

Schlussbericht PV P+D, DIS 100032 / 150050, Juli 2004

15 kWp Photovoltaik Dachintegration

Pfadiheim Weiermatt

ausgearbeitet durch:
Heinz Jenni
Heimverein Falkenstein Köniz
Schwandenhubel 32, 3098 Schliern
Tamás Szacsvay
Swiss Sustainable Systems 3S
Zentweg 21, 3006 Bern



Inhaltsverzeichnis

Schlussbericht Teil 1:

Aus Sicht des Heimvereins Falkenstein Köniz

Zusammenfassung	2
Abstract	2
Projektverlauf (bezüglich Photovoltaik)	3
Projektleitung	3
Realisierte Photovoltaikanlage	3
Öffentlichkeitsarbeit	4
Dank	4

Schlussbericht Teil 2:

Technischer Bericht Swiss Sustainable Systems 3S

Einleitung / Projektziele	5
Kurzbeschrieb des Projekts / der Anlage	5
Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse	7
Bewertung erstes Betriebsjahr 2003/04 und Ausblick	8
Referenzen / Publikationen	8

HEIMVEREIN FALKENSTEIN KÖNIZ

Der Heimvereinspräsident: Heinz Jenni
Schwandenhubel 32, 3098 Schlieren
Tel. P 03 1974 1979, Fax 03 1974 1977
E-Mail: heinz.jenni@bluewin.ch

Schlussbericht Teil 1: Aus Sicht des Heimvereins Falkenstein Köniz

Zusammenfassung

Innert kürzester Zeit konnte der Heimverein Falkenstein Köniz das „Solar- und Heizungsprojekt Pfadiheim Weiermatt“ realisieren, welches drei Teile umfasste:

- Sanierung der Wärmeversorgung (thermische Kollektoren, vier möglichst „intelligent gesteuerte“ Wärmepumpen; Wasserhygiene)
- Photovoltaikanlage
- Solare Strassenlampen (in Zusammenarbeit mit der Gemeinde Köniz)

Obschon die Koordination nicht ganz einfach war und relativ wenig Zeit für Planung und Ausführung zur Verfügung stand, klappte die Realisation der „Solar- und Heizungsanlage Pfadiheim Weiermatt“ ausgezeichnet und praktisch pannenfrei. Die Projektorganisation hat sich bewährt.

Die Photovoltaik-Anlage funktionierte von Anfang an ausgezeichnet.

Die „Solar- und Heizungsanlage Pfadiheim Weiermatt“ wird in der Öffentlichkeit gut beachtet: Mit dem erfolgreichen „Solar-Energie-Tag“ am 6. September 2003 wurde die Anlage eingeweiht und der Öffentlichkeit vorgestellt. Auch mit der Medienpräsenz sind wir zufrieden.

Am 9. März 2004 fand im Pfadiheim Weiermatt ein Energie-Apéro über diese Solar- und Heizungsanlage statt. Das war eine Veranstaltung unter Leitung der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern BVE in Zusammenarbeit mit den Energieämtern und -fachstellen der Kantone Solothurn, Freiburg und Jura sowie Espace Mittelland und Energie Schweiz. 91 Fachpersonen oder an der Solarenergie Interessierte nahmen am Energie-Apéro im Pfadiheim Weiermatt teil. Gemeindepräsident Henri Huber eröffnete diese Tagung und überbrachte die Grüsse des Gemeinderats.

Abstract

In 2002 the owners of the scout house Weiermatt in Köniz decided to refurbish the 14 year old inefficient heat pump heating system. The occasion was used to investigate options to integrate the use of renewables into the energy supply of the building, and to demonstrate that a significant reduction of (external) energy consumption is feasible without impairing the aesthetic appearance of the building. In the framework of a feasibility study a solution was proposed that integrates a PV-system on the eastern and western sections of the roof consisting of three distinct sections. For the middle section, thermal solar collectors were proposed, which would operate in combination with new heat pumps.

It is expected that the integration of the PV-system and the thermal collectors into the building will reduce its need of external energy to about one fourth.

This report relates to the PV-system. It was commissioned in April 2003, the thermal collectors in July. The installation was performed with the active help of juvenile scouts. This was considered as an important part of the solar part of the project, which aimed at increasing the sensitivity of especially young people towards a more responsible and sustainable utilization of energy.

In the framework of the R&D project a measurement and data acquisition system has been installed, comprising measurement of temperatures, irradiation, power and energy. The measurement of irradiation was regularly compared with data recorded at the nearby Swiss National Meteorological Institute.

