



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 16. Dezember 2010

SMARTTILE

INNOVATIVE PHOTOVOLTAIK- INDACHLÖSUNG

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Photovoltaik
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

3S Swiss Solar Systems AG
Schachenweg 24
CH-3250 Lyss www.3-s.ch

Autoren:

Tamás Szacsvey, 3S Swiss Solar Systems AG

BFE-Bereichsleiter: Dr. Stefan Oberholzer

BFE-Programmleiter: Dr. Stefan Nowak

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 153473 / 102682

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

SMARTTILE

INNOVATIVE PHOTOVOLTAIK- INDACHLÖSUNG

Author and Co-Authors	Tamás Szacsvay
Institution / Company	3S Swiss Solar Systems AG
Address	Schachenweg 24
Telephone, E-mail, Homepage	032 391 11 11
Project- / Contract Number	102682 / 153473 and 153467
Duration of the Project (from – to)	1.8.2008 – 30.9.2010
Date	10.12.2010

ABSTRACT

The intention of the project „SmartTile“ is to finalize the development of roof integrated photovoltaic building elements, which had started within the framework of the EU-research Project “BIPV-CIS”. Instead of pursuing the original project idea of using plastic to produce the integration frame of the PV-element in a moulding process, the actual focus of the project lies on finalizing the development of the MegaSlate®II mounting system, and complementing it with thermal collectors and skylights. Apart of merely technical questions, also normative issues are being treated within the framework of the present project.

Einleitung / Projektziele

Das Projekt SmartTile hat seinen Ursprung im Projekt BIPV-CIS, welches im Rahmen eines EU-Forschungsprojektes vom Bund gefördert wurde (2004 bis 2007). Ziel des Projekt SmartTile ist die Weiterführung der im BIPS-CIS angefangenen Arbeiten zur Entwicklung eines photovoltaischen Dachelementes für die Anwendung im industriellen Massstab, basierend auf Spritzguss. Dank Spritzguss sollte zusätzliche Funktionalität bereits in das Dachelement bzw. dessen Halterahmen integriert werden können.

Gegenüber dieser ursprünglichen Produktidee wurde in Absprache mit dem BFE beschlossen, die Projektziele anzupassen, und die Entwicklung eines der Kommerzialisierung näher stehenden Solardachsystems – MegaSlate®II – voranzubringen. Dieses Produkt hat in vielfacher Hinsicht von den im Projekt SmartTile geleisteten Vorarbeiten und gewonnenen Erkenntnissen profitiert.

Das Solardachsystem MegaSlate®I ist bereits seit 2002 auf dem Markt. Die Nachfolgeversion MegaSlate®II wird seit Herbst 2009 verkauft (vorerst nur PV-Elemente).

Das angepasste Ziel des vorliegenden Projektes besteht konkret darin, die Entwicklung des MegaSlate®II Solardachsystems abzuschliessen. Dazu gehören beispielsweise die Sicherstellung der Kompatibilität mit den relevanten Normen, sowie die Ergänzung mit gut integrierten thermischen Kollektoren und Dachfenstern.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Normprüfungen & Versuche

Gemäss der europäischen Bauprodukterichtlinie 89_106_EWG müssen Bauprodukte, zu denen auch gebäudeintegrierte Photovoltaikmodule zu zählen sind, einige grundsätzliche Anforderungen erfüllen. Für PV-Module sind davon insbesondere relevant:

- Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Nutzungssicherheit

Daraus basierend wurden Prüfungen durchgeführt in Bezug auf Produktqualität (IEC61215ed.2), Produktsicherheit (IEC61730), Mechanische Festigkeit, Brandschutz (Beflammung von aussen) und Regendichtigkeit.

Statik

MegaSlate®II wurde vom TÜV gemäss TÜV-Spez. TZE/2.572.10 (in Anlehnung an IEC61215ed.2) als Indachmontagesystem qualifiziert. Dazu gehörten insbesondere Statiktests, welche für Schneelast mit 5'400 Pa und für Windsog mit 2'400 Pa durchgeführt wurden. Abbildung 1 zeigt eine Aufnahme während eines Belastungstests.



