



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht 23. Dezember 2009

Messung SOLARIX-Wandheizsystem

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Energie in Gebäuden
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

Gebr. Müller AG
Murtenstr. 147
CH-3008 Bern
www.metallbaumueller.ch

Autor:

Peter Oesch, Gebr. Müller AG, p.oesch@twdmueller.ch

BFE-Bereichsleiter: Andreas Eckmanns

BFE-Programmleiter: Charles Filleux

BFE-Vertrags- und Projektnummer: Verfügung 150501 / Projekt 100404

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Das SOLARIX-Wandheizsystem hat die Erwartungen erfüllt.

Dass der geplante durchschnittliche Heizenergiebedarf von 30 kWh/m²*a deutlich überschritten wurde, war bei der extrem kalten und vor allem nebligen Witterung im Winter 08/09 zu erwarten. Wir sind jedoch überzeugt, dass im mehrjährigen Durchschnitt der geplante Wert erreicht werden kann.

Die Photovoltaik-Anlage, integriert im Balkon- und Attikaterrassengeländer der Südseite, mit einer Leistung von 3.3 kW, wird im Jahr ca. 2500 kWh Strom produzieren, was ebenfalls den Erwartungen entspricht.

Das SOLARIX-Wandheizsystem kann, vor allem auch wegen der geringen Dämmstärke von lediglich 100 mm, als interessante Alternative zu den herkömmlichen Wandaufbauten bezeichnet werden und wird in Zukunft sowohl bei Neubauten, als auch bei Sanierungen zur Anwendung kommen.

Zielsetzungen

- Messen und Auswerten der TWD-Fassade (Transparente Wärme-Dämmung)
- Beurteilen der Effizienz des Kühl- und Wärmeverteilsystems
- Dokumentation der Temperaturverläufe des Systems
- Messen des Energiebedarfs für Kühlung
- Energiebilanz des Systems

Beschrieb des Projektes

Das ursprüngliche Projekt beinhaltete zwei identische Mehrfamilienhäuser mit folgenden Merkmalen:

Ost-, Süd- und Westfassade werden mit dem TWD-Wandsystem Solarix ausgelegt. Dieses besteht aus folgenden Komponenten:

- Wandflächen mit Absorbern hinter den TWD-Fassaden
- Hydraulisches System für die Einbindung des Solarix-TWD-Systems in die Heizung und Warmwasseraufbereitung
Aufzählung
- Steuerung der Kreise für den Heiz- und Kühlfall

Wärme aus den Fassaden wird entweder direkt in die Heizkreise (Bodenheizung) oder den Solarspeicher resp. im Kühlfall in die Erdregister geleitet. Die Kreisläufe der Fassade können einzeln angesteuert werden, so dass ein einstrahlungsabhängiger Entzug der Wärme möglich ist.

Probleme in der Umsetzung / Projektänderung

Zur Finanzierung der beiden Häuser war ursprünglich vorgesehen, einen Teil der Wohnungen ab Plan zu verkaufen.

Dies hat sich als illusorisch erwiesen, da auf dem gleichen Grundstück noch ein lärmverursachender Gewerbebetrieb ansässig war.

Das Projekt wurde überarbeitet, es sollten neu 4 MF-Häuser entstehen, wobei drei davon mit konventionell gedämmten Wänden gebaut werden sollten und nur noch ein Haus mit dem TWD-Wandsystem Solarix.

Mit dem Verkauf von drei Vierteln des Grundstücks war die Finanzierung nun gesichert.

Baubeginn (resp. Abbruchbeginn der Altbauten) war schlussendlich der 09.11.2006 statt wie ursprünglich vorgesehen April 2003.

Die Verzögerung des Projektes hatte jedoch folgenden positiven Nebeneffekt:

Durch eine Änderung der Gewässerschutzzone wurde es plötzlich möglich, statt der ursprünglich geplanten Pelletts-Zusattheizung eine Wärmepumpe mit Erdsonde zu installieren, diese konnte nun auch für die Fassadenkühlung eingesetzt werden, so dass das Erdregister überflüssig wurde.

Zusätzlich wurde eine im südseitigen Balkon- und Attikaterrassengeländer integrierte Photovoltaik-Anlage mit einer Leistung von 3.3 kWp vorgesehen, die jährlich ca. 2500 kWh Solarstrom produzieren soll.

