

Rückblick auf EuroSun'96

Was tut sich rund um den Warmwasserkollektor?

von E. H. Langer

Die solare Brauchwassererwärmung gilt gegenwärtig zu Recht als technisch ausgereift. Ökonomisch gesehen ist sie im Begriff die Grenze zur Marktfähigkeit zu überschreiten. Trotzdem brachte EuroSun'96 eine Reihe von Weiterentwicklungen auf diesem Gebiet. Ist dies ein Widerspruch? Nein, eher ein Hinweis auf zunehmende Konkurrenzfähigkeit in dieser Branche. Denn auch beim Kraftfahrzeug mit seiner hohen Leistungsfähigkeit finden ständig Verbesserungen statt, um den Markt weiter zu beleben.

Kollektorentwicklung

Müssen Kollektoren so sein, wie sie heute sind? Diese Frage stellten sich niederländische Konstrukteure (de Beijer) und suchten nach Möglichkeiten einer horizontalen, nicht richtungsabhängigen Installation von Sonnenkollektoren. Dabei kam ein ganz anderes Kollektormodell heraus, das mit zwei ineinandergesteckten Röhren arbeitet. Bei der als ICS-System bezeichneten Lösung dient die innere Röhre zugleich als Warmwasserspeicher. Die äußere Röhre bildet den Energieabsorber. Speziell für die Ost-West-Orientierung wurde die Installation des Kollektors auf dem Dachfirst erprobt. Die in der Experimentalphase befindliche Entwicklung soll bis Ende 1996 zur Installation eines Prototyps führen.

Eindeutig im Kommen sind für solarthermische Großanlagen die Dachmodul-Kollektoren, also industriell vorgefertigte Großkollektoren zur Direktmontage auf das Dachgebälk. Während ein deutscher Hersteller mit seiner Modellanlage bereits auf der kongreßbegleitenden Industrieausstellung aufwartete, stellte Dalenbäck in seinem Vortrag eine skandinavische Entwicklung vor. In Schweden erfolgt das Angebot als komplette Dachkonstruktion direkt durch einen Bauauftragnehmer, der ebenso ganze Häuser liefert. Die Präfabrikation der komplettierten Dachmodul-Kollektoren erfolgt mit traditionellen Baumaterialien, was zu einer besseren Produktqualität bei gleichzeitig niedrigeren Preisen führt.

Dem Dauerbrenner „Flach- oder Vakuum-Röhrenkollektor – was ist besser?“ widmete sich Kerr MacGregor im Vergleich von zwei ausgewählten, hochqualitativen Exemplaren der englischen Produktion. Er kam zu dem überraschenden Ergebnis, daß in dem für die Brauchwassererwärmung typischen Arbeitspunkt $(T_m - T_a)/G = 0,05 \text{ m}^2\text{K/W}$ der Flachkollektor dem Vakuum-Röhrenkollektor bei gleicher Aperturfläche

um 20 % überlegen ist. Dieses zunächst nur für die ausgewählten englischen Kollektoren gültige Ergebnis erklärt der Untersucher einerseits mit der geringeren optischen Effektivität, da die zylindrisch gebogenen Röhrenwände zu ungünstigeren Einfallswinkeln des Lichtes als bei Flachglas führen. Andererseits ergibt sich an der Übergangsstelle zwischen dem Heat-pipe-Kondensator und der Zirkulationsflüssigkeit ein zusätzlicher thermischer Widerstand.

Aber auch die Verbesserung bestehender Kollektortypen wurde diskutiert: So beschäftigten sich Beikirchner und Benz mit der Verringerung von Wärmeverlusten bei evakuierten Flachkollektoren. Möglichkeiten bestehen hier in der Herabsetzung der Wanddicke und der thermischen Leitfähigkeit von Wandhalterungen sowie in der Abstandserhöhung zwischen Absorber, Seitenwänden, Abdeckung und Gehäuse. Außerdem läßt sich besonders durch eine verminderte Gasleitfähigkeit noch einiges herausholen. Vorteile bringt sowohl die Substitution der Restluft durch inerte Gase als auch das Einbringen hochporöser Materialien zwischen Absorber und Gehäuse. Im Außenversuch konnte der Wärmeverlust mit einer Kryptonfüllung um 35 % herabgesetzt werden.

Vom Ersatz konventioneller Metallabsorber durch selektive Kunststoffabsorber verspricht sich die niederländische Forschungseinrichtung TNO (Oversloot) eine erhebliche Kostenreduktion für die im Bereich der häuslichen Brauchwassererwärmung eingesetzten Solarsysteme. In Betracht stehen zum einen metallisierte Kunststofffolien mit einer galvanisch aufgetragenen spektral-selektiven schwarzen Aluminiumoberfläche. Zum anderen denkt man an Kunststoffe mit transparenten Eigenschaften im Infrarotbereich, also z. B. an einen Polyäthylenfilm mit unterschiedlichen Konzentrationen schwarzer Pigmente in der Folie.

