Jahresbericht 2002, 06. Dezember 2002

A: Komponenten in solarthermischen Systemen
B: thermische Solarsysteme
C: Materialien in thermischen Systemen
D: Informatik und Software

Zu jedem Thema A – D wird ein separater Jahresbericht erstellt.
Die Projektnummerierung korrespondiert, soweit vom BFE finanziert, mit den Budgetposten des Projektantrags.

SPF Forschungsaufgaben im Bereich Aktive Sonnenenergie

B: thermische Solarsysteme

Autor und Koautoren	Peter Vogelsanger, Beat Menzi, Ueli Frei
beauftragte Institution	Institut für Solartechnik SPF
Adresse	Oberseestrasse 10
Telefon, E-mail, Internet-adresse	055 222 48 21, spf@solarenergy.ch, www.solarenergy.ch
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	DIS 20732
Dauer des Projekts (von – bis)	1. Januar 2002 – 31. Dezember 2002

ZUSAMMENFASSUNG

B-1: Solare Warmwassersysteme

Die Nachfrage nach Prüfungen von solaren Systemen zur Wassererwärmung im Einfamilienhaus war in diesem Jahr überraschend gross. Fünf Prüfungen wurden durchgeführt und zum grössten Teil abgeschlossen.

Verbesserungsbedarf besteht weiterhin beim Zertifizierungskonzept. Auch im Bereich der Qualitätsprüfung sind neue Angebote erwägenswert. Allerdings dürfte wegen der intensiven Arbeiten im Bereich der Kombisysteme auch im kommenden Jahr kaum Kapazität frei sein um solche Projekte zu konkretisieren.

B-2: Solare Kombisysteme

Die systematische Prüfung von solaren Kombisystemen konnte aufgenommen werden. Bis Jahresende dürften die Messungen an 6 Anlagen abgeschlossen sein. Diese Messungen sind Teil der Kampagne Kombi-Kompakt+. Es hat sich gezeigt, dass die Abwicklung einer Messung schwieriger ist als erwartet. Ursache ist in erster Linie, dass die Anlagen oft nicht erwartungsgemäss funktionieren.

Verschiedene Methoden zur detaillierten Auswertung und Leistungscharakterisierung sind in Abklärung und Erprobung. Die bisherigen Ergebnisse der Messungen zeigen aber sehr deutlich, dass die Untersuchung der Funktionstüchtigkeit mindestens gleichbedeutend ist, wie die Quantifizierung der Systemleistung.

BFE OFEN UFE SFOE

Projektziele

B-1: Solare Warmwassersysteme

Das Angebot zur Leistungsprüfung von Warmwassersystemen soll aufrechterhalten werden.

B-2: Solare Kombisysteme

Die Prüfung von solaren Kombisystemen im Rahmen der Aktion Kombi-Kompakt^{+} soll aufgenommen werden. Schwächen des Prüfstandes sollen aufgedeckt und behoben werden, damit die Prüfungen in der erforderlichen kurzen Zeitdauer abgeschlossen werden können. Schwachpunkte bei den geprüften Systemen sollen kommuniziert und schliesslich verbessert werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

B-1: Solare Warmwassersysteme

Insgesamt wurden fünf Messungen an solaren Wassererwärmungsanlagen durchgeführt. Da lediglich zwei davon im Schweizerischen Markt angeboten werden sollen, sind auch nur zwei Zertifizierungen zu erwarten.

B-2: Solare Kombisysteme

Die Prüfung von solaren Kombisystemen im Labor wurde aufgenommen. Zur Prüfprozedur konnten Erfahrungen gewonnen und Verbesserungen erzielt werden. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass es möglich ist, nach Abbruch der Prüfung wegen eines Fehlers, die Prüfung mit einer geeigneten Überlappung innerhalb des Zyklus wieder aufzunehmen. Ausserdem konnte die Zuverlässigkeit der Prüfeinrichtung weiter verbessert werden. Als Auswirkung davon konnte die Prüfdauer im Laufe des Jahres deutlich verkürzt werden. Allerdings hat sich gezeigt, dass die Probleme mit den zu prüfenden Systemen weit grösser sind als erwartet. Nicht selten sind mehrere Wochen erforderlich um die Systeme in einen prüfbaren Zustand zu bringen. Die Probleme sind zum überwiegenden Teil auf mangelndes Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten zurückzuführen. Es zeigt sich sehr deutlich, dass die Prioritäten bei der Definition der Prüfmethode richtig gesetzt worden sind und dass namentlich:

- es entscheidend ist, alle zum System gehörigen regelungstechnischen Geräte zu prüfen und
- die Zusatzenergiequelle (Kessel) mitgeprüft werden muss, da viele Probleme auf die Interaktion System/Kessel zurückzuführen sind.