Da drei der vier Häuser konventionell gebaut werden sollten, wurde entschieden, alles in Ortbeton statt in Vorfabrikation zu bauen. Dies hatte beim Solarix-Haus einen Mehraufwand sowohl bei der Planung als auch bei der Ausführung zur Folge.

Dieser Mehraufwand wurde unterschätzt. Schon die Montage der Kühlleitungen zwischen den Armierungen war eine Herausforderung.



Fig. 1: SOLARIX-Kühlleitungen

Ausserdem konnte nicht vermieden werden, dass trotz der Anweisung an alle Handwerker, im Bereich der Kühlleitungen nicht ins Mauerwerk zu bohren, die Leitungen zweimal beschädigt wurden und Wasserschäden entstanden.

Messung und Auswertung

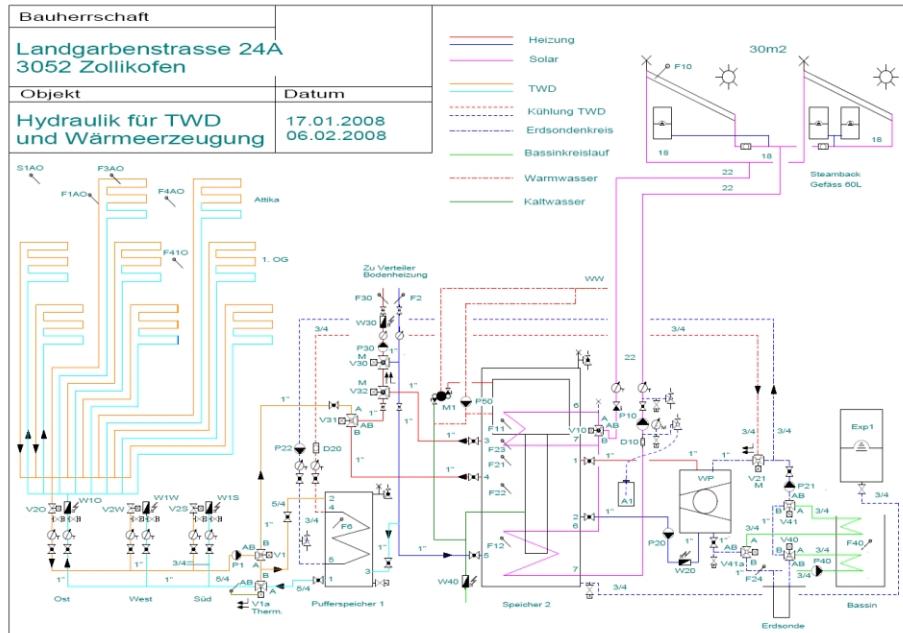


Fig. 2: Hydraulische Schema SOLARIX-Wandheizsystem

Messung

Zwischen September 08 und Oktober 09 wurden insgesamt 54 Messwerte alle 10 Minuten aufgezeichnet:

- 3 Sensoren zur Messung der Sonneneinstrahlung ost-, süd- und westseitig
 - 24 Temperaturfühler
 - 6 Wärmezähler
 - 21 Pumpen- und Ventilzustände