ABBILDUNG 1 STATIKTEST MIT 5'400 PA

Um Statiktests einfacher durchführen, sowie um auch einzelne Komponenten prüfen zu können, wurde eine Zug- und Druckprüfeinrichtung gebaut, welche mit pneumatischen Zylindern arbeitet. Aus einer einfachen Einrichtung wurde 2010 eine Anlage gebaut, mit der ganze Module einer Statikprüfung unterzogen werden können (Abbildung 2).

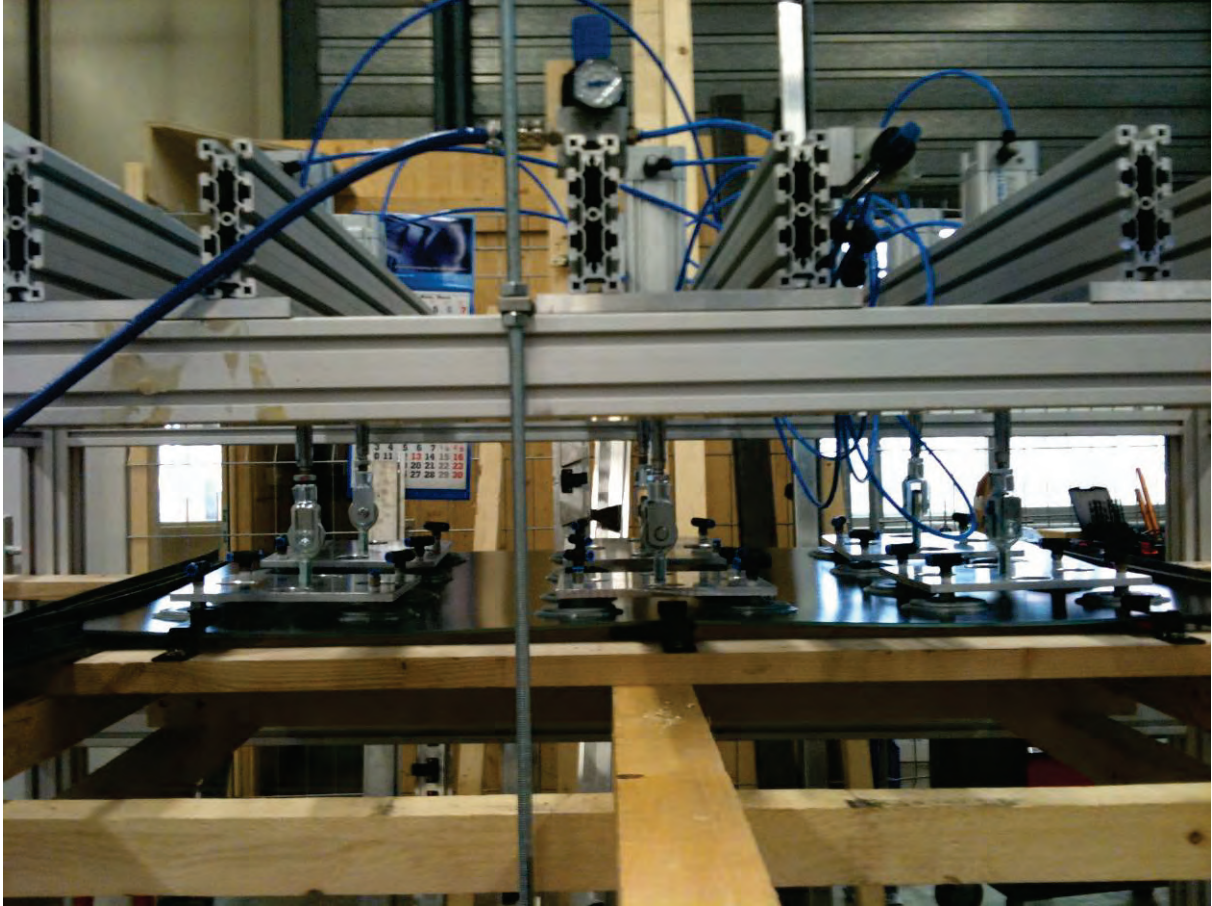


ABBILDUNG 2 ERWEITERTE ANLAGE ZUR STATISCHEN PRÜFUNG VON SOLARMODULEN

Brandschutz

Zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Feuer von aussen wurden Prüfungen gemäss der europäischen Norm 13501-5 durchgeführt. Bei diesen Prüfungen wird ein Brandsatz auf ein Dachmodell aufgelegt und vollständig abgebrannt. Diese Prüfungen resultierten in der