

Kompakte Kombi-Solarsysteme auf dem Prüfstand unter Einbezug der Zusatzheizung

Peter Vogelsanger / Michel Haller

Institut für Solartechnik SPF, Hochschule für Technik Rapperswil HSR

Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil

Tel.: 0041 (0)55 222 48 21, Fax: 0041 (0)55 222 48 44

E-Mail: peter.vogelsanger@solarenergy.ch; michel.haller@solarenergy.ch

Internet: <http://www.solarenergy.ch>

1. Einleitung

Vermeehrt kommen für solare Raumheizung und Wassererwärmung im Einfamilienhaus kompakte, weitgehend standardisierte und vorgefertigte Anlagen zum Einsatz. Dieser Trend verspricht eine Kostenreduktion und eine Verbesserung der Funktionstüchtigkeit. In einer mehrjährigen Untersuchung mit dem Titel Kombi-Kompakt+ wurde am Institut für Solartechnik SPF eine grosse Anzahl von kompakten solaren Kombisystemen unter die Lupe genommen. Über die laufenden Arbeiten wurde schon im Frühjahr 2003 berichtet [1]. Im September 2004 konnte die Untersuchung mit der Publikation der Prüfberichte [2] abgeschlossen werden. Diese Schrift, bzw. der dazugehörige Vortrag, wiederholen schon 2003 präsentierte Informationen nur, wenn dies für das Verständnis von Text oder Vortrag unumgänglich ist.

2. Prüfverfahren

Bei praktisch allen Kombisystemen hat der Zusatzwärmeerzeuger und dessen Zusammenspiel mit den weiteren Systemkomponenten einen wichtigen Einfluss auf den Anlagenenertrag. Bei einigen kompakten Kombisystemen bilden Speicher und Heizkessel sogar eine Einheit. Aus diesen Gründen wurde bei allen geprüften Anlagen auch der Zusatzwärmeerzeuger, in Form einer Gas- oder einer Ölfeuerung, mitgeprüft. Um den Aufwand für die Prüfungen zu beschränken, wurde ein neues Prüfverfahren, concise cycle test (CCT), entwickelt. Es beruht auf zwei Prinzipien:

Erstens sind die Randbedingungen von Klima und Last, die während eines Jahres auftreten, in einem kurzen Prüfzyklus repräsentativ zusammengefasst. Zum Beispiel besteht das Warmwasserlastprofil aus einer realistischen Anzahl von Entnahmen verschiedener Mengen und Durchflussraten. Die täglich entnommene Warmwasserenergie schwankt während der Dauer des Zyklus um die bekannten saisonalen Unterschiede abzubilden. Die Kaltwassertemperatur ist entsprechend der Saison und dem Volumen der einzelnen Zapfung angepasst. Die Warmwasserzapfprofile der einzelnen Tage basieren auf ausgesuchten Tagen aus dem Jahreszapfprofil das im IEA SHC Task 26 angewendet wurde (Jordan [3]).

Zweitens gibt es möglichst keine Eingriffe in die Funktion des Systems. Die simulierte, bzw. emulierte Peripherie (Kollektorfeld, Haus, Warmwasserverbrauch) funktioniert möglichst realitätsnah in Reaktion auf das Verhalten, bzw. den Energieeintrag der installierten und real geprüften Anlagenteile (Speicher, Zusatzwärmeerzeuger, Regelungen). Bild 1 zeigt schematisch die Aufteilung zwischen den geprüften und emulierten Komponenten.

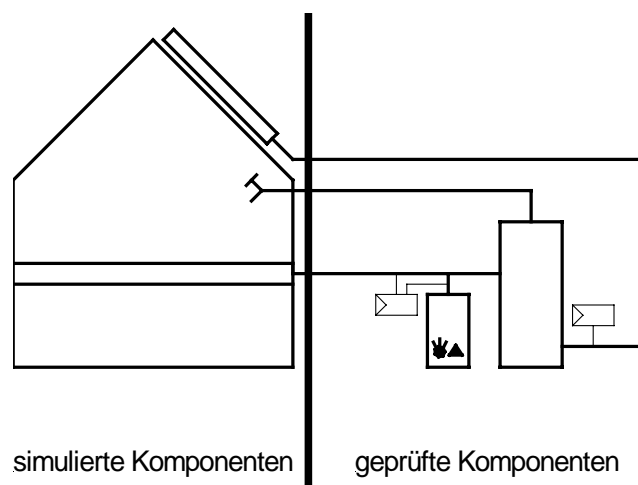


Bild 1: Konzept der Laborprüfung.

