

**Solarthermie 2000, Teilprogramm 2:**  
**Solarthermische Demonstrationsanlagen für öffentliche  
Gebäude mit Schwerpunkt in den neuen Bundesländern**

**Wissenschaftlich-technische Begleitung  
der solarthermischen Demonstrationsanlagen  
in den südwestlichen Bundesländern**

**Projekt-Nr.: 032 9601H**

**Abschlussbericht zur Laufzeit  
01.01.1999 bis 31.12.2001**

**vorgelegt durch**

**Fachhochschule Offenburg  
Badstraße 24, 77652 Offenburg**

**Prof. Elmar Bollin  
Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach  
Dipl.-Ing. (FH) Uta-Maria Klingenberger**

**Offenburg  
Juni 2002**

# **INHALTSVERZEICHNIS**

## **1 Solarthermie-2000, Teilprogramm 2**

### **1.1 Ziele**

### **1.2 Förder- und Auswahlkriterien**

## **2 Wissenschaftlich-technische Begleitung**

### **2.1 Aufgaben**

### **2.2 Organisation und Abwicklung**

## **3 Durchgeführte Arbeiten**

### **3.1 Vorbereitende Arbeiten**

### **3.2 Objektbesichtigung**

### **3.3 Anlagenbetreuung**

### **3.4 Öffentlichkeitsarbeit**

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Erzielte Ergebnisse**

### **4.2 Nutzen und Verwertbarkeit**

### **4.3 Veröffentlichungen**

**Anhang A:           Ausgewählte Presseartikel**

**Anhang B:           Flyer**

**Anhang C:           Zwischenberichte**

# 1 Solarthermie-2000, Teilprogramm 2

## 1.1 Ziele

Im Rahmen des BMWi-Förderprogramms Solarthermie-2000, Teilprogramm 2 sollen in ganz Deutschland 100 solarthermische Großanlagen zur Trinkwassererwärmung errichtet werden. Durch die Förderung dieser Demonstrations- und Forschungsanlagen soll eine umfassende Erprobung und Optimierung von Systemen zur aktiven thermischen Solarenergienutzung bei unterschiedlichen Anwendungsfällen erfolgen. Mit diesem Teilprogramm sollen die technischen Voraussetzungen für einen künftigen wirksamen Beitrag der Solarthermie zur Energieversorgung geschaffen und gleichzeitig durch Systemstandardisierung die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit dieser Anlagen verbessert werden. Ausreichende Erfahrungen mit den unterschiedlichsten Systemkombinationen können nur dann gesammelt werden, wenn eine repräsentative Anzahl der diversen Anlagenvarianten errichtet, über einen längeren Zeitraum betrieben und gleichzeitig intensiv beobachtet und analysiert werden kann.

Im Programm „Solarthermie-2000“, Teilprogramm 2 soll anhand von Beispiellösungen für größere solarthermische Anlagen mit einer Mindestkollektorfläche von 100 m<sup>2</sup> an unterschiedlich genutzten Gebäuden nachgewiesen werden, dass im Bereich der thermischen Solarenergienutzung technisch gute Lösungen zur Verfügung gestellt werden können. Diese Systemlösungen sollen weiter verbessert und angepasst werden. Zugleich soll erreicht werden, dass die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit gesteigert wird, indem durch Reduzierung der spezifischen Systemkosten und Erhöhung des spezifischen Nutzenergieertrages die solaren Nutzwärmekosten gesenkt werden.

Dazu wird im Programm gefordert, dass die Kosten der solaren Nutzwärme einen oberen Grenzwert von 0,25 DM/kWh nicht überschreiten. Dieser Grenzwert basiert auf einer angenommenen Lebensdauer der Solaranlage von 20 Jahren und einem Zinssatz von 6%. Erklärtes Ziel des Programms ist es, diesen Grenzwert zu unterbieten, um die Konkurrenzfähigkeit der Solarenergienutzung gegenüber konventionellen Energieträgern weiter zu verbessern.

Das Programm hat darüber hinaus folgende Ziele:

- Stärkung der Vorbild- und Multiplikatorwirkung des öffentlichen Bereiches für den Einsatz neuer, umweltfreundlicher Energietechniken
- Erweiterung des Erkenntnisstandes durch Einbindung in die Technologieverbreitung bei
  - den beteiligten Bundes-, Landes- und kommunalen Behörden sowie deren Einrichtungen
  - den lokalen Energieversorgungsunternehmen
  - den regionalen Handwerkskammern
  - dem produzierenden Gewerbe (Kollektor-, Speicherhersteller, etc.)

- den Installationsfirmen (Sanitär, Heizung, etc.)
- den planenden Architekten und Fachingenieuren
- den Hochschulen und sonstigen wissenschaftlichen Einrichtungen
- Erarbeitung von Beispiellösungen zum Aufbau von Solarsystemen für die diversen Einsatzfälle und zu ihrer Integration in die konventionelle Energieversorgungstechnik
- Intensive Informationsvermittlung über die Möglichkeiten der Solartechnik an die breite Öffentlichkeit

## **1.2 Förder- und Auswahlkriterien**

1. Gefördert werden solarthermische Demonstrationsanlagen für bestehende oder neu zu errichtende Gebäude des Bundes und der Länder einschließlich ihrer nachgeordneten Einrichtungen, der Kommunen einschließlich kommunaler Betreibergesellschaften und kommunaler Wohnungsgesellschaften sowie Wohnungsbaugenossenschaften und anderer Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts sowie Körperschaften privaten Rechts, die gemeinnützigen Zwecken dienen und deren Gebäude überwiegend mit öffentlichen Mitteln finanziert werden.
2. Antragsberechtigt sind die Eigentümer der Liegenschaften gemäß 1 sowie in besonderen Fällen lokale Energieversorger dieser Gebäude (Wärmelieferungsmodelle).
3. Die Bausubstanz, die konventionelle Energieversorgungstechnik sowie der Wärme- bzw. Warmwasserbedarf müssen gute Voraussetzungen für die Nutzung der Solartechnik bieten.
4. Bei bestehenden Gebäuden wird davon ausgegangen, dass eine evtl. notwendige energie- bzw. haustechnische Anlagensanierung als Eigenleistung durch den Antragsteller vorlaufend oder zeitgleich erbracht wird.
5. Der Wärmebedarf muss die Errichtung einer Solaranlage mit einer Größe von mindestens 100 m<sup>2</sup> Kollektorfläche rechtfertigen; in der Regel muss dazu der tägliche Warmwasserverbrauch ganzjährig bei ca. 7 m<sup>3</sup>/d oder mehr liegen. Eine geeignete Fläche für die Aufstellung der Kollektoren muss vorhanden sein.
6. Maßgebend für die Projektauswahl sind die zu erwartenden Nutzwärmekosten der mit der Anlage bereitgestellten Wärme. Sie sollen 0,25 DM/kWh nicht überschreiten. Die Ermittlung der Nutzwärmekosten erfolgt nach einem einheitlichen und vorgegebenen Verfahren; die Einzelheiten zum Berechnungsverfahren sind in einem Erläuterungsblatt für Antragsteller, das über das Forschungszentrum Jülich GmbH (BEO) erhältlich ist, näher aufgeführt.

7. Zur Sicherung eines breiten Demonstrationseffektes wird außerdem die Vielfalt unterschiedlicher Standorte, Anlagengrößen, technischer Systemlösungen, Hersteller, Gebäudearten und Betreiber berücksichtigt. Die wirtschaftlichen und technischen Randbedingungen müssen jedoch in jedem Fall erfüllt sein.
8. Die geförderten Anlagen müssen eine hohe Demonstrationswirkung für die Öffentlichkeit haben und als Anschauungs- und Lernobjekte geeignet sein.
9. Der Betreiber muss sich zur Teilnahme an dem begleitenden Mess- und Auswertungsprogramm über einen Zeitraum von ca. 3 Jahren in Zusammenarbeit mit dafür ausgewählten wissenschaftlichen Einrichtungen bereit erklären.

