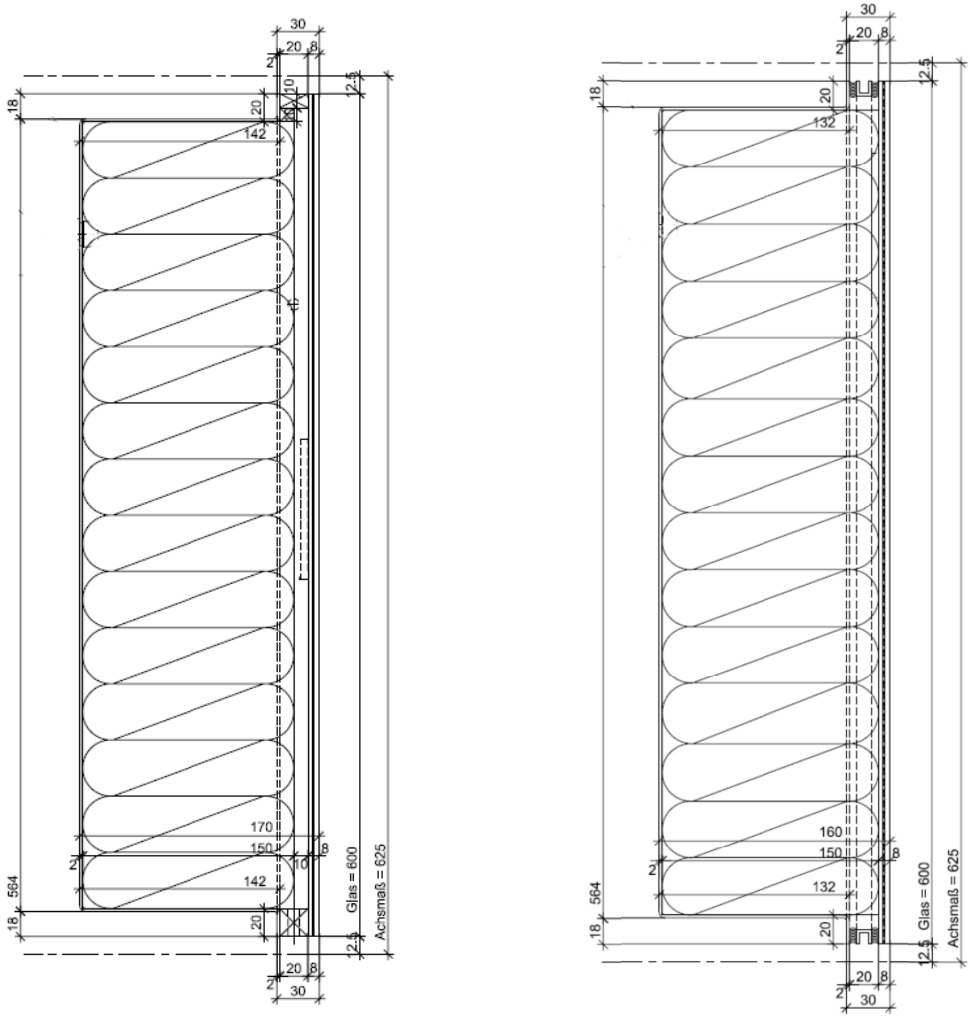

Bild 3 Vertikalschnitt Paneel für die Systemfassade (links) und die SG-Fassade (rechts)

Bild 4 PV-Paneel für Systemfassade

2.2 MATERIALVERTRÄGLICHKEITSPRÜFUNGEN

Durch Materialverträglichkeitsprüfungen wird das Verhalten bei direktem Kontakt sowie bei eventuellem Austritt von Additiven zwischen Laminationsfolie und den verwendeten Klebstoffen untersucht. Als Klebstoffe werden ein 1-Komponenten (K) PU-Klebstoff der Fa. Henkel (Probenreihe B), der bei der Befestigungsart mit Klemmleisten zur Verklebung des Einleimers eingesetzt wird, getestet, sowie die bei der SG-Fassade zum Einsatz kommenden Klebstoffe der Fa. Dow Corning, der 2K-Silikonkautschuk für den konstruktiven Einsatz (Probenreihe A) und die 1-K-Silikondichtungsmasse für den Einsatz in der Witterungsfuge (Probenreihe C).

Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an die ift-Richtlinie DI-02/1: Verwendbarkeit von Dichtstoffen, Teil 2 Prüfung von Materialien in Kontakt mit der Kante von Verbund- und Verbundsicherheitsglas.

Nach 7, 14 bzw. 21 Wochen wurden die visuellen Veränderungen beurteilt. Berücksichtigt werden Größe/Durchmesser der Blasen, die Gesamtanzahl der Blasen, die Eindringtiefe, die Verfärbung und Delaminationen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Probekörper nach Versuchsdurchführung.

Bild 5 Probekörper A nach 21 Wochen

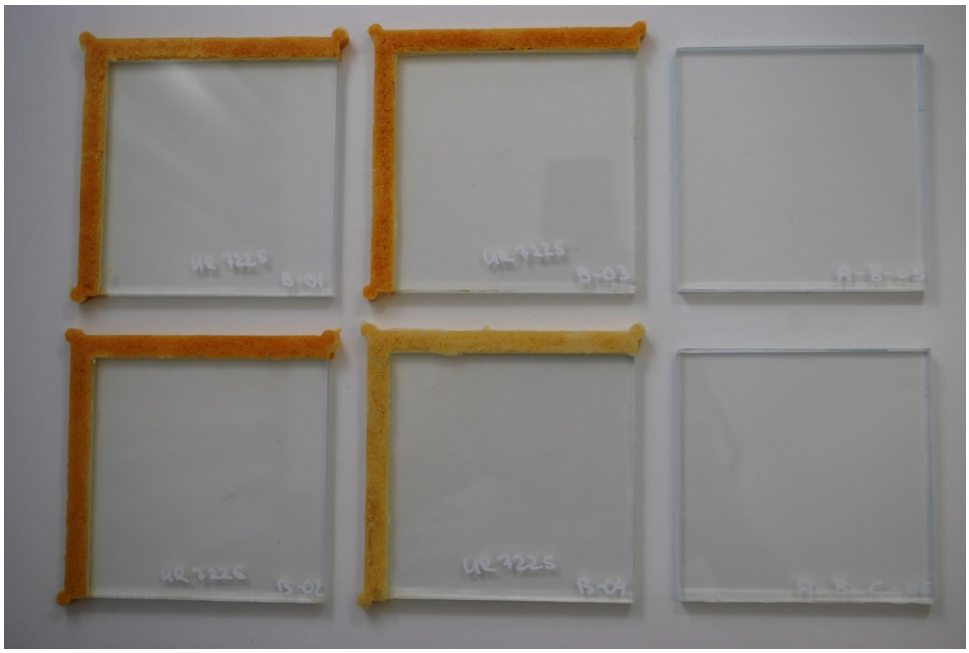

Bild 6 Probekörper B nach 21 Wochen

Bild 7 Probekörper C nach 21 Wochen

Es sind keine Veränderungen aufgetreten, die eine Auswirkung auf die Nutzungssicherheit erwarten ließen.

2.3 BESTRAHLUNGSPRÜFUNGEN

Bei der Leistung eines Photovoltaikmoduls spielt die Zelltemperatur eine große Rolle. Eine wesentliche Forschungsaufgabe war deshalb zu untersuchen, welchen Einfluss eine rückseitige Dämmung auf die Temperaturentwicklung und die Leistung des Photovoltaikmodules hat.

Als Strahler stehen Lampen mit solarähnlichem Spektrum zur Verfügung. Die Bestrahlungsstärke wird über den Abstand zwischen Lampen und PV-Modul reguliert. Bei einem Abstand von 50 cm beträgt die mit einem Pyranometer gemessene Einstrahlung in Modulmitte ca. 900 W/m^2. Die äquivalente Einstrahlung bei Referenzspektrum, d.h. Sonnenspektrum beträgt 280 W/m^2.

