



SPF FORSCHUNGSAUFGABEN

TEIL B: THERMISCHE SOLARSYSTEME

Jahresbericht 2008

Autor und Koautoren	E. Frank, S.Laipple, R. Haberl, P. Gantenbein, 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-/Vertrags-Nr.	43729 / 153160
BFE-Projektleiter	Jean-Christophe Hadorn
Dauer des Projekts (von – bis)	1.1.2008 – 31.12.2008
Datum	08.12.2008

ZUSAMMENFASSUNG

Die Testeinrichtung für akkreditierte Prüfungen wurde zu Beginn der Prüfseason im Frühjahr von drei auf vier Testständen erweitert. Dank Verbesserungen in der Datenauswertung und dem Prüfablauf konnten Tests an 16 Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung durchgeführt werden. Der Teststand war damit zu fast 100 % ausgelastet. Der Trend von Solar Keymark hält weiter an, 75 % der geprüften Anlagen wurden nach den Richtlinien der Keymark geprüft. Der zeitliche und administrative Aufwand je Prüfung steigt durch die notwendige Werksinspektion und Probennahme beim Auftraggeber. Das erste gepumpte System zum Erlangen der Solar Keymark befindet sich im Abschluss. Die Resultate der Systemprüfungen werden auf der Internetseite des SPF in Form eines Kurzberichtes veröffentlicht. Die am SPF entwickelte CCT-Methode für Systemtests im Kombiteststand wurde weiterentwickelt, v.a. hinsichtlich eines verbesserten TRNSYS-Modells für die Nachheizung. Hardwaretechnisch wurde der Kombiteststand um ein Gerät für die Abgasmessung erweitert. Methodisch wurde das CCT-Verfahren hinsichtlich der Generierung des Wetterdatensatzes und des Zapfprofils überarbeitet und umfassend dokumentiert. Die beiden Projekte zur Untersuchung von eingetauchten Wärmeübertragern und Trinkwasserblasen in Solarspeichern, welche die Erweiterung der Methodenkompetenz im Bereich von Particle Image Velocimetry (PIV) zum Ziel hatten, konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Die Dokumentation des Konzepts der am SPF entwickelten Schichtbeladeeinrichtung für Wasserspeicher wurde aufbereitet und publiziert. Aufbauend auf der im Abschlussbericht des IEA-SH&C Task 32 vorgestellten Simulationsumgebung eines innovativen und stark vereinfachten Systemkonzeptes wurden weitere Simulationen und Sensitivitätsuntersuchungen zur Dimensionierung solarer Kombisysteme durchgeführt. Dabei wurde die neue Methode zur Optimierung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses durch die Dimensionierung des Systems sowohl auf das MaxLean genannte Systemkonzept als auch auf das im Task 32 verwendete Referenzsystem angewendet und publiziert. Die Messungen und Systemoptimierungen an der Pilotanlage zur solarthermischen Kühlung an der HSR wurden fortgeführt. Hierzu wurden insbesondere die Möglichkeiten zur Reduktion des Strom- bzw. Wasserverbrauchs im Bereich der Wärmeabfuhr (Nass- bzw. Trockenkühlturm) untersucht. Die vorangegangenen Arbeiten zu den Wärmeanschlussverlusten von Speichern und den Berechnungen der optimalen Siphonierung wurden abgeschlossen.

Projektziele

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

- Anzahl der Systemprüfungen vom Vorjahr erreichen
- Prüfung nach Solar Keymark, inklusive Werksinspektion und Probennahme
- Beratung und Unterstützung der Systemhersteller in technischen Fragen
- Datenauswertung und Prüfablauf optimieren
- QM-System pflegen und anpassen
- Resultate der Prüfungen publizieren
- Austausch mit anderen Prüflabors zur Qualitätssicherung, Teilnahme an Ringversuchen (round robin tests)

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

- Teststände und Prüfsequenzen kontinuierlich nach den Vorgaben der Prüfnorm und den Richtlinien des Qualitätszertifikates Solar Keymark anpassen und optimieren.
- Dienstleistung für die Prüfung von Solaranlagen ausbauen: Kapazität auf vier Teststände erweitern
- Prüfverfahren für Systemfamilien (Systeme die sich nur in Grösse des Speichervolumens und/oder der Kollektorfläche unterscheiden) untersuchen
- Mobiler Prüfstand: einbinden in die Infrastrukturen des Systemdachlabors für Prüfungen an Solaranlagen und programmieren einer Software zum eigenständigen Betrieb für Entwicklungs- und Forschungsarbeiten.
- CCT-Methode für Systemtests im Kombiteststand: Überarbeitung und Dokumentation einiger methodischer Teile (Wetterdatensatz-Generierung, Brennermodell, Zapfprofile, ...), Weiterentwicklung der Methode generell und Harmonisierung mit derzeitigen Aktivitäten im europäischen Testumfeld
- Erweiterung der Methodenkompetenz im Bereich von Particle Image Velocimetry (PIV)
- Neuauflage des SPF Softwaretools „TubeCalc“ zur Berechnung von Druckverlusten und Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungsnetzen.
- Überarbeitung, Erweiterung und Vertiefung der bisherigen Aktivitäten im Bereich von Life Cycle Analysis zu thermischen Solarkollektoren (embedded energy) und thermischen Solarsystemen (vollständige Ökobilanz)