## **2 Wissenschaftlich-technische Begleitung**

### **2.1 Aufgaben**

Die wissenschaftlich-technische Begleitung der solarthermischen Anlagen soll durch kontinuierliche Messwerterfassung und -auswertung sowie Systemanalyse insbesondere Aussagen zum Energieertrag, zum Langzeitverhalten, zur Betriebssicherheit, zum Wartungsaufwand und damit zur Wirtschaftlichkeit der Solaranlagen liefern.

Grundlegende Aufgaben im wissenschaftlich-technischen Begleitprogramm sind dabei:

- Informationsstelle für Interessenten: Auskünfte zu Förderkonzept, Förderverfahren, Förderkriterien, Vorantrag (Fragebogen), etc.
- Bewertung der eingehenden Fragebögen auf Basis der Förder- und Auswahlkriterien und Weiterleitung an die ZfS
- Detailüberprüfung des Objektes vor Ort und Stellungnahme an PtJ (Objektbewertung)
- Vorbereitende Messungen des Warmwasser und Energieverbrauchs
- Grobdimensionierung und Entwurfsplanung des Solaranlagensystems
- Intensive Beratung des Planers bei der Planung des Solaranlagensystems und bei der Erstellung des Leistungsverzeichnisses
- Erstellen der Randbedingungen zum Leistungsverzeichnis mit Vorgaben u.a. zur Anlagendimensionierung, den für die Anlagensimulation benötigten Warmwasserzapfprofilen, Datentabellen für die Anlagenkomponenten und den maximalen Wärmekosten.
- Begutachtung der vorhandenen Anlagentechnik bzgl. Festlegung der Messstellen
- Erstellen des Messkonzeptes und des Messtechnik-Leistungsverzeichnisses

- Prüfung der eingehenden Angebote auf Vollständigkeit (ausgefüllte Datentabellen, Energiegarantie, etc.) und Eignung der angebotenen Komponenten
- Prüfung der evtl. eingereichten Alternativvorschläge zum ausgeschriebenen Solaranlagenkonzept
- Nachrechnung der vom Bieter abgegebenen Energiegarantie
- Stellungnahme zum Vergabevorschlag des Planers bzw. Betreibers an PtJ
- Programmierung des Messdatenloggers und des Anlagenschemas für Vor-Ort-PC
- Konzeptionierung der Solaranlagen-Anzeigetafel
- Erstellen von Flyern mit Informationen zu den jeweiligen Solaranlagen
- Überwachung der Anlageninstallation in Zusammenarbeit mit dem Planer und Überwachung der Messtechnikinstallation
- Teilnahme an Baubesprechungen
- Installation des Messdatenloggers
- Funktionsprüfung der installierten Messtechnik und Erstellen einer Mängelliste für Planer
- Prüfung der Anlageninstallation (Hydraulik) und der Anlagenkomponenten und Erstellen einer Mängelliste für Planer
- Probetrieb der Anlage zur Feststellung der prinzipiellen Funktionstüchtigkeit der Solaranlage.
- Dokumentation des Probetriebs durch Ermittlung von Systemkennzahlen (Tabellen) und durch Diagramme
- Erarbeiten von Verbesserungsvorschlägen bei festgestellten Funktionsmängeln und Diskussion dieser Vorschläge in Besprechungen
- Freigabe der Solaranlage zur Abnahme
- Teilnahme an der Abnahme der Anlage durch Planer und/oder Betreiber
- Festlegung des Beginns der einjährigen ersten Intensivmessphase (nach erfolgreichem Probetrieb)
- Tägliches Auslesen der Messdaten der einzelnen zu betreuenden Anlagen per Modem

- Kontrolle, Aufbereitung und Sicherung der Messdaten
- Auswertung der Messdaten mittels Berechnung von Systemkennzahlen und Diagrammen
- Zeitnahe Funktionskontrolle der Anlagen und deren Messtechnik
- Regelmäßige Ergebnismitteilung an Betreiber, Planer, Installateur und ZfS
- Fehleranalyse und Information an Betreiber, Planer und Installateur
- Optimierungsvorschläge erarbeiten und mit Beteiligten diskutieren
- Durchführung von Reparaturen an der Messtechnik vor Ort
- Anpassung des Messsystems und -programms bei Änderungen an der Solaranlage
- Erstellen von Halbjahresberichten zu jeder der betreuten Anlagen
- Hochrechnungen zum zu erwartenden Jahresenergieertrag
- Nachrechnung der abgegebenen Ertragsgarantien durch Anlagensimulation mit realen Messdaten
- Erstellen von Jahresdatensätzen für Solaranlagenstandorte: Einstrahlung, Außentemperatur und Warmwasserverbrauch
- Veröffentlichung der Anlagendaten, Messergebnisse und Erfahrungen in Zwischenberichten (halbjährlich), Internet (<http://www.fh-offenburg.de/mv/st2000>), Fachzeitschriften, Postern, Messen, Vorlesungen und Seminaren

## **2.2 Organisation und Abwicklung**

Die Fachhochschule Offenburg erhielt vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) den Auftrag, für den Zeitraum 01.01.1999 bis 31.12.2001 die wissenschaftlich-technische Begleitung von Anlagen im Südwesten der Alten Bundesländer im Rahmen des Solarthermie-2000 Projektes, Teilprogramm 2, zu übernehmen.

Projektleiter des Solarthermie-2000-Projektes an der FH Offenburg ist Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin vom Fachbereich Maschinenbau, Studiengang Versorgungstechnik.

Seit 01.02.1999 ist Herr Dipl.-Ing. (FH) Sascha Himmelsbach, Absolvent der FH Offenburg im Studiengang Versorgungstechnik, in Vollzeit für das Projekt angestellt.

Vom 15.03.2000 bis 31.08.2001 war Frau Dipl.-Ing. (FH) Uta-Maria Klingenberger, ebenfalls Absolventin der FH Offenburg im Studiengang Versorgungstechnik, mit einer Halbtagsstelle im Projekt angestellt. Frau Klingenberger hatte zuvor im Wintersemester 1999/2000 ihre Diplomarbeit „Regelung und Steuerung von solarthermischen Großanlagen zur Brauchwassererwär-

mung“ geschrieben, die zu großen Teilen auf den in Solarthermie-2000 gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen basiert. Betreut wurde die Diplomarbeit von Prof. Bollin und Herrn Dipl.-Ing. (FH) Himmelsbach.

Vom 08.10.2001 bis 31.12.2001 war Herr Akarin Suwannarat mit einer Habtagsstelle im Projekt angestellt.

An der Fachhochschule Offenburg, Hochschule für Technik und Wirtschaft, werden für ca. 1.700 Studierende in 3 Fachbereichen zahlreiche Studiengänge angeboten. Seit dem Sommersemester 1991 gibt es für bis zu 40 Absolventen pro Semester den Studiengang Versorgungstechnik. In der Vertiefungsrichtung Technische Gebäudeausrüstung verfügt der Studiengang über zahlreiche Laboreinrichtungen wie Heizungs-, Raumluft- und Regelungstechnische Labore. Seit Wintersemester 2000/01 wird der englischsprachige Masterstudiengang Energy Conversion and Management angeboten

Seit Wintersemester 1992/93 bietet Prof. Bollin, der bis 1993 Mitarbeiter des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) war, an der Fachhochschule Offenburg fachbereichsübergreifende Vorlesungen auf dem Gebiet der Solartechnik an. Damit nimmt die thermische Nutzung der Solarenergie im Rahmen des zukünftigen Studienschwerpunktes Energieumwandlung- und -versorgungstechnik eine bedeutende Rolle in der Ingenieurausbildung an der Fachhochschule Offenburg ein.

