

Jahresbericht 2001

Integration von kombinierten PV- und thermischen Kollektoren in Gebäudesystemen

Autor	Sven Kropf
Beauftragte Institution	ETH Zürich
Adresse	ETH Zentrum, LOW C4, 8092 Zürich
Telefon, E-mail, Internetadresse	01 632 54 46, kropf@hbt.arch.ethz.ch, www.airflow.ethz.ch
BFE Vertrags-Nr.	80 065
Dauer des Projekts	1.1.2001 - 31.3. 2003

ZUSAMMENFASSUNG

Das Projekt zielt auf eine Optimierung der Hinterlüftung von schindelartig angeordneten PV-Modulen auf Dächern und an Fassaden und beinhaltet die Analyse der Nutzungsmöglichkeiten für die gewonnene Warmluft.

2001 wurde eine Feldmessung auf dem Dach der HTA Luzern realisiert, welche die Labormessungen des Vorprojektes [1] bestätigten. Die Feldmessung dauert während dem Winter 2001/02 noch an.

Für die geplanten Luftströmungssimulationen wurden erste Resultate erzielt, die in einer weiteren Phase mit den Resultaten der Feldmessung verglichen werden sollen.

Für die Nutzung der Warmluft zeichnet sich je länger je mehr die Integration in die Haustechnik mittels Wärmepumpe aus. Kontakte mit anderen nationalen und internationalen Institutionen wurden geknüpft, so dass in Kürze die geplanten Referenzsysteme zur Bestimmung der erreichbaren Nutzungsgrade definiert werden können.

Für 2002 ist eine erste kleine Projektrealisierung geplant. Auf dem Dach eines Gartenhäuschens in Steinhausen ZG sollen die Module der obgenannten Feldmessung auf einer Fläche von rund 13 m² montiert werden. Die bei deren Kühlung gewonnene Warmluft wird in den Keller des Einfamilienhauses geleitet und unterstützt die Luft/Luft-Wärmepumpe bei der Warmwasser-Aufbereitung.

Projektziele

Die Integration der Photovoltaik Elemente in die Gebäudehülle ist notwendig für die grossmassstäbliche Solarstromproduktion. Die dabei anfallende Wärme soll aus technischen Gründen abgeführt werden, was günstige Synergien mit dem Wärmebedarf des Gebäudes ermöglicht.

Aufgrund der Charakteristik der anfallenden Wärmegewinne sollen geeignete Nutzungsarten für den Wärmehaushalt des Gebäudes definiert werden. Die als günstig erkannten Nutzungsarten können Rückwirkungen auf die Optimierung des PV/T-Gebäudehüllenteils haben. Generell gilt es, das Gebäudesystem bezüglich des Wärmeübergangs durch Hinterlüftung (effiziente Kühlung der Photovoltaik), des Energieaufwands zur Hinterlüftung (Ventilatorleistung) und der für den Wärmebedarf des Gebäudes nutzbaren Wärme unter Berücksichtigung der entstehenden Kosten zu optimieren.

Ziele für das Berichtsjahr:

- 1.: Mindestens 3 Referenzsysteme für die **Gebäudesimulationen** definiert und die Art der Warmluft-Nutzung bestimmt.
- 2.: Alle wesentlichen Teile der Gebäudetechnik dimensioniert und ein Referenzsystem ohne PV/T-System mit denselben Komfortansprüchen definiert (Grundlage für die **Kosten-Nutzen-Berechnung**).
- 3.: **Luftströmungssimulationen** begonnen.
- 4.: **Feldversuch** läuft.

Zu 1.:

Es werden Referenzsysteme von anderen Projekten übernommen:

IEA Solar Task 28 definiert 3 Systeme (Einfamilienhaus, Reihenhaushaus und Mehrfamilienhaus) für "Solar Sustainable Housings" und 3 charakteristische Klimaregionen (Stockholm, Zürich und Milano), welche durch eine alpine Station (Davos) ergänzt werden sollen.

Das BFE-Projekt "Optimisation d'un stockage de chaleur en dalle active dans un immeuble d'habitation" (DIS 29789) definiert ein Mehrfamilienhaus mit 5 Wohnungen für ein System mit thermoaktiven Bauteilen, Solarkollektoren und Erdwärmespeicher.

Zu 2.:

Dieses Ziel ist auf Ende Dezember terminiert und kann voraussichtlich grösstenteils erreicht werden.

Zu 3. und 4.:

Die Aktivitäten sind im Gang und werden fortgesetzt.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse



Fig. 1: Feldversuch

Vom **Feldversuch** (Fig. 1) liegen erste Resultate vor. Der Wärmegewinn hängt stark vom Luftvolumenstrom der Hinterlüftung ab, welcher flächenspezifisch in m^3 pro Stunde und m^2 PV-Fläche angegeben wird. Zusammen mit der Lufterwärmung (Differenz zwischen Kollektor-Austrittstemperatur und Umgebungstemperatur) erhält man damit den thermischen Ertrag der Komponente.

Auf dem Einstrahlungs-Lufterwärmungs-Diagramm eines sonnigen Tages (Fig. 2) erkennt man eine Hysterese auf Grund der thermischen Trägheit des Systems: Bei Sonnenaufgang sinkt vorerst die Temperaturerhöhung auf negative Werte (weil die Module kurzzeitig kälter sind als die Aussenluft). Fig. 2 zeigt auch, wie anhand der Messung die Temperaturerhöhung bei $1'000 \text{ W/m}^2$ für einen bestimmten Luftvolumenstrom (einen Tag lang konstant gehalten) bestimmt wird.

