Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

SPF FORSCHUNGSAUFGABEN

B: THERMISCHE SOLARSYSTEME

Jahresbericht 2007

Autor und Koautoren	E. Frank, S.Laipple, L. Konersmann, R. Haberl, P. Gantenbein, S. Brunold, P. Vogelsanger, 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-/Verfügungs-Nr.	43729 / 152652
BFE-Projektleiter	Jean-Christophe Hadorn
Dauer des Projekts (von – bis)	1.1.2007 – 31.12.2007
Datum	15.12.2007

ZUSAMMENFASSUNG

Anfangs 2007 konnten die noch ausstehende Messdatenerfassung und die Prozesssteuerungssoftware des neuen Systemdachlabors für die Prüfung von Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung fertig gestellt und erprobt werden. Die darauf folgende Nachfrage nach Systemprüfungen war gross, worauf 2007 am SPF zwölf Thermosiphonsysteme geprüft werden konnten. Acht dieser Systeme wurden nach den Richtlinien des Europäischen Qualitätszertifikats Solar Keymark durchgeführt. Gegen Ende des Jahres konnte mit der Prüfung eines Thermosiphonsystems eines Schweizer Herstellers begonnen werden. Für einen Schweizer Auftraggeber wurde eine Solarstation mit globalstrahlungsbetriebener Pumpe messtechnisch untersucht. Mit dem Aufbau eines zusätzlichen, mobilen Teststands wird die Dienstleistung im Bereich der Systemprüfung weiter ausgebaut. Einerseits lässt sich der Systemprüfstand damit kurzfristig um einen Schwerkraftanlageteststand erweitern und andererseits können damit Forschungs- und Entwicklungsarbeiten innerhalb der SPF Labors durchgeführt werden.

Der Kombiteststand war mit unterschiedlichen Projekten ausgelastet. Es wurden ausgedehnte Messungen an einem Pellet-Solar-System und an einem Ölbrennwertgerät durchgeführt. Dabei wurde der Teststand soft- und hardwaremässig weiterentwickelt.

Um die Lebensdauer und Betriebsstabilität von Drehschieberpumpen zu testen, wurde Anfang 2007 ein Dauertest mit vier neuen handelsüblichen Drehschieberpumpen gestartet.

Das neu angeschaffte PIV-System wurde installiert. Aufbauend auf ersten Anwendungserfahrungen wurden zwei separate Anschlussprojekte gestartet. Mit einer vorgefertigten Präsentation soll Aufklärungsarbeit zur Reduzierung von Wärmeverlusten an Speicheranschlüssen geleistet werden.

Die im Rahmen des Task 32 (advanced storage concepts for solar and low energy buildings) des Solar Heating and Cooling Programms (SHC) der Internationalen Energieagentur (IEA) durchgeführten theoretischen Untersuchungen zu vereinfachten Systemkonzepten wurden abgeschlossen und ein Abschlussbericht als final draft eingereicht.

Projektziele

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

Das Angebot der Prüfung von solarthermischen Anlagen zur Trinkwassererwärmung und Komponenten wird sukzessiv ausgebaut. Im Berichtsjahr sollen Erfahrungen mit der Prüfung von vorgefertigten Anlagen auf dem neuen Systemteststand gesammelt werden. Die Arbeitsabläufe werden kontinuierlich hinterfragt und angepasst, um den Ablauf effizient und transparent für den Auftraggeber zu gestalten.

Die Datenerfassung und Software zur Prozesssteuerung sollen zu Beginn 2007 fertig gestellt werden, so dass neben der weitgehend automatisierten Leistungsermittlung der Solaranlagen flexibel Komponentenprüfungen durchgeführt werden können.

2007 werden erstmals Systemprüfungen nach den Richtlinien des europäischen Qualitätszertifikat Solar Keymark durchgeführt. Die Resultate der Systemprüfungen nach EN 12976 werden in Form eines Kurzberichtes vom SPF auf dem Internet publiziert, vergleichbar mit den „fact sheets“ im Kollektorbereich.

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

Der rasant wachsende Solarthermiemarkt führt zu einem stetig zunehmenden Bedarf an Prüfungen für Systeme und Komponenten. Dadurch müssen bereits vorhandene Prüfeinrichtungen stetig optimiert und neue Prüfeinrichtungen und -methoden den Bedürfnissen entsprechend angepasst und/oder entwickelt werden. Dies geschieht entsprechend der Nachfragen in der Regel relativ kurzfristig.

Bis Mitte des Jahres soll das Projekt PelletSolar abgeschlossen werden. Ziel des Projektes ist die energetische Optimierung von PelletSolar-kombinierten Systemen für Heizung und Warmwasser. Die Kombination der Sonne und Holz bietet grosses Potential zur Einsparung fossiler Energieträger für Niedertemperaturwärmeanwendungen. Weiter sollen am Kombiteststand Messungen an einem fortschrittlichen Ölbrennwertkessel durchgeführt werden, mit der Zielsetzung, das Verhalten von Ölkesseln in verschiedenen Betriebszuständen detailiert zu erfassen. Die Messungen dienen unter anderem dazu, ein neu zu erstellendes Brennermodell (z.B. für Polysun 4) zu validieren.

Im Prüfstand für den Dauerbetrieb von Solarpumpen sollen Drehschieberpumpen bei für kleine Solaranlagen typischen Durchflüssen und Förderhöhen einem Langzeittest unterzogen werden. Dabei sollen neben Untersuchungen der Veränderungen von elektrischem und hydraulischem Wirkungsgrad auch Unterschiede im Dauerbetrieb mit unterschiedlichen Medien (Wasser bzw. Wasser/Glycol-Gemisch) untersucht werden.