Erlangung eines allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses. Abbildung 3 zeigt ein Bild während einer Prüfung.

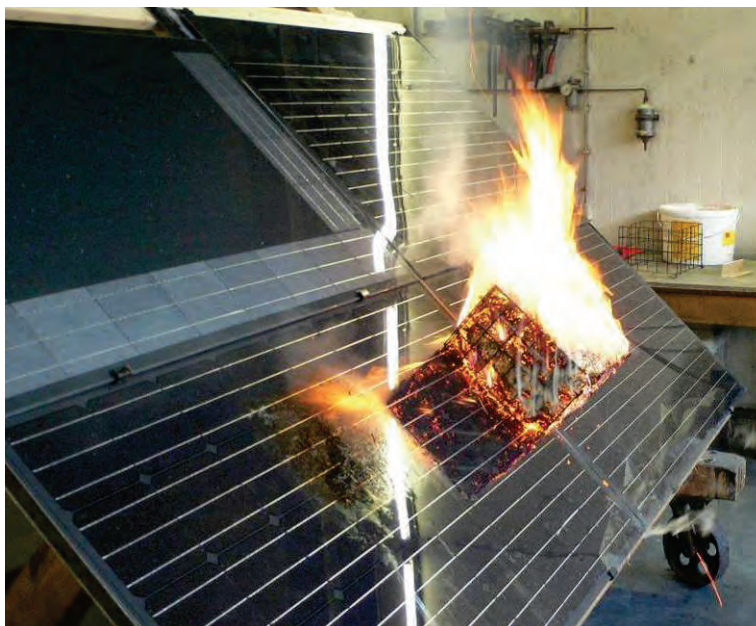


ABBILDUNG 3 BRANDPRÜFUNG

Regendichtheit

Nach sieben Jahren Felderfahrung kann davon ausgegangen werden, dass MegaSlate® I über eine für zentraleuropäische Lagen ausreichende Regendichtigkeit verfügt. Da aufgrund der geringeren Überlappung bei MegaSlate® II in dieser Hinsicht Unsicherheit bestand, wurden entsprechende Prüfungen gemäss prEN15601:2008 am P+F Sursee durchgeführt. Abbildung 4 zeigt eine Aufnahme, die während diesen Prüfungen entstanden ist. Bei diesen Prüfungen wurde ein Dachmodell mit Wasser besprinkelt (bis zu 250 mm/h/m²), und gleichzeitig mit einem Ventilator Wind simuliert.