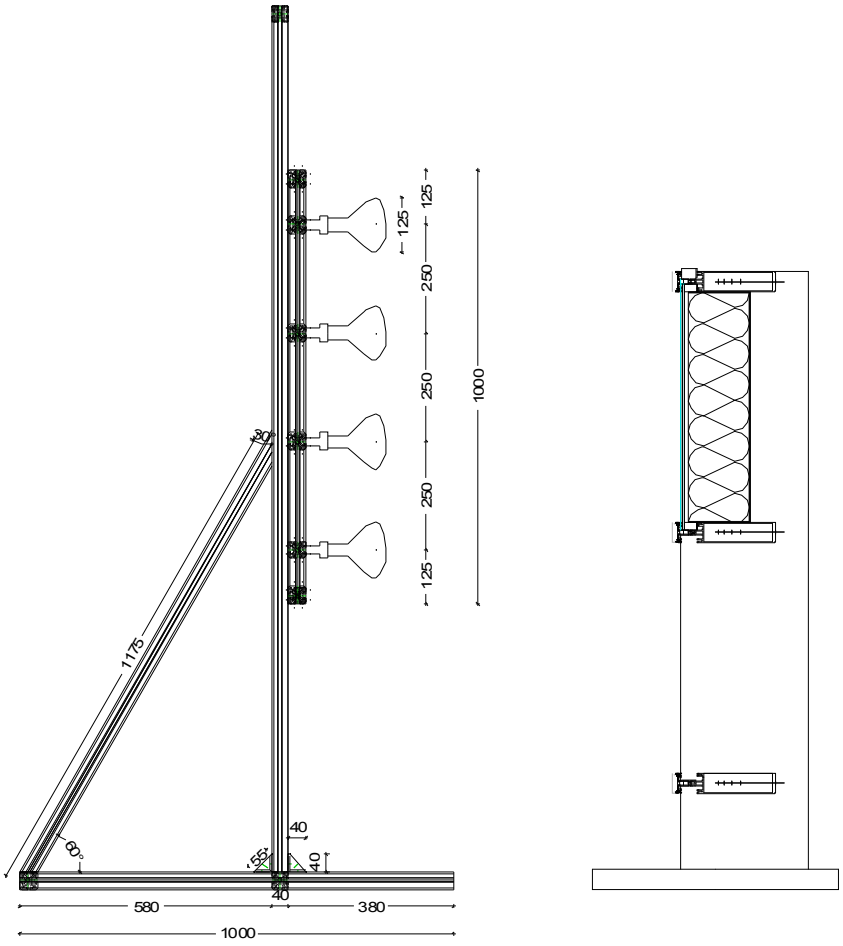

Bild 8 Versuchsaufbau mit Bestrahlungseinheit und Prüfstand

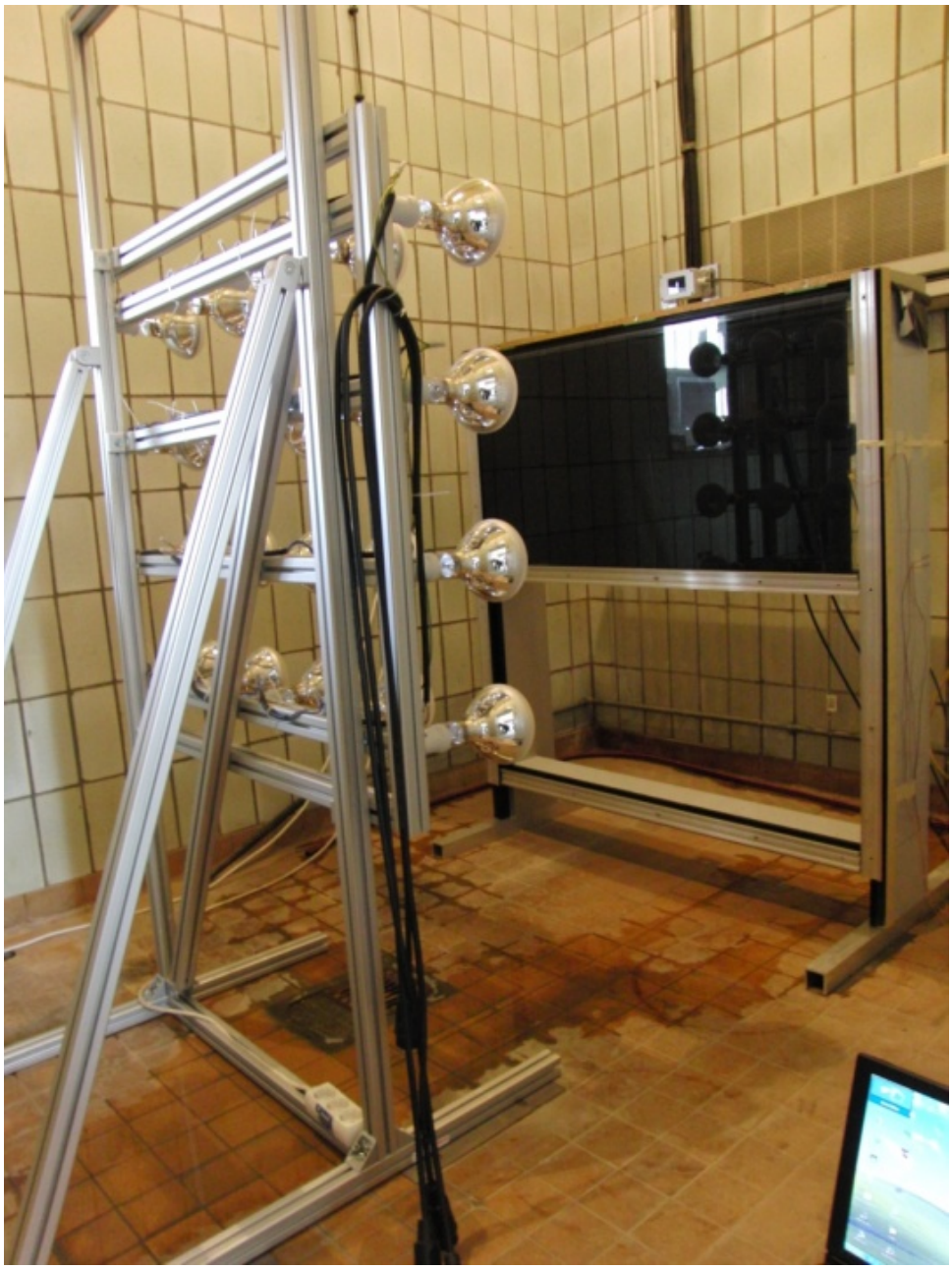

Bild 9 Bestrahlungseinheit und Prüfstand mit PV-Modul PV-S-1

Als Temperaturfühler werden Thermoelemente des Types T verwendet. Ein wichtiges Auswahlkriterium war die geringe Dicke der Thermoelemente. Die maximale Dicke ist durch die Stärke der Verbundfolie des PV-Moduls vorgegeben, da die Thermoelemente zwischen Verbundfolie und Zellebene des PV-Moduls mit einlaminiert wurden.

Für die Bestimmung der Leistung wird das PV-Modul an eine elektronische Last angeschlossen.