Die Kompetenzen im Bereich Hydrodynamik sollen weiter ausgebaut werden. Dazu soll ein PIV-System (PIV = Particle Image Velocimetry) zur Abbildung von Strömungsvorgängen evaluiert, aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Eine umfassende Einarbeitung in die Methode soll erfolgen, welche die Aufnahme von Strömungsbildern unter Berücksichtigung der optischen Einschränkungen/Schwierigkeiten unterschiedlicher Messaufbauten sowie das umfangreiche pre- und postprocessing der Aufnahmen einschliesst.

B-3: : IEA TASK 32D; NEUE SYTEMKONZEPTE

Bisherige Arbeiten an innovativen, kostengünstigen Systemkonzepten basierend auf einem drucklosen Wasserspeicher sollten in einer Simulationsstudie zusammengeführt werden. Das Potenzial des Systemkonzeptes soll im Vergleich mit anderen Systemen aufgezeigt werden.

B-4: NORMIERUNG

Aktive Mitarbeit an der Gesamtrevision SIA 385.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

Die Datenerfassung und Software für die Prozesssteuerung des Systemteststandes wurde zu Beginn des Jahres fertig gestellt und erprobt. Sie entspricht dem allgemeinen Standard der anderen Teststände am SPF-Testing. Durch die einheitliche Datenerfassung und Software für die Prozesssteuerung ist ein effizienter Arbeitsablauf bei einem geringen Aufwand für die Wartung möglich. Die Funktionsweise des Systemprüfstandes wurde vor der Messsaison getestet. Anhand einer beratenden Dienstleistung für einen Speicherhersteller konnten Erfahrungen unter normalen Testbedingungen gesammelt werden.

Im letzten Quartal 2007 wurde mit der Planung und dem Bau eines mobilen Prüfstandes begonnen. Mit diesem kann das Systemdachlabor kurzfristig von drei auf vier Teststände für Schwerkraftsystemprüfungen erweitert werden. Der mobile Prüfstand kann ferner flexibel innerhalb der SPF Labors für Entwicklungs- und Forschungsarbeiten eingesetzt werden. Die Datenerfassung und Steuerung wird Anfang 2008 fertig gestellt.

Durch die Harmonisierung der Standards in Europa war 2007 ein sprunghafter Anstieg nach Systemprüfungen für vorgefertigte Anlagen (EN 12976) zu verzeichnen. Die Prüfnorm beinhaltet eine Qualitätsprüfung mit definierten Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit und der Charakterisierung der Wärmeleistung.

Bei den im Berichtsjahr am SPF geprüften Systemen handelt es sich ausschliesslich um Thermosiphon-Anlagen. Die Auftraggeber kamen zumeist aus dem benachbarten Ausland. Im 2007 wurden zwölf Systemprüfungen an Thermosiphon-Anlagen nach europäischem Standard EN 12976 durchgeführt. Acht dieser Systeme wurden nach den Richtlinien des sich in Europa durchsetzenden Qualitätszertifikats Solar Keymark durchgeführt. Kurz vor Jahresschluss konnte SPF's erste Systemzertifizierung nach Solar Keymark erfolgreich abgeschlossen werden.

Als Schweizer Novität wurde Ende 2007 auch für einen Schweizer Kollektor und Systemhersteller mit der Prüfung eines Thermosiphonsystems nach den Richtlinien von Solar Keymark begonnen (Probenentnahme und Werksinspektion). Das System befindet sich zurzeit im Test und wird voraussichtlich im Frühjahr 2008 mit der Leistungsprüfung abgeschlossen.

Für einen Schweizer Armaturenhersteller wurde zu Beginn des Jahres eine Solarstation mit globalstrahlungsbetriebener Pumpe messtechnisch untersucht. Die Pumpe wird direkt über ein Photovoltaikmodul gespeist, wodurch eine Regelung für die Solaranlage entfällt. Mit dem Auftraggeber zusammen wurde ein geeignetes Messkonzept entwickelt, um Aussagen über die Charakteristik der Pumpe zu machen. Es wurde der Volumenstrom in Abhängigkeit der Leistungsaufnahme der Pumpe bei verschiedenen Druckverlusten im hydraulischen Kreis ermittelt. Dazu wurde die Pumpe über ein Netzgerät auf einer konstanten Spannung gehalten und die Stromstärke zwischen minimaler und maximaler Leistungsaufnahme schrittweise variiert.

Im zweiten Schritt wurde der Übertemperaturschutz beziehungsweise das Regelverhalten der Pumpe in Abhängigkeit von der Mediumstemperatur untersucht (siehe Abbildung 1, folgende Seite). Die Ein- und Ausschalttemperaturen sowie die Regelcharakteristik der Pumpenelektronik wurden ermittelt.

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

Neue Prüfstände und -methoden beziehungsweise deren Erweiterung und Überarbeitung wurden im Wesentlichen in folgenden Bereichen vorgenommen:

Solarpumpen

Im Prüfstand liefen 2007 vier baugleiche Drehschieberpumpen, von denen zwei mit Wasser und zwei mit Wasser/Glycol-Gemisch betrieben wurden. Zu Beginn der Langzeituntersuchungen wurden anhand von Messungen die elektrischen und hydraulischen Wirkungsgrade und Kennlinien der eingesetzten Pumpen bestimmt. Im bisherigen Testverlauf sind keine Defekte aufgetreten. Bei den vorläufigen Auswertungen hat sich herausgestellt, dass bezüglich der Hydraulik des Teststandes und der Anordnung der Pumpen Optimierungsbedarf bestünde. Ferner wurden bislang lediglich Flüssigkeiten bei Umgebungstemperatur zirkuliert. Abrieb und Ablagerungen können per Sichtprüfung anhand transparenter Schlauchabschnitte während des Betriebs überprüft werden. Graphitablagerungen an diesen transparenten Schlauchelementen weisen darauf hin, dass die mit Wasser betriebenen Pumpen stärkerem Verschleiss ausgesetzt sind. Die Untersuchungen werden weitergeführt und im Folgejahr 2008 abgeschlossen.