Zur Zeit sind die Messungen an fünf Anlagen abgeschlossen und bis Jahresende dürften die Messungen an total 6 Anlagen abgeschlossen sein. Trotz dem starken Druck auf eine maximale Systemintegration und hohe Standardisierung und der Vorschrift, dass keine Prototypen oder Versuchsgeräte an Kombi-Kompakt^{+} teilnehmen sollen, musste festgestellt werden, dass kaum eines der Systeme korrekt installiert wird und von Beginn an einwandfrei funktioniert. Diese Erkenntnis ist sehr ernüchternd und legt ein grosses Verbesserungspotential bloss.

Abgesehen von der oft mangelhaften oder inkorrekten Funktion der Systeme fällt auf, dass die **Wärmeverluste** der meisten Systeme hoch sind. Dies ist nicht auf mangelhafte Speicherdämmung zurückzuführen. Ursache der erhöhten Wärmeverluste sind:

- Die Anschlüsse, die nur in Ausnahmefällen mit Siphons ausgestattet sind und dadurch rohrinterne Zirkulation aufweisen.
- Vorwärts- oder Rückwärtszirkulation zwischen Komponenten (Kessel/Speicher) oder sogar zwischen dem System und der Wärmeverteilung, weil oft Rückschläger oder Absperrventile und Klappen fehlen.

Der korrekten Einstellung der **Heizkurve** kann in der Praxis unter Umständen die gleiche Bedeutung zukommen wie dem Kesselwirkungsgrad oder einem funktionierenden Solarkreis. Die Wichtigkeit der Einstellung und Einstellbarkeit der Heizkurve wird aber in vielen Fällen missachtet. Beispiele sind:

- Der Vorgang der Einstellung ist kompliziert, ungeeignet, für den Benutzer kaum machbar. Dies, obschon in der Praxis nur durch den Benutzer eine optimale Einstellung der Heizkurve erfolgen kann.
- Es steht nur ein Parameter für die Einstellung zur Verfügung, wodurch in vielen Fällen eine optimale Einstellung nicht möglich ist.
- Die Heizkurve muss oder kann an verschiedenen Regelgeräten eingestellt werden, wobei oft nicht klar ist, wie das genau zu erfolgen hat und welche Einstellung Priorität geniesst.
- Die Beschreibung der Heizkurveneinstellung ist falsch, bzw. das Einstellen nach Vorschrift führt zu einer völlig falschen Heizkurve.

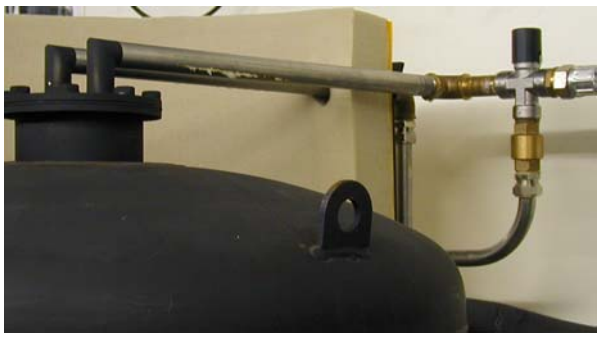

Fig. 1: Wärmeverluste
Siphon ist Fremdwort

Fig. 2: Wärmeverluste
Kombi-Kompakt^{+} verbietet das Erstellen von Siphons und das Nachrüsten mit Wärmedämmung vor Ort.

Ausserdem wird oft eine grosse Variation der tatsächlichen **Vorlauftemperaturen** festgestellt. Die durch die Steuerung berechneten Sollwerte werden durch die Stellglieder (Mischventil, gleitender Kessel) oft auch nicht annähernd eingehalten:

- Der Kessel, bzw. der Brenner schaltet aufgrund einer grossen Schalttemperaturdifferenz der Vorlauftemperatur. Dadurch wird die Schalthäufigkeit des Kessels reduziert, aber es sind, besonders bei einer Einbindung des Speichers in den Heizungsrücklauf, grosse Abweichungen der Vorlauftemperatur vom Sollwert während langer Zeit möglich.
- Oft wird bei tiefer Aussentemperatur kein stationärer Zustand der Vorlauftemperatur erreicht (Schwingen des Mischventils).