Die Einarbeitung in das Projekt erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der ZfS - Rationelle Energietechnik GmbH, die vom BMWi federführend mit der wissenschaftlich-technischen Betreuung der ST-2000-Solaranlagen betraut sind. Im Februar 1999 erfolgte eine Einweisung in den Projektinhalt und die Aufgaben, die im wissenschaftlich-technischen Begleitprogramm zu erledigen sind. Zusätzlich wurde eine zweitägige Schulung zur Programmierung und zur Handhabung des in ST-2000 eingesetzten Messsystems durch einen Mitarbeiter der ZfS durchgeführt.

Für die Betreuung der ST-2000 Anlagen in den Neuen Bundesländern waren die TU Chemnitz, die TU Ilmenau, die FH Stralsund und die FH Merseburg zuständig. Mit diesen Hochschulen fand ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch statt, so dass auf die dort gewonnenen Erkenntnisse zurückgegriffen werden konnte.

Der Hauptkontakt bestand während der gesamten Laufzeit zur ZfS – Rationelle Energietechnik GmbH. Dort wurden die von der Hochschule aufbereiteten und ausgewerteten Messdaten gesammelt. Außerdem wurden an die ZfS regelmäßig die aktuellen Stände der zu betreuenden Anlagen gemeldet und die halbjährlichen Zwischenberichte der einzelnen Anlagen geschickt.

### **3 Durchgeführte Arbeiten**



### **3.1 Vorbereitende Arbeiten**

Zur Einarbeitung in das Solarthermie-2000 Förderkonzept standen neben den allgemeinen Solarthermie-2000 Projektinformationen des BMWi detaillierte Informationen zu Inhalt und Ablauf des wissenschaftlich-technischen Begleitprogramms, zusammengestellt von der ZfS – Rationelle Energietechnik GmbH, zur Verfügung. Zusätzlich erfolgte bei einem Treffen und zwei jeweils zweitägigen Schulung durch die ZfS eine Einweisung in den Projektinhalt und -ablauf sowie in den Aufbau und die Handhabung des an den ST-2000 Solaranlagen eingesetzten Messsystems.

An der Hochschule wurde ein Arbeitsplatz mit PC eingerichtet, mit dem die Programmierung des Messsystems und die Messdatenauslesung und -auswertung der Anlagen erfolgte.

Es wurden diverse Geräte, Werkzeug und Software beschafft, um die im wissenschaftlich-technischen Begleitprogramm geforderten Aufgaben durchführen zu können.

Die Betreuung der drei ersten Anlagen, die an die FH Offenburg übergeben wurden, erfolgte anfangs in enger Zusammenarbeit mit der ZfS. Die Anlagen waren bei der Übergabe bereits fertiggestellt bzw. im Stadium der Anlageninstallation. Das Messsystem war bereits konzipiert, so dass von der FH Offenburg gemeinsam mit der ZfS die Programmierung des Messdatenloggers erfolgte. Damit konnte an realen Anlagen das Konzept und die Programmierung des ST-2000 Messsystems erlernt werden. Die Installation und Inbetriebnahme der Messtechnik sowie die Überprüfung der Anlageninstallation erfolgte ebenfalls gemeinsam mit der ZfS, so dass auch hier eine praxisnahe Einweisung stattfand.

### **3.2 Objektbesichtigung**

Es wurden einige Objekte von Betreibern, die am Solarthermie-2000 Förderkonzept teilnehmen wollten, besichtigt und auf ihre Förderfähigkeit hin bewertet. Zum Teil wurden Objektbewertungsberichte über die besichtigten Objekten angefertigt und zur weiteren Verwendung an den PtJ und die ZfS weitergegeben. Auf Basis dieser Berichte wurde dort über die Förderfähigkeit der Objekte entschieden.

#### Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg

Das Objekt Wilmersdorfer Straße in Freiburg/Breisgau wurde im April 1999 besichtigt. Bei dem Objekt handelt es sich um eine Wohnanlage, bestehend aus 14 Gebäuden mit 249 Wohneinheiten. Betreiber ist die Familienheim Freiburg Baugenossenschaft e.G.. Über das Objekt wurde ein Objektbewertungsbericht erstellt, in dem festgestellt wurde, dass das Objekt die Förderkriterien von ST-2000 erfüllt.

#### Zentrum für Psychiatrie Emmendingen

Das Zentrum für Psychiatrie in Emmendingen als selbständige Anstalt des öffentlichen Rechts wurde erstmals im Oktober 2000 besucht. Im Zuge der Sanierung der Heizzentrale wurde überlegt, eine thermische Solaranlage in die Warmwasserbereitung einzubinden. Es wurde dem Betreiber empfohlen, den Fragebogen zur Vorauswahl auszufüllen. Im Februar 2001 erfolgte eine vom PtJ beauftragte Objektbesichtigung mit abschließendem Objektbewertungsbericht, der an den PtJ und die ZfS geschickt wurde. Darin konnte eine Aufnahme in ST-2000 noch nicht empfohlen werden, da bei der neuen Heizungsanlage das Kaltwasser im Zulauf zu den Warmwasserspeichern für die Abkühlung des Heizungsrücklaufs genutzt werden sollte. Zur Ermittlung der dabei auftretenden Vorwärmung des Kaltwassers und zur endgültigen Bewertung der Objekteignung waren noch Messungen notwendig, die bis Ende 2001 noch nicht abgeschlossen waren.

#### Schulungszentrum DRK Bühl

Das DRK Bühl plante ein neu zu errichtendes Schulungszentrum mit Wohnheim (70 Zimmer) mit einer thermischen Solaranlage auszustatten. Im Oktober 2000 fand ein Gespräch mit Betreiber und Planer statt, bei dem ST-2000 detailliert vorgestellt wurde. Die Bewertung des geplanten Neubaus ergab, dass der voraussichtliche Tagesverbrauch an Warmwasser unter den in ST-2000 geforderten 7 m<sup>3</sup> liegen wird und deshalb keine Aussichten auf Aufnahme in ST-2000 bestehen.

#### Hallenbad und Mehrzweckhalle Rheinau

Die Stadt Rheinau plante die Errichtung einer thermischen Solaranlage zur Unterstützung der Warmwasserbereitung ihres Hallenbades und ihrer Mehrzweckhalle. Bei einer Besichtigung des Objekts im Oktober 2000 wurde festgestellt, dass der Tagesverbrauch an Warmwasser zu gering für ST-2000 ist und zudem die Gebäude von Juni bis August nicht genutzt wurden.

#### Städtisches Krankenhaus Herbolzheim

Die Stadt Herbolzheim plante die Installation einer thermischen Solaranlage zur Unterstützung der Trinkwassererwärmung im stadt-eigenen Krankenhaus. Im Oktober 2000 wurde das Objekt besichtigt und daraufhin dem Betreiber empfohlen, den Fragebogen zur Vorauswahl auszufüllen. Auf Grund der zu erwartenden Anlagengröße, der relativ hohen Kosten für die Aufständerrung der Kollektoren auf dem Flachdach des Gebäudes und aus energetischer Sicht (u.a. vorhandene Heiztechnik veraltet) konnte der Projektvorschlag vom PtJ für eine weitere Projektauswahl nicht berücksichtigt werden.