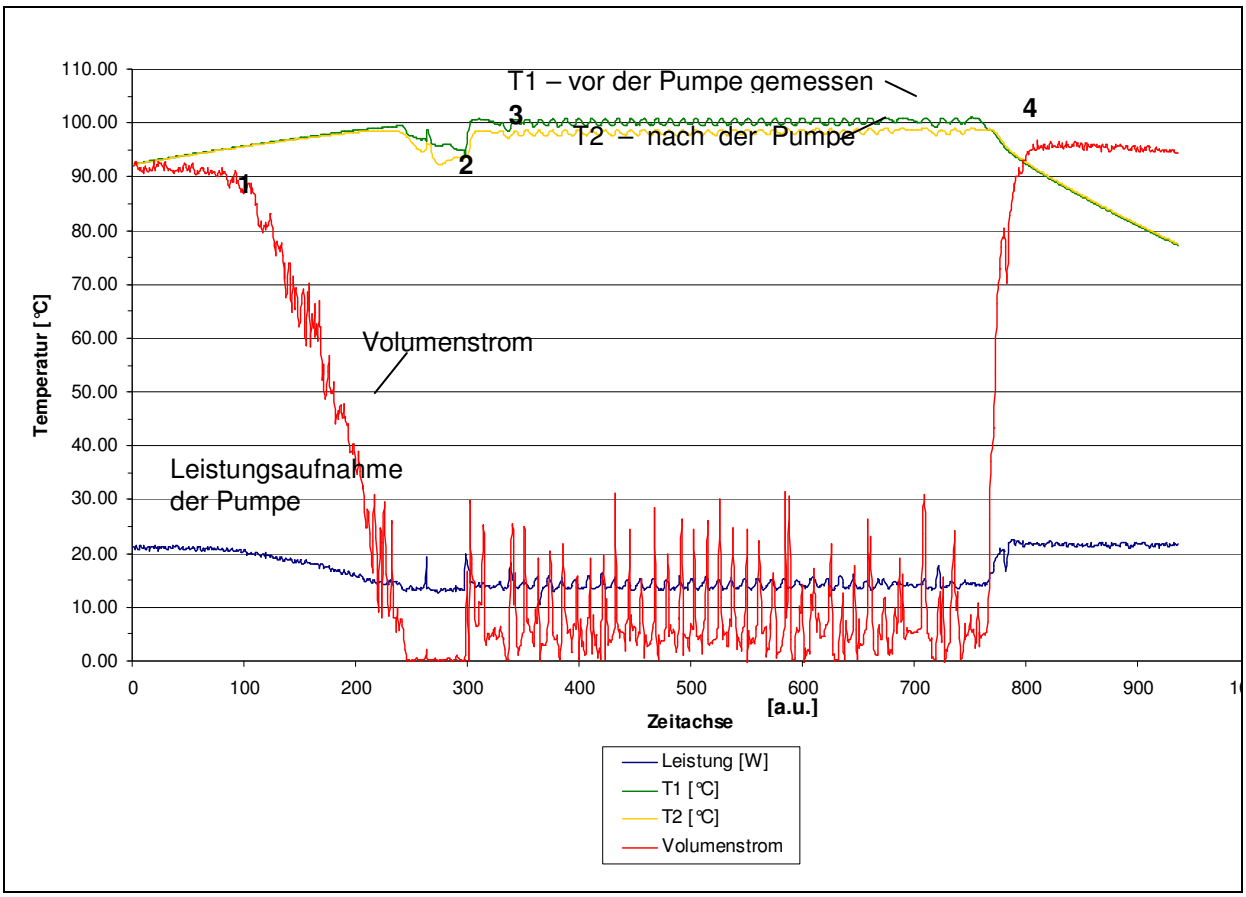

Abbildung 1: Solarthermisches Warmwassersystem mit photovoltaischem Pumpenantrieb und Globalstrahlungsregelung: Untersuchung der Regelcharakteristik der Pumpenelektronik bei hohen Mediumstemperaturen

Punkt 1 – Bei Annäherung an die Grenztemperatur wird die Pumpendrehzahl (Volumenstrom) reduziert.
Punkt 2 – Die Temperatur steigt weiter an. Bei ca. 98°C schaltet die Pumpe komplett ab. Die Temperatur am Pumpensensor sinkt deutlich ab, da kein weiteres heisses Medium die Pumpe durchströmt. Die Pumpe schaltet wieder ein bei einer Fluidtemperatur von ca. 93°C.
Punkt 3 – Die Pumpendrehzahl und entsprechend die Temperaturen beginnen zu modulieren, um die Temperatur am Sensor adaptierend zu erfassen. Die Temperaturen T1 und T2 vor bzw. nach der Pumpe liegen im Mittel bei rund 100°C.
Punkt 4 – Die Pumpendrehzahl und damit die Leistungsaufnahme der Pumpe ist bei ca. 92°C bereits wieder bei ihrem Maximum.

Solar-Pellet KombiSysteme

Das Projekt PelletSolar, welches in Zusammenarbeit mit einem Solar- und einem Heizungshersteller stattfand, wurde Mitte Jahr erfolgreich abgeschlossen. Der dynamische Prüfstand wurde dabei als Hilfsmittel zur Systemanalyse und -optimierung von den Projektpartnern sehr geschätzt. Mit Hilfe der Prüfstandsmessungen konnten Massnahmen zur optimierten hydraulischen Einbindung und zur verbesserten Regeltechnik bewertet werden. Die Ergebnisse fliessen in die neuen Produktentwicklungen der Projektpartner ein. Die detaillierten Resultate wurden in einem separaten Schlussbericht dokumentiert [1]. Per Oktober 2007 wurde das Folgeprojekt PelletSolar-2 gestartet.

