



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE

Halbjahresbericht 2013, 31. Juli 2013

SOFOWA

**Kombination von Solarthermie, Fotovoltaik und
Wärmepumpen**

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Wärmepumpen, WKK, Kälte
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Kofinanzierung:

Viessmann Faulquemont S.A.S., FR-57380 Faulquemont

Auftragnehmer:

Fachhochschule Nordwestschweiz - FHNW
Institut Energie am Bau - IEBau
Sankt-Jakobs-Strasse 84
CH-4132 Muttenz
www.fhnw.ch/iebau

Autoren:

Ralf Dott, IEBau-FHNW, ralf.dott@fhnw.ch
Thomas Afjei, IEBau-FHNW, thomas.afjei@fhnw.ch

BFE-Bereichsleiter: Martin Pulfer

BFE-Programmleiter: Stephan Renz

BFE-Vertrags- und Projektnummer: SI/500509-01 / SI/500509

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Zukünftige Gebäude auf dem Niveau von Netto-Nullenergiehäusern gehen meist mit einer gebäudeintegrierten Solartechnik einher. Ziel des Projekts ist mittels Simulation erfolgversprechende Kombinationen von Wärmepumpe und Solartechnik zu identifizieren, die Praxistauglichkeit mit einem Feldtest zu verifizieren und einen Leitfaden zu erstellen.

Im Berichtszeitraum 2013 konnten die Recherche über Wärmepumpen-Modelle abgeschlossen und abschliessende Korrekturen in der Referenzwärmelast-Definition umgesetzt werden. Der Systemvergleich wurde auf alle drei Gebäudetypen erweitert. Dabei wurde eine Tagesbilanzielle Betrachtung des Elektrizitätsbezugs für Haustechnik und Eigenstromerzeugung aus PV eingeführt. Ein System mit Eisspeicher und nicht abgedecktem Solarabsorber als Quelle für die Wärmepumpe wurde detailliert untersucht. Dieses dient als Basissystem für den Praxistest im Labor des IEBau-FHNW.

Die Zusammenarbeit sowohl national wie auch international konnte konstruktiv und intensiv fortgeführt werden. Das Projekt stellt einen Beitrag zum IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 „Solar and Heat Pump Systems“ dar.

Abstract

Future buildings on the level of net zero energy houses go usually together with a building integrated solar technology. The project aims to identify promising combinations of heat pump and solar technology through simulation whereof one is to be verified in practical field test as well as to provide a guideline.

In the report period 2013 the heat pump modelling report could be finalised and in the reference building definition final corrections have been made. The system comparison could be extended to all three building types. Furthermore, an evaluation of the electricity demands for building technology and own PV generated electricity on the basis of a daily energy balance has been added. A solar heat pump system with ice storage and uncovered solar absorber as heat source for the heat pump has been analysed in detail. This system serves also as basis for the practical test in the system control lab of the IEBau-FHNW.

The collaboration both nationally and internationally could be continued constructive and with the same intensity. The project contributes to the IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 "Solar and Heat Pump Systems".

Projektziele

Niedrigenergiehäuser sind durch die Verschärfung der Energievorschriften zum Standard für Neubauten geworden. Ab 2015 soll in Deutschland das Passivhaus-Konzept zum Standard werden, andere Länder fassen sogenannte Netto-Nullenergiehäuser (engl. Net Zero Energy Buildings - NZEB) ins Auge. Die USA und Frankreich wollen sie 2020 einführen, Kanada will 2030 nachziehen. In der Schweiz wird an neuen Gebäudestandards gearbeitet, welche über die gut etablierten Standards MINERGIE® und MINERGIE-P® hinausgehen, beispielsweise mit dem seit kurzem lancierten MINERGIE-A® als Standard der auf die Energieversorgung mit erneuerbaren Energien Wert legt.