#### Kliniken des Ortenaukreises / Klinikum Lahr

Im November 2000 wurde den Verantwortlichen von vier Kliniken des Ortenaukreises mit einem Vortrag das Förderkonzept Solarthermie-2000 vorgestellt. Daraufhin wurde für die Kliniken Lahr, Offenburg, Achern und Kehl jeweils ein Fragebogen zur Vorauswahl ausgefüllt, auf deren Basis die FH Offenburg das für ST-2000 geeignetste Objekt auswählte. Der Fragebogen des Klinikums Lahr wurde an die ZfS weitergegeben, woraufhin im Juni 2001 nach Auftrag durch den PtJ eine Besichtigung des Klinikums Lahr stattfand. Dabei wurde festgestellt, dass ein Teil des Kaltwassers für die Warmwasserbereitung für die Kondensatrückkühlung des Dampferzeugers verwendet und dadurch bereits auf Warmwassersolltemperatur erwärmt wird. Anschließend ergaben Messungen, dass der Anteil des auf diese Weise erwärmten Trinkwassers so hoch war, dass das zur Verfügung stehende Kaltwasser nicht mehr ausreichte, um die Energie einer ST-2000-Solaranlage sinnvoll zu nutzen. Die Installation einer ST-2000 Solaranlage konnte deshalb nicht empfohlen werden.

#### Freibad und Mehrzweckhalle Oberndorf

Im Januar 2001 wurde das Freibad und die Mehrzweckhalle der Stadt Oberndorf besichtigt. Dort war die Überlegung, im Rahmen einer anstehenden Sanierung der Heizungsanlage eine thermische Solaranlage für die Unterstützung der Dusch- und Beckenwassererwärmung zu errichten. Das Objekt wurde von der FH Offenburg als sehr interessant bewertet und es wurde empfohlen, einen Fragebogen zur Vorauswahl auszufüllen. Da in der Folge jedoch Abstand von der Errichtung einer Solaranlage genommen wurde, wurde vom Betreiber kein Fragebogen eingereicht.

#### Hotelneubau im Europa-Park Rust

Im September 2001 fand ein Treffen mit Verantwortlichen des Freizeitparks Europa-Park Rust statt. Die Betreiber des Europa-Parks planten, bis 2003 ein Hotel mit ca. 1.200 Betten zu errichten. Bei dem Treffen wurden Möglichkeiten der thermischen Solarenergienutzung erörtert. Die in ST-2000 vorgegebene Rahmenbedingungen für die Installation einer thermischen Solargroßanlage werden nach ersten Eindrücken erfüllt. Bis 31.12.2001 gab es seitens der Parkleitung noch keine Entscheidung zur Errichtung einer thermischen Solargroßanlage.

### **3.3 Anlagenbetreuung**

Insgesamt wurden im Zeitraum 01.01.1999 – 31.12.2001 fünf Solaranlagen betreut. Im folgenden sind die wesentlichen Arbeiten dargestellt, die bei der Betreuung der Anlagen anfielen.

Bei allen betreuten Solaranlagen wurde seit Beginn des Probetriebs regelmäßig die im Datenlogger gespeicherten Messdaten per Modem ausgelesen und an der FH Offenburg verarbeitet. Dabei wurden u.a. die sogenannten Quertabellen aktualisiert. In diesen Tabellen sind Energien, Betriebsstunden, Volumina, Nutzungsgrade und andere charakteristische Anlagendaten

als Wochensummen bzw. -mittelwerte aufgelistet. Diese Quertabellen sind ein Hauptmittel, um den Anlagenbetrieb zu bewerten und Störungen festzustellen. Die Tabellen wurden regelmäßig an die ZfS weitergeleitet.

#### 1) Solaranlage Studentendorf Freiburg-Vauban (0329652J)

Die Solaranlage Studentendorf Freiburg-Vauban, deren Betreiber das Studentenwerk Freiburg ist, wurde im Februar 1999 von der ZfS an die FH Offenburg zur Betreuung übergeben. Zu jenem Zeitpunkt war die Anlage bereits installiert und die Messtechnik in Betrieb. Somit war hier die Hauptaufgabe, die gewonnenen Messdaten auszuwerten und damit eine Funktionskontrolle des Anlagenbetriebs durchzuführen. Die Datenanalyse ergab einige Mängel, woraufhin ein Umbau der Pufferspeicherhydraulik erfolgte. Dieser Umbau wurde am 12.10.1999 abgeschlossen. Aus Zeitgründen wurde bereits am 01.08.1999 mit der 1. Intensivmessphase begonnen. Am 31.07.2000 war die 1. Intensivmessphase beendet. Die Nachrechnung der abgegebenen Energiegarantie ergab, dass diese erfüllt wurde. Mit dem gleichen Resultat wurde die 2. Intensivmessphase (01.08.2000 – 31.07.2001) abgeschlossen. Von 01.08. – 31.12.2001 befand sich die Anlage im Langzeitmessbetrieb.

Die Messdaten der Solaren Einstrahlung und der Außentemperatur am Standort Freiburg-Vauban sowie die Warmwasserverbrauchsdaten des Studentendorfs Freiburg-Vauban der Jahre 2000 und 2001 wurden aufbereitet und als Datensätze (30-Minuten Intervallwerte) an die Datenbank der ZfS weitergegeben.

Zur Solaranlage Studentendorf Freiburg-Vauban wurden zum 31.12.1999, zum 31.07.2000 und zum 30.06.2001 Zwischenberichte erstellt und an den PtJ und die ZfS weitergegeben.

Es wurde ein Flyer erstellt, in dem die wichtigsten Informationen zu Solarthermie-2000 und der Solaranlage Studentendorf Freiburg-Vauban dargestellt sind (Auflage: 1.000 Stk.).

#### 2) Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim (0329652G)

Die Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim, deren Betreiber der Landkreis Unterallgäu ist, wurde im März 1999 von der ZfS an die FH Offenburg zur Betreuung übergeben. Zu jenem Zeitpunkt wurde die Anlage gerade installiert. In Zusammenarbeit mit der ZfS wurde das Messprogramm für den Datenlogger geschrieben. Vom 17. - 21.05.1999 wurde vor Ort die Messtechnik in Betrieb genommen und die Installation der Solaranlage überprüft. Mit Abnahme der Anlage am 25.05.1999 begann der Probebetrieb, während dem die Messdaten ausgewertet und damit eine Funktionskontrolle des Anlagenbetriebs durchgeführt wurde. Nach Behebung kleinerer Mängel begann am 01.08.1999 die 1. Intensivmessphase, die am 31.07.2000 beendet war. Die Nachrechnung der abgegebenen Energiegarantie ergab, dass diese erfüllt wurde. Mit

dem gleichen Resultat wurde die 2. Intensivmessphase (01.08.2000 – 31.07.2001) abgeschlossen. Von 01.08. – 31.12.2001 befand sich die Anlage im Langzeitmessbetrieb.

Am 14.09.1999 fand im Kreiskrankenhaus ein Pressetermin statt, bei dem u.a. von der FH Offenburg eine Vorstellung von Solarthermie-2000 und eine Erläuterung der Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim erfolgte.

Die Messdaten der Solaren Einstrahlung und der Außentemperatur am Standort Mindelheim sowie die Warmwasserverbrauchsdaten des Kreiskrankenhaus Mindelheim der Jahre 2000 und 2001 wurden aufbereitet und als Datensätze (30-Minuten Intervallwerte) an die Datenbank der ZfS weitergegeben.

Zur Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim wurden zum 31.07.2000 und zum 31.07.2001 Zwischenberichte erstellt und an den PtJ und die ZfS weitergegeben.

Es wurde ein Flyer erstellt, in dem die wichtigsten Informationen zu Solarthermie-2000 und der Solaranlage Kreiskrankenhaus Mindelheim dargestellt sind (Auflage: 1.000 Stk.).