B-3: WEITERENTWICKLUNGEN UND NEUE SYTEMKONZEPTE

- Das Konzept der am SPF entwickelten Schichtbeladeeinrichtung für Wasserspeicher soll publiziert und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, um eine Umsetzung der Produktidee vorzubereiten.
- Das am SPF entwickelte MaxLean Systemkonzept soll über den Rahmen der Publikationen des IEA-SH&C Task 32 hinaus bekannt gemacht werden, um dessen mögliche praktische Umsetzung weiter zu untersuchen.
- Die neu entwickelte Methode zur Dimensionierung solarer Kombisysteme soll weiter entwickelt und an verschiedenen Systemen getestet werden. Der Einfluss einzelner Komponenten einer thermischen Solaranlage auf das Kosten/ Nutzen Verhältnis des gesamten Systems soll durch Parametervariationen untersucht werden.
- Messtechnische Untersuchung und Systemoptimierung der Pilotanlage an der HSR zur solarthermisch getriebenen Kühlung
- Die vorangegangenen Arbeiten zu den Wärmeanschlussverlusten von Speichern und den Berechnungen der optimalen Siphonierung sollen abgeschlossen werden.

B-4: NORMIERUNG

- Mitarbeit im Schweizer Normenkomitee TK 144 des SNV zur Revision der ENV 12977; Komponentenprüfverfahren für kundenspezifisch gefertigte thermische Solaranlagen.
- Umsetzung und Implementierung der Solar Keymark.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

Die Auslastung der Teststände war aufgrund der hohen Nachfrage nach Prüfungen für den spanischen, portugiesischen und italienischen Markt bei fast 100 %. Der Anteil der nach der Solar Keymark geprüften Systeme lag bei rund 75 % der insgesamt am SPF geprüften Anlagen im Jahr 2008. Der zeitliche und administrative Aufwand je Prüfung steigt erheblich durch die Anforderungen der Solar Keymark. Zusätzlich zur Leistungs- und Qualitätsprüfung ist eine Probennahme und Werksinspektion beim Hersteller bzw. Auftraggeber durchzuführen. Dies erlaubt auf der anderen Seite einen direkten Kontakt mit dem Hersteller (vgl. SPF Forschungsaufgaben – Jahresbericht 2008, Teil A).

Im Berichtsjahr 2008 wurden 16 Solaranlagen geprüft. Der Anteil von Schwerkraftanlagen ist aufgrund der politischen Rahmenbedingungen in den Europäischen Ländern gleichbleibend hoch. Die Systemprüfung ist nicht für die Förderung oder Zulassung auf den nationalen Märkten in Europa gefordert, mit den Ausnahmen von Spanien, Portugal, den Niederlanden und bis vor kurzem Italien.



Fig. 1: Das Bild zeigt die im Teststand installierte Solaranlage. Der drucklose Kunststoffspeicher befindet sich im Systemdachlabor (SDL) in einem der drei temperierten Räume. Die Kollektoren sind auf der nach Süden ausgerichteten Dachschräge von 45° installiert.

Das Systemkonzept sieht vor, dass bei ausgeschalteter Solarpumpe das Fluid im Kollektorkreis in den Speicher zurückläuft (drain back). Als Wärmeträgerfluid wird Wasser verwendet. Mit einer Boosterpumpe, die in Serie zur Solarpumpe installiert ist, wird beim Anlaufen der Solarpumpe der Kollektorkreis befüllt.

Im linken Bild ist über dem Speicher die 20 m lange Vorlaufleitung des Kollektorkreises zu sehen, die so angeordnet wurde, dass das Wärmeträgerfluid bei Nichtbetrieb der Pumpe in den Speicher zurückfließen kann.

2008 wurde erstmalig ein gepumptes System (siehe Fig. 1) für den Mitteleuropäischen Markt nach der EN 12976 zur Erlangung der Solar Keymark geprüft. Die Anforderungen an den Teststand sind höher als für Schwerkraftanlagen. Es werden zusätzlich das Nachheizvolumen und der dazugehörige Wär-

meübertrager untersucht. Die Prüfung wurde erfolgreich durchgeführt und der Teststand hat sich unter realen Messbedingungen bewährt.

Der Qualitätsstandard der geprüften Solaranlagen ist sehr uneinheitlich, wobei die gepumpte Solaranlage positiv hervorsticht. Die Qualität der Komponenten, das durchdachte Konzept und die Dokumentation sind auf einem sehr hohen Niveau. Die Ansprüche der Schwerkraftanlagen sind sicherlich unter dem Gesichtspunkt der Qualitätsansprüche der Käufer zu bewerten. Für die Prüfung gelten allerdings die einheitlichen Ansprüche der Prüfnorm, die neben technischen Anforderungen auch Anforderungen an die Kennzeichnung und Begleitdokumente für Installateure und Kunden richtet. Die beiden häufigsten Versagen waren ein undichter Flansch der horizontalen Speicher der Schwerkraftanlagen und der fehlende Schutz vor Überhitzung im Speicher. Beide Probleme können mit wenig Aufwand vom Hersteller behoben werden.