Im Laufe des Jahres 2007 wurde der Prüfstand hard- und softwaremässig erweitert. Eine wichtige Erneuerung in diesem Zusammenhang ist die Anschaffung und Einbindung eines Abgasmessgerätes, welches es ermöglicht, CO, NO, NOx, SO2, CxHy, Temperatur und Feuchtigkeit im Abgas zu messen. Das Messgerät wurde hauptsächlich zur Bestimmung des feuerungstechnischen Wirkungsgrades (für die Zusatzenergiequellen aus Erdgas, Erdöl oder Holz) angeschafft. Dieser ist bei der Bewertung von Heizkesseln von zentraler Bedeutung

Seit Ende 2007 wird im Kombiteststand ein fortschrittliches Ölbrennwertgerät ausgemessen. Die Messungen dienen hauptsächlich der Validierung des in Zusammenarbeit mit der TU Graz erstellten Kesselsimulationsmodells. Die Arbeiten bezüglich der Brennermodellentwicklung werden separat im Jahresbericht Teil D beschrieben.

Kompetenzaufbau Hydrodynamik

Hinsichtlich des Aufbaus und dem anschliessenden Betrieb des PIV-Systems haben zwei SPF-Mitarbeiter ein Ausbildungsseminar für die PIV-Methode besucht. Für die Installation und den Betrieb des Teststands fanden Schulungen am SPF zusammen mit dem Hersteller statt. Dabei wurde speziell auf die spezifischen Fragestellungen hinsichtlich der Anwendungen im Bereich der Solarthermie eingegangen. Um die Kompetenz im Bereich der PIV-Methode am SPF zu festigen, besucht aktuell ein SPF-Mitarbeiter eine Vorlesung an der ETH über Bildverarbeitung in der Strömungsmesstechnik.

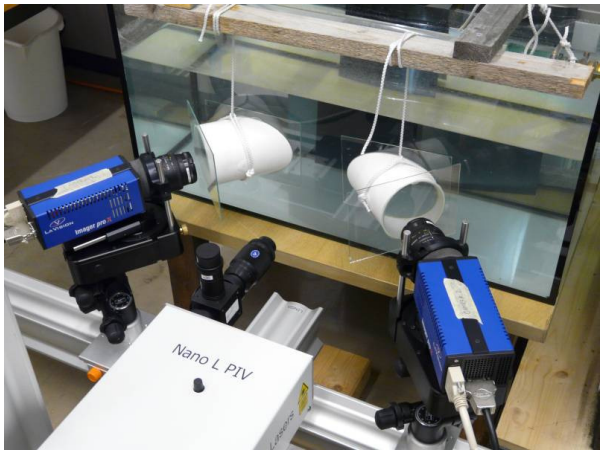

Abbildung 2: Angepasster Aufbau für PIV-Untersuchungen.

Um erste Erfahrungen mit der PIV-Methode aufbauen zu können, wurde anhand eines kleinen Glas-Wasserspeichers ein einfaches 2D-Wärmeübergangsproblem an einem horizontal eingetauchten Glattrohrzylinder untersucht (vgl. Abbildung). Dabei wurden die für eine qualitativ hochwertige Aufnahme von Strömungsbildern nötige Berücksichtigung der optischen Einschränkungen / Schwierigkeiten unterschiedlicher Messaufbauten reflektiert, sowie das umfangreiche pre- und postprocessing der Aufnahmen eingeübt. Durch das Einsetzen von wassergefüllten Tunnelwinkeln sowie von Kameraadaptern konnten die im Bild auftretenden Störungen durch unterschiedliche Brechungsindizes grösstenteils beseitigt werden. Für weitere Untersuchungen im grösseren Massstab wurde ein Aufbau entwickelt, der eine höchst flexible Kalibrierung ermöglicht.

In Abbildung sind beispielhaft die an dem beschriebenen Aufbau erstellten Ergebnisse einer dreidimensionalen Auswertung von Partikelbildern zu sehen.

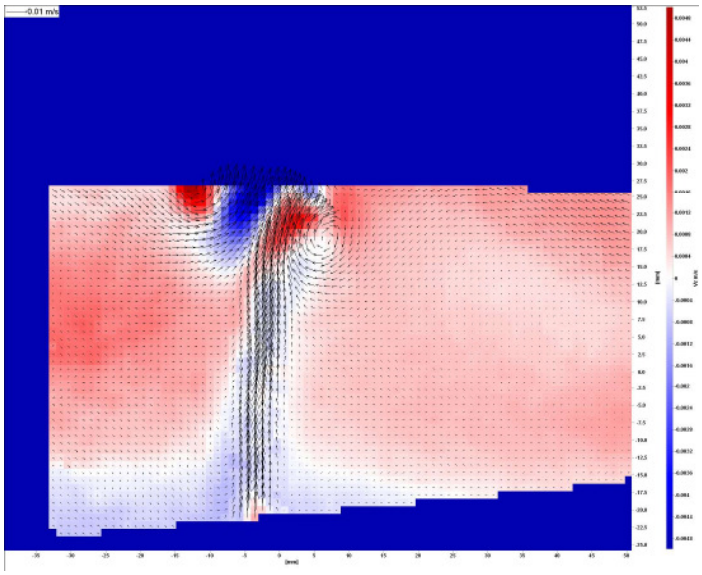

Abbildung 3: Stereo-PIV Strömungsvektorbild der freien Konvektion oberhalb eines horizontal in den Kaltwasserspeicher eingetauchten und warm durchströmten Glaszylinders (Blick in Richtung der Rohrachse).