### 3) Solaranlage Hegau-Klinikum Singen (0329652H)

Die Solaranlage Hegau-Klinikum Singen, deren Betreiber die Hegau-Klinikum GmbH Singen ist, wurde im März 1999 von der ZfS an die FH Offenburg zur Betreuung übergeben. Zu jenem Zeitpunkt wurde die Anlage gerade installiert. Das Messprogramm wurde erstmals in Eigenregie geschrieben. Für den Vor-Ort-PC wurde die Visualisierung mittels Anlagenschema programmiert. Auf Grund von Verzögerungen beim Bau der Solaranlage erfolgte die Messtechnikinstallation und die Prüfung der Anlageninstallation erst vom 08. – 10.11.1999. Am 10.11.1999 begann der Probetrieb der Anlage, während dem die Messdaten ausgewertet und damit eine Funktionskontrolle des Anlagenbetriebs durchgeführt wurde. Während des Probetriebs wurden gravierende Mängel insbesondere bei der Verschaltung der bivalenten Trinkwasserspeicher festgestellt. Ohne Behebung dieser Mängel konnte die Anlage keinen ausreichenden Ertrag bringen und das Erreichen des garantierten Energieertrags war gefährdet. In zahlreichen Vor-Ort-Terminen und Besprechungen mit dem Betreiber, dem Planer und den ausführenden Firmen wurden Problemlösungen erarbeitet. Diese führten u.a. zum Umbau der Trinkwasserspeicherhydraulik und zur Anpassung der Regelung. Nach Abschluss dieser Optimierungsmaßnahmen wurde am 18.04.2001 mit der 1. Intensivmessphase begonnen. Bis Ende 2001 war es noch unsicher, ob die Solaranlage die Energiegarantie des Installateurs erfüllen würde.

Die Messdaten der solaren Einstrahlung und der Außentemperatur am Standort Singen sowie die Warmwasserverbrauchsdaten des Hegau-Klinikums Singen des Jahres 2001 wurden aufbereitet und als Datensätze (30-Minuten Intervallwerte) an die Datenbank der ZfS weitergegeben.

Zur Solaranlage Hegau-Klinikum Singen wurden zum 30.06.2000 und zum 30.06.2001 Zwischenberichte erstellt und an den PtJ und die ZfS weitergegeben.

Es wurde ein Flyer erstellt, in dem die wichtigsten Informationen zu Solarthermie-2000 und der Solaranlage Hegau-Klinikum Singen dargestellt sind (Auflage: 3.000 Stk., davon 1.000 Stk. für den Betreiber und 1.000 St. für den Planer).

#### 4) Solaranlage Stadtklinik Baden-Baden (0329652K)

Die Solaranlage Stadtklinik Baden-Baden, deren Betreiber die Stadtklinik Baden-Baden ist, wurde im November 1999 von der ZfS an die FH Offenburg zur Betreuung übergeben. Zu jenem Zeitpunkt wurde die Anlage gerade installiert. Der Anschluss des Messdatenloggers und das Messprogramm wurden konzipiert und programmiert. Für den Vor-Ort-PC wurde die Visualisierung mittels Anlagenschema programmiert. Die Messtechnikinstallation und die Prüfung der Anlageninstallation wurde vom 01. – 03.02.2000 durchgeführt und im Anschluss daran begann der Probetrieb der Anlage, während dem die Messdaten ausgewertet und damit eine Funktionskontrolle des Anlagenbetriebs durchgeführt wurde. Nach Behebung von kleineren Mängeln und Optimierung der Reglereinstellungen wurde am 01.08.2000 mit der 1. Intensivmessphase begonnen. Diese endete zum 31.07.2001. Die Nachrechnung der abgegebenen Energiegarantie ergab, dass diese erfüllt wurde. Von 01.08. – 31.12.2001 befand sich die Anlage in der 2. Intensivmessphase, deren Messergebnisse erwarten ließen, dass die Ertragsgarantie auch in dieser Messphase erfüllt werden.

Die Messdaten der Solaren Einstrahlung und der Außentemperatur am Standort Baden-Baden sowie die Warmwasserverbrauchsdaten der Stadtklinik Baden-Baden des Jahres 2001 wurden aufbereitet und als Datensätze (30-Minuten Intervallwerte) an die Datenbank der ZfS weitergegeben.

Zur Solaranlage Stadtklinik Baden-Baden wurden zum 01.08.2000, zum 30.06.2001 und zum 31.07.2001 Zwischenberichte erstellt und an den PtJ und die ZfS weitergegeben.

Es wurde ein Flyer erstellt, in dem die wichtigsten Informationen zu Solarthermie-2000 und der Solaranlage Stadtklinik Baden-Baden dargestellt sind (Auflage: 2.000 Stk., davon 1.000 Stk. für den Betreiber).

An dieser Anlage wurde im August 2000 von Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln (ISFH) ein Input/Output-Controller parallel zur ST-2000 Messtechnik installiert. Dies hatte den Zweck, den vom ISFH entwickelten I/O-Controller, der zur Überwachung der Solaranlagenfunktion dient, an einer realen ST-2000 Solargroßanlage zu testen.

##### 5) Solaranlage Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg (0329652O)

Mit der Betreuung der Solaranlage Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg, deren Betreiber die Familienheim Freiburg Baugenossenschaft e.G. ist, wurde im April 1999 begonnen. Am 08.04.1999 fand gemeinsam mit der ZfS eine eintägige Besichtigung des Objekts statt, woraufhin ein Objektbewertungsbericht erstellt wurde. Von Juni bis November 1999 wurde mittels Datenlogger der Warmwasserverbrauch der an die Warmwasserversorgung angeschlossenen Wohngebäude erfasst und ausgewertet. Diese Verbrauchswerte waren später Basis für die Dimensionierung der Solaranlage. Am 01.09.1999 erhielt der Betreiber die Bewilligung der Förderung durch das BMWi. In der Folge wurde der Planer der Solaranlage bei der Konzeptionierung und der Ausschreibung der Solaranlage unterstützt. Gleichzeitig wurde das Messkonzept und das Messtechnik-LV erstellt. Am 16.03.2000 war Submission, in deren Folge die FHO einen Vergabevorschlag an den PtJ verfasste. Im Juli 2000 wurde mit der Installation der Solaranlage begonnen, die im Dezember 2000 abgeschlossen war. Die Installationsarbeiten wurden bei regelmäßigen Vor-Ort-Besprechungen und Begutachtungen von der FH Offenburg überwacht und z.T. koordiniert. Für den Datenlogger wurde das Messprogramm und für den Vor-Ort-PC die Visualisierung mittels Anlagenschema programmiert. Wegen eines nicht zur Verfügung stehenden Telefonanschlusses, der zur Datenübermittlung von Logger an die FH Offenburg benötigt wurde, konnte der Datenlogger erst am 03.04.2001 an der Anlage in Betrieb genommen werden. Während des darauf folgenden Probebetriebs wurden die Messdaten ausgewertet und damit eine Funktionskontrolle des Anlagenbetriebs durchgeführt. Dabei ergaben sich keine gravierenden Mängel, so dass am 18.07.2001 mit der 1. Intensivmessphase begonnen wurde. Hochrechnungen, basierend auf den Messdaten vom 01.08. – 31.12.2001 ergaben, dass die abgegebene Energiegarantie mit hoher Wahrscheinlichkeit erfüllt wird.

Für die Darstellung des Solaranlagenbetriebs wurde von der FH Offenburg eine Anzeigetafel entworfen, die im Eingangsbereich der Geschäftsstelle des Betreibers aufgehängt wurde. Dort werden in einem vereinfachten Anlagenschema aktuelle Messdaten dargestellt, die über eine Funkstrecke vom ca. 300 m entfernten Datenlogger gesendet werden. Eine weitere Besonderheit ist, dass neben der Solarthermie-2000 Anlage noch Daten von einer von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Photovoltaikanlage auf der Anzeigetafel dargestellt werden. Dafür wurde von der DBU ein Teil der Kosten für die Anzeigetafel übernommen.

Zur Solaranlage Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg wurden zum 30.06.2001 ein Zwischenberichte erstellt.