Die Versuchsdurchführung der Referenzmodule, nicht gedämmt, und der gedämmten PV-Paneele erfolgt gleich. Der Versuch wurde bei einem Abstand der Bestrahlungseinheit von 50 cm gestartet. Bei einer Temperatur von ca. 75 °C in Zellenebene wurden die Strahler

ausgeschaltet. Nachdem das System wieder auf Raumtemperatur abgekühlt war, wurde der Versuch bei einem Abstand der Strahler von 30 cm fortgeführt. Nachdem die Temperatur in Zellebene 50 °C erreicht hatte, wurde der Abstand der Bestrahlungseinheit auf 10 cm verringert und ohne Abkühlen des Systems der Versuch fortgeführt, bis in Zellebene die Temperatur von 75 °C erreicht war.

Zu beachten ist, dass aufgrund der gegebenen Randbedingungen im Innenraum mit geringen Wärmeübergängen andere Temperaturen erreicht werden als unter realen Witterungsbedingungen.

In folgender Abbildung sind im Vergleich dargestellt die gemessenen Temperaturen des Referenzmoduls PV-S-1 und des PV-Paneels-S-1 in Zellebene.

Die Temperatur am Messpunkt Mz2, d.h. in Zellebene in Modulmitte des Referenzmoduls steigt bei einem Abstand von 50 cm linear an bis zu einer Temperatur von ca. 50 °C. Anschließend strebt sie asymptotisch einem Grenzwert zu. Die vorgegebene Abbruchtemperatur ist nach 2680 s erreicht.

Die Abbruchtemperatur im PV-Paneel ist schon nach 1450 s erreicht. Die Temperaturkurve steigt linear an mit ähnlicher Steigung wie beim Referenzmodul. Während die Kurve des Referenzmoduls asymptotisch einem Grenzwert zustrebt, ist beim PV-Paneel ein Grenzwert nicht abzusehen.

Bei einem Abstand von 30 bzw. 10 cm überwiegt der Einfluss der Einstrahlung deutlich, sodass in dem betrachteten Temperaturbereich die Temperaturverläufe des Referenzmoduls und des PV-Paneels fast identisch sind.

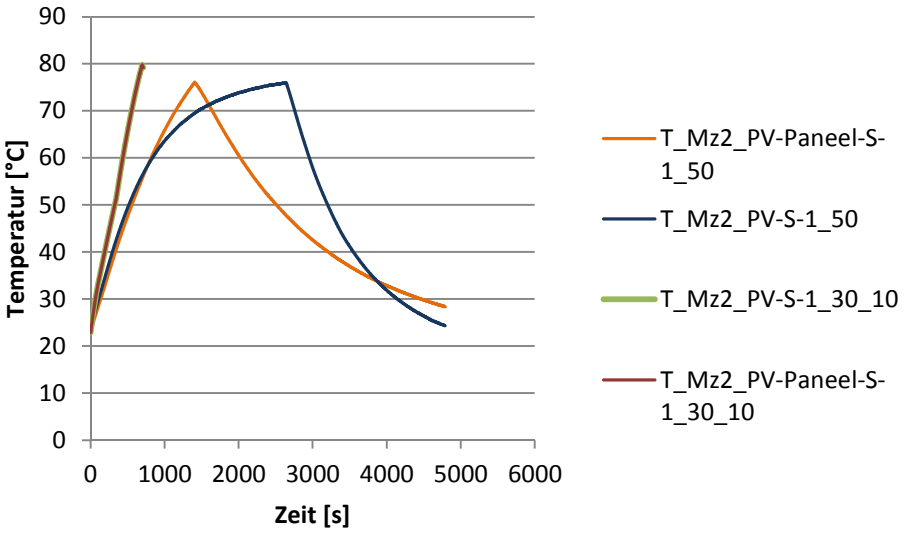

Bild 10 Gemessene Temperaturen im Vergleich PV-S-1 und PV-Paneel-S-1

Das folgende Bild stellt für das PV-Paneel-S-1, PV-Paneel-S-2 sowie für das PV-Paneel-WG-1 die bei einem Abstand von 50 cm gemessene Zelltemperatur und gemessene PV-Leistung im MPP dar.