The performance data recorded so far are above expectations. For the first year, an average performance ratio of 79.5% has been recorded, which can be considered as rather high for a building integrated PV-systems.

Projektverlauf (bezüglich Photovoltaik)

20. Dez. 2002	Gesuch an Bundesamt für Energie für eine Finanzhilfe
14. März 2003	Verfügung des BFE betr. Finanzierungshilfe
7. April 2003	Beginn der Dacharbeiten: Photovoltaikmodule und thermische Kollektoren werden koordiniert montiert; Mithilfe von Jugendlichen (älteren Pfadi) im Rahmen des JugendsolarProjektes
bis Ende April:	Bau der Photovoltaikanlage durch die Firma 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG
ab 29. April 2003:	Photovoltaikanlage speist Strom ins Netz
seither:	Anzeige- und Infotafeln, Messungen u.a. m. durch Firma 3S
6. September 2003:	„Solar-Energie-Tag“: Einweihungsakt mit Frau Simonetta Sommaruga, Ehrengäste-Empfang, Tag der offenen Türe, Infostände der beteiligten Firmen, des Umweltforums, des DZ Öffentliche Beleuchtung der Gemeinde Köniz, Solarküche, Energie-Erlebnistag für Kinder und Jugendliche (Organisation: Ökozentrum Langenbruck)
3. Februar 2004:	Abschlussitzung der Baukommission
25. Februar 2004:	Das Jahresziel von 13'500 kWh wurde erreicht
28. April 2004:	Im ersten Betriebsjahr lieferte die Anlage 22,5% mehr Strom als erwartet.

Projektleitung

Die Baukommission, welche die Projektarbeiten koordinierte, setzt sich wie folgt zusammen:

- Heinz Jenni, Vorsitz (Präsident des Heimvereins Falkenstein)
 - Max Padel (Vorsitzender der Weiermattheimverwaltung)
 - Georg Jegge (Weiermattheimverwaltung; Baufachmann)
 - Bernhard Adamek (Leiter der Pfadi Falkenstein)
 - Stephan Rickenbach *, Projektverantwortlicher bei Neuenschwander-Neutair AG
 - André Messerli *, Sachbearbeiter bei Neuenschwander-Neutair AG
 - Tamás Szacscvay *, 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG
 - Dr. Patrick Hofer-Noser *, 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG
- * Fachpersonen mit beratenden Stimmen

Die Zusammenarbeit funktionierte ausgezeichnet, die anfallenden Projekt- Koordinations- und Bauleitungsaufgaben konnten effizient und pannenfrei ausgeführt werden. Bewährt hat sich für den Heimverein, dass die beiden Firmen Neuenschwander-Neutair (Wärmeerzeugung) und 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG (Photovoltaik) die volle Projektverantwortung hatten. So gab es keine Schnittstellenproblematik mit weiteren am Bau beteiligten Firmen.

Wegen bestehenden Mietverträgen standen nur einzelne Zeitfenster für den Bau zur Verfügung. Die beteiligten Firmen hielten sich an die Vereinbarungen.

Realisierte Photovoltaikanlage

Die Photovoltaikanlage erfüllt unsere Erwartungen voll und ganz. Mit grosser Freude haben wir zur Kenntnis genommen, dass in der Abrechnungsperiode vom 28.4.2003 bis 30.9.2003 die Photovoltaikanlage des Pfadiheimes Weiermatt mehr als doppelt soviel Strom ins Netz speiste als für den Heimbetrieb benötigt wurde (+ 2'694 kWh). Das Jahres-Minimalziel wurde nennenswert übertroffen (siehe Kapitel 'Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse')

Die Versicherungsfragen – insbesondere die Versicherung gegen Vandalenakte – war nicht ganz einfach zu lösen. Leider wurde bereits ein PV-Modul mutwillig beschädigt (entweder durch einen grösseren Gegenstand, der auf das Dach geworfen wurde oder durch einen Schuss aus einer Waffe – in der Umgebung wurden Strassenlampen mit Schüssen zerstört), das PV-Modul musste ersetzt werden. Da die PV-Module dachintegriert sind und somit direkt einen notwendigen Bestandteil des Hauses darstellen, bezahlt die Gebäudeversicherung bis Fr. 5000.- pro Jahr für Vandalenschäden. Für den erweiterten Versicherungsschutz verhandeln wir zur Zeit mit der Schweiz. Mobiliarversicherung.

