

Solare Dusch- und Beckenwassererwärmung in der albtherme Waldbronn

Sascha Himmelsbach, Elmar Bollin, Uta-Maria Klingenberger
Fachhochschule Offenburg
Badstr. 24, D-77652 Offenburg
Tel.: 0781/205-136; Fax: 0781/205-138
E-mail: himmelsbach@fh-offenburg.de
Internet: www.fh-offenburg.de

Einleitung

Im April 2002 wurde in der albtherme Waldbronn eine thermische Solaranlage zur Unterstützung der Dusch- und Beckenwasserbeheizung in Betrieb genommen. Die Anlage wurde im Rahmen des Förderkonzeptes Solarthermie-2000 gefördert und wird von der Fachhochschule Offenburg wissenschaftlich-technisch begleitet.

Träger der albtherme ist die Kurverwaltungsgesellschaft mbH der Gemeinde Waldbronn. Die albtherme Waldbronn als Therapie- und Freizeitbad mit jährlich ca. 270.000 Besuchern hat eine Beckenlandschaft mit drei Innen- und einem Außenbecken sowie einen großen Saunabereich. Zur solaren Unterstützung der Becken- und Duschwasserbeheizung wurde auf dem Dach des Gebäudes ein 226 m² großes Kollektorfeld aufgestellt. Aus Platzgründen wurde die Flachkollektoren (Fabr. SET) auf zwei parallele Teilfelder aufgeteilt. Die Befestigung der Kollektoraufständerung erfolgte an Blechwannen, die auf das Flachdach gelegt und mit dem vorhandenen Kies beschwert wurden.



Abb. 1: Gebäude und Kollektorfeld der albtherme Waldbronn

Anlagenkonzept

Die folgende Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild der Solaranlage altherme Waldbronn, deren Planung von der *ist EnergiePlan GmbH* durchgeführt wurde. Die Anlagensteuerung erfolgt über die vorhandene DDC.

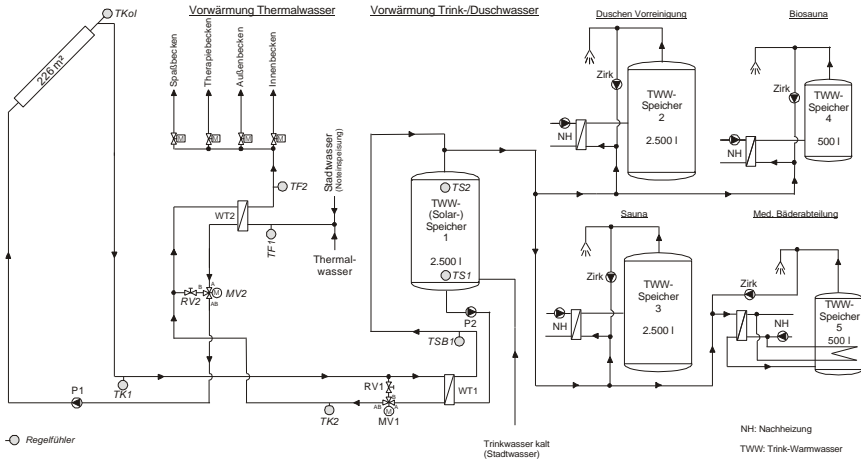


Abb. 2: Prinzipschaltbild der Solaranlage altherme Waldbronn

Funktionsbeschreibung Solaranlage

Bei ausreichender Temperatur der Kollektorkreisflüssigkeit schaltet die Kollektorkreisflüssigkeitspumpe P1 ein und transportiert die in den Kollektoren erzeugte Wärme in den Heizkeller. Dort kann die Energie an zwei Stellen genutzt werden. Zunächst strömt die Kollektorkreisflüssigkeit über den Wärmeübertrager Solarkreis/Trinkwasserkreis (WT1), wo bei ausreichender Temperaturdifferenz zwischen Solarkreis und Trinkwasser-/Solarspeicher die Wärme an den Trinkwasserkreis abgegeben wird. Dazu schaltet P2 ein, so dass das Trinkwasser aus dem Speicher über den Wärmetauscher strömt und solar erwärmt wird. Das so vorgewärmte Trinkwasser strömt bei Warmwasserentnahme in die nachgeschalteten Trinkwasserspeicher der einzelnen Duschbereiche, wo es bei Bedarf auf die gewünschte Warmwassertemperatur nachgeheizt werden kann. Nach Durchströmen des ersten Wärmeübertragers strömt die Solarkreisflüssigkeit über den in Reihe geschalteten Wärmeübertrager Solarkreis/Thermalwasserkreis (WT2), wo bei ausreichender Temperaturdifferenz zwischen Solarkreisflüssigkeit und Thermalwasser die Wärme an das Thermalwasser abgegeben wird. Die Erwärmung des eingespeisten Frischwassers (Thermalwasser) geschieht hier im Direktdurchlaufverfahren. Nach Abgabe der Solarwärme an das Duschwasser und/oder das Beckenwasser strömt die Solarflüssigkeit zu den Kollektoren zurück, wo sie wieder von der eingestrahlten Sonnenenergie erwärmt werden kann.