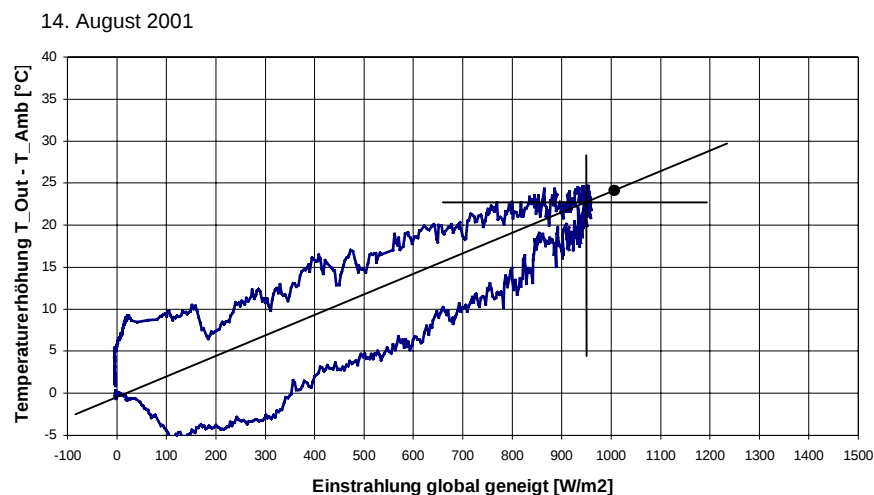


Fig. 2: Messung von Globalstrahlung auf die PV-Fläche und Temperaturerhöhung $T_{\text{out}} - T_{\text{Amb}}$

Die Lufterwärmung nimmt mit zunehmendem Luftvolumenstrom ab:

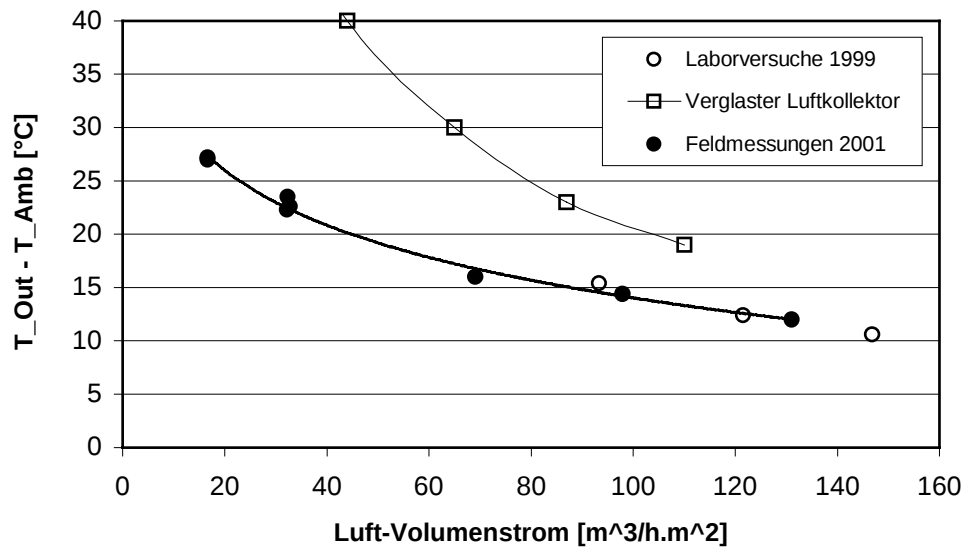


Fig. 3: Messresultate für 1'000 W/m² Einstrahlung

In der Grafik in Fig. 3 entsprechen die Resultate aus den Laborversuchen stationären Zuständen. Diejenige aus den aktuellen Feldmessungen wurden wie oben beschrieben (gemäss Fig. 2) bestimmt. Die Werte des verglasten Luftkollektors sind dem *IEA Solar Task 19 "Solar Air Systems"* entnommen.

Nationale Zusammenarbeit

Viele verschiedene Institute werden für das Projekt zu Rate gezogen:

Luftströmungssimulationen: Air&Climate, Institut für Hochbautechnik, ETH Zürich.

Feldversuch: Prüfstelle HLK (Heizung, Lüftung, Klima), HTA Luzern.

Gebäudesimulationen: Zentrum für interdisziplinäre Gebäudetechnik, HTA Luzern.

Referenzsysteme: Erdwärmespeicher: LEEE-TISO, SUPSI Canobbio.

Wärmepumpen: Institut für Energie, FHBB MuttENZ.

Referenzhäuser: AEU GmbH, Robert Hastings, Wallisellen.

Geplant sind ausserdem neue Kontakte mit Industriepartnern.

Internationale Zusammenarbeit

Referenzsysteme: IEA Solar Task 28 "Sustainable Solar Housing"

Bewertung 2001 und Ausblick 2002

Die Messungen bestätigen die Praxistauglichkeit des Systems. Mit den Feldversuchen und den Luftströmungssimulationen wurde eine Grundlage für eine weitere Optimierung geschaffen. Diese soll in einen engen Zusammenhang mit einer geplanten Nutzung der Warmluft gebracht werden.

Referenzen

- [1] S. Kropf: ***Multifunktionale Gebäudehülle: Wetterschutz, PV und Luftkollektor***, Schlussbericht BFE Projekt-Nr. 29943, September 1999.