Bezeichnungen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
	Solar				TWD															
	dan	unten	oben	P10	A-B+B	Ladung oben Ladung unten	Bei Luftungs gerät Wohnung rechts	an TWD- Rohr	TWD- Verteiler Sued	W1S	Bei Lichts chalter Schlaes Zimmer	an TWD- Rohr	TWD- Verteiler West		Bei Lichts chalter mittler Zimmer		Bei Lichts chalter mittler Zimmer			
Datum	Kollektor- temp F10	Speicher- temp F11	Speicher- temp F12	Befehl	Umsch- altventil	Raumtem- peratur p. 1 OG	F11S	Temp. Beton Außen F1AS	Temp. Innen F3AS	Sonne St1AS	Ventil V2 S	Kum- ulierte Ener- gie	Raum- temp. Artika W	Temp. F1A 41W	Temp. Raum- temp., Beton F1A W	Sonne- einstra- hlung F3A W	Temp. Raum- temp., Beton F1A W	Reum- atika mp. F140	Raum- temp. F141O	
Einheit	°C	°C	°C			°C		°C	°C	W/m2		°C	°C	°C	W/m2	°C	°C	°C		
08.11.2008 08:20	9,5	56,7	28,4	Aus	B-AB	22,2	13	13,5	50	Geschlos	199	20,2	22,8	19,5	18,5	15	Geschlos	85	21,9	2
08.11.2008 08:30	11	56,7	28,4	Aus	B-AB	22,3	13	13,5	70	Geschlos	199	20,2	22,8	19,5	18,5	20	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 08:40	12,5	56,7	28,4	Aus	B-AB	22,1	13,5	13,5	90	Geschlos	199	20,2	22,8	19,5	18,5	25	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 08:50	14,5	56,7	28,4	Aus	B-AB	21,7	13,5	13,5	100	Geschlos	199	20,2	22,8	19,5	18,5	30	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:00	17	56,7	28,4	Aus	B-AB	21,6	13,5	14	105	Geschlos	199	19,9	22,8	19,5	18,5	35	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:10	19	55,7	28,4	Aus	B-AB	21,5	13,5	14	107	Geschlos	199	19,9	22,8	19,5	18,5	35	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:20	20,5	55,7	28,4	Aus	B-AB	21,4	13,5	14	108	Geschlos	199	19,9	22,8	19,5	18,5	40	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:30	21,5	55,7	28,4	Aus	B-AB	21,4	13,5	14	109	Geschlos	199	19,1	22,7	19,5	18,5	40	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:40	21,5	55,7	28,4	Aus	B-AB	21,9	14	14,5	170	Geschlos	199	19,9	22,7	19,5	18,5	45	Geschlos	85	22	2
08.11.2008 09:50	29	55,7	27,4	Aus	B-AB	22,1	15,5	14,5	265	Geschlos	199	19,9	22,7	20	18,5	55	Geschlos	85	22,1	2
08.11.2008 10:00	44	54,7	27,4	Aus	B-AB	22,2	16	15	270	Geschlos	199	19,9	22,7	20	19	55	Geschlos	85	22,1	2
08.11.2008 10:10	31,5	53,7	27,4	Aus	B-AB	22,3	16,5	15,5	240	Geschlos	199	20	22,7	20	19	55	Geschlos	85	22,2	2
08.11.2008 10:20	32	52,7	27,4	Aus	B-AB	22,4	16,5	16	200	Geschlos	199	20	22,8	20	19	45	Geschlos	85	22,2	2
08.11.2008 10:30	33,1	52,7	27,4	Aus	B-AB	22,4	17	16,5	745	Geschlos	199	20	22,8	20	19	70	Geschlos	85	22,1	2

Fig. 3: Ausschnitt Messprotokoll

Beurteilung

Allgemein

Der grosse Einfluss, den die Witterung auf das SOLARIX-Wandheizsystem hat, bei dem die Sonne maximal genutzt werden soll, ist typisch.

Der gemessene Heizenergiebedarf von 51 kWh/m² liegt deutlich über dem geplanten durchschnittlichen Wert von 30 kWh/m². Da jedoch von Ende Oktober 08 bis März 09 überdurchschnittlich frostiges und vor allem auch nebliges Wetter herrschte, musste dies erwartet werden.

Der Vergleich der Monate September und Oktober 08 mit den gleichen Monaten im 2009 verdeutlicht diesen Sachverhalt:

Die Heizenergie im September 09 betrug: 230 kWh (od. 17% des Vorjahres)
und im Oktober 09: 1472 kWh (od. 51% des Vorjahres)

Ein weiterer Grund für den relativ hohen Heizenergieverbrauch im ersten Jahr ist ausserdem, dass, um die Bauaustrocknung zu beschleunigen, sämtliche Wohnungen überdurchschnittlich warm geheizt wurden, obschon bis April 09 erst zwei Wohnungen bewohnt waren.

TWD

Grundsätzlich positiv beurteilen wir die Tatsache, dass es uns, entgegen den Erwartungen einiger Skeptiker, problemlos gelang, behagliche Raumtemperaturen zu erreichen; und dies trotz relativ schlechten u-Werten der TWD-Wände von 0.7 W/m²*K.

Der Energie-Überschuss, den die TWD-Wände an den Speicher ab lieferten, blieb aus den genannten Gründen im ersten Messjahr unter den Erwartungen.