Für die Konstruktion optimaler Kollektortypen wurden gleich zwei verschiedene Simulationsprogramme vorgestellt. Ole Holck beschäftigte sich mit der Vermeidung der Feuchtigkeitskondensation im Kollektor-Innenen. Das neue Simulationsprogramm, das über bisherige dänische bzw. niederländische Programme hinausgeht, berücksichtigt den Material- und Wärmefluß in bezug auf die bestehenden Temperaturdifferenzen, Pumpvorgänge im Zusammenhang mit Windböen, den Feuchtigkeitstransport auf der rückseitigen Isolation, hygroskopische Eigenschaften des Materials und die Veränderung von Arbeitsbedingungen. Fernziel sind entsprechende Entwicklungsrichtlinien.

Überhitzungsschäden bei Kollektoren mit transparenter Frontplattenisolation sind nach Nagel und Wegmann nicht nur eine Materialfrage. Von ihnen wurde ein Kollektormodell entwickelt, das entsprechende Materialeinschränkungen berücksichtigt und bei der Konstruktion dieser sogenannten TIM-Kollektoren das Temperaturmaximum ohne Einschränkungen in der Leistungsfähigkeit auf etwa 120 °C reduziert.

Ganz selbstverständlich gehören zu weiter verbesserten Kollektoren auch fundierte long-life-Aussagen. Über entsprechende Tests berichtete Svend Svendsen. Obwohl auf diesem Gebiet schon deutliche Erfolge zu verzeichnen sind, werden immer noch Methoden für extreme Klimabedingungen und für Temperaturveränderungen in beschleunigter zyklischer Arbeitsweise benötigt, die während dieser Prozesse gleichzeitig Funktionstests für den Kollektor und die Charakterisierung des Mikroklimas innerhalb der Kollektorröhre erlauben.

Solare Brauchwassersysteme

Die pro Quadratmeter Kollektorfläche deutlich geringeren Systemkosten haben in den vergangenen Jahren zunehmend zum Bau großer solarthermischer Anlagen geführt. Bei allen erzielten Erfolgen zeigt sich gegenwärtig aber deutlich, wie groß das erforderliche Optimierungspotential für solche Großanlagen ist. So wurden beispielsweise für das im Schwarzwald gelegene Ferienhaus Haus Gertrud vier verschiedene

Simulationsversionen notwendig, um den Einfluß des Klimas und der Arbeitsbedingungen mit den für die Kollektoranlage gewonnenen Kontrollerggebnissen in Einklang zu bringen (E. Bollin). Außerdem wird immer deutlicher erkennbar, daß Anlagen mit mehr als 100 m² Kollektorfläche einer kontinuierlichen Überwachung und des Simulationsvergleichs zwischen Real- und Modellgrößen bedürfen. Hierfür scheint sich gegenwärtig das Monitoringsystem MTSol anzubieten (Valentin und Schnauss).

Bei notwendigen Optimierungen kann die Leistung solarer Großsysteme über Massenflußänderungen oder durch veränderte Kollektorverknüpfungen beeinflusst werden (Tolonen und Lund). Wie das Beispiel der Anlage in Orivesi in Finnland zeigt, sind auf diese Weise Leistungsverbesserungen von 10 bis 15 % möglich. Reduzierte solare Energiegewinne als Folge höherer Rücklauftemperaturen können dabei teilweise ausgeglichen werden.

Vor allem durch die Impulse, die das Untersuchungsprogramm Solarthermie 2000 für den Bau solarthermischer Großanlagen ausgelöst hat, soll in Deutschland ein entsprechendes Prototyp geschaffen werden, der die praktische Anwendung solcher Anlagen als normale Verfahrenstechnik erlaubt (Peuser und Croy).

Nach den bisherigen Erfahrungen sind die geplanten Systeme oftmals zu komplex angelegt. Um die Wärmekosten deutlich unter den Betrag 0,30 DM/kWh zu drücken,

sollten insbesondere einfache Systeme geplant, der tatsächliche Energieverbrauch (Warmwasserbedarf und Zirkulationsverluste) detailliert bestimmt und die relativ hohen Aufwendungen für Hilfskonstruktionen verringert werden.

Wesentliche Fortschritte werden sich für solarthermische Großanlagen insbesondere durch das Prinzip der *Garantierten Leistungen* (vergl. auch SE 4/96, S. 24) erzielen lassen (Schalajda und Luboschik). Dabei sind aber auf jeden Fall billigere Überwachungssysteme als bisher notwendig.

Entsprechende Lösungen werden durch das Telemonitoring (z. B. unter Verwendung der Daten-Akquisitionssystem-Software Deta-T-Logger) angestrebt, bei dem mehrere Systeme simultan überwacht werden können (Carvalho et al.).

Neben der größeren ökonomischen Sicherheit für den Investor erlaubt das System der Garantierten Leistungen eine Früherkennung von Fehlern und , es liefert wertvolle Erfahrungen für den Bau weiterer Großanlagen. Daß dabei auch Fehleinschätzungen des Warmwasserverbrauchs durch den Investor mit entsprechenden Auswirkungen auf die garantierte Leistung deutlich werden, ist eine selbstverständliche Folge.