Diese Probleme führen zu nicht vorhersehbaren Temperaturen in Vorlauf und Gebäude und damit zu einem nicht erwartungsgemässen Wärmeverbrauch zur Raumheizung. Dies ist für den Anwender unbefriedigend. Ausserdem erschwert es den fairen Vergleich der Systeme, da ein kleiner Wärmeverbrauch prinzipiell ein Komfortproblem darstellt und nicht, oder zumindest nicht systema-

tisch, positiv zu bewerten ist.

Trotz der zu Teil überraschend grossen Schalttemperaturdifferenz der Vorlauftemperaturen wird oft eine grosse **Schalthäufigkeit** der Brenner festgestellt. Kessel/Benner sollten modulieren und über eine sehr kleine Mindestleistung verfügen. Andernfalls sind Konzepte mit Einbindung der Speicher in den Rücklauf in Frage zu stellen.

Der Hersteller bzw. der Installateur kennt die **Steuerung** nicht genau und die Bedienungsanleitung der Steuerung ist nicht korrekt, nicht explizit oder nicht detailliert genug, um die Funktionen der Steuerung verständlich zu machen. In vielen Fällen ist sogar der Fachmann überfordert. Wiederholt mussten Systemlieferanten beim Hersteller der Steuerung rückfragen um schliesslich die gewünschten, zum Systemkonzept passenden Funktionen zu erzielen. In einem Fall musste sogar eine Platine einer Steuerung umprogrammiert werden.

Viele Probleme und Fehlfunktionen konnten nur dank den sehr detaillierten Messungen mit einer zeitlichen Auflösung von bis zu einer Sekunde und einer sehr grossen Zahl von Messstellen nachgewiesen werden. In der Praxis wären zweifellos viele der Anlagen fehlerhaft in Betrieb geblieben. Dabei hätte der Benutzer wegen des intermittierenden Charakters des Fehlers kaum eine Chance, dem Hersteller oder Installateur das Fehlverhalten nachzuweisen. Andererseits besteht für den Hersteller oder Installateur bei akzeptablem Aufwand keine Möglichkeit, die Fehler zu erkennen, zu beheben und dadurch den Kunden zufrieden zu stellen. Das Potenzial für unzufriedene Kunden ist beträchtlich!

Die an den geprüften Systemen erkannten Probleme wurden den Herstellerfirmen kommuniziert.