Es wurde ein Flyer erstellt, in dem die wichtigsten Informationen zu Solarthermie-2000 und der Solaranlage Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg dargestellt sind (Auflage: 2.000 Stk., davon 1.000 Stk. für den Betreiber).

### 3.4 Öffentlichkeitsarbeit

Das Förderkonzept Solarthermie-2000 sowie die ST-2000 Solaranlagen und die bei der Anlagenbetreuung gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse wurde in vielfältiger Form der Öffentlichkeit präsentiert und zur Verfügung gestellt.

#### ▪ Vorträge:

- Bollin, Elmar: *Solare Energiesysteme*; Seminar „Physik und Anwendungspotential regenerativer Energiequellen“; 19.01.2000; Universität Frankfurt
- Bollin, Elmar: *Faszination Sonnenenergie*; Symposium Agenda 21; Saig; 06.04.2000
- Klingenberger, Uta-Maria: *Steuer- und Regelverhalten von solaren Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; Postersession anlässlich des 10. Symposium Thermische Solarenergie; Staffelstein; 10. - 12.05.2000
- Himmelsbach, Sascha: *Dimensionierung von solaren Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; 3. Symposium der Versorgungstechnik; Fachhochschule Offenburg; 20.05.2000
- Bollin, Elmar; Klingenberger, Uta-Maria; Himmelsbach, Sascha: *Solare Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; Information für Betreiber der Kliniken des Ortenaukreises; Offenburg ; 17.11.2000
- Bollin, Elmar: *Solare Energienutzung*; Initiative „Ortenauer Sonnedächer“; Sanitär- und Heizungsinnung; Offenburg; 22.11.00
- Bollin, Elmar: *Solare Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; 112. Fachtagung des AK Krankenhaus Ingenieure AKI; Singen; 23.03.2001
- Bollin, Elmar: *Solarthermische Großanlagen*; BUND Agenda 21; Offenburg; 26.6.2001
- Bollin, Elmar: *Regelung von solarthermischen Anlagen zur Trinkwassererwärmung*; XX. Regelungstechnischen Seminars der Bälzstiftung; FH Offenburg; 19.-22.09.2001
- Bollin, Elmar: *Solartechnik im Alltag*; Evang. Matthäusgemeinde; Offenburg; 10.10.2001
- Himmelsbach, Sascha: *Solare Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; Agenda 21; Achern ; 08.11.2001
- Bollin, Elmar: *Solarthermische Großanlagen*; Forum Nachhaltige Energiewirtschaft der Fachhochschulen Baden-Württemberg; FH Offenburg; 15.11.2001

#### ▪ Vorlesungen zum Thema Solarenergienutzung:

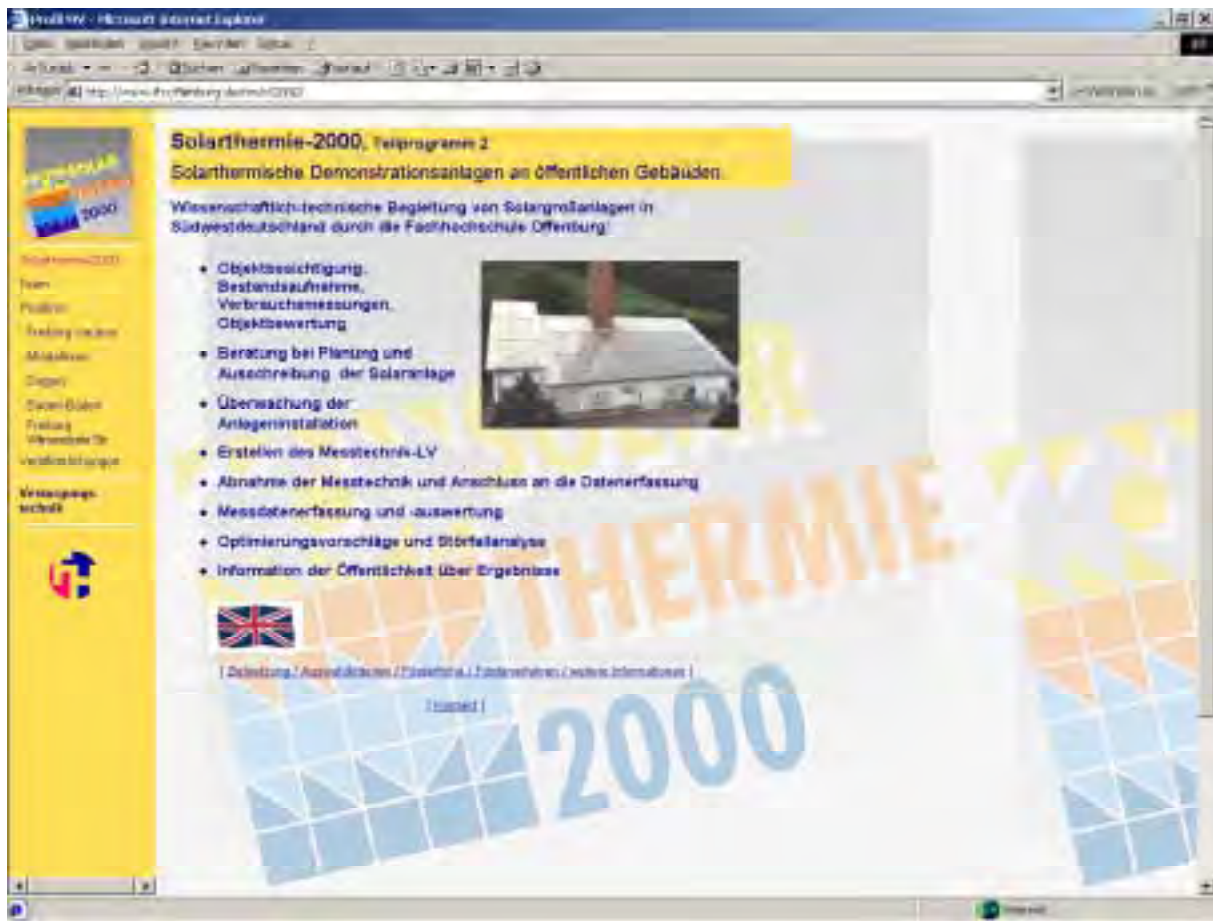
- Bollin, Elmar: *Solartechnik*; dreistündiges Wahlfach für alle Studierenden der FH Offenburg; jeweils im Sommersemester
- Bollin, Elmar: *Solar Engineering*; vierstündiges Pflichtfach für Masterstudenten ECM an der FH Offenburg; seit Wintersemester 2000/2001; jeweils im Wintersemester



