

37 (2010) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

G. Hauser, H. Sinnesbichler, M. Eberl

Nächtliche Kühlung mittels eines modifizierten Solarkollektors (Kombikollektor)

Einleitung

Solarkollektoren dienen im eigentlichen Sinne der Erwärmung des Brauchwassers bzw. der Heizunterstützung. Darüber hinaus werden sie auch zur indirekten Kälteerzeugung mittels Absorptions- und Adsorptionskühlung genutzt. Zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre findet ein ständiger Strahlungsaustausch statt. Während klarer Nachtstunden kann dabei die Temperatur von Oberflächen unter die Umgebungstemperatur abfallen (siehe Tauwasserbildung an der Autoscheibe). Dieser Kühleffekt soll durch einen modifizierten Solarkollektor genutzt werden. Die Untersuchungen an einem ersten Prototyp werden am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) Holzkirchen durchgeführt.

Versuchsaufbau und Durchführung der Untersuchungen

Die Messungen werden auf dem Dach der modularen Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchungen (VERU) durchgeführt. Dieses Gebäude wurde konzipiert, um Versuche an Fassadensystemen im Zusammenwirken mit den verwendeten Anlagensystemtechniken sowie deren Auswirkung auf die dahinterliegenden Räume durchführen zu können.

Auf dem Flachdach – siehe **Bild 1** – werden unter spätsommerlichen Bedingungen die Kühl- und Heizerträge des modifizierten Solarkollektors (Kombikollektor) und eines



Bild 1: Nordansicht des VERU-Versuchsgebäudes

Referenzkollektors ermittelt. Die Kollektoren sind dazu verschattungsfrei und aus Gründen der Versuchsvereinfachung horizontal aufgestellt.

Als Basis für den Prototyp dient ein handelsüblicher Flachkollektor. Dieser wird dahingehend modifiziert, dass auf der Glasabdeckung eine weitere Glasscheibe angebracht wird. Die beiden Scheiben sind durch Glasstege auf Abstand gehalten und gegeneinander abgedichtet. Dadurch entsteht zwischen den Scheiben ein Hohlraum, in welchem während der Nachtstunden das zu kühlende Medium (Wasser mit Frostschutz) fließt. Für den Versuch dient ein Original-Flachkollektor gleichen Typs und Herstellers, jedoch ohne die zusätzliche Glasscheibe als Referenzobjekt. **Bild 2** zeigt die auf dem VERU-Dach montierten Kollektoren. (Links den Referenzkollektor, rechts den Kombikollektor).

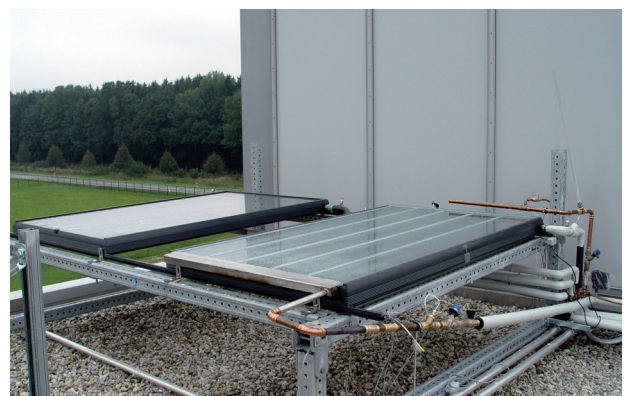


Bild 2: Kombikollektor und Referenzkollektor auf dem VERU-Dach

Zur Erfassung der Kühlleistung werden unmittelbar am Kollektoreintritt/-austritt jeweils Temperatursensoren installiert. Zwei separate magnetoinduktive Durchflussmesser erfassen den Volumenstrom durch die beiden Kollektoren. Aus Volumenstrom und der zugehörigen Temperaturspreizung am Kollektor ergibt sich die Leistung. Die institutseigene Wetterstation liefert die Klimadaten wie Sonneneinstrahlung

lung, atmosphärische Gegenstrahlung, Außenlufttemperatur, Wind und Regen. Die Kollektoreintrittstemperatur und der Volumenstrom können für die Untersuchungen variiert werden.

Ergebnisse der Untersuchungen

Für die Untersuchungen der nächtlichen Kühlerträge werden der Volumenstrom (V) und die Kollektoreintrittstemperatur (v_{VL}) variiert. Der Versuchszeitraum erstreckt sich vom 17. September bis zum 11. Oktober 2009. **Tabelle 1** zeigt die Randbedingungen, die Kollektoraustrittstemperaturen (v_A), die langwellige atmosphärische Gegenstrahlung (P_{AGS}), die Regendauer sowie die ermittelte Kühlleistung (P_{therm}) für vier unterschiedliche Versuchsreihen. Die Ergebnisse stellen Mittelwerte während der einzelnen Kühlmessperioden (Nachtstunden) dar.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Messergebnisse

Versuchsvariante	1	2	3	4
v_{VL} [°C]	20	Außenluft	25	20
V [l/h*m ²]	35	35	25	45
v_A [°C]	13,8	12,1	9,5	13,1
P_{AGS} [W/m ²]	353	313	308	361
Regendauer [h]	-	-	-	6
P_{therm} [W/m ²]	-62	-47	-177	-115

Der Mittelwert der erzielten Kühlleistung über die gesamte Messperiode vom 17. September bis zum 11. Oktober beläuft sich auf 114 W/m². Die mittlere Außentemperatur der Nachtstunden beträgt dabei 11,6 °C, die atmosphärische Gegenstrahlung 330 W/m² und die Kollektoreintrittstemperatur im Mittel etwa 20 °C.