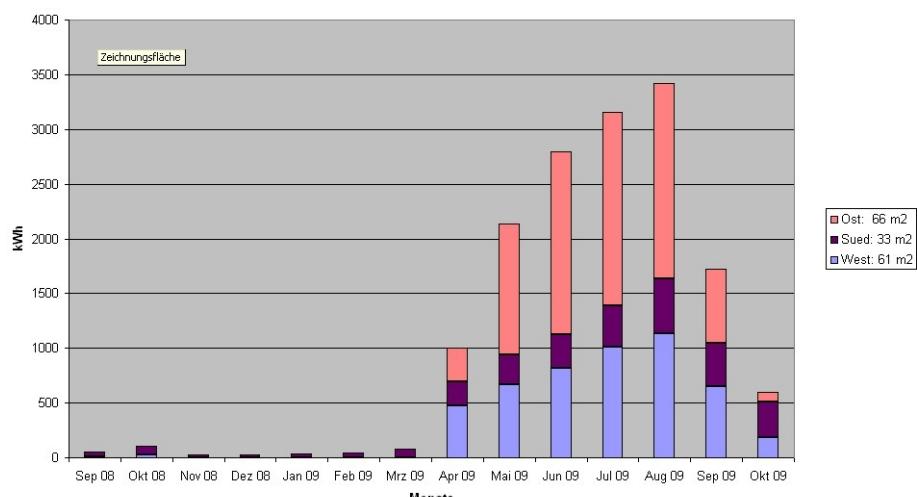


Fig. 4: TWD-Überschüsse an Speicher (resp. an Erdsonde, im Kühlfall)

Kühlfall im Sommer

Ursprünglich waren auf der Ost- und Westseite eine zusätzliche Beschattung durch Pflanzen vorgesehen. Um die Reaktionszeit der Kühlung der Wände besser beobachten zu können und die Auslegung der Kühlregister besser beurteilen zu können, wurde jedoch vorerst auf eine Bepflanzung verzichtet.

Trotzdem gelang es auch im Sommer problemlos, angenehme Zimmertemperaturen zu erhalten.

Solaranlage

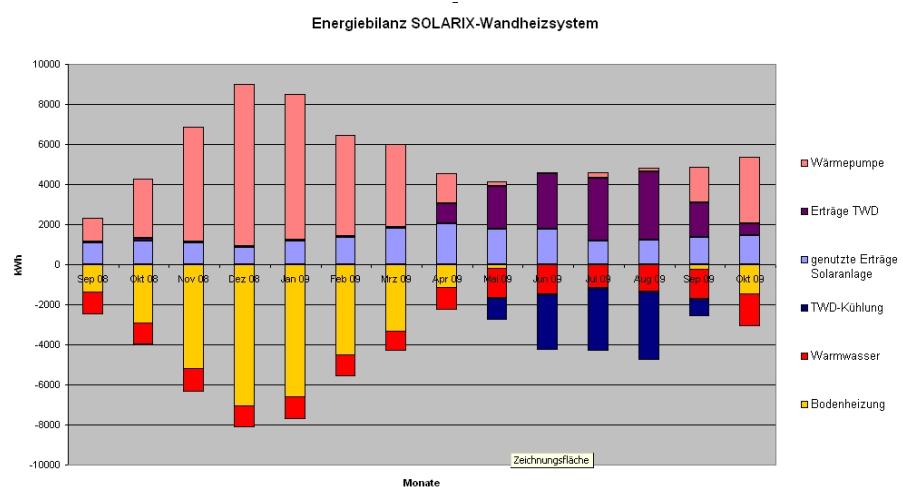


Fig. 5: Energie-Herkunft und -Verwendung

Die Solaranlage mit 30 m² Kollektorfläche deckt rund 1/3 des Energiebedarfs für Warmwasser und Heizung.



Fig. 6: Solaranlage mit 30 m² Kollektorfläche

Ausblick

Die vier Häuser der Siedlung Landgarbenstrasse 22-24, Zollikofen weisen alle identische Grundrisse auf. Drei der Häuser sind konventionell (in Minergie-Standard) mit einer verputzten Außenisolation versehen.

Nach dem nächsten Winter wird man die beiden Bauweisen bezüglich des Heizenergieverbrauchs miteinander vergleichen können. Wir erwarten mit Spannung die Resultate.

Die Messwerte der Anlage werden auch in den nächsten Monaten wie bisher aufgezeichnet. Es ist vorgesehen, die mehrjährigen Messungen dereinst von Studierenden in Semester- oder Diplomarbeiten auswerten zu lassen.

Interessierten Kreisen soll außerdem im nächsten Jahr an „Tagen der offenen Türe“ die Anlage vorgestellt werden.

Im nächsten Jahr werden wir das SOLARIX-Wandheizsystem zum erstenmal bei einer Haussanierung zum Einsatz kommen.

Anhang (Bilder)



Fig. 7: Geländerintegrierte PV-Anlage



Fig. 8: SOLARIX-Passivhaus