



SPF FORSCHUNGSAUFGABEN

C: MATERIALIEN IN SOLARTHERMISCHEN SYSTEMEN

Jahresbericht 2006

Autor und Koautoren	S. Brunold, F. Flückiger, L. Konersmann, A. Bohren, A. Luzzi
beauftragte Institution	Institut für Solartechnik SPF
Adresse	Hochschule für Technik HSR, Oberseestr. 10, 8640 Rapperswil
Telefon, E-mail, Internetadresse	+41 55 222 48 21, info@solarenergy.ch , www.solarenergy.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	43729 / 151988
BFE-Projektleiter	Jean-Christophe Hadorn
Dauer des Projekts (von – bis)	1.1.2006 – 31.12.2006
Datum	15.12.2006

ZUSAMMENFASSUNG

Die Vorarbeiten zu einem neuen IEA Task 39 „Polymeric Materials for Solar Thermal Applications“ wurden erfolgreich abgeschlossen. Damit kann nun mit den wissenschaftlichen Arbeiten begonnen werden.

Die Anzahl der Messungen im Auftragsverhältnis hat stark zugenommen. Insbesondere bestätigt sich das vom SPF eingeführte Zertifizierungsverfahren „Solarglas“ als sehr erfolgreich. Besonders auffallend sind die zahlreichen Anfragen chinesischer Glashersteller und Glashändler.

Als herausragendes Ergebnis der Ausgasungstests für Wärmedämmungen ist eine Mineralwolle zu nennen, die die Prüfung bis 260 °C mit AR Glas bestanden hat.

Die Kompetenzen im Bereich Thermo- und Fluidodynamik am SPF und der HSR Hochschule für Technik Rapperswil werden weiter ausgebaut. Daher wurden die Möglichkeiten eines zweckmässigen PIV (Particle Image Velocimetry) Systems zur Sichtbarmachung von Strömungsvorgängen eingehend evaluiert und Vorarbeiten zu dessen Implementierung (2. Quartal 2007) durchgeführt.

Die Anlage zur Prüfung von Wärmeträgerflüssigkeit wurde neu aufgebaut. Dieser Teststand kann auch dazu benutzt werden, um die Verträglichkeit von unterschiedlichen Metallen in einem Kreislauf zu überprüfen. Im Hinblick auf die zunehmende Verbreitung von Aluminium als Absorbermaterial wird dieser Teststand als wichtige Ergänzung am SPF betrachtet.

Projektziele

SPF's Projektziele betreffend Materialien in solarthermischen Systemen können wie folgt in vier Gruppen zusammengefasst werden:

C-1: IEA

- Die Freibewitterung der beiden in Task 27 / Subtask B3 laufenden Case Studies „Reflectors“ und „Glazings“ soll auch nach Abschluss des Tasks fortgesetzt werden; und
- Die Arbeiten eines neuen IEA Tasks 39 „Polymeric Materials for Solar Thermal Applications“ sollen in einem Task Definition Workshop inhaltlich definiert werden.

C-2: Messungen im Auftragsverhältnis

- Ausführen von Fremdaufträgen in allen Fachbereichen: Alterungs- und Beständigkeitsuntersuchungen von Materialien, optische Charakterisierung mittels FTIR-Spektroskopie;
- Bestimmung des Winkelfaktors transparenter Abdeckungsmaterialien;
- Unterstützung von Kunden beim Design neuer Kollektoren und Komponenten; und
- Ausgasungstests von im Kollektor verwendeten Materialien (insbesondere Wärmedämmung) unter Stagnationsbedingungen.

C-3: Materialien zur Leistungssteigerung solarthermischer Anlagen

- Weiterführung der Freibewitterung von mit anti-Reflex beziehungsweise anti-Schmutz Schicht versehenen Kollektorgläsern;
- Auswertung der Messergebnisse der transparenten Kollektorabdeckungsmaterialien nach 20 Jahren Freibewitterung; und
- Prüfung weiterer Gläser nach dem Zertifizierungsverfahren für Solarglas.