Öffentlichkeitsarbeit

Die im September 2003 dem BFE zugestellte Presseschau und die diesem Bericht beiliegenden Ergänzungen zeigen, dass wir in dieser Hinsicht viel erreicht haben. Insbesondere ist auch der Solar-Energie-Tag vom 6. September 2003 sehr geglückt. Die Info- und Messanzeigetafeln beim Weiermattheim werden von Passanten und Heimbenützern gut beachtet.

Ganz erfreulich ist die Zusammenarbeit mit der Energiefachstelle der Gemeinde Köniz:

- Anfangs Dezember 2003 wurden die Oberstufenklassenlehrkräfte der Gemeinde Köniz auf die „Solaranlage Pfadiheim Weiermatt“ aufmerksam gemacht; es wird dabei hingewiesen, dass mit dieser Anlage die Thematik Solarenergie veranschaulicht werden kann.
- An der Delegiertenversammlung des Heimvereins Falkenstein vom 12. Mai 2004 nahm auch Hans-Peter Schmutz, der Leiter der Energiefachstelle Köniz, als Guest teil.
- 9. März 2004: Das Energie-Apéro 4 / 04 fand im Weiermattheim statt.

Dank

Ich danke allen, welche mitgeholfen haben, diese Solar- und Heizungsanlage zu realisieren. Für einen privaten Verein ist dies ein grosses und mutiges Projekt, das hier verwirklicht wurde. Erfreulich ist, dass wir das Budget weitgehend einhalten konnten und die Finanzierung (bis auf eine kleinere Restfinanzierung) sichergestellt ist.

Unser Dank richtet sich speziell an

- die Projektverantwortlichen der Firmen 3S SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS AG und Neuenschwander-Neutair AG – die Zusammenarbeit klappte bestens und das Engagement war überdurchschnittlich!
- die Mitglieder der Baukommission, welche engagiert in grosser ehrenamtlicher Arbeit mithalfen, das Projekt innerhalb so kurzer Zeit umsetzen zu können
- das Bundesamt für Energie für die Beratungen und die Finanzierungshilfen, ein besonderes Merci an Herrn Urs Wolfer für die wohlwollende Förderung des Projektes
- die P+D-Programmleitung Photovoltaik
- alle Sponsoren
- die Gemeinde Köniz (Gemeinderat / Finanzverwalter)
- die Energiefachstelle Köniz für die partnerschaftliche Zusammenarbeit
- die Cordées/Raiders, welche sehr erfreulich im Rahmen des JugendSolarProjektes mitgearbeitet haben
- alle Helfer/innen beim Solar-Energie-Tag vom 6.9.03 und beim Energie Apéro vom 9. März 2004

Schliern, 20. Juli 2004

HEIMVEREIN FALKENSTEIN KÖNIZ
Der Präsident:

Heinz Jenni

SWISS SUSTAINABLE SYSTEMS 3S

Tamás Szacsvay

Zentweg 21, 3006 Bern

Tel. 031 934 07 60, Fax: 031 934 07 61

E-Mail: sz@3-s.ch

Schlussbericht Teil 2: Technischer Bericht

Einleitung / Projektziele

Der Heimverein Falkenstein plante die Erneuerung der Heizanlage des Pfadiheims Weiermatt in Köniz, um die zwar noch funktionstüchtige, aber nicht effiziente und störungsanfällige Wärmepumpenanlage zu ersetzen. Dabei wurde grosser Wert auf die rationelle Energienutzung und auf eine umweltfreundliche Energieproduktion gelegt.

Im Rahmen eines Vorprojektes wurde ein Konzept für ein Gesamtsystem erarbeitet. Dieses sah vor, soweit als möglich resp. im Rahmen des Budgets Solarenergie zu integrieren mittels Photovoltaik und thermischen Kollektoren. Die Kollektoren (ca. 32 m²) würden im Kombination mit einer neuen Wärmepumpenanlage arbeiten, und deren Energiebedarf reduzieren. Die Photovoltaikanlage (ca. 140 m²) sollte einen wesentlichen Teil des für die Wärmepumpen benötigten Stromes auf dem eigenen Dach produzieren. Es wurden verschiedene in Frage kommende PV-Systeme (Polykristalline Zellen, CIS-Module, amorphes Si) verglichen.