Das Haus mit Heizverteilung (Fussbodenheizung) und die Kollektoren sind simuliert, bzw. emuliert. Kessel und Speicher, sowie alle Regel- und Steuergeräte sind installiert und werden geprüft.

Vor dem eigentlichen Test eines Kombisystems wurden seine Reglerparameter angepasst, um den Anforderungen an die Bereitstellung von Wärme und Temperatur zu genügen. Bei einer Warmwasserentnahme musste die Temperatur an der Zapfstelle in der Regel über 50°C liegen. Die Vorlauftemperatur der Raumwärmeversorgung wurde auf einen im Voraus (als Funktion des Durchflusses) festgelegten Sollwert und die Heizgrenze auf 15°C programmiert. Trotz dieser Vorgaben war es

unmöglich und auch nicht beabsichtigt, den Komfort zwischen den Systemen perfekt abzugleichen.

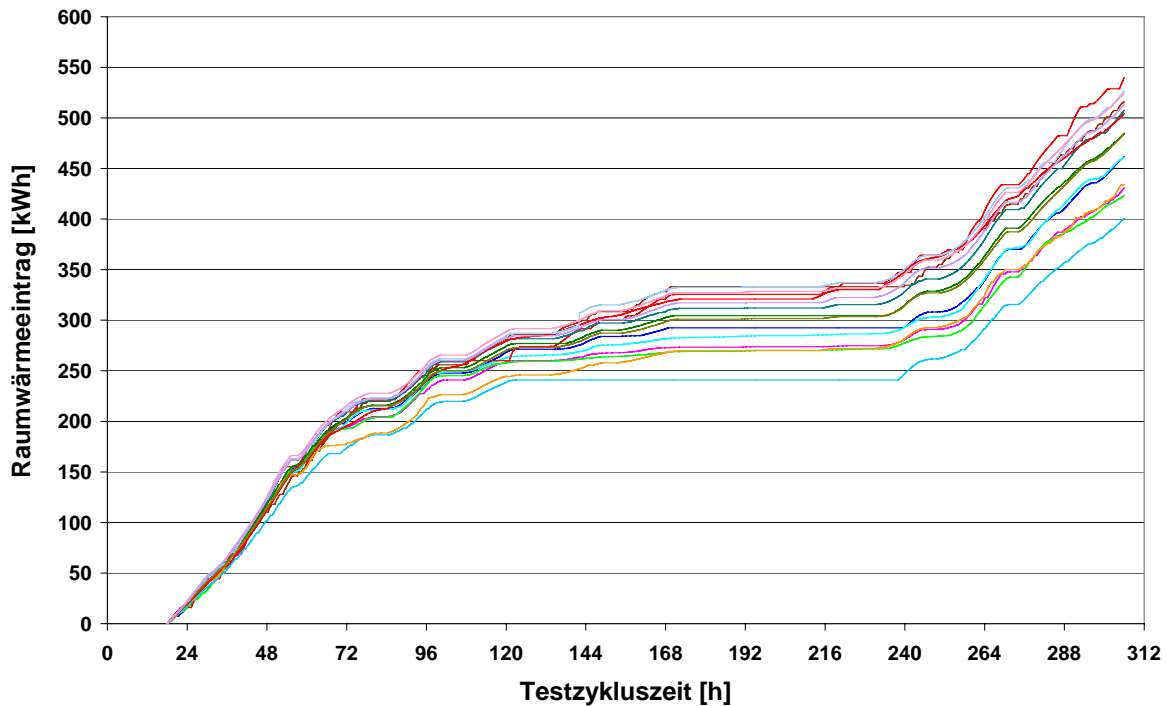


Bild 2: Kumulierter Raumwärmeeintrag verschiedener geprüfter Systeme. Die Energiezählung beginnt nach 18 Stunden Vorlaufzeit. Der eigentliche Zyklus dauert 12 Tage (288 Stunden).