Aufgrund der sehr hohen Auslastung des Systemdachlabors (siehe Fig. 2) während der Messsaison mussten einige Infrastrukturarbeiten aufgeschoben werden. Gegen Ende 2008 wurde damit begonnen die Prüfergebnisse in Form eines Kurzberichtes (Factsheet, vgl. [1]) auf der Internetseite des SPF zu publizieren. Die Berichte umfassen eine kurze technische Beschreibung des Systems und eine grafische Darstellung der thermischen Leistungsdaten. Die Factsheets werden nach Abschluss der Arbeiten in fünf Sprachen verfügbar sein.

Die Auswertung der Leistungsmessung wurde Anfang 2008 überarbeitet und softwaretechnisch an den bestehenden Standard der Datenerfassung und Prozesssteuerung angepasst. Mit der LabVIEW basierten Auswertung sinkt die Zeit je Auswertung bei geringerer Fehleranfälligkeit. Der teilautomatisierte Ablauf der Systemprüfung inklusive Datenerfassung läuft sehr stabil und kann fast ohne Stillstandzeiten betrieben werden.



Fig. 2: Systemdachlabor (SDL) während des Berichtsjahres. Die untere Fläche des Schrägdaches wird für die Kollektorprüfung verwendet. Im oberen Bereich werden die Kollektoren bzw. Schwerkraftanlagen für die Leistungsermittlung und Qualitätsprüfung aufgebaut. Die Speicher von gepumpten Systemen werden in den temperierten Testkabinen im Inneren installiert. Auf dem Flachdach werden Schwerkraftanlagen mit Flachdachaufständerung aufgebaut.

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

Für Solaranlagen, deren Kollektor nicht separat geprüft werden kann, mussten zusätzliche Prüfungen des Kollektors eingeführt werden. Dies sind vornehmlich Schwerkraftanlagen mit einem horizontalen Tank und Vakuumröhren. Der Kollektor muss für das erfolgreiche Bestehen der Systemprüfung die Anforderungen der Kollektorprüfnorm mit einigen Ausnahmen erfüllen. Da die geforderten Qualitätsprüfungen an einem ganzen System durchgeführt werden, musste der Prüfprozess angepasst werden.

Die Kapazität für Systemprüfungen wurde mit dem mobilen Prüfstand von drei auf vier Teststände erweitert. Der mobile Prüfstand kann in die Infrastruktur des SDL so integriert werden, dass die Prozesssteuerung und die Datenerfassung der Messmittel über den Messrechner des SDL geschehen. Dagegen kann der mobile Teststand für den Einsatz ausserhalb des SDL eigenständig betrieben werden. Für den eigenständigen Betrieb wurde eine Software entwickelt. Dieses LabView basierte Programm ermöglicht sowohl ein flexibles Ansteuern des gesamten Teststandes als auch das Erfassen und Speichern der relevanten Messdaten (Temperatur, Durchfluss, Ventilstellung usw.). Somit können alle Aufgaben für den Betrieb des Teststandes in Feldversuchen von einem Laptop ausgeführt werden, der die Funktionen der Steuerung und des Datenloggers übernimmt.

Die am SPF entwickelte CCT-Methode für Systemtests im Kombiteststand (vgl. [2], [3]) wurde weiterentwickelt. Die Neuheiten liegen vor allem in der Neuentwicklung, Validierung und Einbindung eines verbesserten TRNSYS-Modells für die Nachheizung. Hardwaretechnisch wurde der Kombiteststand um ein Gerät für die Abgasmessung (CO, O₂, CO₂, NO, NO_x) erweitert. Methodisch wurde das CCT-Verfahren hinsichtlich der Generierung des Wetterdatensatzes und des Zapfprofils überarbeitet und umfassend dokumentiert. Im Rahmen des derzeit laufenden europäischen Verbundprojektes „CombiSol“ erfolgt u.a. ein Vergleich zwischen einem komponentenorientierten Systemtest-Ansatz (CTSS – Component Testing and System Simulation) und einer auf dem am SPF entwickelten CCT-Ansatz (Concise Cycle Test) basierenden Methode, die inzwischen auch das INES in Frankreich durchführt. Hier wurde durch aktive Teilnahme an zwei Projekttreffen eine Harmonisierung der derzeitigen Aktivitäten angestoßen. Zentral ist in diesem Zusammenhang die Diskussion um die richtige Generierung von Wetterdatensätzen (repräsentatives 12-Tages-Profil), welche die wesentliche Grundlage für den 12-tägigen Systemtest darstellt. Weiter ist auch die möglichst realitätsgetreue Abbildung der Vorgänge der Nachheizung ein wichtiges Thema. Im Rahmen der Expertengruppe von „CombiSol“ wurde das neue TRNSYS-Brennermodell kommuniziert, das am SPF in Zusammenarbeit mit der TU Graz entwickelt, validiert und im Rahmen weiterer Projekte (PelletSolar) auch auf andere Brennstoffe und deren spezifische Problemstellungen (z.B. Feinstaub im Fall von Pellets) erweitert wurde (vgl. beispielsweise [4], [5]).

Die beiden Projekte, welche die Erweiterung der Methodenkompetenz im Bereich von Particle Image Velocimetry (PIV) zum Ziel hatten, konnten erfolgreich abgeschlossen werden. Dabei wurden einerseits eingetauchte Wärmeübertrager, wie sie zur (solaren) Beladung eines Wasserspeichers verwendet werden, und zum anderen sog. Trinkwasserblasen zur Bereitstellung von Trinkwarmwasser in Kombispeichern untersucht. Die Ergebnisse sind detailliert in [6] dargestellt. Bei der Durchführung der Untersuchungen wurde mit einem deutschen und einem schweizer Hersteller kooperiert.