Versuchsvariante 2 gibt Aufschluss über die mittlere erzielbare Kühlleistung durch ausschließlichen Strahlungsaustausch mit der Atmosphäre. Hierzu wurde die Kollektoreintrittstemperatur der Außenluft nachgeführt. Die resultierende Kühlleistung bewegt sich in diesem Fall zwischen 40 und 50 W/m². In Versuchsvariante 3 wird die Kollektoreintrittstemperatur auf 25°C erhöht. Dadurch wird in der Nacht vom 3. Oktober auf den 4. Oktober eine mittlere Kühlleistung von 215 W/m² erreicht. (Außenlufttemperaturen 8°C, atmosphärische Gegenstrahlung 270 W/m²; Mittelwerte von 18 bis 6 Uhr).

In Messperiode 4 kommt es immer wieder zu Regenschauern. Das auf der Kollektorfläche ablaufende Regenwasser steigert die Kühlleistung deutlich. Die stark verringerte Wärmeabgabe mittels Strahlung wird durch eine zusätzliche Wärmeabgabe mittels Verdunstung und Konvektion mehr als kompensiert. In Bild 3 sind die meteorologischen Randbedingungen dieses Zeitraums dargestellt. **Bild 4** zeigt die Kühlleistung des Kombikollektors und des Referenzkollektors. Dabei ist in der Nacht vom 8. Oktober auf den 9. Oktober der Zusammenhang zwischen Regen(-menge) und Kühlleistung beim Kombikol-

lektor deutlich erkennbar. Auf den Referenzkollektor (wurde zu Vergleichszwecken ebenfalls als „Kühlkollektor“ nachts aktiviert) hat der Regen keinen nennenswerten Einfluss.

Ein Vergleich der Kühlleistung des Kombikollektors mit der des Referenzkollektors ergibt über die gesamte Messperiode ein Leistungsplus für die nächtliche Kühlung von im Mittel 250 %. **Bild 4** zeigt die deutlich höhere Kälteleistung im Falle des modifizierten Kombikollektors.

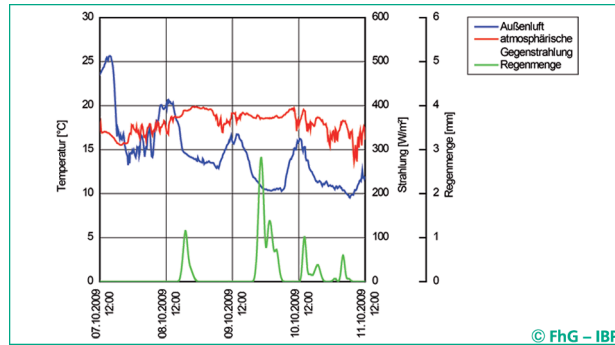


Bild 3: meteorologische Randbedingungen Messphase 4

Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigen das Potential der nächtlichen Kühlung mittels eines modifizierten Solarkollektors bei annäherndem Erhalt der ursprünglichen Heizfunktion des Kollektors. Die Kühlleistung während der Nachtstunden ist stark von den Randbedingungen abhängig. Entscheidend sind vor allem die Kollektoreintrittstemperaturen und damit die Temperaturdifferenz zur Außenluft. Bei Eintrittstemperaturen knapp über der Außenlufttemperatur beträgt die mittlere nächtliche Kühlleistung ca. 40-50 W/m². Bei höheren Eintrittstemperaturen, wie sie z.B. in Kombination mit Betonkernaktivierungen zu erwarten sind, werden maximale nächtliche Kühlleistungen von bis zu über 200 W/m² erreicht.

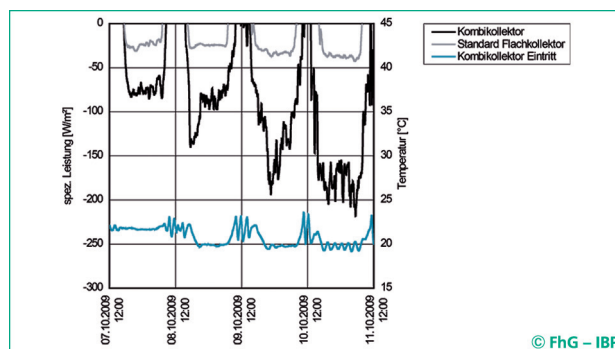


Bild 4: Vergleich Kombikollektor/Referenzkollektor

Der Vorteil dieses System liegt in der einfachen und kostengünstigen Kälteerzeugung mittels Umweltkälte. Es werden keine Kühlaggregate oder Rückkühlwerke sondern lediglich elektrische Energie für die Umwälzpumpen benötigt. Durch den Einsatz von hocheffizienten Umwälzpumpen können damit hohe Arbeitszahlen für die Kälteerzeugung erreicht werden.