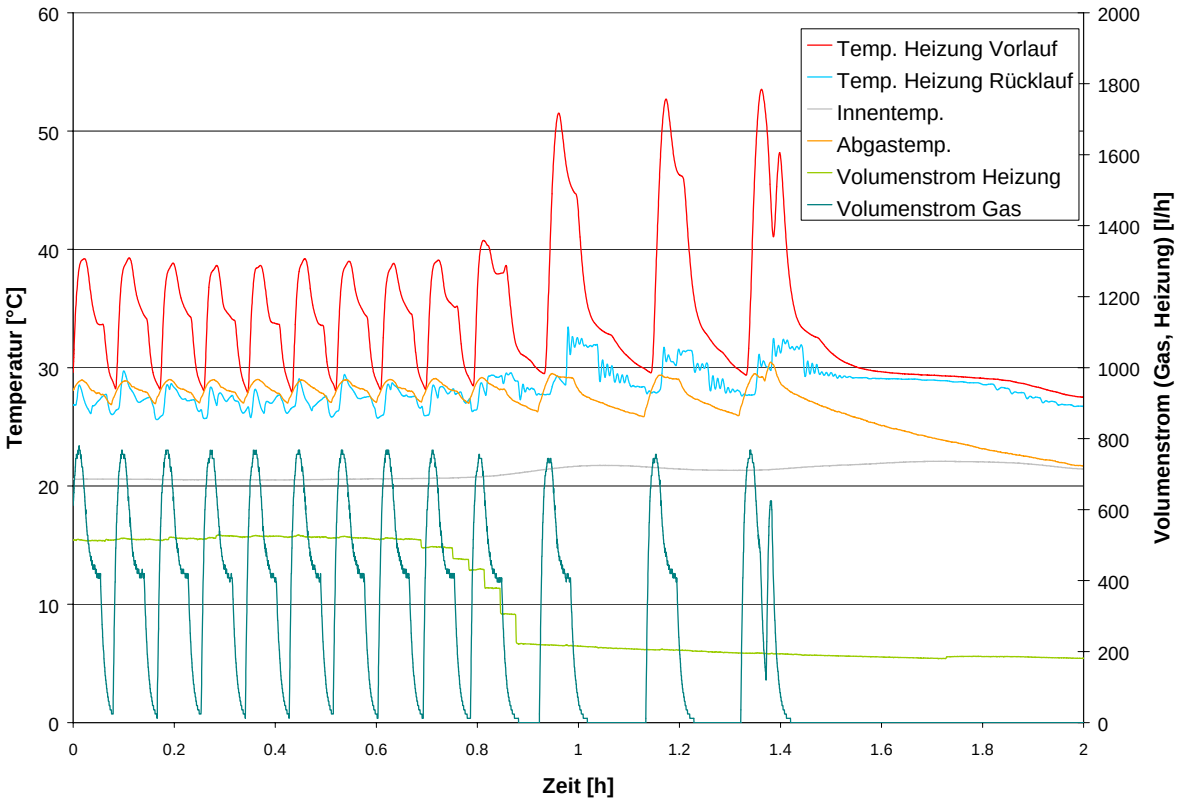

Fig. 1: Brennertakten. Beispiel eines solares Kombisystems mit Gastherme. Die Minimalleistung beträgt ca. 4.5 kW. Zeit 0 – 0.9 h: Brenner taktet und moduliert anfangs zu stark hoch. Brennertakten wäre hier vermeidbar. Ursache ist eine mangelhafte Abstimmung einer übergeordneten Steuerung mit der Kesselsteuerung. Zeit 0.9 – 1.4h: Bei reduziertem Durchfluss führt es zu eigentlich unzulässig hohen Vorlauftemperaturen. Zeit 1.4 – 2 h: Brenner startet nicht (Solarbetrieb)

Nationale Zusammenarbeit

B-1: Solare Warmwassersysteme

Die Kontakte zu den Schweizerischen Herstellerfirmen konzentrierten sich auf die Kontakte und den Erkenntnisaustausch im Zusammenhang mit den Prüfungen.

Das Projekt zur Inventarisierung von Oekobilanzdaten von Materialien und Prozessen, die im Bereich der thermischen Sonnenenergienutzung noch ausstanden (Projektleitung ESU-services, Uster), wurde in diesem Jahr durchgeführt, praktisch abgeschlossen und durch uns unterstützt. Es war aufschlussreich, in die Methoden und Arbeitsweisen dieser Forschergruppe Einsicht zu haben. Ob die Ergebnisse in Umfang und insbesondere Qualität ausreichen um darauf ein weiteres Dienstleistungsangebot (Beratung von Konstrukteuren oder ökologische Bewertung im Zusammenhang mit Prüfungen) aufzubauen, ist allerdings fraglich.

B-2: Solare Kombisysteme

Insbesondere zur Prüfung der Kombisysteme findet ein intensiver Austausch mit den Herstellerfirmen statt und ist auch erforderlich. Die Tagung zum Wissenstransfer vom 29. November 2002 in Rapperswil diente gezielt der Kompetenzvermittlung. In einem Vortrag wurde über die Prüfung solarer Kombisysteme und die daraus gewonnenen Erkenntnissen informiert.

Internationale Zusammenarbeit

B-1: Solare Warmwassersysteme

Es gab im Berichtsjahr im Bereich der solaren Warmwassersysteme keine formellen Programme zur internationalen Zusammenarbeit. Auf einer informellen Ebene findet aber stets ein reger Austausch von Ideen, Anregungen und Meinungen statt.

B-2: Solare Kombisysteme

Die Entwicklung des Speicherprüfstandes erfolgt, soweit als möglich, im Erfahrungsaustausch mit den Instituten, die am IEA SHC Task 26, Solar Combisystems teilnehmen. Insbesondere der Erfahrungsaustausch mit anderen Prüfstellen, betreffend allgemeiner, praktischer Erkenntnisse darf sehr positiv bewertet werden. Betreffend Prüfprinzipien für solare Kombisysteme halten sich die Synergien in Grenzen. Die anderen massgebenden Prüfinstitute bevorzugen engere Systemgrenzen (Prüfung ohne Kessel und ohne Regulierung des Raumheizkreises). Da diese vereinfachte Sichtweise zu einfacheren Prüfmethoden und einfacheren Prüfungen führt (die Chance für die wesentlichen Erkenntnisse aus der Prüfung aber verpasst), dürften andere Institute kaum gewillt sein, den umfassenderen Ansatz des SPF zu adoptieren. Es ist in absehbarer Zeit keine Tendenz zu einer Vereinheitlichung der Prüfmethoden und einer internationalen Normierung zu erwarten.