C-4: Unterhalt der Anlagen und Anlagenerweiterung

- Weiterer Ausbau der Kompetenzen im Bereich der Strömungssimulation;
- Evaluation und Implementierung eines PIV Systems (Particle Image Velocimetry) zur Visualisierung von Strömungsvorgängen; und
- Aufbau eines Teststandes für Wärmeträgerflüssigkeiten.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

C-1a: Task 27

Die Arbeiten im Rahmen des IEA Task 27 wurden abgeschlossen. Die Freibewitterung der Materialien der beiden Case Studies „Reflectors“ und „Glazings“ werden aber fortgesetzt, um wertvolle Langzeiterfahrung sammeln zu können.

C-1b: Task 39

Der Task Definition Workshop und das Kick-Off Meeting ergaben eine Strukturierung in 3 Sub-Tasks: A – Information, B – Collectors und C – Materials. Systemkonzepte, welche Komponenten aus Kunststoffen enthalten, werden in Subtask A untersucht. Das SPF wird in allen 3 Subtasks aktiv sein. Die Hauptaktivitäten sind jedoch im Subtask C geplant, in welchen die Ergebnisse der 20-jährigen Freibewitterung von Kollektorabdeckmaterialien eingebracht und diskutiert werden sollen.

C-2: Messungen im Auftragsverhältnis

Der derzeitige starke internationale Wachstum auf dem Solarthermiemarkt ist an der Zahl der Durchgeführten Messungen und Prüfungen deutlich zu spüren. Die Anzahl an Aufträgen aus Schweizer Unternehmen ist gegenüber den internationalen Aufträgen jedoch nur unterproportional gestiegen.

Eine Reihe von speziellen Untersuchungen wurde am SPF entwickelt und wird im Auftragsverhältnis der Industrie angeboten. Die wesentlichen Untersuchungen sind:

Kollektorentwicklung

Die mechanische Beständigkeit von lasergeschweissten Aluminiumblech-Kupferrohr-Absorbern ist nach wie vor ein wichtiges Thema. Es konnten mehrere Prüfungen der Temperaturwechselfestigkeit sowohl an Absorbern als auch an kompletten Kollektoren mit Alu/Cu Absorber durchgeführt werden. Dabei hat sich gezeigt, dass der Fixierung des Absorbers im Gehäuse besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Im Rahmen eines EU Projektes („SOLABS“) wurde ein Prototyp eines nicht abgedeckten selektiv beschichteten Fassadenkollektors gebaut, an dessen Entwicklung das SPF massgeblich beteiligt war. Der Kollektor wird wie eine typische Metallfassade aus einzelnen Elementen zusammengesetzt und kann die Gebäudehülle (inklusive Wärmedämmung) von z.B. Industriegebäuden komplett ersetzen. Ein etwa 2m² grosser Ausschnitt aus einer derartigen Fassade ist in Abbildung-1 dargestellt.