- Bollin, Elmar: *Solar Engineering*; zweistündiges Pflichtfach für Maschinenbau Ingenieure an der South Carelia Polytechnic SCP in Lappeenranta Finnland; 08.02. – 12.02.2000 als Gastdozent im Rahmen eines int. Dozentenaustausches
- Bollin, Elmar: *Solar Thermal Engineering*; zweistündiges Pflichtfach für Maschinenbau Ingenieure an der South Carelia Polytechnic SCP in Lappeenranta Finnland; 18.09. – 22.09.2002 als Gastdozent im Rahmen eines int. Dozentenaustausches
- Teilnahme an Messen:  
Auf den Messen wurde Solarthermie-2000 und die von der FH Offenburg betreuten Solaranlagen vorgestellt. Hilfsmittel waren dabei Poster, Flyer, Infoschriften und die Onlinepräsentation von aktuellen Anlagendaten auf dem PC.
  - Natuma, Offenburg, 17. - 20.06.1999
  - Solar 99, Pforzheim, 25. - 27.06.1999
  - Light+Building, Frankfurt/Main, 18. - 23.03.2000
  - Hausmesse Pfeiffer & May, Offenburg, 22. - 24.09.2000
  - Intersolar 2000, Freiburg, 07. - 09.07. 2000
  - i + e, Freiburg, 01/2001
  - Intersolar 2001, Freiburg, 06. - 08.07.2001
- Informationsveranstaltungen:
  - Schülerinfotag der Fachhochschule Offenburg, 17.06.2000
  - Think Ing., Fachhochschule Offenburg, Oktober 2000
  - Science Days, Europa-Park Rust, 30.09. - 01.10.2001
- Presseartikel:
  - „Solarthermie für Studierende“, Badische Zeitung, 19.02.1999
  - „Mit Sonnenenergie die Zukunft meistern“, Mittelbadische Presse, 25.05.1999
  - „Solarthermie - ein Projekt für die Zukunft, Badische Zeitung, 29.05.1999
  - „Offenburg und Solarthermie“, Badische Zeitung, 16.06.1999
  - „Intelligente Pumpen und Ventile“, Campus Nr. 10, Juli 1999
  - „Ein Beispiel für die Zukunft“, Mindelheimer Zeitung, 18.09.1999
  - „Sonnengereiftes Wasser vom Dach“, Bad. Tagblatt, 10.03.2000
  - „Solaranlage in Klinik in Betrieb genommen“, Bad. Neueste Nachrichten, 11./12.03.2000
  - „Solarthermie-2000“, Campus Nr. 12, Juli 2000
  - „Fernüberwachung von Thermischen Solaranlagen“, Campus Nr. 13, Februar 2001
  - „Die Sonne einfangen – ohne Verluste“, Badische Zeitung, 24.08.2001
  - „Solarthermie-2000: Solarthermische Demonstrationsanlagen an öffentlichen Gebäuden“, Campus Nr. 14, Dezember 2001

▪ Internet

Seit Mai 2000 werden die von der Fachhochschule Offenburg betreuten Solaranlagen im Internet unter [www.fh-offenburg.de/mv/st2000](http://www.fh-offenburg.de/mv/st2000) präsentiert. Neben den wichtigsten Daten zu den Anlagen sowie Fotos und Anlagenschema werden dort auch aktuelle Messergebnisse zur Verfügung gestellt. Es besteht außerdem die Möglichkeit, den Anlagenflyer herunterzuladen. Wenn detaillierte Projektinformationen oder Informationen zu den anderen ST-2000 Solaranlagen gewünscht werden, besteht die Möglichkeit, über einen Link zur allgemeinen Solarthermie-2000 Internetpräsentation ([www.solarthermie2000.de](http://www.solarthermie2000.de)) zu gelangen. Die folgenden Abbildungen zeigen die Startseite und eine Beispielseite einer Anlagenvorstellung der ST-2000 Internetpräsentation der FH Offenburg.





- Sonstiges
  - Erstellen eines Flyer für jede der zu betreuende Anlagen.
  - Zusammenarbeit mit Studierenden durch Integration von ST-2000 in Vorlesungen.
  - Einbeziehung Studierender durch Aushilfstätigkeiten in der ST-2000 Arbeitsgruppe.
  - Rundschreiben an Kommunen, Architekten, Planer und Handwerker im Ortenaukreis „Partner für Forschungsprogramm „Solare Wassererwärmung in öffentlichen Gebäuden“ in der Ortenau gesucht“ in Zusammenarbeit mit Pfeiffer & May, Fachgroßhandel für Haustechnik, August 2000.
  - Aufruf über Internet (www.energiewerk.net) „ST-2000-Partner in Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland gesucht“ mit Kurzvorstellung von ST-2000.
  - Mailing-Aktion an die AKI-Krankenhausingenieure mit Aufruf zur Teilnahme am Solarthermie-2000 Förderkonzept.
  - Fachunterricht im Rahmen des Fortbildungslehrgang „Fachkraft für Solartechnik“, Gewerbeakademie Offenburg, Juni/Juli 1999 und Feb./März 2001.
  - Erstellung halbjährliche Zwischenberichte zu jeder betreuten Solaranlage, die von der Öffentlichkeit angefordert werden können (siehe Anhang).

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Erzielte Ergebnisse**

Bis zum 31.12.2001 war bei drei der fünf betreuten Solaranlagen das Garantiemessjahr abgeschlossen. Dies waren die Solaranlagen Studentendorf Freiburg-Vauban, Kreiskrankenhaus Mindelheim und Stadtklinik Baden-Baden. In allen drei Fällen wurde die vom Anlageninstallateur abgegebene Ertragsgarantie erfüllt. Bei zwei dieser Anlagen war bereits die 2. Intensivmessphase beendet, in der die Ergebnisse des 1. Messjahres bestätigt wurden.

Die Solaranlagen Hegau-Klinikum Singen und Wohngebäude Wilmersdorfer Straße Freiburg befanden sich zum 31.12.2001 noch in der 1. Intensivmessphase, die am 17.04.2002 bzw. 17.07.2002 abgeschlossen sein wird. Die Anlage Hegau-Klinikum Singen wird die vorhergesagte Energie aller Voraussicht nach nicht erreichen, so dass dort Optimierungsmaßnahmen zur Verbesserung des Anlagenertrags vorgenommen werden müssen. Bei der Anlage Wilmersdorfer Straße Freiburg wird die Energiegarantie voraussichtlich erfüllt werden.

Die ermittelten solaren Wärmekosten lagen bei den drei aus der Garantiemessphase ausgeschiedenen Anlagen zwischen 0,21 und 0,29 DM pro Kilowattstunde.

Voraussetzung für das Erreichen solch geringer Wärmekosten ist allerdings eine optimale Funktionsweise der Solaranlage. Eine wichtige Erkenntnis aus der Anlagenbetreuung ist dabei, dass sich dies nur mit einer sorgfältigen Überwachung und Auswertung der Anlagen erreichen lässt.

Bevor sich die von der FH Offenburg betreuten Solaranlagen in einer zufriedenstellenden Betriebsweise befanden, waren arbeits- und zeitaufwändige Funktions- und Fehleranalysen sowie Erarbeiten von Optimierungsmöglichkeiten erforderlich. Die daraus resultierenden Ergebnisse mussten in zahlreichen Gesprächen den Betreibern, Planern und Installateuren vermittelt werden. Dabei gab es oftmals Zeitverzögerungen, begründet u.a. durch fehlende Abstimmung bzgl. der Zuständigkeit und der Finanzierung der Optimierungsmaßnahmen. Optimierungsmaßnahmen und notwendige Störfallbehebungen wurden insbesondere nach bereits erfolgter Inbetriebnahme und Abnahme der Solaranlagen mit Zeitverzögerung umgesetzt, so dass einzelne Anlagen zum Teil unnötig lange mit einem schlechten Nutzungsgrad betrieben wurden.

In der Summe lässt sich allerdings feststellen, dass die Zusammenarbeit mit den Projektbeteiligten meist ohne größere Probleme stattfand.

In einigen Fällen konnten Störfälle erst mit einiger Zeitverzögerung festgestellt werden. Hilfreich für eine schnellere Störfallbehebung wäre die Entwicklung und der Einsatz eines Systems, das automatisch Störfälle an der Solaranlage erkennt und eine Fehlermeldung an z.B. das Bedienpersonal weitergeben kann (IOC-Technik).

Bei drei der betreuten Solaranlagen wurden Änderungen an der Hydraulik der Pufferspeicher bzw. Trinkwasserspeicher durchgeführt. In allen drei Fällen wurde das ursprünglich umgesetzte Anlagenkonzept vereinfacht. So wurden z.B. Umschaltventile, die zur Optimierung der Pufferspeicherbeladung vorgesehen waren, auf Grund unzuverlässiger Betriebsweise wieder entfernt und die Pufferspeicher ohne zusätzliche Ventilschaltungen in Reihe durchströmt. Es zeigte sich also, dass eine einfache Hydraulik wegen ihrer höheren Zuverlässigkeit einen in der Summe höheren Anlagenenertrag erbringt. Gleichzeitig bedeutet die Vereinfachung geringere Investitionskosten, was sich letztlich positiv auf die solaren Wärmekosten auswirkt.