Wärmeträger

Die in den letzten Jahren stark angestiegenen Kupferpreise führten zu einer verstärkten Suche nach billigeren Ersatzmaterialien für Solarabsorber. Dabei wird Aluminium als vielversprechender Kandidat gehandelt. Es bestehen aber Bedenken bezüglich Korrosion beim Einsatz in Kombination mit edleren Metallen. Im Auftrag einer Firma haben wir daher in einem Korrosionstest mit einem Aluminiumabsorberrohr, eingebaut in einem aus Kupferrohren aufgebauten Rohrleitungssystem, versucht den Aluminiumabtrag zu ermitteln. Die Anwendung des standardisierten ASTM D 1384 Korrosionstests für belüftete Systeme ist, im Hinblick auf den Einsatz des Absorbers in einem geschlossenen (nicht belüfteten) Solarsystem, nicht sinnvoll.

Die möglichen Korrosionsformen sind Loch- und Kontaktkorrosion sowie Flächenabtrag direkt an der Fluid führenden Oberfläche des Rohres oder durch selektive Korrosion.

Der Fluidteststand des Instituts für Solartechnik SPF wurde so umgebaut, dass mit dem Absorberrohr ein Temperatur(T)-Zeit(t) Zyklus mit den Abschnitten, Aufheizung – Stagnation – Abkühlung, durchgeführt werden konnte. Die gesamte Zykluslänge wurde auf t = 1.6 h, mit einem Abschnitt Stagnation von 30 Min. Länge und die Stagnationstemperatur auf T = 210 °C festgelegt.

Der Abschnitt beziehungsweise Zustand der Stagnation einer Solaranlage tritt auf, wenn bei Sonneneinstrahlung keine Energie aus den Kollektoren abgeführt wird. Dabei kann die Temperatur im Kollektor auf über 210°C ansteigen und das Wärmeträgerfluid verdampft. Dieser Zustand wird bezüglich Korrosion als kritisch betrachtet, da bei der Verdampfung des Fluids die Korrosionsinhibitoren zerstört und/oder ausgefällt werden können, sowie im Fall der Ausfällung und einer Temperaturreduktion eventuell im Fluid nicht mehr in Lösung gehen.

Die Automatisierung erlaubte diesen Aufheizung – Stagnation – Abkühlung Zyklus mehrfach zu durchlaufen, wobei die maximale Anzahl Zyklen auf 600 festgelegt wurde; dies mit der Annahme eine Solaranlage gehe pro Jahr 30 Mal in Stagnationen und einer erwarteten Lebensdauer von 20 Jahren.

Das Wärmeträgerfluid wurde von einer zweiten Firma zur Verfügung gestellt. Während des Versuchsverlaufs sind regelmässig Fluidproben von jeweils 20 ml aus dem Wärmeträgerkreis entnommen worden. Die Lieferfirma hat diese Fluid-Muster untersucht.

Im Verlauf des Tests gab es auf dem Aluminiumrohr einen zum Teil unregelmässigen aufgewachsenen Feststoffbelag, der die Messung eines Aluminiumabtrages durch Wägung des Aluminiumrohres verunmöglichte. Auch die endoskopische Inspektion ergab keine Aussage bezüglich Korrosion. Das Fluid wurde nach Versuchsende filtriert und der Feststoffrückstand auf dessen Zusammensetzung mit Röntgenfluoreszenz untersucht.

Mit den erreichten Resultaten kann weder eine Korrosion des Aluminiumabsorbers festgestellt noch ausgeschlossen werden. Daher sind weitere Versuche notwendig, um eine eindeutige Schlussfolgerung zur Verwendung von Aluminiumbauteilen in Kupferrohrleitungskreisläufen ziehen zu können. Um Zeit zu sparen hat sich die Firma zu einem eigenen Versuchaufbau entschlossen. Dazu wurde der Firma das Anlagenschema zum Teststand zum Nachbau verkauft. Anschliessend wurde der Fluidteststand wieder in seinen Originalzustand zurückgebaut.

Verkalkung

Der Prüfstand zur Untersuchung von Verkalkungsvorgängen und zur Überprüfung von Massnahmen gegen das Verkalken musste aus Platzgründen demontiert werden.

Erstmals konnte eine Kombianlage mit integriertem Trinkwasser-Spiralrohrwärmetauscher, welche bereits nach 6 Jahren Betrieb einen deutlichen Druckabfall bei Warmwasserbezug aufwies, genauer untersucht werden. Dazu wurde das System auf der Wasserseite geöffnet, um den Wärmetauscher innenseitig mit einem Endoskop inspizieren zu können. Eintrittsseitig (Kaltwasseranschluss) war das Wärmetauscherrohr vollkommen kalkfrei. Nur Austrittsseitig war durchgängig eine Dicke Kalkschicht zu sehen, die, auf den vollen 2 m beobachtbarer Rohrlänge, etwa 1/3 der Rohrquerschnittsfläche bedeckte. Nach dieser visuellen Inspektion wurde der Kalk chemisch gelöst und aus dem Wärmetauscherrohr ausgespült. Die Menge an ausgespültem Kalk würde ausreichen, um das Wärmetauscherrohr auf einer Länge von 10 m um 1/3 des Rohrquerschnittes durchgehend zu bedecken.

Anschlussverluste

Wärmeverluste in Heizanlagen können durch gezielte Rohrführung und bestimmte Speicheranschlussarten klein gehalten werden. Dazu wurden umfangreiche Messungen durchgeführt. Mit einer Präsentation soll Aufklärungsarbeit [2] geleistet werden (siehe Abbildung 4 auf folgender Seite).