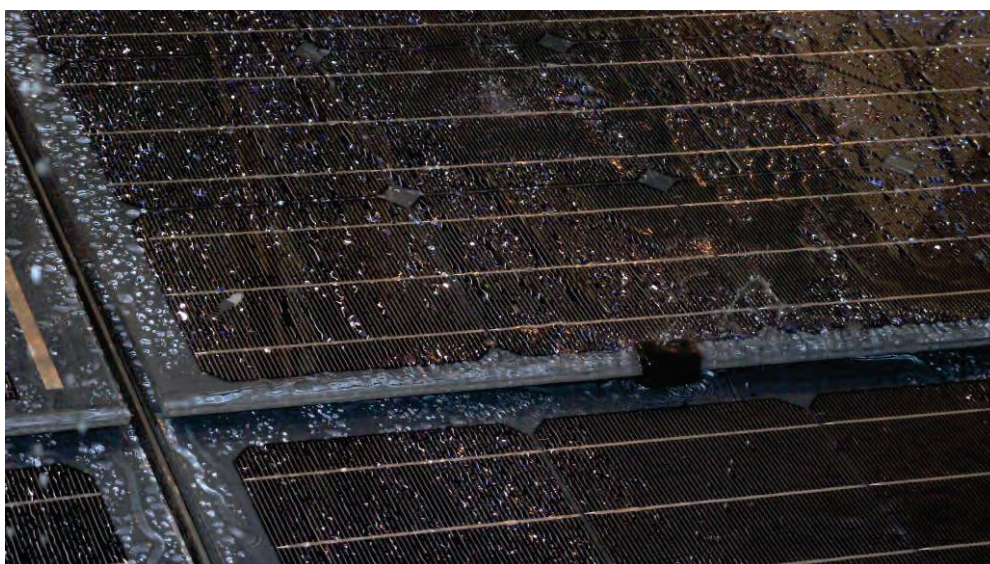


ABBILDUNG 4 BERECHNUNGSPRÜFUNG

Mit diesen Tests wurde sowohl MegaSlate® I als auch MegaSlate® II eine für zentraleuropäische Lagen ausreichende Regendichtigkeit bescheinigt.

Neues PV-Moduldesign und neue Komponenten

MegaSlate® I ist ein bei Installateuren und Bauherren beliebtes Produkt, es weist aber einige Defizite in Bezug auf Produzierbarkeit (z.B. Automatisierung schlecht möglich), Preis, Integrationsmöglichkeit von thermischen Kollektoren und Dachfenstern, sowie Handhabbarkeit. Ziel der Entwicklung von MegaSlate® II war, diese Defizite zu beheben, möglichst ohne dabei die guten Eigenschaften des Vorgängerproduktes aufgeben zu müssen. MegaSlate® I war als Produkt für das eigene Projektgeschäft von 3S konzipiert. MegaSlate® II hingegen soll als Serienprodukt in Systemkits über Wiederverkäufer vertrieben werden.

Zur Erreichung des gesteckten Ziels wurde beispielsweise zur Verbesserung der Herstellbarkeit die interne Zellenverschaltung von horizontal auf vertikal (vgl. Abbildung 5) geändert, und damit die Notwendigkeit der aufwändigen Querverschaltung hinter den Zellen eliminiert.

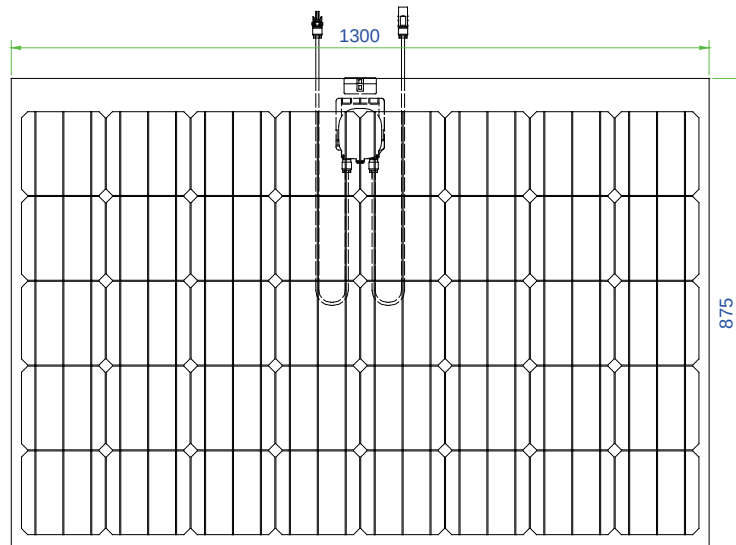


ABBILDUNG 5 MODULDESIGN MEGASLATE® II

Ferner wurde die Breite der Überlappung zwischen geschuppt übereinanderliegenden PV-Elementen von 150 auf 50mm verringert (Abbildung 6). Dank Verringerung der Glasgrösse unter Beibehaltung der aktiven Fläche konnte bei den Materialkosten eine Einsparung erzielt werden, und das geringere Gewicht erleichtert die Handhabung sowohl in der Produktion als auch bei der Montage.