Zur Berechnung von Druckverlusten und Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungsnetzen wurde bis anhin das SPF Softwaretool „TubeCalc“ verwendet und zum Download auf der SPF Homepage der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Dieses Tool war in Delphi 5 programmiert und läuft auf Rechnern mit neuen Betriebssystemen nicht mehr zuverlässig. Daher wurde ein Softwaretool mit ähnlichem Leistungsumfang unter EES neu programmiert. Die hydraulischen Eigenschaften der verwendeten Komponenten wie Fluide, Rohre, Krümmer und Absorber können sowohl aus einer Datenbank übernommen, oder auch frei definiert werden. Nach Fertigstellung der zugehörigen „Hilfe-Datei“ soll dieses Tool mit der SPF Info-CD verteilt werden.

Um genauere Aussagen über die graue Energie von thermischen Solarkollektoren machen und so allfällige Empfehlungen für Entwicklungen (z.B. betreffend Absorber- und Rahmenmaterialauswahl) ableiten zu können, wurde 2008 begonnen, die am SPF geprüften Kollektoren nach Abschluss der Tests wesentlich detaillierter als bisher zu zerlegen und ihren Materialgehalt zu untersuchen. Die so gewonnenen einzigartigen Daten wurden systematisch katalogisiert. Darüber hinaus wurde begonnen, die theoretischen Vorarbeiten zur Ökobilanzierung thermischer Solarsysteme anhand der Datenbank *ecoinvent* zu überarbeiten, um die Unsicherheiten in der Bestimmung der energetischen Amortisationszeit zunächst gezielt für ausgewählte Systeme zu verringern.

B-3: WEITERENTWICKLUNGEN UND NEUE SYTEMKONZEPTE

Die Dokumentation des Konzepts der am SPF entwickelten Schichtbeladeeinrichtung für Wasserspeicher (vgl. [7]) wurde aufbereitet und publiziert (vgl.[8]). Im Anschluss daran ergaben sich Diskussionen mit einigen interessierten Herstellern, die jedoch bislang noch nicht zu einer kommerziellen Umsetzung geführt haben.

Aufbauend auf der im Abschlussbericht des IEA-SH&C Task 32 [9] vorgestellten Simulationsumgebung eines innovativen und stark vereinfachten Systemkonzeptes wurden weitere Simulationen zur Dimensionierung solarer Kombisysteme durchgeführt. Dabei wurde die neue Methode zur Optimierung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses durch die Dimensionierung des Systems sowohl auf das MaxLean genannte Systemkonzept als auch auf das im Task 32 verwendete Referenzsystem angewendet. Die Ergebnisse der Studie wurden am 18. Symposium Thermische Solartechnik in Bad Staffelstein präsentiert [10]. Dabei wurde hauptsächlich die Vorgehensweise der Dimensionierung diskutiert: Hierzu wird eine mathematisch definierte Zielfunktion gebildet und durch die Kombination eines Simulationsprogrammes und eines Optimierungsalgorithmus minimiert. Durch diese Veröffentlichung sollte eine breite Öffentlichkeit zur Betrachtung des Kosten/Nutzen-Verhältnisses als Zielfunktion einer Anlagendimensionierung anstelle der bisher üblichen Betrachtungsweise animiert werden.

Um desweiteren den Einfluss einzelner Komponenten des Systems auf dessen Kosten/Nutzen-Verhältnis zu untersuchen, wurden weitere Simulationsreihen unter jeweils veränderten Rahmenbedingungen durchgeführt. Hierzu diente wiederum die im Task 32 erarbeitete Simulationsumgebung des MaxLean Systems als Grundlage. Die genannte Dimensionierungsrichtlinie wurde als Werkzeug verwendet, das detaillierte Einblicke in die Zusammenhänge der einzelnen Komponenten erlaubt. Die veränderten Parameter waren dabei die Kosten und Kennlinien der Solarkollektoren, die Kosten und Isolierungstärke des thermischen Speichers sowie die Steigerung der Energiepreise. Durch diese Simulationsszenarios konnte gezeigt werden, dass sowohl mögliche Verbesserungen der thermischen Eigenschaften von Solarkollektoren als auch die Reduzierung derer Kosten zu grösser dimensionierten Anlagen führen, während Verbesserungen der thermischen Speicher sich zwar deutlich auf das Kosten/Nutzen-Verhältnis der Systeme auswirken, nicht aber auf deren Dimensionierung (vgl. Fig. 3). Diese Studie wurde 2008 in einem Vortrag an der 1st International Conference of Solar Heating, Cooling and Buildings (EuroSun) vorgestellt [11]. Dabei konnte neben der Dimensionierungsrichtlinie auch das MaxLean Systemkonzept vorgestellt werden. Im Anschluss an den Vortrag ergaben sich Diskussionen zur praktischen Umsetzung des Systemkonzeptes sowie der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere, konventionelle solare Kombisysteme.