Nach gängiger Definition gehen Netto-Nullenergiehäuser meist mit einer gebäudeintegrierten Solartechnik einher. Immer mehr Anlagen nutzen Wärmepumpen, Solarthermie und auch Fotovoltaik. Solarkollektoren können die Wärme direkt oder indirekt über die Wärmepumpe einspeisen. Der Betrieb einer Fotovoltaikanlage (PV) mit Hinterlüftung oder als Hybrid-Kollektor kann ebenfalls ein attraktives System sein, da neben der Elektrizität durch die Kühlung der PV-Paneele Niedertemperaturwärme anfällt und sich der PV-Wirkungsgrad durch die Kühlung verbessert. Es ist aber noch abzuklären, ob bei höherer Temperatur direkt nutzbare Wärme mit leicht reduziertem PV-Wirkungsgrad nicht zu einem besseren Gesamtertrag führt. Leistungsgeregelte Wärmepumpen eignen sich für die Kombination WP-Solar-PV besonders gut, weil damit besser auf die schwankenden Quellen- und Senkenbedingungen reagiert werden kann.

Ziel des Projekts ist mittels Simulation die erfolgversprechendsten Kombinationen von Wärmepumpe und Solartechnik zu identifizieren, Dimensionierung und Regelung zu optimieren, die Praxistauglichkeit mit Messungen zu verifizieren und einen Leitfaden zu erstellen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Das Projekt SOFOWA teilt sich in zwei Arbeitsschwerpunkte auf:

1. eine Simulationsstudie zur Identifikation der erfolgversprechendsten Kombinationen von Solarthermie, Fotovoltaik und Wärmepumpen und
2. einen Test zur Ermittlung der Charakteristik des kombinierten Systems.

Simulationsstudie

Systemvergleich von kombinierten Solar- und Wärmepumpensystemen

Der Systemvergleich wurde auf alle drei IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 Gebäudetypen erweitert sowie auf die tagesbilanzielle Betrachtung des Netzstrombezugs. Detaillierte Angabe dazu finden sich in [4] bis [7].

Untersuchung und Optimierung eines Solar-Eisspeicher-Systems

In einer engen Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Viessmann wurde ein System mit Solarabsorber und Eisspeicher als Wärmequelle für die Wärmepumpe mit Simulationen untersucht und optimiert. Grundlage für die Validierung der Simulationen bilden sowohl externe Feldmessungen des Systems als auch Prüfstandsmessungen der Komponenten. Detaillierte Ergebnisse dazu sind in [6] & [8] publiziert und für einen Beitrag zur IEA Heat Pump Conference im Mai 2014 in Montreal eingereicht.

Modellierung von Wärmepumpen

Der „Heat pump Modelling report“ [2], welcher in der von Thomas Afjei geleiteten Heat Pump Modelling Group als Teilbericht des Subtask C im A38T44 erarbeitet wird, wurde um einen weiteren modellbeschreibenden Anhang über die Modellgüte bei Variation des

Senkenmassenstromes einer Wärmepumpe ergänzt. Der Bericht steht damit kurz vor dem Abschluss, es werden nur noch redaktionelle Änderungen erwartet.

Praktischer Systemtest

Labortest eines Solar-Eisspeicher-Systems

Für den praktischen Systemtest ist nach Aufbau des System-Control-Lab am IEBau-FHNW ein Solar-Eisspeicher-System vorgesehen. Dazu wurde Anfang Juli 2013 ein 10 m³ Viessmann/Isocal-Eisspeicher geliefert und auf dem Aussenareal des Labors im Erdreich eingebaut. Nach Fertigstellung des Aussenlabores im Herbst 2013 sollen dort das thermische Verhalten des umgebenden Erdreichs vermessen und damit das Simulationsmodell abgeglichen werden. Weiterhin wird zurzeit mit dem Industriepartner die Untersuchung unterschiedlicher Absorberkonzepte diskutiert.

Nationale Zusammenarbeit

Die Projekte im Wärmepumpen-Solar-Bereich (IEA SHC T44 / HPP A38) erfolgen an den Instituten IEBau (FHNW), SPF (HSR), HEFR (Fribourg), LESBAT (HEIG-VD) und FOREL (Uni-GE) und werden vom SPF koordiniert. Die Zusammenarbeit ist über einen zweimal jährlich stattfindenden Austausch etabliert. Die letzten beiden Treffen fanden im September '12 in Zürich sowie im März '13 in Sierre statt. Die Zusammenarbeit und die Diskussionen werden als sehr konstruktiv, ehrlich kritisch und bereichernd erachtet.