Zur Begrenzung der Duschwasser bzw. Beckenwassertemperatur sind in den Kollektorkreis zwei 3-Wege-Ventile (MV1, MV2) eingebaut, die durch Anpassung des primärseitigen Volumenstroms über die Kollektorkreiswärmetauscher (WT1, WT2) die sekundärseitige Wassertemperatur regulieren.

Solare Beckenwassererwärmung

Die Hintereinanderschaltung von solarer Duschwasser- und Beckenwassererwärmung hat zum einen den Effekt, dass nach Durchströmen des Wärmeübertragers Solarkreis/Trinkwasserkreis (WT1) die Temperatur der Kollektorkreisflüssigkeit meist noch ausreicht, um das in die Becken nachströmende Thermalwasser (ca. 17 °C) zu erwärmen. Zum anderen wird beim Durchströmen des Wärmeübertragers Solarkreis/Thermalwasserkreis (WT2) die Temperatur des Kollektorkreisrücklaufs zusätzlich abgekühlt, was zu besseren Kollektorwirkungsgraden führt.

Um diese Effekte nutzen zu können war eine Anpassung der Thermalwassernachspeisung erforderlich. Die folgende Abbildung zeigt das Prinzipschaltbild der Frischwassernachspeisung in der albtherme Waldbronn am Beispiel von einem Becken. Die drei weiteren Beckenkreisläufe funktionieren nach dem annähernd gleichen Prinzip.

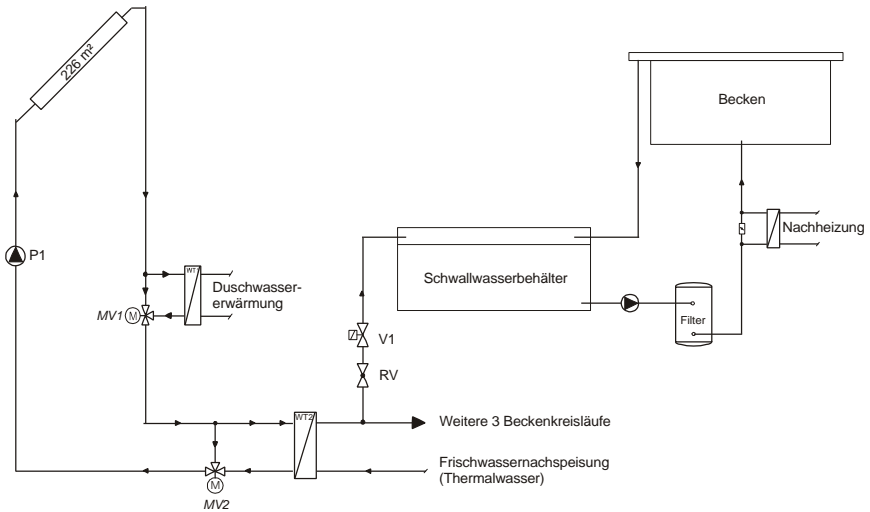


Abb. 3: Prinzipschaltbild der Frischwassernachspeisung in der albtherme Waldbronn

Bevor das Frischwasser in die Schwallwasserbehälter einströmt wird es über den Solar-Wärmetauscher (WT2) geleitet, über den es im Direktdurchlaufverfahren Wärme vom Kollektorkreis aufnehmen kann. Der Wärmetauscher wurde für einen konstanten Volumenstrom von 4 m³/h (primär- und sekundärseitig) dimensioniert. Um auf

der Frischwasserseite diesen konstanten Volumenstrom zu erhalten, wurde im Zulauf zu den Schwallwasserbehältern ein kleiner dimensioniertes Magnetventil (V1) eingebaut und der Volumenstrom über ein vorgeschaltetes Regulierventil (RV) entsprechend einreguliert.

Zur Beibehaltung des konstanten Volumenstroms muss gewährleistet sein, dass im Normalbetrieb nicht mehrere Schwallwasserbehälter gleichzeitig befüllt werden. Dazu wurde eine Vorrangschaltung für die Beckenwassernachspeisung entwickelt, die festlegt, in welcher Reihenfolge die Becken befüllt werden sollen. Ist der erste Schwallwasserbehälter bis zum Sollstand befüllt, dann schließt das entsprechende Magnetventil und das Ventil des nächstrangigen Beckenkreislaufs öffnet, usw.. Mit dieser Schaltung soll erreicht werden, dass möglichst über den gesamten Tag (9.00 – 17.00 Uhr) eine Abnahme der Solarenergie durch das Beckenwasser erfolgen kann.

Ein Großteil der nachgespeisten Frischwassermenge fällt nach den regelmäßig durchzuführenden Filterspülungen an (ca. alle 3 Tage pro Becken). Bei der Filterspülung wird dem Schwallwasserbehälter so viel Wasser entnommen, dass in jedem Fall eine Frischwassernachspeisung erfolgen muss. Deshalb wurde festgelegt, dass die Filterspülung möglichst dann erfolgen soll, wenn eine Einstrahlung von Sonnenenergie zu erwarten ist. Der Zeitpunkt für die Filterspülung wurde von vormals 6.00 Uhr auf 9.00 Uhr (1 Std. vor Öffnung der altherme) verschoben.