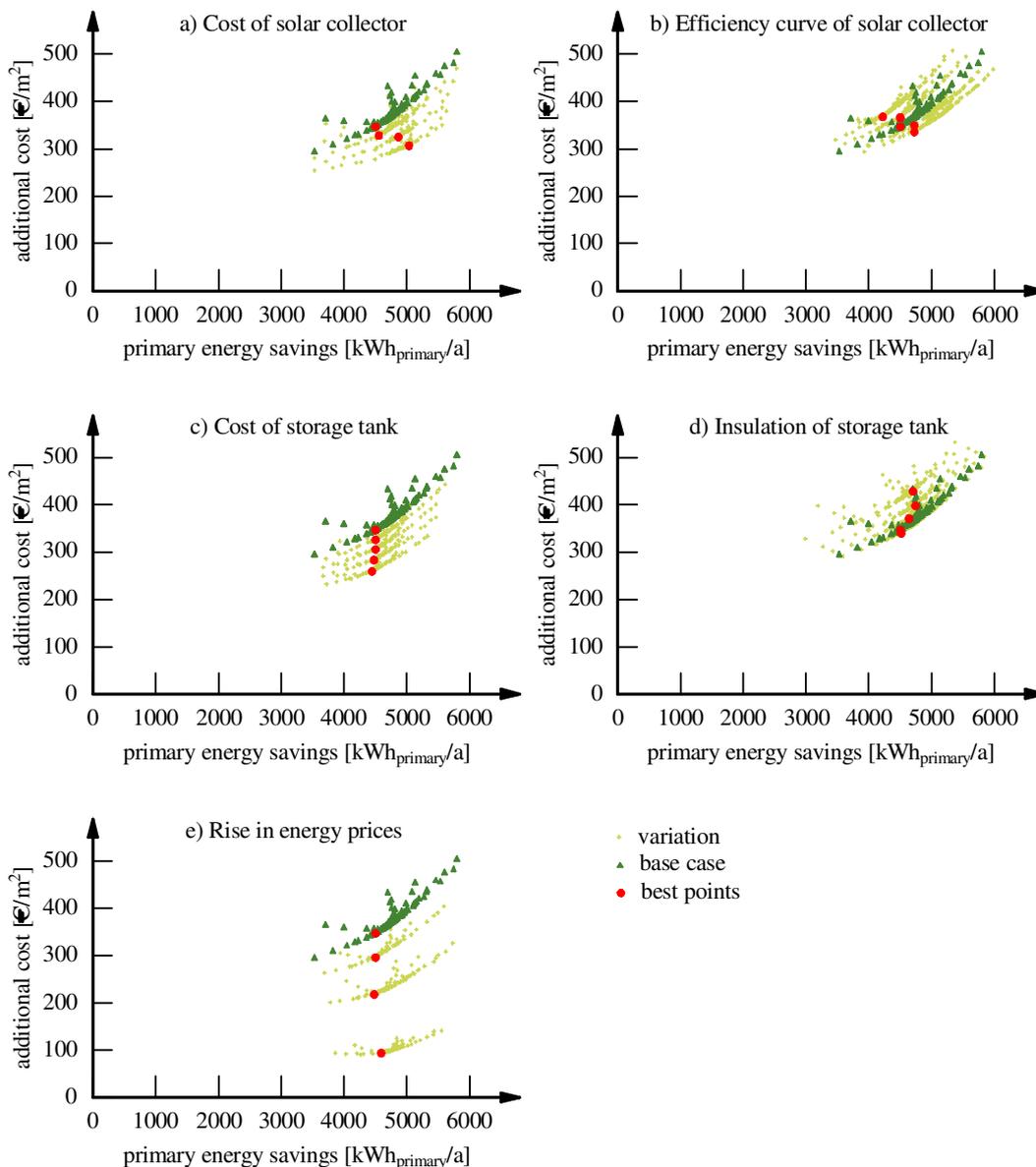


Fig. 3: Parametervariation zur Dimensionierung nach dem Kost/ Nutzen Verhältnis.

Die Messungen und Systemoptimierungen an der Pilotanlage zur solarthermischen Kühlung am SPF/HSR wurden fortgeführt. Hierzu wurden insbesondere die Möglichkeiten zur Reduktion des Strom- bzw. Wasserverbrauchs im Bereich der Wärmeabfuhr (Nass- bzw. Trockenkühlturm) untersucht. Details sind im Bericht nachzulesen, der im Zusammenhang mit der Kooperation im Rahmen von CCEM (work package B3) erstellt wurde [12].

Die vorangegangenen Arbeiten zu den Wärmeanschlussverlusten von Speichern und den Berechnungen der optimalen Siphonierung wurden abgeschlossen. Dazu wurden im Wesentlichen die Berechnungen verfeinert und erweitert, Sensitivitätsanalysen durchgeführt und die Dokumentation (Bericht, vgl. [13] und Präsentation, vgl. [14]) vervollständigt. Die dort detailliert dargestellten Ergebnisse widersprechen zum Teil bekannten Empfehlungen.

Anlässlich der Anfrage eines Herstellers wurde begonnen, eine simulationsbasierte Abschätzung durchzuführen, welches die optimale Höhe der für die Regelung nötigen Temperatursensoren im Solarspeicher ist. Ähnliche Arbeiten wurden zwar vor einiger Zeit bereits durchgeführt (Verweis Bericht ITW), bezogen sich jedoch lediglich auf Gas- bzw. Ölkessel als Nachheizung. Offen ist, ob die dort angegebenen Richtwerte auch bei der Verwendung beispielsweise von Pelletkesseln zutreffen. Diese Arbeiten wurden jedoch noch nicht abgeschlossen.