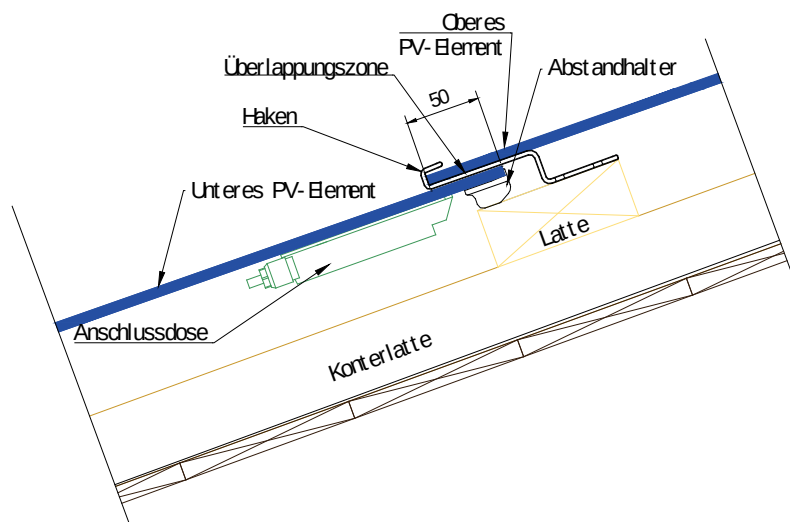


ABBILDUNG 6 DARSTELLUNG DER ÜBERLAPPUNGSZONE ZWISCHEN ÜBEREINANDER LIEGENDEN PV-ELEMENTEN IN DER SEITENANSICHT

Die kürzere Spannweite erlaubt den Einsatz von dünnerem Glas (5 statt 6 mm), was sich positiv auf Gewicht, Kosten und Transmission auswirkt.

Bei MegaSlate® II kommen 3 Haken zu Einsatz anstatt 2 wie bei MegaSlate® I. In der Mitte des PV-Elementes (Abbildung 5 & Abbildung 6) Moduls ist zudem ein Abstandhalter aufgeklebt. Dadurch wird ein Durchhang vermieden, und die Spaltbreite zwischen überlappenden PV-Elementen bleibt konstant.

Aufgrund der weniger breiten Überlappung können kürzere Haken aus dünnerem Material (2.5 statt 4mm) verwendet werden. Dadurch verringert sich die Spaltbreite, denn diese wird im Wesentlichen durch die Dicke der Haken bestimmt. Dies hat ermöglicht, die breite der Überlappungszone zu verringern, ohne die Regendichtigkeit wesentlich zu beeinträchtigen.

Die Komponenten des Montagesystems wurden alle angepasst. Die Haken, Profile, Latten und Gummiauflager weisen eine optimierte Form auf, und durch eine geänderte Produktionsmethode konnten die Fertigungstoleranzen reduziert werden. Diese Komponenten werden nun mit eigens dafür konzipierten Werkzeugen in Serie hergestellt. Neu sind ferner Montagelehren zur effizienteren Anbringung der Haken verfügbar, sowie auch Firstanschlussbleche.