Die Präsentation weist eine hohe Qualität und Vollständigkeit auf und behandelt Aspekte wie Rohrinterne Warmwasserzirkulation, Wärmesiphons, Konvektionssperren, Konvektionsbremsen, Wissenswertes beim Wärmeverteiler, lagespezifische Verluste bei Rohrleitungen, sowie Wärmeverlust hemmende Speicheranschlüsse verschiedener Hersteller und mögliche Varianten von Konvektionssperren. Sie wurde so konzipiert, um durch Dritte – zum Beispiel in der Lehre – eingesetzt zu werden. Ein Entwurf der Präsentation wurde bereits im Rahmen eines IEA SH&C Task 32 Workshops präsentiert. Die in diesem Zusammenhang gemachte Literaturrecherche wurde in Englischer Sprache dokumentiert und in den Kreis der Experten des Task 32 eingebracht. Es ist beabsichtigt, 2008 eine überarbeitete Version der Präsentation den Fachleuten zugänglich zu machen und die Erkenntnisse in der Fachpresse zu publizieren.

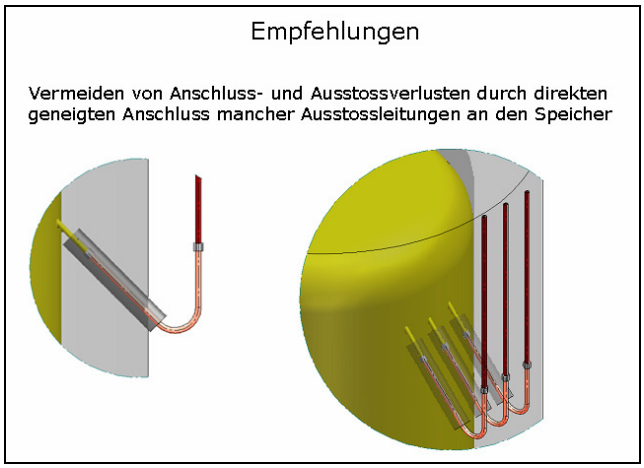

Abbildung 4: Folie aus der Präsentation über Verminderung von Speicheranschlussverlusten: Nach unten geführte Speicheranschlüsse die das Zirkulieren von Warmwasser effizient vermeiden

B-3: : IEA TASK 32D; NEUE SYSTEMKONZEPTE

Es wurde eine Simulationsstudie eines innovativen und stark vereinfachten Systemkonzeptes durchgeführt. Dabei fanden die im IEA-SHC Task 32 definierten Konventionen und Referenzbedingungen Anwendung. Dadurch können die Ergebnisse mit denjenigen anderer Projektteilnehmer verglichen werden, die ebenfalls Systeme mit Wasser als Speichermedium untersuchen (siehe Abbildung 5).

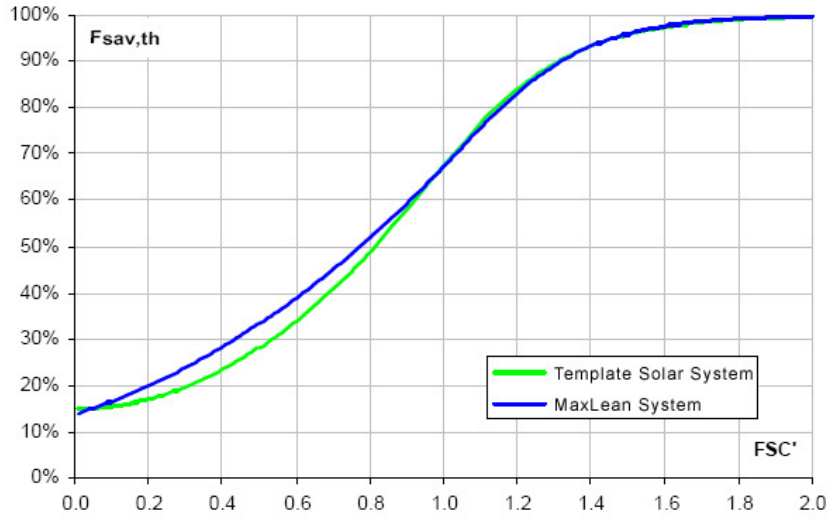

Abbildung 5: Vergleich des Template Solar- und des MaxLean System in einem Fsav.th/FSC Diagramm. Beide Systeme wurden in verschiedenen Klimazonen und Anlagengrössen (Kollektorfläche und Speichergrösse) simuliert. Quelle: Letz T. (2007): The extended FSC (Fractional Solar Consumption) procedure for larger storage sizes, A Report of IEA SHC - Task 26 Solar Combisystems, November 2007

Um neben dem thermisch-energetischen Verhalten der Anlage auch die Wirtschaftlichkeit bzw. das Kosten/Nutzen Verhältnis zu untersuchen wurde eine Methode zur Dimensionierung solarthermischer Anlagen entwickelt. Die Ergebnisse von Simulationsstudie und Dimensionierung sind im eingereichten Abschlussbericht enthalten. Zum entwickelten Dimensionierungsverfahren wurde ein Vortrag beim kommenden 18. Symposium Thermische Solartechnik in Bad Staffelstein (Mai 2008) eingereicht und als Posterdiskussion angenommen.