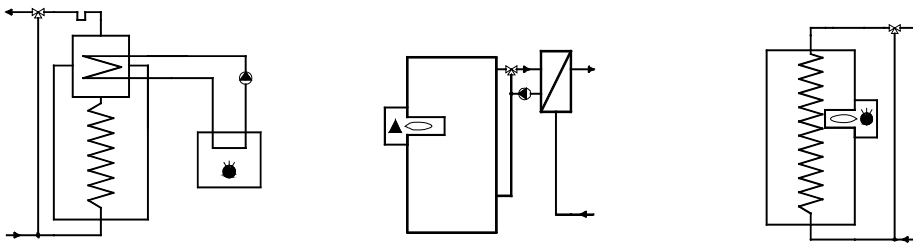
Da die Systeme selbsttätig operieren und ihr Verhalten nicht im Voraus perfekt antizipiert werden kann, beliefern die Systeme das emulierte Haus verschieden stark mit Raumwärme. Bild 2 zeigt Summenkurven des Raumwärmeeintrages verschiedener geprüfter Systeme. Die Unterschiede sind in allen Fällen sowohl auf die (nicht perfekten) Einstellungen als auch auf das (nicht perfekte) Funktionieren der Systeme zurückzuführen. Um den sehr unterschiedlichen Raumwärmeverbrauch auszugleichen und annähernd vergleichbare Leistungswerte auszuweisen, wurden die direkten Prüfergebnisse durch Simulation erweitert. Dadurch konnten Jahresleistungswerte für eine uniforme Raumheizlast ausgewiesen werden. Die Referenzen [1-9] liefern weiterführende Angaben zum Prüfverfahren und den gewonnenen Erkenntnissen.

3. Resultate

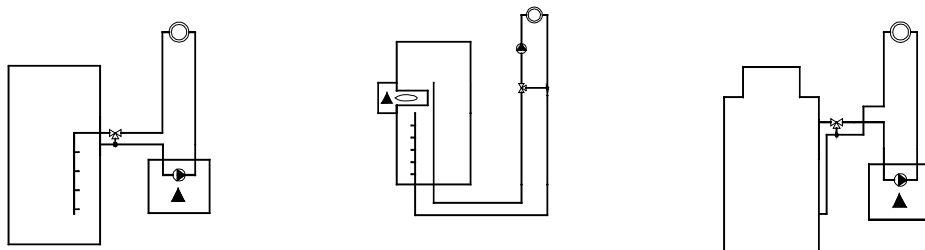
Das **Prüfverfahren** hat sich als geeignet erwiesen, die Leistungsfähigkeit der geprüften Anlagen zu erfassen und ungeeignete oder ungenügende Systeme auszuschließen. Dennoch muss vor einem unkritischen Vergleich der Leistungswerte gewarnt werden: Ein Abgleich des Komforts ist weder vor dem Test durch entsprechende Einstellungen, noch im Anschluss an die Messungen durch Simulation möglich: Die Simulationen haben nicht den Anspruch, die Anlagen im Detail abzubilden.

Lange nicht alle geprüften **Anlagen** haben die Prüfung erfolgreich beendet. In vielen Fällen haben die Hersteller der Anlagen, bzw. die Auftraggeber der Prüfung beschlossen, von einer Publikation der Prüfergebnisse abzusehen.

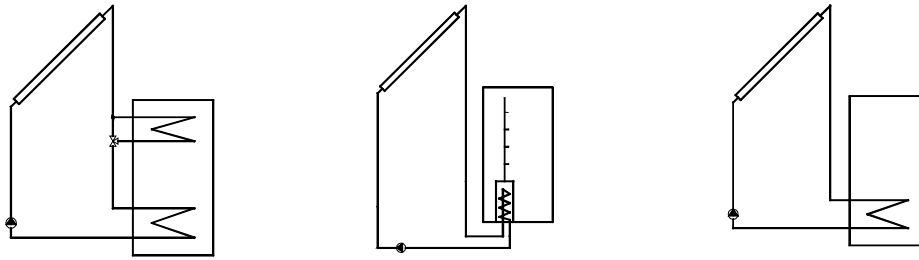
Die Systeme, deren Prüfung erfolgreich abgeschlossen werden konnte und für die Jahresleistungsberechnungen durchgeführt wurden, sind sehr verschiedenartig aufgebaut. Bild 3 gibt eine Übersicht der eingesetzten Konzepte. Die Anlagen, denen eine gute Leistungsfähigkeit bescheinigt werden konnte, unterschieden sich von den anderen in der Regel nicht durch ihre Konzepte oder Dimensionierung, sondern dadurch, dass sie gut funktionierten. Die möglichst vollständige **Funktionskontrolle** hat sich, selbst bei weitgehend vorgefertigten Systemen, als unumgänglich erwiesen.