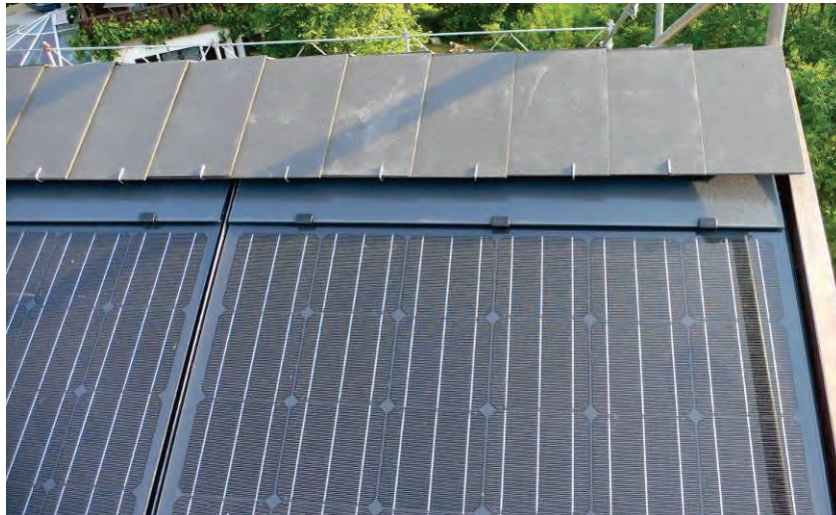


ABBILDUNG 7 FIRSTABSCHLUSS MIT MEGASLATE® II FIRSTANSCHLUSSBLECHEN

Funktionelle Ergänzungen

Als funktionelle Ergänzung wurden ins MegaSlate® II Rastermass passende thermische Kollektoren (Abbildung 8) und Dachfenster (Abbildung 9) entwickelt. Erste Projekte wurden bereits realisiert, die Entwicklung ist aber noch nicht abgeschlossen. Insbesondere die Integration der Dachfenster und deren Montage sind sehr anspruchsvoll.



ABBILDUNG 8 MEGASLATE® II THERMIEPANELE WÄHREND DER MONTAGE



ABBILDUNG 9 ANLAGE MIT INTEGRIERTEN DACHFENSTERN

Länderspezifische Zertifizierungen

Um Photovoltaik-Indachsysteme in europäischen Ländern erfolgreich verkaufen zu können, sind teilweise länderspezifische Zertifizierungen erforderlich. Diese sind äusserst aufwändig und kostspielig. In Frankreich (CSTB) und England (MCS) wurden sie bereits initiiert. In Frankreich steht der „Avis Technique“ noch aus, ein „Pass’Innovation“ wurde bereits erteilt. Für das englische MCS-Zertifikat ist die Fertigungsstätteninspektion erfolgt, die Produktprüfung ist noch im Gange. In der Schweiz wurden die Thermiepaneele durch das SPF zertifiziert. Ein solar Keymark ist noch in Bearbeitung.

Zusammenstellung Produktanpassungen PV-Modul

Pilotanlage

Im Frühjahr 2010 wurde eine MegaSlate® II Pilotanlage gebaut, welche zusätzlich mit der Prototypen der thermischen Kollektoren ausgestattet ist, um grundsätzliche Erfahrungen in Bezug auf Handhabung und Montage zu sammeln.



ABBILDUNG 10 MEGASLATE® II PILOTANLAGE INKL. THERMIEPANELEN

Abbildung 10 zeigt ein Bild der Gesamtanlage, Abbildung 11 einen Ausschnitt, auf dem die Thermiepaneele erkennbar sind. Diese sind in ihrem Aufbau vergleichbar mit Doppelisoliergläsern, bei denen die mittlere Scheibe durch den Absorber ersetzt ist, und eine äussere Scheibe durch ein isoliertes Blech. Dank der Pilotanlage – deren Montage gar nicht reibungslos verlief – wurde erhebliches Verbesserungspotential identifiziert, und in mehreren Schritten umgesetzt.



ABBILDUNG 11 AUSSCHNITT MIT THERMIEPANELEN

Im Rahmen des zum Pilotprojekt gehörenden Messprojektes wurden einige Sensoren installiert:

- Temperaturmessungen im Luftkanal im Unterdach bei Traufe und First (siehe Abbildung 12)
- Messung von Modultemperatur oben und unten
- Einstrahlungsmessung sowie Erfassung des Ertrags der thermischen Solaranlage.

Diese Daten werden mittels eines Dataloggers des Wechselrichterherstellers Fronius erfasst. Leider waren diese Komponenten erst mit einer Verzögerung von mehreren Monaten lieferbar. Daten sind erst ab Ende September 2010 verfügbar.