Die Auswertung ergibt für die schwarzen Module einen mittleren Temperaturkoeffizienten von ca. 0,4 %/K, wenn die Werte auf den ersten in dieser Auswertung berücksichtigten Wert, d.h. bei ca. 27 °C, bezogen werden.

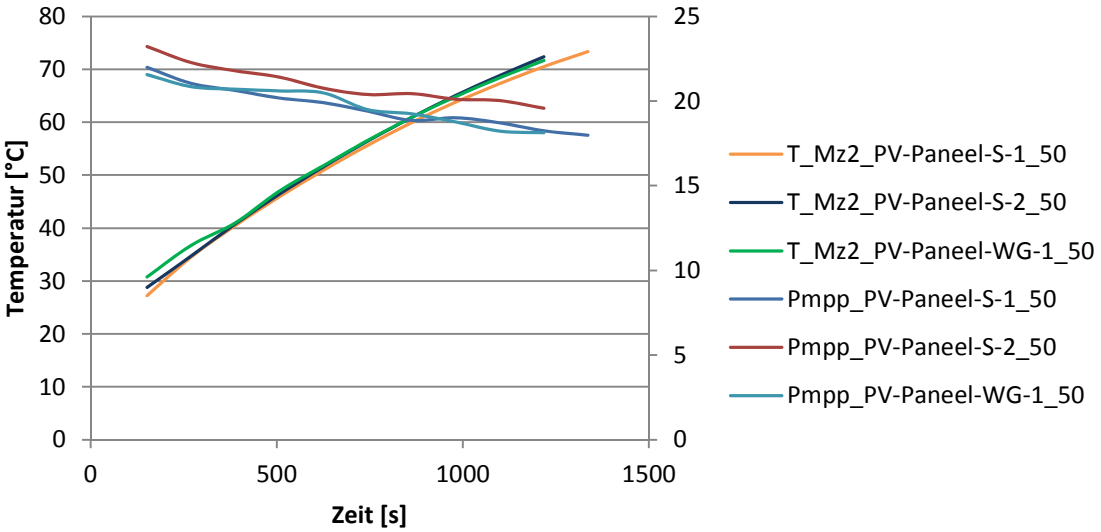

Bild 11 Einfluss der Temperatur auf die PV-Leistung

3 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Es wurden im Rahmen des Projektes zwei Konstruktionen für Paneele mit integrierter PV untersucht, insbesondere unter Beachtung der konstruktiven, bauphysikalischen und elektrotechnischen Bedingungen.

Materialverträglichkeitsprüfungen wiesen die Verträglichkeit der eingesetzten Klebstoffe zu der Laminationsfolie nach.

Die Bestrahlungsprüfungen zeigen den Einfluss der Temperatur auf den Wirkungsgrad der PV-Module sowie den Einfluss der Dämmung im Gegensatz zum frei hinterlüfteten Modul.

Simulationen mit realen Witterungsbedingungen, Referenzklima München, zeigen, dass im hinterdämmten PV-Modul bis zu 20 K höhere Temperaturen auftreten können. Die maximalen Temperaturen, die erreicht werden, liegen unter 75 °C.

Ertragssimulationen weisen nach, dass trotz der zeitweise deutlich höheren Modultemperaturen des PV-Paneels der Einfluss der Dämmung auf den Jahresertrag der PV vernachlässigbar ist. Dieses liegt darin begründet, dass die Höchsttemperaturen über das Jahr gesehen selten auftreten.

Um die Konstruktion unter realen Witterungsbedingungen beobachten und beurteilen zu können, ist nach Durchführung des Forschungsprojektes vorgesehen, schwarze und farbige Prototypen in einer Test-Systemfassade zu überwachen.

4 ECKDATEN

Kurztitel	Gedämmtes PV-Paneel
Projektpartner	Institut für Baukonstruktion, Technische Universität Dresden
	Manz CIGS Technology GmbH
	MBM Metallbau Dresden GmbH
Gesamtkosten	181.600 Euro
Anteil Bundeszuschuss	121.000 Euro
Projektlaufzeit	14 Monate