B-4: NORMIERUNG

Die Systemprüfnorm für kundenspezifisch gefertigte Solaranlagen wurde in den letzten Jahren grundlegend überarbeitet. Das SPF nahm an dieser Überarbeitung im Rahmen von Stellungnahmen für das Schweizer Normen-Komitee teil. Aus den ehemals drei Teilen der ENV 12977 wurden fünf Teile erarbeitet, die die Grundlage für die Komponentenprüfung kundenspezifisch gefertigter Solaranlagen darstellt. Im Jahr 2008 kam es zur Schlussabstimmung bei welcher der Teil drei – „Leistungsprüfung von Warmwasserspeichern für Solaranlagen“ als Norm angenommen wurde, die übrigen Teile haben zur Zeit den Status einer „Technischen Spezifikation“.

Die Systemprüfnorm für vorgefertigte Solaranlagen wird im Moment nicht überarbeitet. Bei der nächsten Revision kommen die Erfahrungen zum tragen, die zur Zeit auf europäischer Ebene im Solar Keymark Network diskutiert werden.

Nationale Zusammenarbeit

Die Nachfrage nach Systemprüfungen von Herstellern aus der Schweiz ist weiterhin auf niedrigem Niveau. Eine Schwerkraftanlage eines Schweizer Herstellers befindet sich im Moment in der Prüfung zum Erlangen der Solar Keymark.

Im Rahmen des Projektes zu Strömungsuntersuchungen an Speichereinbauten anhand von particle image velocimetry wurde mit einem schweizer Hersteller zusammengearbeitet.

Internationale Zusammenarbeit

Die Zusammenarbeit mit anderen Prüfinstituten, Zertifizierern und Industrievertretern erfolgt einerseits im Austauschkreis von DIN CERTCO, einem Gremium der deutschsprachigen Prüfinstitute und auf der anderen Seite auf Europäischer Ebene innerhalb des Solar Keymark Networks. Für das SPF als akkreditiertes Keymark Prüfinstitut ist die aktive Teilnahme Voraussetzung. In den Gremien werden offene Fragen und Unklarheiten der betreffenden Prüfnormen und deren Auslegung besprochen, um eine einheitliche Qualität der Prüfung auf hohem Niveau zu gewährleisten. Die Richtlinien der Solar Keymark werden anhand der gesammelten Erfahrungen angepasst. Die Erfahrungen fließen langläufig in die kommende Überarbeitung der Prüfnormen mit ein.

Aktuell wird an einer Methode gearbeitet, wie eine Prüfung von sogenannten „Systemfamilien“ aussehen könnte. Eine Systemfamilie besteht aus baugleichen Solaranlagen, die sich nur in der Grösse des Speichers und/oder der Kollektorfläche unterscheiden. Für die Industrie ist es kostspielig und zeitaufwändig jede Anlage einer Systemfamilie prüfen zu lassen. Nach Auslegung der Prüfnorm ist eine Prüfung nur für die geprüfte Konfiguration gültig. Die Prüfkapazität für Solaranlagen ist in Europa beschränkt und führt zu einem Hemmnis, sollten sich in Zukunft mehr Länder für die Systemprüfung als Grundlage der Förderung entscheiden. In den Richtlinien der Solar Keymark wird in naher Zukunft ein Verfahren integriert, das alternativ zu der Prüfung aller Systeme vorsieht, auch ganze Systemfamilien zu zertifizieren. Ein entsprechendes Verfahren gibt es bereits für „Kollektorfamilien“. Die Grundidee ist, ein oder zwei Systeme einer Familie zu prüfen und aus den so ermittelten Leistungsdaten die Leistungsdaten der anderen Systeme zu extrapolieren. Zusammen mit dem französischen Prüfinstitut CSTB, wird am SPF anhand von Messresultaten untersucht, wie genau das vorgeschlagene Programm die Daten berechnet. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

Im Rahmen der Messungen und Optimierung der solarthermisch getriebenen Kühlmaschine hat sich die aktive Mitarbeit im TASK 38 auch 2008 wieder als äusserst hilfreich und fruchtbar erwiesen und soll 2009 fortgesetzt werden.

Weitere Stichpunkte bezüglich der internationalen Zusammenarbeit 2008 sind:

- Intensive Diskussion und Austausch mit einem grossen deutschen Brenner- und Heizsystemanbieter über die Umsetzung der am SPF entwickelten Schichtbeladeeinrichtung
- Zusammenarbeit mit einem deutschen Solaranlagenhersteller im PIV-Projekt
- Zusammenarbeit mit der TU Graz (Prof. Wolfgang Streicher, Michel Haller) im Rahmen der Erstellung und Validierung eines neuen Brennermodells sowie der Weiterentwicklung der CCT-Methode
- Integration als observer in das europäische Verbundprojekt „Combisol“ (s.o., Abschnitt CCT)

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

B-1: PRÜFUNGEN UND BERATUNGEN, ROUTINEBETRIEB, UNTERHALT

Die Erweiterung der Systemteststände durch die Integration des mobilen Teststandes in die bestehende Infrastruktur des Systemdachlabors ist planmässig verlaufen. Die Prozesssteuerung und Datenerfassung zur Leistungs- und Qualitätsprüfung läuft sehr stabil bei geringen Stillstandzeiten. Durch die Erweiterung und die Verbesserungen in der Datenauswertung konnten mehr Systeme als im Vorjahr geprüft werden. Trotzdem mussten einige Anfragen für 2008 abgelehnt werden. Die Nachfrage ist wie erwartet sehr gross, obschon im Moment nur in wenigen Ländern eine Systemprüfung erforderlich ist. Für 2009 ist zu erwarten, dass der Trend anhält und die Anzahl der Solar Keymark Prüfungen noch weiter zunimmt.