Internationale Zusammenarbeit

Das Projekt stellt einen Beitrag zum IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 „Solar and Heat Pump Systems“ [1] dar. Der Austausch erfolgt einerseits über zweimal jährlich stattfindende Arbeitstreffen mit allen in diesem Rahmen beteiligten Projekten und andererseits über Arbeitsgruppen innerhalb der vier „Subtasks“. Die letzten beiden Arbeitstreffen des IEA SHC T44 / HPP A38 fanden im Oktober 2012 in Copenhagen (DK) sowie im April 2013 in Mechelen (BE) statt. Das Projekt erfolgt mit Unterstützung und in Zusammenarbeit mit der Viessmann Faulquemont S.A.S.. Mit der offenen und konstruktiven Zusammenarbeit trägt der Austausch auch zur Qualitätssicherung des Projektergebnisses bei.

Bewertung 2013 und Ausblick

Im Projekt wurden Beiträge zu Arbeitsgruppen des IEA SHC T44 / HPP A38 vorwiegend im Rahmen der Subtask C „Modeling and Simulation“ geleistet. Darin konnte mit dem Abschluss der Referenz-Wärmelast-Definition ein Beitrag zur Arbeitsgruppe „Boundary Conditions and Platform Independence“ geleistet werden. In der Anwendung der Referenz-Wärmelasten wurden bisher geringer eingeschätzte Einflüsse der Regelung des Wärmeübergabesystems festgestellt. Daraufhin müssen die Beschreibung präzisiert und überarbeitet werden. Aktuell werden in der nationalen und internationalen Zusammenarbeit die Resultate ausgetauscht und für die Verwendung im Handbuch aufbereitet, welches im Entwurf im Oktober 2013 vorliegen soll.

Im zweiten Halbjahr 2012 und ersten Halbjahr 2013 konnten in einer engen Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Viessmann ein System mit Solarabsorber und Eisspeicher als Wärmequelle für die Wärmepumpe mit Simulationen untersucht und optimiert werden. Grundlage für die Validierung der Simulationen bilden sowohl externe Feldmessungen des Systems als auch Prüfstandsmessungen der Komponenten.

Der Praxistest eines Solar-Wärmepumpen-Systems hat sich gegenüber dem ursprünglichen Zeitplan weiter verzögert. Es wurden detaillierte Simulationsuntersuchungen dem

praktischen Test vorangestellt. Eine zentrale Komponente, der Eisspeicher mit Vorbereitung der Sensorik, konnte mittlerweile verbaut werden. Eine kostenneutrale Verlängerung des Projekts wird als sinnvoll erachtet.

Referenzen

- [1] IEA Solar Heating and Cooling – Task 44/ Heat Pump Programme Annex 38: **Solar and Heat Pump Systems**, January 2010 - December 2013, CH (<http://task44.iea-shc.org>)
- [2] Dott R., Afjei T., Genkinger A., Dalibard A., Carbonell D., Consul R., Heinz A., Haller M.Y., Witzig A., Facao J., Ochs F., Pärtsch P. **Models of Sub-Components and Validation for the IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 Part C: Heat Pump Models**. Muttenz, CH, 2013
- [3] Dott R., Haller M.Y., Ruschenburg J., Ochs F. & Bony J., **The Reference Framework for System Simulations of the IEA SHC Task 44 / HPP Annex 38 Part B: Buildings and Space Heat Load A technical report of subtask C Report C1 Part B** 2012
- [4] Dott R., Afjei T. & Genkinger A. 2013. **Systemvergleich von kombinierten Solar- und Wärmepumpensystemen**. In Tagungsband OTTI Thermische Solarenergie 2013, 24.-26. April, Bad Staffelstein, DE.
- [5] Dott R., Afjei T. & Genkinger A. 2013. **System evaluation of combined solar & heat pump systems**. In Proc. of Clima 2013 Conference, 16.-19. Juni, Prag, CZ.
- [6] Afjei T., Dott R., Winteler C. 2013. **Wärmepumpen, Photovoltaik und Eisspeicher – Anforderungen an erfolgreiche Systeme**. In Tagungsband 19. Tagung des Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte des Bundesamts für Energie BFE, 26. Juni, Burgdorf, CH.
- [7] Dott R. & Afjei T. 2013. **System evaluation of combined solar & heat pump systems**. In Proc. of Cisbat 2013 Conference, 4.-6. September, Lausanne, CH.
- [8] Winteler C., Dott R., Afjei T. 2013. **Seasonal performance of a combined solar, heat pump and latent heat storage system**. In Proc. of Cisbat 2013 Conference, 4.-6. September, Lausanne, CH.