Die gut sichtbare Anlage würde von sehr vielen Jugendlichen wahrgenommen und hätte somit einen ausgesprochenen Vorzeigecharakter. Die Bauherrschaft hat aus ähnlichem Grund bereits vor 14 Jahren eine Wärmepumpenanlage eingebaut anstelle mit Öl zu heizen.

Die Jugendlichen sollten durch die Einbindung in das Projekt auf das Thema Energie und den schonenden Umgang mit den Ressourcen aufmerksam gemacht werden. Das Pfadiheim weist eine hohe Nutzung durch Klassenlager auf, da es in unmittelbarer Nähe der Stadt Bern ist und dennoch auf dem Land ist.

Im Rahmen des Möglichen und Sinnvollen sollten die jugendlichen Pfadi am Bau der Solaranlagen beteiligt sein. Es wurde als sehr wichtig erachtet, dass eine attraktive Anzeigetafel vor dem Gebäude auf die Anlage hinweist und Angaben zu Leistung und Ertrag anschaulich macht. Ein energiebewussteres Verhalten soll bei den Jugendlichen erreicht werden.

Die Firma Swiss Sustainable Systems AG hat eine neues System zur rahmenlosen Dachintegration von photovoltaischen Elementen entwickelt. Detailentwicklungen sind noch im Gange. Ein erstes Projekt wurde bereits realisiert. Es wird erwartet, dass sich mit diesem System in Zukunft nebst einer optisch sehr ansprechenden Ästhetik Kosten reduzieren lassen im Vergleich zu Konkurrenzsystemen. Mit diesem Dachsystem sollen zwei Abschnitte des nach Südwesten ausgerichteten Daches bedeckt werden, womit eine installierte Leistung von ca. 15.5 kW erzielt werden kann.

Kurzbeschrieb des Projekts / der Anlage

Die Anlage wurde so ausgeführt wie in den Projektzielen beschrieben. Das Solarzellenfeld besteht aus 119 rahmenlosen PV-Modulen, sowie aus einigen zur vollständigen Einbettung der Dachfenster erforderlichen, optisch identischen Blindelementen. Die PV-Elemente des Typs „MegaSlate“ enthalten polykristalline Solarzellen. Die Module sind mittels Spezialbügeln an der Unterkonstruktion befestigt und sind in geschindelter Anordnung anstatt der Dachziegel verlegt. Bild 1 zeigt die Einbettung eines der beiden Dachfenster (Ansicht von oben).

Die Wechselrichter des Herstellers SMA (1 x 2800 i und 2x 5000TL) sind im Keller untergebracht.

Das Messsystem wertet 5 Temperatursensoren (1 x Modultemperatur oben, 1 x Modultemperatur unten, 1 x Lufttemperatur Kanal unten, 1 x Lufttemperatur Kanal oben, Aussentemperatur) sowie einem Strahlungssensor aus. Erfasst werden die Daten mit einem Sunny Boy Control Plus Datalogger, der auch andere Betriebsdaten wie z.B. aktuelle Leistung und Ertrag erfasst. Die Daten können über ein Modem abgefragt werden. Die Zuverlässigkeit der Energiemessung des Dataloggers kann mit einem zusätzlich installierten Privatzähler überprüft werden.

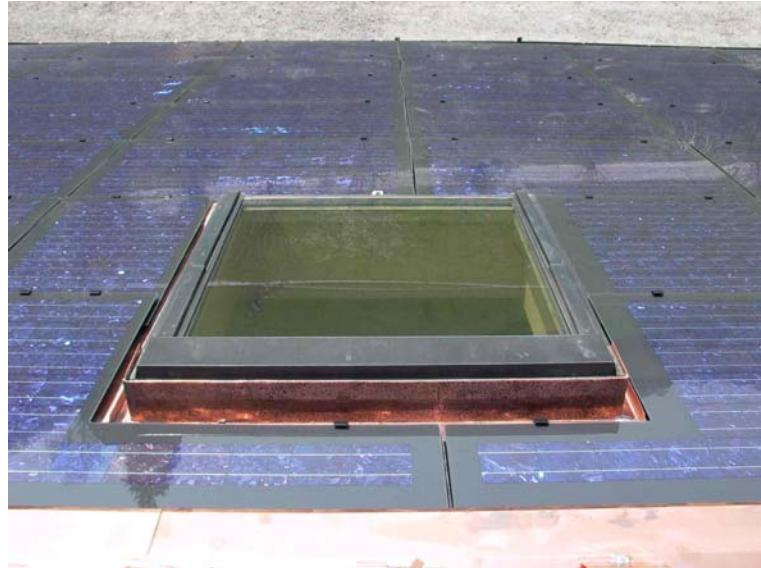


Abbildung 1: EINBETTUNG VON DACHFENSTERN

Eine Anzeigetafel vor dem Gebäude stellt die aktuelle Leistung, den kumulierten Ertrag (auch von der thermischen Anlage) dar, sowie die aktuelle Einstrahlung. Sie wird vom Datalogger angesteuert. Abbildung 2 zeigt eine Gesamtansicht der Anlage.