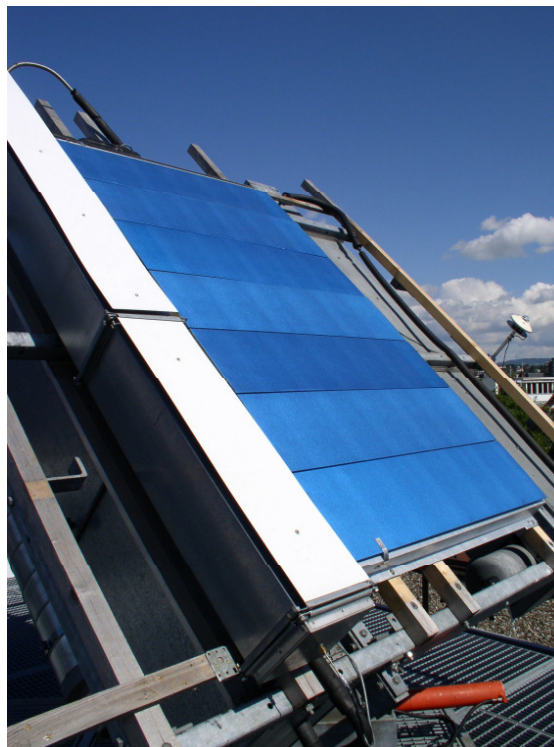


Abbildung-1: SOLABS Fassadenkollektor auf einem Leistungsprüfstand am SPF. Der Kollektor wird aus einzelnen Elementen zusammengesetzt und erfüllt gleichzeitig die Funktion einer dämmenden Aussenwand.

Insgesamt wurden dieses Jahr nur 2 Prüfungen durchgeführt. Eine Prüfung wurde durch einen Schadensfall in einem Kollektorfeld ausgelöst. Mit dem Ergebnis des Tests konnte gezeigt werden, dass die Kompensatoren den vom Hersteller der Anlage vorgegebenen Maximalbelastungen Stand halten und daher die Fehlerursache anderweitig zu suchen ist.

Untersuchung der Ausgasung von Kollektor - Materialien

Es wurden umfangreiche Versuche zum Ausgasungsverhalten von Wärmedämmmaterialien durchgeführt. Neben prinzipiell unterschiedlichen Produkten wurden auch Varianten (etwa Wärmedämmung mit und ohne zusätzlichem Flies) getestet.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Mineralwolledämmungen zwar prinzipiell hochtemperaturbeständig sind, im Flachkollektor aber immer wieder zu Ausgasungen führen können, die sich an der Kollektorscheibe niederschlagen. Diese Problematik wird durch die immer höher werdende Leistungs-

fähigkeit der Kollektoren noch verschärft (die typischen Prüftemperaturen liegen bei 200°C beziehungsweise bei 220°C für Kollektoren mit AR-Glas – mit einer Steigerung ist zu rechnen). Es ist daher umso erfreulicher, dass ein neues Produkt die Prüfung bei einer Temperatur von 260°C bestanden hat!

Untersuchung von Lotpasten

Dieses Jahr wurde keine Lotpaste zur Prüfung eingereicht.

Kollektorwirkungsgradfaktor

Den beim SPF seit Jahresbeginn aussergewöhnlich vielen eingegangenen Anfragen folgte in der zweiten Jahreshälfte ein Auftrag, bei welchem die Optimierung des Materialeinsatzes (Dicke des Kupferblechs) durchgeführt wurde.

C-3: Materialien zur Leistungssteigerung thermischer Solaranlagen

Freibewitterung neuer Produkte

Die Freibewitterung der seit 3 beziehungsweise 4 Jahren exponierten Anti-Reflex beziehungsweise Anti-Schmutz beschichteten Gläser wurde fortgeführt. Ebenso wird die Freibewitterung der AR-Gläser und Solarspiegel aus dem IEA Task 27 fortgesetzt.

Zertifizierung Solarglas [1 – 4]

Ein Dutzend Prüfungen wurden dieses Jahr in Auftrag gegeben und in Angriff genommen. Jedoch nur für 3 Gläser konnte bis jetzt ein Zertifikat ausgestellt werden. Es zeigte sich, dass insbesondere der Einfluss der Glasstruktur auf den Kollektorsertrag, also der Winkelgewichtungsfaktor [4], ein Handicap darstellt. Auffallend viele Aufträge stammen aus China.

C-4: Unterhalt der Anlagen und Anlagenerweiterung

Am neuesten FTIR Spektroskopiegerät des SPF waren erste Reparaturarbeiten nötig: Der Defekt der Harddisk machte den Ersatz des FTIR-PC notwendig. Des Weiteren musste eine Komponente der FTIR Elektronik repariert werden.

Ebenso erwies sich die für die Klimaschränke eingesetzte Prozessleitsoftware aus ungeklärten Gründen als instabil, was Software Updates sowie die komplette Neuinstallation des PCs notwendig machte.