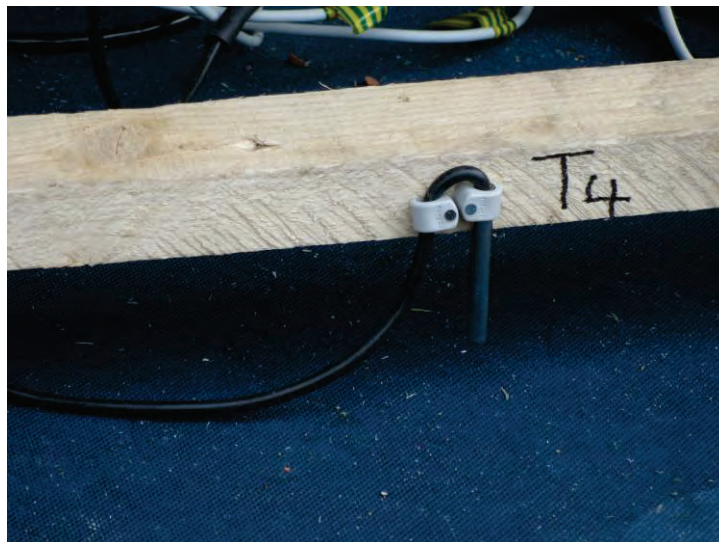


ABBILDUNG 12 TEMPERATURMESSUNG IM UNTERDACH

Eine detaillierte Auswertung wird mit dem Schlussbericht zur Pilotanlage 2011 erstellt. Ein Grafik mit den spezifischen Novembererträgen ist angefügt (Abbildung 13), sowie ein Tagesverlauf mit Leistung und Temperaturen.