Ein Optimum wäre erreicht, wenn die Beckenwassernachspeisung über den gesamten Tag in Abhängigkeit von der zur Verfügung stehenden Solarenergie erfolgen würde. Dies würde bedeuten, dass eine Beckenwassernachspeisung nur erfolgt, wenn eine solare Erwärmung des Frischwassers möglich ist. Steht über einen längeren Zeitraum keine Solarenergie zur Verfügung, so wird unabhängig von der Einstrahlung Frischwasser bis zu einem bestimmten Pegelstand nachgespeist (Trockenlaufschutz).

Die Betriebsweise in Abhängigkeit vom Solarenergieangebot wurde bisher nicht umgesetzt, soll aber im weiteren Testbetrieb der Anlage umgesetzt und untersucht werden. Bis zum März 2003 war das oben beschriebene Konzept für die Frischwassernachspeisung noch nicht vollständig realisiert, weshalb an dieser Stelle noch keine Erfahrungen und Messergebnisse dargestellt werden können.

Dimensionierung

Grundlage der Dimensionierung der Solaranlage waren Zapfprofile, die auf Basis von täglich abgelesenen Zählerständen erstellt wurden. Dabei wurde vorausgesetzt, dass die Frischwassernachspeisung nach dem oben beschriebenen Konzept mit kontinuierlichem konstantem Volumenstrom erfolgt. Daraus ergaben sich die Menge der Thermalwassernachspeisung in die Becken und der Verbrauch an Trink-Warmwasser, woraus letztlich die durchschnittlichen Gesamt-Tagesverbräuche berechnet wurden. Dabei war u.a. zu beachten, dass das Thermalwasser von 17 °C auf max. 40 °C und das Trink-Warmwasser von 15 °C auf 60 °C aufzuwärmen ist. Für den Auslegungsmonat August ergaben sich bezogen auf eine Warmwassertemperatur von 44 °C die in den folgenden Abbildungen dargestellte Zapfprofile mit einem Tagesverbrauch von 27 m³. Zusätzlich dargestellt ist der Jahresverlauf der Monatssummen. Der im Vergleich zum Sommer in

etwa doppelt so hohe Winterverbrauch lässt sich mit den sehr viel höheren Besucherzahlen im Winter erklären.

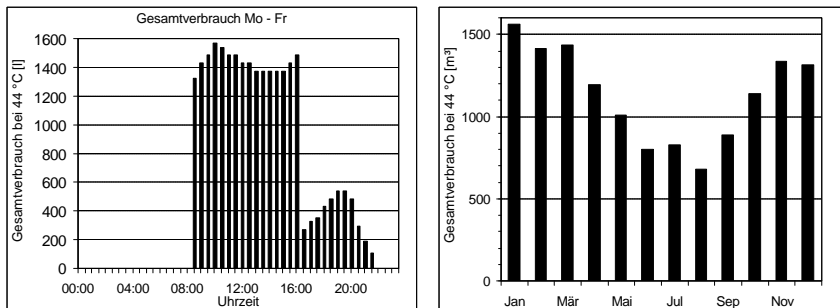


Abb. 4: Tages-Zapfprofil (August, Mo-Fr) und Jahresverlauf der Monatssummen an Warmwasserverbrauch (Trink- und Beckenwasser mit durchschnittlich 44 °C) in der altherme Waldbronn

Bei großen Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung kann man überschlägig von 1 m² aktiver Kollektorfläche für täglich je 70 Liter von 15 °C auf 60 °C zu erwärmendes Wasser ausgehen. Für die altherme Waldbronn ergab sich bezogen auf 44 °C Warmwassertemperatur eine Gesamtkollektorfläche 226 m².

Kennzahlen

Die T°Sol-Anlagensimulation auf Basis der Anlagenkennwerte ergab für die Solaranlage altherme Waldbronn folgende zu erwartenden Kennzahlen:

Einstrahlung auf gesamtes Kollektorfeld:	306.238	kWh/a
Ertrag aus Solarsystem:	123.788	kWh/a
Systemnutzungsgrad:	40,4	%

Kosten

Die gesamten Investitionskosten für die Solaranlage der altherme Waldbronn beliefen sich einschl. der Planungskosten auf 160.478 € (inkl. MwSt.), was einem spez. Anlagenpreis von 686 €/m² entspricht. Die Kosten sind vor allem deshalb relativ niedrig, weil Teile der vorhandenen Anlagentechnik (z.B. Solarspeicher) für die Solaranlage mitverwendet werden konnte. Aus den Investitionskosten und dem zu erwartenden Jahresertrag ergeben sich voraussichtliche solare Nutzwärmekosten von 0,11 €/kWh.

Die Solaranlage altherme Waldbronn wurde aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des Förderkonzeptes Solarthermie-2000 unter dem Förderkennzeichen 0329652P zu 60 % gefördert, die Messtechnik zu 100 %.