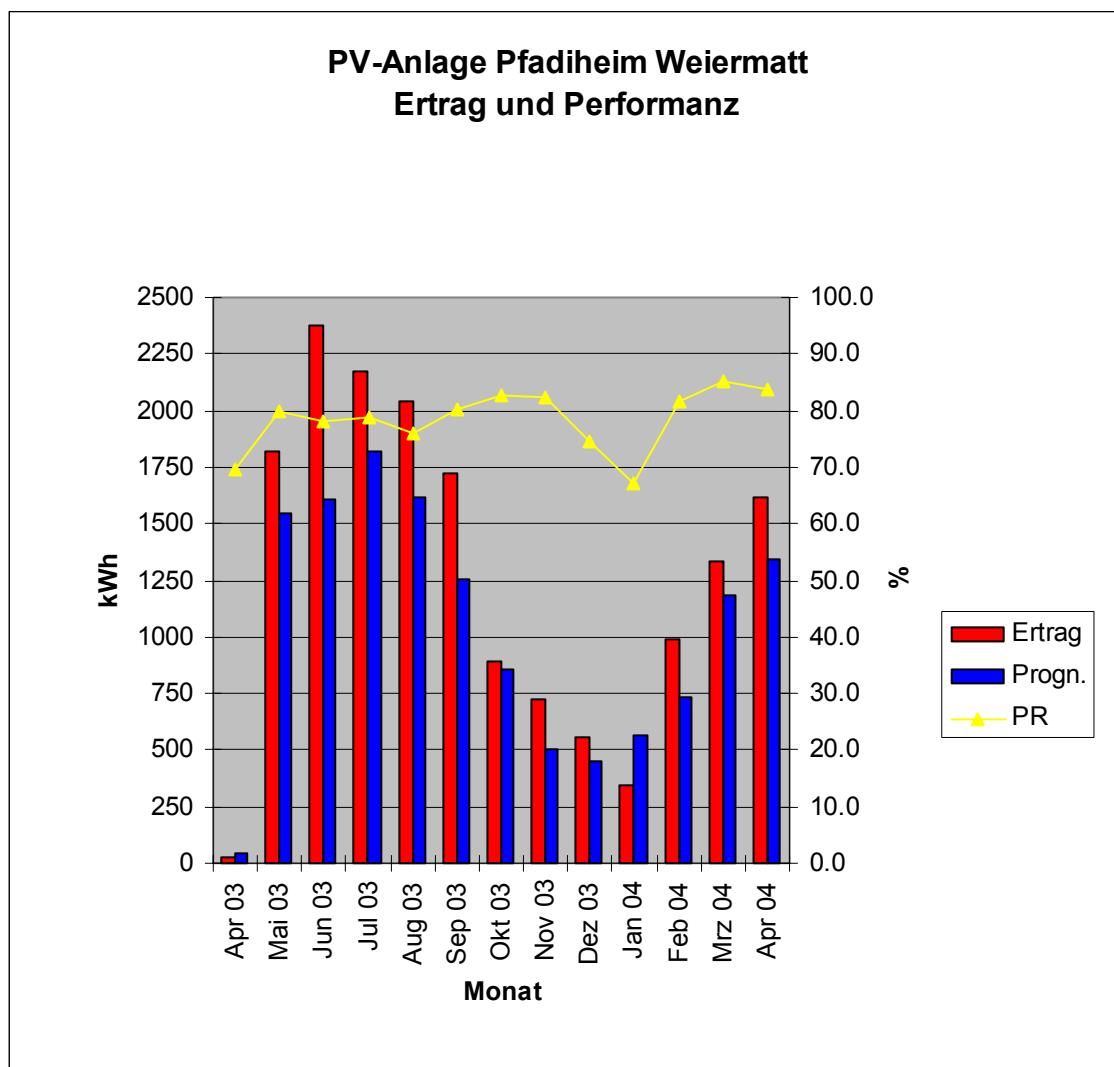


Abbildung 2 GESAMTANSICHT DER ANLAGE VON WESTEN

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

Die Betriebsdaten wurden seit Inbetriebnahme lückenlos erfasst und ausgewertet. Die Leistungsdaten der Anlage sind sehr gut für eine gebäudeintegrierte Anlage. Es wurde im ersten Betriebsjahr eine Performanz von 79.5 % erreicht.