Wassererwärmung



Raumwärmeversorgung



Solareintrag

Bild 3: Teilkonzepte verschiedener erfolgreich geprüfter Kombisysteme

4. Ausblick und Dank

Das SPF dankt dem Bundesamt für Energie für die Unterstützung und plant, sein Angebot zur Prüfung von Kombisystemen zu erweitern. Ins Auge gefasst wird eine analoge Aktion wie Kombi-Kompakt+ für Systeme mit Pelletsfeuerung.

5. Referenzen und Literatur

- 1: Vogelsanger, P., 2003. Untersuchung von Kombisystemen mit Zusatzheizung, 13. Symposium Thermische Solarenergie; Bad Staffelstein, 15. Mai 2003.
- 2: SPF, 2004. Prüfberichte von solaren Kombisystemen. www.solarenergy.ch.
- 3: Jordan, U., Vajen, K., 2000. Influence of the DHW load on the fractional energy savings: A case study of a solar combisystem with TRNSYS-simulations, Solar Energy; Vol. 69 (Suppl.), pp. 197-208.
- 4: Vogelsanger, P., 2002. The SPF test facility for solar combisystems and storage tanks. An extract from the IEA SHC Task 26 technical report on test facilities. www.solarenergy.ch.
- 5: Vogelsanger, P., 2002. The Concise Cycle Test Method - A twelve day system test. IEA SHC Task 26 technical report. www.solarenergy.ch.
- 6: SPF, 2004. Das Pilot- und Demonstrationsprojekt Kombi-Kompakt+. www.solarenergy.ch.
- 7: SPF, 2004. Hinweise zu den Prüfberichten von im Rahmen von Kombi-Kompakt+ geprüften Kombisystemen. www.solarenergy.ch.
- 8: SPF, 2004. Referenzbedingungen: Klima, Wärmelast, Kollektorfeldausrüstung und Referenzsystem zur Leistungsbestimmung von Heizsystemen für Raumheizung und Wassererwärmung. www.solarenergy.ch.
- 9: SPF, 2004. Jahresleistungsermittlung von Solarsystemen mit der Concise Cycle Test (CCT) Methode. www.solarenergy.ch.
- 10: Bales, C., 2004. Combitest, A new test method for thermal stores used in solar combisystems. Chalmers, Göteborg, Sweden.

Testing of Small Combisystems Including their Auxiliary Heaters - English Summary

Peter Vogelsanger / Michel Haller

Institut für Solartechnik SPF, Hochschule für Technik Rapperswil HSR

Oberseestrasse 10, CH-8640 Rapperswil

Tel.: 0041 (0)55 222 48 21, Fax: 0041 (0)55 222 48 44

E-Mail: peter.vogelsanger@solarenergy.ch; michel.haller@solarenergy.ch

Internet: <http://www.solarenergy.ch>

In a campaign labelled Kombi-Kompakt+, performance testing of a large number of solar combisystems has been completed at the Institut für Solartechnik SPF in September 2004. Each system was tested including its gas or oil fired auxiliary heater. The concise cycle test method (CCT), specifically designed for the task, summarizes the boundary conditions of climate and load encountered throughout a year within a 12 day test cycle. It emphasises realistic conditions and enables the system to be controlled solely by means of its own components. The house with its space heating system and the collector array are emulated realistically. All other system components (including the storage tank, the auxiliary heater, collector-loop pipes and the controllers) are installed and tested. The CCT method is suitable to assess both the system's performance and its proper operation.

For several systems the test results were not published because the manufacturers considered the performance of their systems to be insufficient. For ten systems the test was followed by extending the results from measurements to annual performance figures by parameter identification and system simulation.

Fundamental results are: a) Performance testing of solar combisystems is desirable. b) An essential requirement of any combisystem test method is the assessment of the proper operation of the systems. The poor energetic performance of some systems was mainly caused by malfunctions. c) Impeccable operation seems to be more important to achieve high performance than an ideal or innovative design.

More information in English can be found in references [3], [4], [5] and [10].