Die gesammelten Erfahrungen in Testablauf und -durchführung werden dazu genutzt, die Standardprüfungen zu verbessern. Im kommenden Jahr wird der Prozess der Berichterstattung überarbeitet, um den Zeitbedarf für den Abschluss einer Prüfung zu reduzieren. Anfang 2009 findet das nächste Audit der Schweizerischen Akkreditierungsstelle statt.

Die Zusammenarbeit im Bereich der Systemprüfung mit Schweizer Systemanbietern ist 2008 gleichbleibend auf niedrigem Niveau. In der Schweiz sowie den umliegenden Ländern mit vergleichbaren Systemkonzepten ist die staatliche Förderung auf die Prüfung der Kollektoren abgestützt. In wieweit die neu überarbeitete EN 12977 oder die Solar Keymark die Situation in Europa ändern werden, ist noch nicht abzusehen. In einigen Ländern z.B. Portugal, Spanien und den Niederlanden basiert die Förderung von Solaranlagen auf der Leistungsprüfung von Systemen. Wir sind bestrebt weiter eng mit den Herstellern zusammen zu arbeiten und unsere Dienstleistung den Bedürfnissen anzupassen.

Die Ziele für 2009 sind wie folgt definiert:

- Bestätigung der Akkreditierung durch SAS/metas
- 2009 Angebot von Systemprüfungen aufrechterhalten
- Anpassen des Prüfbetriebs an die Solar Keymark
- Technische Beratung und Hilfestellung für Systemhersteller
- Erarbeitung eines Prüfverfahrens für „Systemfamilien“ zusammen mit anderen europäischen Prüfinstituten
- Prüfablauf innerhalb der Systemprüfung verbessern
- Das Erstellen der Prüfberichte rationalisieren
- Präsentation der Dienstleistung auf der Homepage überarbeiten

B-2: TESTSTAND- & METHODENENTWICKLUNG

- Erweiterung der Prüfkapazitäten und mobiler Teststand: Siehe Abschnitt B-1
- Angesichts der fortlaufenden Diskussion um den systemorientierten Testansatz gemäss der CCT-Methode sollten die Diskussionen im Rahmen des „Combisol“-Projektes weitergeführt und vom SPF begleitet werden. Eine Erweiterung der Methode hinsichtlich der Einbindung von Wärmepumpen ist denkbar. Zu den Grundlagen und den bisherigen Erfahrungen mit der CCT-Methode und dem Kombiteststand sowie den Einsatzmöglichkeiten ist eine Veröffentlichung denkbar. Die Zusammenarbeit mit den übrigen Instituten und die methodische Abstimmung hat sich 2008 generell als schwierig aber unerlässlich erwiesen.
- Die Vorarbeiten und bisherigen Erfahrungen mit der PIV-Methode haben die bei systematischem Vorgehen potenziell hohe Aussagekraft der Ergebnisse untermauert, sind jedoch vergleichsweise aufwändig in der Durchführung. Die Vorarbeiten mit PIV sollen gekoppelt mit Laser Induced Fluorescence (LIF) in eine detailliertere Untersuchung und Optimierung von eingetauchten Wärmeübertragern überführt werden.
- Das zur Berechnung von Druckverlusten und Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungsnetzen verwendete SPF Softwaretool „TubeCalc“ wurde neu aufgelegt, um die Lauffähigkeit unter neuen Betriebssystemen zu gewährleisten. Die zugehörige „Hilfe-Datei“ muss noch fertig gestellt werden, bevor das Tool mit der nächsten SPF Info-CD verteilt wird.

- Die aus der genauen Zerlegung der Kollektoren gewonnenen einzigartigen Daten bieten eine gute Gelegenheit zur Bewertung des Energieaufwandes zur Herstellung der Kollektoren. Die Arbeiten sollen 2009 ausgeweitet, analysiert und publiziert werden. Auch die Ökobilanzierung thermischer Solarsysteme anhand der Datenbank ecoinvent muss weiter verfeinert werden und soll 2009 in eine Publikation münden.