Am neu aufgebauten Fluid-Teststand (Abbildung-2) wurden bisher drei Tests durchgeführt. Ein Test weist jeweils eine Laufzeit von 30 Tagen auf. Tabelle-1 fasst die Testanordnungen und Testresultate zusammen. Das belastete Solarfluid wurde jeweils nach dem Test filtriert, um die Rückstände zu quantifizieren. Nach Abschluss der gesamten Testreihe (Mitte 2007) werden von jedem Test Fluidproben an die Herstellerfirma zur genauen Analyse gesandt.

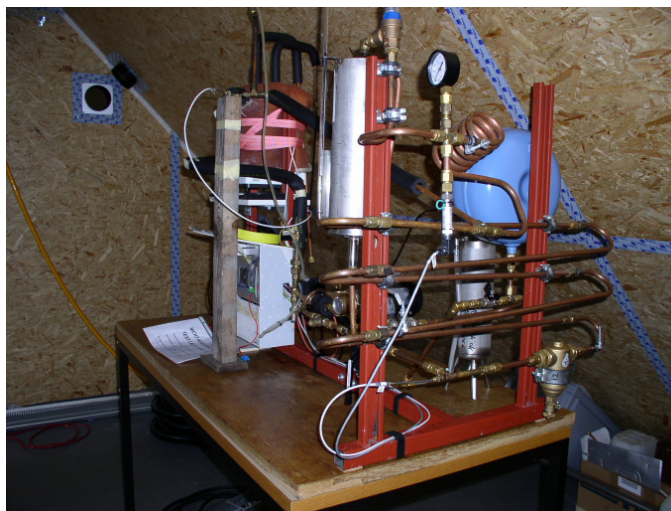


Abbildung-2: Neu aufgebauter Wärmeträgerprüfstand.

Tabelle-1: Versuchsanordnungen und Ergebnisse der ersten drei Tests mit Solarfluiden.

Test-Nr.	Testanordnung/-beschreibung	Rückstände [mg]
1	Aufheizen des Fluides auf 160 °C bei 1 bar Überdruck (Verdampfungspunkt bei ca. 125 °C). Kommunikation der Wassersäulen beidseits des Kollektors unterbrochen	365
2	Aufheizen des Fluids auf 160°C bei 6 bar Überdruck (Verdampfungspunkt bei 6.5 bar absolut bei ca. 166 °C). Kommunikation der Wassersäulen beidseits des Kollektors unterbrochen	164
3	Gleiche Anordnung wie Test 1 zum Nachweis der Reproduzierbarkeit	415

Nationale Zusammenarbeit

Neben gemeinsamen Projekten mit mehreren Schweizer Firmen, die wir aus Vertraulichkeitsgründen nicht namentlich nennen können, sind wir auch in 2 KTI Projekten als Hauptgesuchssteller involviert: KTI-Nr. 6635.1 FHS-IW, „Sarnasol, das innovative Dachsolarsystem“ mit dem Industriepartner Sarnafil International AG in Sarnen, sowie KTI-Nr. 7252.1 EPRP-IW, „Regelventil mit erweitertem Einsatzbereich“ mit dem Industriepartner Belimo Automation AG in Hinwil.

Internationale Zusammenarbeit

Die geplante Zusammenarbeit im neu lancierten IEA Task 39 („Polymeric Materials for Solar Thermal Applications“) wird neue Kontakte mit Kompetenzträgern im Bereich der Kunststoffchemie eröffnen.

Ebenfalls sehr positiv verlief die Zusammenarbeit im Rahmen des EU Projektes SOLABS – „Development of unglazed solar absorbers“ des EU-Programmes ENERGY – CLEAN ENERGY (EU Nr. ENK6-CT-2002-00679). Das Abschluss Meeting, in welchem EU Repräsentanten die Ergebnisse des Projektes präsentiert wurden, wurde kürzlich erfolgreich absolviert.

