

Test und Optimierung von Kombisystemen

Ein Beitrag zur Tagung

SOLARTHERMIE VON DER FORSCHUNG IN DIE PAXIS

vom 29. November 2002

Peter Vogelsanger, SPF Institut für Solartechnik, Rapperswil, peter.vogelsanger@solarenergy.ch

1. Einleitung

Umfeld und Hintergrund

Als Folge der Teilnahme am Task 26, Solar Combisystems, des Solarprogrammes der internationalen Energieagentur, IEA, wurde am SPF in Rapperswil ein Prüfstand für solare Kombisysteme errichtet (1).

Bei dieser Laborprüfung werden das Kollektorfeld und das Gebäude simuliert, bzw. durch Heiz- und Kühlkreise emuliert. Alle anderen Komponenten des Systems, darunter auch ein Gas- oder Ölkessel, werden real installiert und geprüft.

Ein standardisierter Prüfzyklus, in der ein Jahresablauf zeitlich in zwölf Tage gerafft wird, dient zur Funktionskontrolle und zur Leistungscharakterisierung (2), (3).

Die Prüfung von solaren Kombisystemen im Labor wurde aufgenommen. Diese ersten Prüfungen finden im Rahmen einer Aktion mit Namen Kombi-Kompakt+ statt. Die Teilnahme an dieser Aktion ist auf kleine, in hohem Masse vorgefertigte ("kompakte") Anlagen beschränkt.

2. Erkenntnisse aus ersten Prüfungen

Bisher wurden an 6 Anlagen Messungen vorgenommen. Es hat sich gezeigt, dass die Probleme mit den zu prüfenden Systemen weit grösser sind als erwartet worden war. 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:

- Es ist entscheidend, dass alle zum System gehörigen regelungstechnischen Geräte geprüft werden.
- Der Kessel muss als Teil der Anlage geprüft werden. Viele Probleme sind auf das Zusammenspiel des Kessels mit den übrigen Komponenten des Systems zurückzuführen.

Trotz dem starken Druck auf eine maximale Systemintegration und hohe Standardisierung und trotz 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 weg einwandfrei funktioniert. Diese Erkenntnis ist sehr ernüchternd und legt ein grosses Verbesserungspotential bloss.

Wärmeverluste

Abgesehen von der oft mangelhaften oder inkorrekten Funktion der Systeme fällt auf, dass die Wärmeverluste der meisten Systeme hoch sind. Dies ist in der Regel nicht auf mangelhafte

Speicherdämmung zurückzuführen. Ursache der erhöhten Wärmeverluste sind:

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

Heizkurve

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:

- Obschon in der Praxis nur durch den Benutzer eine optimale Einstellung der Heizkurve erfolgen kann, ist der Vorgang zu deren Einstellung kompliziert, ungeeignet, für den Benutzer kaum machbar.
- 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 nicht klar ist, wie das genau zu erfolgen hat und welche Einstellung Priorität genießt.
- Die Beschreibung der HeizkurvenEinstellung ist falsch, bzw. das Einstellen nach Anleitung führt zu einer völlig falschen Heizkurve.

Vorlauftemperaturen

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.

Schalthäufigkeit der Brenner

Trotz der z.T. überraschend grossen Schalttemperaturdifferenz der Vorlauftemperaturen wird oft eine grosse Schalthäufigkeit der Brenner festgestellt. Modulierende Kessel sollten über eine sehr kleine Mindestleistung verfügen. Andernfalls sind Konzepte mit Einbindung der Speicher in den Rücklauf in Frage zu stellen.

Steuerungen

Es ist fast der Regelfall, dass der Hersteller bzw. der Installateur die Steuerung nicht ausreichend kennt. Dies ist nicht erstaunlich, sind doch die Bedienungsanleitungen von Steuerungen

selten benutzerfreundlich und gut strukturiert. In vielen Fällen sind sie nicht korrekt, nicht explizit oder nicht detailliert genug, um die Funktionen der Steuerung verständlich zu machen. Oft 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.

Die Problematik der Benutzerfreundlichkeit und korrekten Systemfunktion wird zusätzlich erhöht, wenn mehrere Steuerungsgeräte die Systemfunktionen ansteuern, wenn zum Beispiel ein gleitender Kessel in Serie mit einem Mischventil mit eigener Heizkurve betrieben wird.

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!

3. Empfehlungen

Die aktuelle Tendenz hin zu kompakten, d.h. vorgefertigten und standardisierten Kombianlagen ist zu fördern. Es scheint der einzig gangbare Weg hin zu funktionstüchtigen, einfachen und kostengünstigen Kombianlagen zu sein.

Bei der Konzeption von kompakten Kombianlagen ist dem Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten (Speicher, Kollektorkreis, Kessel, Gebäudeheizkreis) grösstmögliche Beachtung zu schenken. Eindeutige, übersichtliche und bedienerfreundliche Lösungen sind fast nur dann möglich, wenn die gekoppelten Funktionen durch ein einziges Regelgerät gesteuert werden. Diese Tatsache erfordert eine enge Zusammenarbeit des Kesselherstellers mit der Solarfirma, nicht nur im Bezug auf Handel und Service. Auch auf der technischen und besonders auf der regelungstechnischen Ebene ist eine enge Kooperation erforderlich.

Die Prüfung von kompakten Kombisystemen im Labor ist notwendig. Eine umfassende Funktionsprüfung ist erforderlich und anders fast nicht möglich.

4. Publikationen

- (1) Vogelsanger, Peter: The SPF Test Facility for Solar Combisystems and Storage Tanks. An extract from the IEA SHC Task 26 technical report on test facilities. Nov. 2002. Englisch.
- (2) Vogelsanger, Peter: The Concise Cycle Test Method - A Twelve Day System Test. IEA SHC Task 26 technical report. Nov. 2002. Englisch.
- (3) Vogelsanger, Peter: CCT (Concise Cycle Test): Ein Verfahren zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit und Abschätzung der Leistungsfähigkeit von solarthermischen Systemen, Okt. 2001.

Bezugsquelle

Alle drei Publikationen können als pdf-Datei gratis von www.solarenergy.ch bezogen werden.