Im Zusammenhang mit der Systementwicklung und -optimierung wurden Untersuchungen zur Entwicklung einer Schichtladeeinrichtung für Solar- und Pufferspeicher aus den vorangehenden Jahren aufbereitet. Ein hierzu eingereichter Vortrag beim kommenden 18. Symposium Thermische Solartechnik in Bad Staffelstein (Mai 2008) wurde angenommen. Die entsprechende Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

B-4: NORMIERUNG

Die Arbeiten des SPF im Bereich SIA Normen betreffen die Gesamtrevision der SIA 385 Warmwasser. Der Vertreter des SPF trägt die Anforderungen der Solartechnik in die Entwicklung der praktisch neu erarbeiteten Norm in die Kommission. Ein Entwurf des Teils Anforderungen der Norm soll in Kürze Fachleuten zur Vernehmlassung unterbreitet werden.

Speziell wurde durch das SPF eine Untersuchung über Wärmeverluste von an Speicher angeschlossenen Leitungen gemacht und die Erkenntnisse der Kommission in Form einer kommentierten Präsentation (siehe oben) dargelegt.

Nationale Zusammenarbeit

Die Anzahl der Systemprüfungen von Schweizer Firmen ist 2007 gleichbleibend auf niedrigem Niveau. Ein Thermosiphonsystem eines Schweizer Systemherstellers befindet sich zurzeit im Test und zu Beginn des Jahres wurde die Solarstation mit globalstrahlungsbetriebener Gleichstrompumpe für einen Schweizer Armaturenhersteller untersucht.

Im Rahmen des Projektes PelletSolar wurde mit einem Schweizer Hersteller von Solarsystemen zusammengearbeitet. Bei den Messungen am Ölbrennwertgerät besteht eine Zusammenarbeit mit zwei Schweizer Firmen für Heizungssysteme.

Internationale Zusammenarbeit

Das Europäische Projekt New Generation of Solar Thermal Systems (NEGST) kam 2007 zum erfolgreichen Anschluss. Das SPF war unter anderem als Workpackage-Leiter an der Evaluierung von vielversprechenden Systemkonzepten beteiligt. Die Ergebnisse wurde am 21. Juni 2007 in einem Workshop an der Intersolar in Freiburg im Breisgau einem breiten Publikum aus Industrie, Politik und Forschung präsentiert. Die Ergebnisse sind unter [3] veröffentlicht.

Im Rahmen des Solar Keymark Network Meetings am 2. Oktober in Wien trafen sich die Vertreter der europäischen Prüfinstitute und die Zertifizierer, um Themen zur Anpassung der Richtlinien zu besprechen. Unter anderem wurde die Möglichkeit der Prüfung nach der überarbeiteten Version der prEN 12977 für kundenspezifisch gefertigte Anlagen und die Einführung eines Verfahrens, um Systeme gleichen Typs aber unterschiedlicher Speicher- und/oder Kollektorfläche nach der EN 12976 geprüft.

Am 7. Dezember 2007 fand die zweite Sondersitzung zum Thema Systemprüfung vorgefertigter Anlagen (EN12976) des Erfahrungsaustauschkreises der deutschsprachigen Prüflaboratorien „Thermische Solaranlagen und deren Bauteile“ (EKTSuB) am Fraunhofer Institut für Solare System in Freiburg im Breisgau statt. Das Ziel dieser Sitzung ist Erfahrungen unter den Prüfinstituten auszutauschen, um ein einheitliche sVorgehen bei den Prüfungen zu garantieren.

Im Rahmen des Projektes PelletSolar wurde eng mit einer österreichischen Firma für Zentralheizungen zusammengearbeitet. Im Folgeprojekt PelletSolar2 ist eine Kooperation mit der TU Graz lanciert. Das Arbeitspaket der TU Graz läuft über das österreichische Bundesforschungsprogramm „Energie der Zukunft“. Es ist vorgesehen, einen Pelletskessel einer Österreichischen Firma für Biomasseheizungen auf dem Prüfstand einzusetzen. Bei der Definition des 2. Projektteils werden noch weitere internationale Projektpartner hinzustossen.

Bei den theoretischen Untersuchungen innovativer Speicherkonzepte [simulations of innovative storage concepts for solar combisystems] handelt es sich um eine erfolgreiche, am SPF ausgeführte Diplomarbeit von Robert Haberl (Abschlussarbeit des Studienganges Maschinenbau im Schwerpunkt Energietechnik der HS Ulm; Prof. Dr.-Ing. Gerhard Mengedoht, Prof. Dr.-Ing. Martin Müller).

Die Ergebnisse der Arbeiten an innovativen Systemkonzepten (IEA-SHC Task 32) wurden an den Task Meetings 9 (Stuttgart) und 10 (Zürich) präsentiert.

Bewertung 2007 und Ausblick 2008

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

Der Trend einer hohen Nachfrage an Systemprüfungen von vorgefertigten Anlagen hat sich für 2007 bestätigt. Die Aufträge kommen aus dem benachbarten Ausland, wobei es sich bei den am SPF geprüften Anlagen ausschliesslich um Thermosiphonsysteme für den Süd- bzw. Südosteuropäischen Markt handelt. Es läst sich aber aufgrund von Testanfragen vermuten, dass in den kommenden Jahren auch vermehrt gepumpte Systeme geprüft werden.

In der Systemprüfung setzt sich, wie bereits verstärkt bei den Kollektoren, das Europäische Qualitätszertifikat Solar Keymark immer mehr durch. Acht der zwölf Anlagen am SPF geprüften Anlagen wurden nach Solar Keymark geprüft. Die Vorteile dieses Zertifikats liegen darin, dass die Prüfung auf den harmonisierten Standards für Kollektoren und vorgefertigte Systeme basiert und dabei noch zusätzliche Anforderung an das Qualitätsmanagement des Herstellers, eine unabhängige Probennahme des Prüflings und der periodischen Überwachung der Fertigung und des Produkts definiert. Es gibt allerdings noch keine einheitlichen Gesetzgebungen, die eine Zertifizierung fordern.