Mit in der Solarthermie etablierten Instituten wie ISE (Deutschland) und SP (Schweden) pflegt das SPF auch ausserhalb der oben genannten Projekte eine rege Zusammenarbeit.

Im Bereich der Wärmeträgertests besteht eine Zusammenarbeit mit einem deutschen Hersteller.

Bewertung 2006 und Ausblick 2007

IEA

Nach erfolgreichem Kick-Off Meeting zum IEA Task 39 sollen 2007 die wissenschaftlichen Arbeiten aufgenommen werden.

Messungen im Auftragsverhältnis

Die Anzahl der Messaufträge hat deutlich zugenommen, ein Trend der auch im 2007 erwartet werden darf. Auffallend sind die zahlreichen Messaufträge für Gläser aus China.

Materialien zur Leistungssteigerung thermischer Solaranlagen

Die Freibewitterung und Beobachtung von Anti-Reflex und Anti-Schmutz beschichteten Gläser (ehemals PV-IBM) wird auch 2007 weiter geführt. Ebenso werden die AR beschichteten Gläser und die Solarspiegel des IEA Task 27 weiter der Freibewitterung ausgesetzt.

Unterhalt der Anlagen und Anlagenerweiterung

Der Steuerungs-PC des Kompensatorenprüfstandes ist defekt und muss anfangs 2007 ersetzt werden. Dies erfordert eine Neuprogrammierung der Software sowie die Anpassung der Schnittstellen.

Die Apparatur zur Bestimmung des Kollektorwirkungsgradfaktors F' ist stark veraltet und bedarf deshalb häufiger Reparaturen. Es ist deshalb geplant diesen Teststand in seiner bisherigen Form im folgenden Jahr ganz still zu legen und die F' Messung in den neuen Solarsimulator zu integrieren.

Auf dem Wärmeträgerprüfstand sollen weitere Solarfluide geprüft und analysiert werden um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicher zu stellen.

Für 2007 sind erste Versuche mit dem neuen PIV System geplant in Zusammenarbeit mit Kompetenzen der HSR. Im Solarthermiebereich sollen unter anderem Strömungsvorgänge bei Objekten wie Wärmetauschern, Anschlussleitungen und Schichtanlagen erfasst und daraus entsprechende Empfehlungen abgeleitet werden. Mittels PIV werden ferner Messungen zur Validierung von CFD Simulationen durchgeführt.

Für das FTIR Spektrometer soll eine zusätzliche Ulbrichtkugel speziell für Transmissionsmessungen im solaren Strahlungsbereich entwickelt und in Betrieb genommen werden werden.

Zertifizierung Solarglas

Es hat sich gezeigt, dass die SPF „Zertifizierung Solarglas“ nicht nur akzeptiert sondern von immer mehr Kollektorherstellern auch gefordert wird. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Qualitätssteigerung und -sicherung. Die Zertifizierung weiterer Solargläser soll auch zukünftig gefördert werden.

Referenzen

- [1] [1] U. Frei, S. Brunold: **Zertifizierung von Solarglas: Text und Vertrag**, SPF-HSR, Oberseestr. 10, CH-8640 Rapperswil; Download von www.solarenergy.ch.
- [2] [2] S. Brunold, U. Frei: **Zertifizierung von Solarglas: Bestimmung des Transmissionsfaktors F_{τ}** , SPF-HSR, Oberseestr. 10, CH-8640 Rapperswil; Download von www.solarenergy.ch.
- [3] [3] S. Brunold, U. Frei: **Zertifizierung von Solarglas: Bestimmung des Fotodegradationsfaktors F_{UV}** , SPF-HSR, Oberseestr. 10, CH-8640 Rapperswil; Download von www.solarenergy.ch.
- [4] [4] S. Brunold, U. Frei: **Zertifizierung von Solarglas: Bestimmung des Winkelgewichtungsfaktors F_{IAM}** , SPF-HSR, Oberseestr. 10, CH-8640 Rapperswil; Download von www.solarenergy.ch.