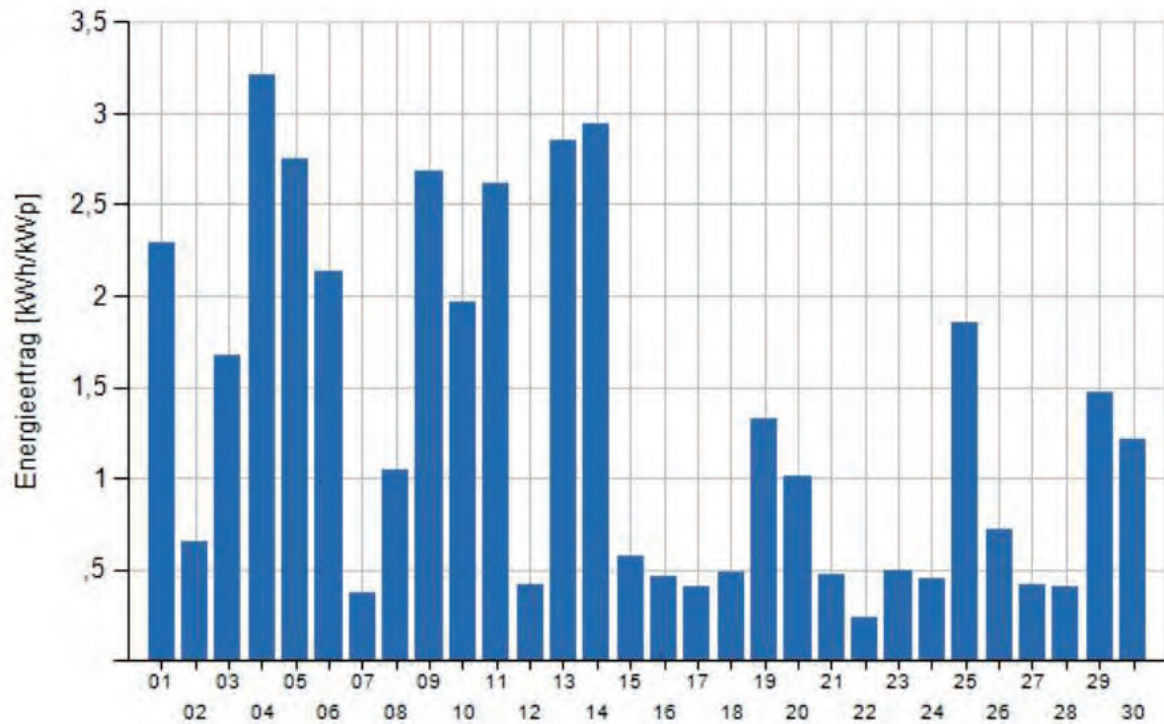


ABBILDUNG 13 SPEZIFISCHE TAGESERTRÄGE IM NOVEMBER 2010

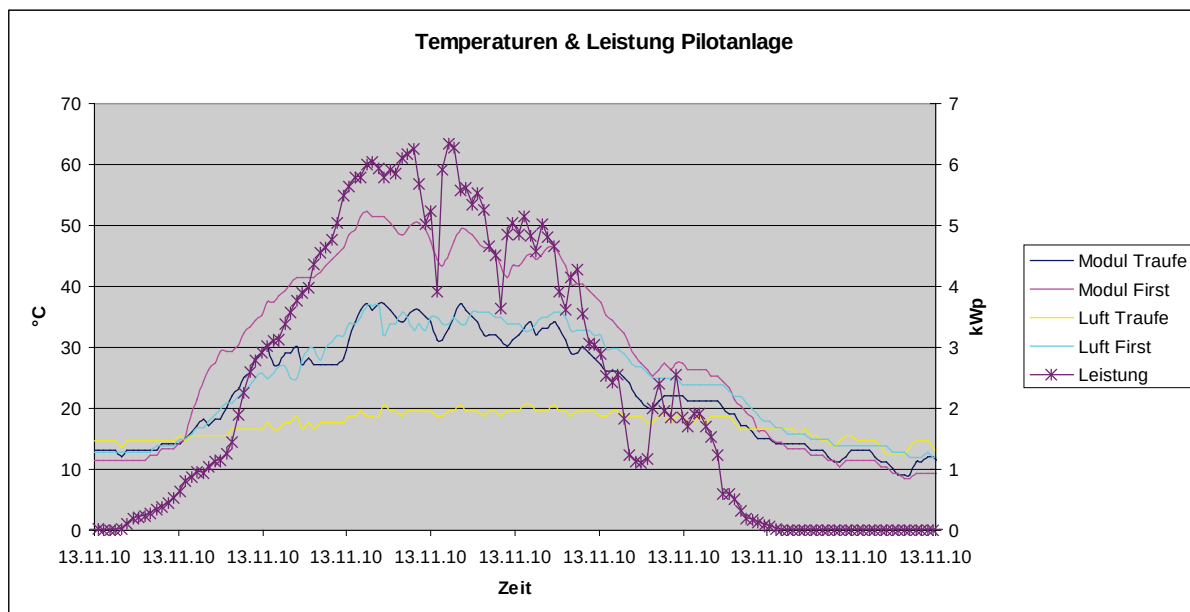


ABBILDUNG 14 LEISTUNG UND TEMPERATUREN AM 13. 11.2010

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass sich am 13. November 2010 die Temperatur der Luft im Luftkanal zwischen PV-Modulen und Unterdach bis zu 15° erwärmt. Dies entspricht an diesem Tag in etwa der Temperaturdifferenz des obersten und untersten PV-Moduls. Mit einer besseren Firstentlüftung dürfte diese Temperaturdifferenz etwas geringer ausfallen.

Zusammenarbeit

Die Entwicklung der Integration der thermischen Solarkollektoren in das MegaSlate® II Dachsystem erfolgt in Zusammenarbeit mit der Firma H+S Solar in Rebstein. Für das Dachfenster ist die Firma Stebler Glashaus AG in Oensingen Kooperationspartnerin.

Bewertung und Ausblick

MegaSlate® II ist mittlerweile am Markt eingeführt, und auch einige Anlagen mit Thermiepanelen und integrierten Dachfenstern wurden bereits gebaut. Das Forschungsprojekt hat somit das wesentlichste Ziel – die Entwicklung des Solardachsystems MegaSlate® II zur Marktreife – erreicht.

Ein Rückstand besteht noch in Bezug auf die Zertifizierungen in England Frankreich und USA. Der Aufwand ist erheblich und die Bearbeitung eher schleppend, weshalb diese Aufgaben nach Beendigung des Forschungsprojektes erledigt sein werden. Auch die Optimierung der Dachfenster und Kollektoren, insbesondere im Hinblick auf die Montagefreundlichkeit, ist noch im Gange.