Solare Nahwärmesysteme

Diese spezielle Form solarer Großanlagen ist in Deutschland seit 1992 in der Entwicklung. Mit Lang-

zeitspeichern (Saisonalspeicher) verknüpft, erwartet man von diesen auch als CSHPSS bezeichneten Systemen eine Sicherstellung von 50 bis 70 % der jährlichen Wärmemenge. Die ersten beiden deutschen Anlagen in Hamburg-Bramfeld und in Friedrichshafen-Wiggenhausen wurden 1996 fertiggestellt (Fisch et al.).

Im Unterschied zu diesen speziell als Solare Nahwärmesysteme entworfenen Anlagen, bei denen mit einem relativ hohen Wirkungsgrad gerechnet werden kann, bringen die nachträglich in bestehende konventionelle Anlagen eingebaute Solar-systeme teilweise deutlich weniger als erwartet. Ein entsprechendes Beispiel ist das Göttinger Projekt eines Solaren Nahwärmesystems, bei dem das Kollektorfeld mit 18 % nur etwa halb so viel Effektivität als erwartet aufweist. Ausgelöst werden diese enormen Abweichungen im vorliegenden Fall durch andere Komponenten der bestehenden Anlage, die in ihrer Betriebsweise bisher nicht optimiert sind und viel zu hohe Rücklauftemperaturen hervorrufen.

In der Kopplung von Solaren Nahwärmesystemen mit dezentralen Kraft-Wärme-Anlagen wird derzeit eine Möglichkeit gesehen, niedrige Wärmeherzeugungspreise mit einem hohen Anlagenwirkungsgrad zu verknüpfen. Eine theoretische Studie von Entress ,DLR, erweckt aber eher den Eindruck, daß es für ein in beide Richtungen befriedigendes Anlagenkonzept noch einigen Entwicklungsbedarf geben könnte.

Mehr „Luft“ bei Solar-Luftkollektoren?

„Außenseiter haben ein Comeback“ überschreibt die Fa. Grammer ihre in den letzten Jahren entwickelte Strategie. Dabei geht es um die Integration von funktionell hocheffizienter Luftkollektortechnologie in ästhetisch ansprechende Architektursysteme. Diesbezüglich reicht das Spektrum von konventionellen Luftkollektoren, die auf Fassaden montiert wurden, bis zu komplett integrierten Glasdachstrukturen. Das Naturschutzzentrum im Ökologiepark Gaytal (Vergl. SE 2/96, S.8) und andere Beispiele sind hierfür Belege.

Daneben sorgen neue Typen von Luftkollektoren für das oben erwähnte Motto. So beschreiben Eicker und Seeberger ein neuartiges „Kollektormodul“, bei dem 1,34 m² Luftkollektor mit einer 10 Watt PV-Einheit verbunden und direkt an einen axialen DC-Ventilator gekoppelt sind. Dabei ist der Ventilator unterhalb der Glasabdeckung in das „Modul“ integriert. Die mit größeren Eingangsöffnungen und

veränderten Filtern versehene Einheit besitzt dank des verringerten Druckabfalls einen um etwa 10 m³/m²h höheren Volumenfluß. Die PV-Einheit sorgt für eine selbstregulierende energieautonome Arbeitsweise, bei der der Volumenstrom durch das solare Strahlenangebot gesteuert wird. Dies und die einfachen konstruktiven Änderungen erhöhen die Effektivität des Luftkollektors bei einer Einstrahlung von 1000 W/m² um mehr als 4 % auf 67 %. Der energieautonome Luftkollektor liefert dann 45 bis 75 m³/m²h Warmluft mit einer Temperaturerhöhung von 15 bis 30 K.

Um die vermehrte Anwendung von Luftkollektoren zu unterstützen, wurde im Rahmen der von der Europäischen Kommission geförderten Task 19 ein spezielles Simulationsprogramm für Luftkollektoranlagen entwickelt, das den Namen TRN-SAIR trägt (Knirsch et al.). Das von TRNSYS abgeleitete Simulations-

programm baut auf Windows 3.1, Windows 95 oder NT auf und ist für den großen Nutzerbereich vom Einsteiger bis zum Experten gedacht. Das dynamische Simulationsprogramm arbeitet mit benutzerdefinierten Zwei-Zonen-Räumen und sechs verschiedenen Solar-Luftsystemen. Dabei stehen stündliche Wetterdaten sowie gespeicherte Informationen über Gebäudegeometrie, innere Wärmequellen, Ventilatoren usw. zur Verfügung.

Ein weiteres Simulationsprogramm (Kabeel und Meëarik) widmet sich der Effektivitätserhöhung von Luftkollektoren, die wesentlich vom Wärmeübergangswiderstand zwischen Luftstrom und Absorberplatte abhängt. Da größere Absorberplatten den Wärmeübergang begünstigen, aber eine höhere Pumpleistung erfordern, veränderten die Autoren die Form des Luftkollektors und gelangten zu einer Kollektorform mit triangulären Absorberplatten.