Weitere und detailliertere Ergebnisse, Messresultate, festgestellte Mängel, Beschreibung der Solaranlagen etc. können den im Anhang beigefügten Zwischenberichten zu den einzelnen von der FH Offenburg betreuten Solaranlagen entnommen werden.

#### **4.2 Nutzen und Verwertbarkeit**

Durch die Umsetzung der thermischen Solargroßanlagen und die detaillierte Vermessung dieser Anlagen wird die Entwicklung der thermische Solartechnik weiter vorangebracht und es entstehen Systeme, die technisch ausgereift und zuverlässig sind. Zudem wird die Effizienz der Anlagen weiter erhöht und ein günstigeres Verhältnis zwischen Investitionskosten und Ertrag erreicht. Mit dazu beitragen soll eine Standardisierung der Anlagen für bestimmte Einsatzfälle. Hilfreich dabei ist u.a. die Erkenntnis, dass mit einfacheren Systemen eine höhere Effizienz erreicht werden kann (vgl. 4.1).

Die bei den von der FH Offenburg betreuten Solaranlagen erreichten Wärmekosten von bis zu 0,21 DM/kWh zeigen, dass thermische Solargroßanlagen durchaus in Konkurrenz zu konventionell Wärmeerzeugungssystemen treten können. Nimmt man zudem noch die mit dem Betrieb einer Solaranlage verbundene Umweltschonung und die in Zukunft vermutlich steigenden Kosten für fossile Brennstoffe, so ist mit diesen Werten eine Basis geschaffen, mit der eine erhöhte Bereitschaft zur Errichtung solcher Solargroßanlagen geschaffen wird.

Zur Verwertung der in dem Messkonzept gewonnenen Messwerte ist eine umfassende Messdatenaufbereitung notwendig. Nur mit sorgfältig aufbereiteten Messdaten ist eine detaillierte Begutachtung und Dokumentation der Funktionsweise der Solaranlagen möglich. Diese Dokumentation wurde u.a. dafür verwendet, den Projektbeteiligten die Funktionsweise der Solaranlage anschaulich zu machen und Fehler im Anlagenbetrieb zu erkennen.

Die Dokumentation wurde außerdem für Veröffentlichungen in Fachzeitschriften, Internet, Vorträgen, etc. genutzt. Auch die Überprüfung der vom Anlageninstallateur abgegebenen Ertragsgarantie war nur möglich unter Verwendung der aufbereiteten Messdaten.

Als wichtige Einrichtung zur Information der Öffentlichkeit stellten sich die an jeder Anlage installierten Anzeigetafeln heraus. Diese dienten als Blickfang und machten die Betrachter auf die Existenz und die Funktionsweise einer thermischen Solaranlage aufmerksam. Rückmeldungen zeigten dabei, dass die Darstellung der Funktionsweise der Solaranlage nicht zu technisch und zu detailliert sein sollte.

Ein weiteres wichtiges Medium zur Information der Öffentlichkeit war der Anlagenflyer, der zu jeder Anlage erstellt wurde und in dem in kompakter Weise die wichtigsten Daten zur Solaranlage dargestellt waren.

Im Laufe der Beteiligung der Fachhochschule Offenburg an Solarthermie-2000 entwickelte sich die FH Offenburg zu einem zuverlässigen regionalen Ansprechpartner auf dem Gebiet der thermischen Solarenergiegewinnung. Dabei kamen immer häufiger Anfragen aus dem kommunalen sowie dem privaten Bereich bzgl. der Errichtung einer thermischen Solaranlage. Auf Basis der bei der Betreuung der Solargroßanlagen gewonnenen Erkenntnisse konnten dabei Hilfestellungen u.a. zu Dimensionierung und Kosten einer thermischen Solaranlage gemacht werden.

Zusätzlich wurden die Erkenntnisse im Rahmen des Fortbildungskurses „Fachkraft für Solartechnik“ an der Gewerbeakademie Offenburg an Handwerker aus dem Bereich der Haustechnik weitergegeben.

Bei der Projektabwicklung konnten gewonnene Erkenntnisse an die beteiligten Betreiber, Planer und Handwerker vermittelt werden. Die im Verlauf eines Projektes gewonnenen Erfahrungen bei der Umsetzung und dem Betrieb einer thermischen Solargroßanlage können zukünftig von den Beteiligten genutzt werden, so dass zukünftigen Projekten dieser Art eigenständig und sinnvoll umgesetzt werden können.

### **4.3 Veröffentlichungen**

Es wurden Beiträge in verschiedenen Zeitschriften, Tagungsbänden und Forschungsberichten veröffentlicht. Diese hatten hauptsächlich zum Inhalt:

- Vorstellung des Förderkonzepts Solarthermie-2000, insbesondere um Interessenten für eine Zusammenarbeit zu finden
- Aufgaben und Tätigkeiten der FH Offenburg im Rahmen von ST-2000
- Informationen über die betreuten ST-2000 Solaranlagen
- Ergebnisse der Anlagenbetreuung
- Wichtige Kriterien für die Auslegung einer thermischen Solargroßanlage

Im einzelnen gab es folgende Veröffentlichungen:

- Himmelsbach, Sascha: *Solarthermie-2000: Untersuchung von solarthermischen Großanlagen*; Tagungsband 3. Symposium der Versorgungstechnik; Fachhochschule Offenburg; Mai 2000
- Bollin, Elmar; Himmelsbach, Sascha: *Wissenschaftlich-technische Begleitung von solaren Großanlagen*; Horizonte Nr.16; Mannheim; Juli 2000
- Bollin, Elmar: *Faszination Sonne*; Ethik Magazin, Heft 2, Hrsg. Referat für Technik- und Wissenschaftsethik an den Fachhochschulen Baden-Württembergs an der FH Karlsruhe, 2000.
- Bollin, Elmar; Klingenberg, Uta-Maria; Himmelsbach, Sascha: *Untersuchungen zum Steuer- und Regelverhalten von solaren Großanlagen zur Trinkwassererwärmung im Rahmen des Solarthermie-2000 Programmes*; Tagungsband Zehntes Symposium Thermische Solar-energie; OTTI Regensburg; Mai 2000
- Bollin, Elmar; Himmelsbach, Sascha; Klingenberg, Uta-Maria: *Solarthermische Demonstrationsanlagen an öffentlichen Gebäuden*; Beiträge aus Forschung und Technik 1999; IAF der FH Offenburg; 2000
- Bollin, Elmar; Himmelsbach, Sascha; Klingenberg, Uta-Maria: *Solarthermie-2000: Fernüberwachung von Thermischen Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung*; Beiträge aus Forschung und Technik 2000; IAF der FH Offenburg; 2001
- Bollin, Elmar; Himmelsbach, Sascha; Klingenberg, Uta-Maria: *Solarthermie-2000: Solar-großanlagen zur Wassererwärmung*; Beiträge aus Forschung und Technik 2001; IAF der FH Offenburg; 2002
- Himmelsbach, Sascha: *Dimensionierung von solaren Großanlagen zur Trinkwassererwärmung*; Wärmetechnik 1/2001; Gentner Verlag; Stuttgart; Januar 2001
- Bollin, Elmar; Himmelsbach, Sascha; Klingenberg, Uta-Maria: *Fernüberwachung von thermischen Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung*; Tagungsband Forum Nachhaltige Energiewirtschaft; FH Offenburg; 15.11.2001
- Bollin, Elmar: *Regelung von solarthermischen Anlagen zur Trinkwassererwärmung*; Tagungsband des XX. Regelungstechnischen Seminars der Bälzstiftung; FH Offenburg; 19. - 22.09.2001