In der untenstehenden Grafik 1 sind die gemessenen Erträge sind im Vergleich zu den prognostizierten und strahlungskorrigierten dargestellt. Die Performanz ist ebenfalls ersichtlich.



Der kleine Einbruch der Performanz im August röhrt von einem Ausfall eines Wechselrichters (5000TL) an zwei nicht aufeinanderfolgenden Tagen. Nach zwei weiteren Ausfalltagen wurde dieser Wechselrichter ausgetauscht. Ansonsten funktionierten die Wechselrichter störungsfrei. Der durch diese „Kinderkrankheit“ des Wechselrichters entstandene Ertragsverlust beträgt etwa 80 kWh oder 0.5%. Die Einbrüche im Winter sind auf Schneebedeckung zurückzuführen, welche auf dem Strahlungssensor weniger lange liegenblieb als auf Teilen des Daches.

Die durch den Strahlungssensor gemessenen Werte wurden jeweils mit den gemessenen Werten des nahen SMA-Standortes Liebefeld verglichen (Globale Horizontalstrahlung). Diese Werte wurden mit den Meteonormdaten verglichen und eine Strahlungskorrektur errechnet. Die Abweichungen der am Projekt gemessenen Strahlungswerte zu den mit den SMA Daten errechneten bewegten sich in den Sommermonaten in der Größenordnung von unter 3%, weshalb von einer guten Genauigkeit des Strahlungssensors ausgegangen werden kann. Der Durchschnittliche Betrag der Abweichung betrug (ohne Berücksichtigung der Monate Januar und Februar wegen Schneebedeckung) 4.3%. Eine gewisse Abweichung ist auch durch den nicht identischen Standort der beiden Sensoren bedingt. Projektstandort etwas weniger Nebel aufweist.

Die kumulierten Erträge für das erste Betriebsjahr von 1. Mai 2003 bis 30. April 2004 betragen 16'600 kWh, was 1071 kWh/kWp entspricht. Damit ist die Prognose von 13'500 kWh/Jahr nennenswert übertroffen worden. Dies ist einerseits auf die aussergewöhnlichen Strahlungswerte des Sommers 2003 zurückzuführen, andererseits auf die konservative Berechnung der zu erwartenden Erträge. Ferner scheint sich auch abzuzeichnen, dass die trafolosen Wechselrichter spürbar höhere Erträge liefern. Die Grössenordnung beträgt ca. 3-4%. Einschränkend ist zu sagen, dass eine eventuell vorhandene ungleichmässige Beschattung einen Einfluss auf dieses Ergebnis haben könnte, sowie auch die Messgenauigkeit der einzelnen Wechselrichter die Aussage etwas unsicherer macht, obwohl der gemessene Gesamtertrag sehr gut mit dem mittels eines Zählers gemessenen übereinstimmt. Auch spielt sicher die Auslastung des Wechselrichters eine Rolle.

Interessant ist ferner eine Betrachtung der gemessenen Temperaturen. Es konnte z.B. festgestellt werden, dass sich die Modultemperaturen auf demselben Dach um bis zu 15° unterscheiden. Die Maximale Modultemperatur betrug 80°, und die grösste Differenz zur Aussentemperatur betrug 48°.

Bewertung erstes Betriebsjahr2003/04 und Ausblick

Das Projekt kann bisher als sehr erfolgreich angesehen werden. Einerseits ist es dank dem hervorragenden Engagement des Heimvereins Falkenstein in Sachen erneuerbare Energien und dank der Unterstützung durch das BFE gelungen, ein sehr schönes Projekt mit guter Demonstrationswirkung zu realisieren, und andererseits liegen sowohl Ertrag als auch Performanz der Anlage spürbar über den Erwartungen.

Das offizielle Messprojekt wurde Ende April 2004 abgeschlossen. Die Datenakquisitionsanlage funktioniert aber weiterhin.

Referenzen / Publikationen

Es wurden diverse Artikel in der Lokalpresse durch den Heimverein publiziert. Für die thermische Anlage werden ebenfalls Berichte zuhanden des BFE erstellt.