Das SPF hat auch mit einer kleinen Zahl von Publikationen zum Erfolg von IEA SHC Task 26 beigetragen. [1], [2]. Ausserdem wurden Beiträge an die gedruckte Abschlusspublikation [3] des Task 26 geleistet.

Bewertung 2002 und Ausblick 2003

B-1: Solare Warmwassersysteme

Die Tatsache, dass auch in diesem Jahr eine erfreuliche Zahl von Systemtests durchgeführt wurden zeigt, dass das Interesse an Prüfung und Zertifizierung weiterhin besteht. Die Zahl von 5 Prüfungen muss auch vor dem Hintergrund bewertet werden, dass die überwiegende Zahl der Kompaktsolaranlagen bereits geprüft wurde.

Es muss in Betracht gezogen werden, dass das aktuelle Konzept der Zertifizierung und auch der Darstellung der Leistungsfähigkeit aus Sicht des SPF nicht in allen Punkten befriedigt. Zum Beispiel ist keine periodische Kontrolle der Bauart vorgesehen, d. h. es ist nicht sichergestellt, dass die unter dem Namen des zertifizierten Systems angebotenen Anlagen eines Herstellers alle mit dem geprüften System identisch und entsprechend leistungsfähig sind.

- Die gleiche Gewichtung von Strom und Wärme (Nutz- bzw. Endenergie verschiedener Qualität) ist problematisch.
- Die Prüfung und der Prüfbericht geben keine Auskunft über den durch ein System erbrachten Komfort (Warmwasserleistung). Dies, obschon die Warmwasserleistung und die solare Leistungsfähigkeit im Widerspruch zu einander stehen.
- Es wäre wünschenswert, dass die Prüfresultate und deren Präsentation im Prüfbericht der Prüfresultate zwischen Kombisystemen und Warmwassersystemen vergleichbar sind. Dies ist umso naheliegender, als zweifellos in Zukunft auch Kombisysteme mit den Dimensionen (Kollektorflächen, Speichervolumen) von typischen Warmwassersystemen geprüft werden.
- Für kompakte Kombisysteme wurden strenge Auflagen betreffend Kompaktheitsgrad definiert. Solche Auflagen könnten auch bei kompakten Warmwassersystemen Anwendung finden und würden zu einer weiteren Qualitätssteigerung bei realisierten Anlagen beitragen.
- Es ist erwägenswert, das für Kombisysteme entwickelte Prüfverfahren auch für solare Warmwassersysteme anzuwenden. Eine solche Umstellung ist aber, wenn überhaupt, erst nach Abschluss der Aktion Kombi-Kompakt^{+} sinnvoll.

Es wird eine Aufgabe für das kommende Jahr sein, das Konzept für Prüfung und Überprüfung, Prüfungsauswertung, Berichterstattung und Zertifizierung neu zu definieren, damit ein neues, kohärentes Konzept in den Folgejahren umgesetzt werden kann.

B-2: Solare Kombisysteme

Die vom SPF angesetzten Prinzipien bei der Prüfung von Kombianlagen haben sich, wie schon erwähnt, als wichtig und richtig erwiesen. Die Prüfungen haben schon viele Schwachpunkte an den geprüften Systemen offen gelegt und sind auf gutem Weg. Die Arbeiten im kommenden Jahr werden sich darauf konzentrieren, die Prüfungen der für Kombi-Kompakt^{+} angemeldeten Anlagen abzuschliessen. Die Auswertung der Messungen und die Darstellung und Publikation der Resultate sind zu vollbringen. Ebenso ist es, im Anschluss an Kombi-Kompakt^{+} naheliegend den Prüfstand zu erweitern, dass auch automatische Holzfeuerungen als Zusatzenergiequelle eingesetzt werden können. Letztere Möglichkeit wurde durch die Hersteller schon verschiedentlich als Wunsch geäussert.

Referenzen

[1] Vogelsanger, Peter: ***The Concise Cycle Test Method. A Solar System Indoor Test Method Using a Twelve Day Test Sequence.*** IEA SHC Task 26 technical report. (Englisch), www.solarenergy.ch.

[2] Vogelsanger, Peter: ***Test Facilities for Testing of Solar Combisystems.*** IEA SHC Task 26 technical report. (Englisch), www.solarenergy.ch.

[3] Weiss, Werner (Hrsg.): **Solar Heating Systems, A Design Handbook for Solar Combisystems.** James&James Publishers. (Englisch, in Vorbereitung).