Der neue Systemprüfstand war 2007 gut ausgelastet. Die gesammelten Erfahrungen mit dem Testablauf und Durchführung konnten direkt in die Verbesserung der Prozesssteuerung mit einfliessen. Für nächstes Jahr besteht mit dem mobilen Prüfstand die Möglichkeit, den Dachsystemprüfstand von bisher drei auf vier Teststände kurzfristig zu erweitern. Eine weitere Verbesserung soll mit der Überarbeitung der Auswertung der Systemprüfung erreicht werden. Die Datenauswertung wird damit effizienter bei reduzierter Fehleranfälligkeit.

Die Resultate der Systemprüfungen nach der EN 12976 werden vom SPF auf der Internetseite in Form eines Kurzberichtes publiziert. Aufgrund der hohen Nachfrage nach Systemprüfungen musste die Arbeit verschoben werden. Der Entwurf eines Kurzberichtes und einem erklärenden Begleitdokument sind fertig und werden 2008 auf der Internetseite des SPF integriert.

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

Das Mitte Jahr abgeschlossene Projekt PelletSolar lieferte wichtige Erkenntnisse zum optimierten Systembetrieb von PelletSolar-kombinierten Heizystemen. Die Kombination von Holz und Sonne bietet grosses Potential für die Einsparung fossiler Energieträger. Wie schon zuvor im Projekt KombiKompakt+ konnten energetische Einsparpotentiale durch die Betrachtung auf der Systemebene identifiziert werden. Die Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie hat gezeigt, dass der Kombiteststand ein wichtiges Mittel zur Optimierung darstellt. Das Nachfolgeprojekt PelletSolar-2 wurde per Oktober 2007 begonnen und wird bis Frühling 2009 laufen. Dabei sollen die Resultate aus dem Vorgängerprojekt mit neuen Systemmessungen verifiziert und die rein energetische Bewertung des optimierten Systembetriebs auf die Emissionsproblematik ausgedehnt werden.

Per Frühjahr 2008 dürften die Messungen an den Ölbrennwertgeräten abgeschlossen sein. Die Messdaten werden dazu dienen, das Brennermodell (vgl. Jahresbericht Teil D) zu validieren. Weitere Messungen zur Validierung dieses Modells zur verbesserten Simulation von solaren Kombisystemen werden Ende 2008 an einer Gastherme erfolgen.

Aufgrund der bisherigen (Weiter)Entwicklungen und Erfahrungen im Zusammenhang mit dem Kombiteststand (v.a. der Methodik des Concise Cycle Tests (CCT), vgl. [4] und [5]) wird derzeit seitens des SPF geplant, diese stärker in die Diskussion um europäische Systemtestpraxis und Normung einzubringen. Hierzu sind eine systematische Überarbeitung und Aufbereitung der Methode sowie deren Dokumentation geplant. Ferner soll in Kooperation mit anderen europäischen Forschungs- und Testzentren eine Abstimmung bezüglich best practice im Systemtestbereich erfolgen.

Der PIV-Messstand konnte erfolgreich installiert und in Betrieb genommen werden. Anhand erster Anwendungserfahrungen konnten versuchsspezifische Weiterentwicklungen der Installation vorgenommen werden Es erfolgte eine intensive Einarbeitung in die Theorie der Methode. In zwei separa-

ten Projekten wird die am SPF neu aufgebaute Methodenkompetenz im kommenden Jahr 2008 zur Anwendung kommen.

Zurzeit wird diskutiert, inwiefern in Zusammenarbeit mit anderen Instituten der HSR ein Kompetenzzentrum PIV/LIF/CFD mit führender Beteiligung des SPF und Unterstützung seitens der HSR eingerichtet werden kann.

Als Fortsetzung der Forschungsarbeit wird eine Demonstrationsanlage des MaxLean genannten kostengünstigen, drucklosen Systemkonzeptes angestrebt. Um Vorbehalten gegen Teilbereiche des Konzeptes entgegenzuwirken ist auch eine konventionellere Variante der Anlage (MediumLean) denkbar. Die Studien zur Anlagendimensionierung sollten im Hinblick auf die Veröffentlichung am 18. Symposium Thermische Solartechnik ausgedehnt werden.

Im Zusammenhang mit der Systementwicklung und -optimierung wurden Untersuchungen zur Entwicklung einer Schichtladeeinrichtung für Solar- und Pufferspeicher aus den vorangehenden Jahren aufbereitet. Ein hierzu eingereichter Vortrag beim 18. Symposium Thermische Solartechnik in Bad Staffelstein (Mai 2008) wurde angenommen. Die entsprechende Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

Referenzen

[1] L. Konersmann, BFE Schlussbericht, PelletSolar – Leistungsanalyse und Optimierung Pellet-Solarkombinierter Systeme für Heizung und Warmwasser, http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/index.html?lang=de, 2007

[2] P. Vogelsanger, H. Marty: Wärmeverluste durch Gegenstromzirkulation in an Speichern angeschlossenen Rohrleitungen, SPF 2007, abrufbar unter www.solarenergy.ch

[3] NEGST: Final Project Presentation Workshop, June 21st 2007, Intersolar, Freiburg i.Br., die Präsentationen sind abrufbar unter: http://www.swt-technologie.de/html/final_workshop.html

[4] P. Vogelsanger, M. Haller, Kompakte Kombi-Solarsysteme auf dem Prüfstand unter Einbezug der Zusatzheizung. 15. Symposium Thermische Solarenergie Bad Staffelstein, 2005.

[5] P- Vogelsanger, www.solarenergy.ch → Testberichte → Systeme → Kombisysteme → Anhang C (Prüfmethode), 2004.