B-3: WEITERENTWICKLUNGEN UND NEUE SYTEMKONZEPTE

- Aufbauend auf den bisherigen Untersuchungen zum MaxLean-Konzept und der daraus abgeleiteten neuen Methode zur optimalen Dimensionierung von Kombisystemen sollen zum einen die Abklärungen bezüglich einer praktischen Umsetzung des Konzeptes abgeschlossen werden (Kontakt zu Heizungsbauern und –planern, Konzeption und Initiierung einer Pilotanlage) und zum anderen die neue Dimensionierungsmethode auf derzeitige state of the art – Kombisysteme übertragen werden. Hierfür sind geringfügige Anpassungen der Kostenfunktionen für die Komponenten und die Installation sowie der Annahmen für die graue Energie der Systeme notwendig. Es ist zu erwarten, dass von der bisherigen Praxis abweichende Dimensionierungsempfehlungen resultieren, welche aufgrund der vorteilhafteren Zielfunktion (optimales Kosten/Nutzen-Verhältnis) zu einer weiteren Verbreitung von Kombianlagen führen. Dazu ist eine breite und gezielte Verbreitung der Erkenntnisse nötig, beispielsweise durch die gezielte Information von Herstellern und Planern und durch Beiträge in internationalen Zeitschriften. Im Zusammenhang mit der Übertragung der neuen Dimensionierungsmethode soll ferner geprüft werden, inwiefern ergänzend zu den laufenden Aktivitäten hinsichtlich der Umsetzung von Algorithmen zur Parameteroptimierung im Simulationsprogramm Polysun4 eine Implementierung des neuen Dimensionierungsansatzes (Kostenfunktionen, Zielfunktion, Optimierungsalgorithmus) möglich ist.
- Im Bereich der solarthermischen Kühlung ist eine Fortsetzung der detaillierten Messungen an der HSR-Pilotanlage nötig, da die bisherigen Untersuchungen noch keine abschliessende Bewertung ermöglichen. Eine Optimierung der HSR-Pilotanlage ist vor allem im Hinblick auf Reduktion des elektrischen Energie- und des Wasserverbrauchs nötig. Diese Problematik wiesen im Übrigen auch viele weitere in Europa untersuchte Kühlungsanlagen auf, wie die aktive Mitarbeit im IEA Task 38 (Solar Air-Conditioning and Refrigeration) ergab. Letztere soll auch in 2009 weitergeführt werden. Die zentralen Ziele der Aktivitäten des SPF in 2009 sind also die Fortführung der Messungen an der HSR-Pilotanlage und resultierende Systemoptimierungen sowie die theoretische Untersuchung angepasster Systemkonzepte zur (solar)thermisch getriebenen Kühlung bzw. Klimatisierung.

B-4: NORMIERUNG

Die beschriebenen Aktivitäten haben sich zwar als zeit- und arbeitsaufwändig, aber unerlässlich erwiesen. Für das SPF als anerkanntes Prüfinstitut ist eine aktive Teilnahme an der Überarbeitung der einschlägigen Normenwerke unerlässlich. Angesichts der Bestrebungen der Harmonisierung und der Erweiterung auf weitere Technologien (Parabolrinnen, PV-Thermal, etc.) wird der Aufwand für das SPF tendenziell steigen.

Referenzen

- [1] www.solarenergy.ch → Testbereiche → Systeme
- [2] P. Vogelsanger, M. Haller: **Kompakte Kombi-Solarsysteme auf dem Prüfstand unter Einbezug der Zusatzheizung**. 15. Symposium Thermische Solarenergie Bad Staffelstein, 2005.
- [3] P. Vogelsanger, **Beschreibung CCT-Methode**, www.solarenergy.ch → Testberichte → Systeme → Kombisysteme → Anhang C (Prüfmethode), 2004.
- [4] M. Haller, L. Konersmann: **Simulation von Öl-, Gas- und Pelletskesseln in Kombination mit Solaranlagen**, Tagungsband 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 2008.
- [5] L. Konersmann, M. Haller, E. Frank: **PelletSolar: Leistungsanalyse und Optimierung eines Pellet-Solarkombinierten Systems für Heizung und Warmwasser**. Tagungsband 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 2008.
- [6] W. Logie, E. Frank, A. Luzzi: **Evaluation of Solar Thermal Storages with Quantitative Flow Visualisation**, Final Report BFE project 102340/152949, 2008.
- [7] H. Marty, P. Vogelsanger: **Experiments with Vertical Plates for Temperature Stratification in a Heat Storage Tank**, IEA SHC TASK 32 Technical Report, 2007.
- [8] E. Frank, P. Vogelsanger, H. Marty: **Preiswerte und kontinuierliche Schichtladeeinrichtung für Solar- und Pufferspeicher**, Tagungsband 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 2008.

- [9] R. Haberl, P. Vogelsanger: **Simulation and Optimization Report - System: MaxLean**, IEA SHC TASK 32 Technical Report, 2007.
- [10] R. Haberl, P. Vogelsanger, E. Frank: **Dimensionierung solarer Kombisysteme**, Tagungsband 18. Symposium Thermische Solarenergie, Bad Staffelstein, 2008.
- [11] R. Haberl, E. Frank, P. Vogelsanger: **Cost/Benefit Ratio Analysis of a Maximum Lean Solar Combisystem**, Proceedings of 1st International Conference of Solar Heating, Cooling and Buildings (EuroSun), Lisbon, 2008.
- [12] P. Gantenbein, **Solar thermal absorption cooling – Annual report 2008**, CCEM WP3 report, 2008.
- [13] P. Vogelsanger, S. Geisshüsler, E. Frank: **Optimierung von Wärmesiphons zur Vermeidung von Wärmeverlusten durch Gegenstromzirkulation**, Schlussbericht SPF, 2008.
- [14] P. Vogelsanger, H. Marty: **Wärmeverluste durch Gegenstromzirkulation in an Speichern angeschlossenen Rohrleitungen**, Kommentierte und dokumentierte Präsentation SPF, abrufbar unter www.solarenergy.ch, 2008.