

Solaranlagen, wie sie Hersteller in Deutschland verkaufen, sind für südliche Länder technisch zu aufwändig und zu teuer. Für die Mittelmeer-Region eignen sich stattdessen Thermosiphon-Anlagen, die aufgrund natürlicher Konvektion arbeiten und keine Pumpen benötigen. Dafür entwickelt die Hochschule Ingolstadt im Kompetenzfeld Erneuerbare Energien eine serien-nahe Prototypenanlage und setzt auf automatisierte Testläufe mit einem Mess- und Regelsystem.

90 % der weltweit installierten Solaranlagen sind Thermosiphon-Anlagen. Der Grund: Sie kommen ohne herkömmliche Pumpen und Steuerung aus. Das macht die Anlagen zur Warmwasseraufbereitung zum Einen kompakt und wirtschaftlich, zum Anderen entfallen durch den einfachen Aufbau Wartungsarbeiten. Nun eignen sich solch einfach gehaltene Anlagen vor allem für Länder mit vielen Sonnenstunden und gemäßigttem Klima, in denen die Bevölkerung gleichzeitig über eine geringere Kaufkraft, als beispielsweise in Deutschland, verfügt. Die Regionen rund um das Mittelmeer erfüllen diese Kriterien. Wollen deutsche Solaranlagen-Hersteller Zugang zu diesem südeuropäischen Markt bekommen, müssen Sie dafür zunächst technisches Know-how aufbauen. Hilfe bekommen die in Deutschland ansässigen Solarthermie-Hersteller dabei vom Kompetenzfeld Erneuerbare Energien der Hochschule Ingolstadt. Dort schaffen Mitarbeiter gerade die wissenschaftlichen Grundlagen für solche Thermosiphon-Anlagen. Das erklärte Ziel ist die Entwicklung einer marktangepassten, seriennahen Prototyp-Anlage.

Funktionsprinzip im Detail

Thermosiphon-Anlagen bestehen im Wesentlichen aus drei Komponenten: dem thermischen Solar-Kollektor, dem Warmwasserspeicher und der Verrohrung zwischen Kollektor und Speicher. Der Energietransport basiert dabei auf natürlicher Konvektion, wodurch sich eine Pumpe zur Zwangsumwälzung einsparen lässt. Die natürliche Konvektion entsteht dadurch, dass Wasser bei unterschiedlicher Temperatur eine unterschiedliche spezifische Dichte aufweist. Durch den Kollektor erhitztes Wasser steigt aufgrund seines geringeren Gewichts zum Warmwasserspeicher auf, während gleichzeitig kälteres Wasser in einer anderen Leitung abwärts sinkt. Das



Funktionsprinzip der Thermosiphon-Anlage ist in Abbildung 1 dargestellt. Der Nachteil bei dieser Technik: Der Wasserbehälter muss oberhalb des Kollektors montiert sein. Abbildung 2 zeigt eine auf dem Dach montierte Thermosiphon-Anlage mit Warmwasserbehälter. Der größte Vorteil der Thermosiphon-Technologie ist, dass die Anlage keine Steuerung benötigt, denn der Volumenstrom basiert auf einem selbstregulierenden Prinzip. Je stärker die Sonne scheint, desto höher sind die Durchflussraten durch den Kollektor.

Einer der wissenschaftlichen Mitarbeiter an der Hochschule Ingolstadt ist Sebastian Brandmayr. Er ist für den Thermosiphon-Solaranlagen-Prüfstand verantwortlich, und erklärt den Aufbau und seine Besonderheiten.

Für die Vermessung des Prototyps

Für Thermosiphonanlagen gilt die Prüfnorm ISO 945-2. Diese Norm schreibt pro Anlage mindestens vier gültige Einzeltesttage vor, von denen jeder einzelne 12 Stunden dauert. An sie

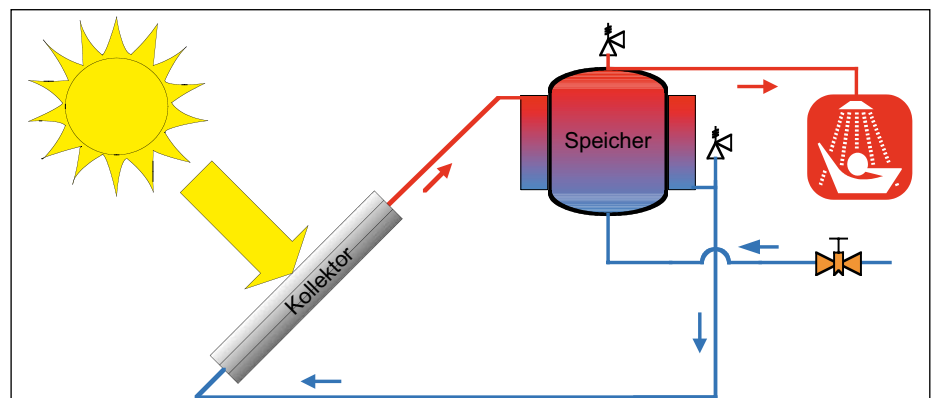


Abb. 1: Das Funktionsprinzip einer Thermosiphon-Anlage basiert dabei auf natürlicher Konvektion
(Bild: Hochschule Ingolstadt)

muss sich Sebastian Brandmayr halten. Dadurch kann er die verschiedenen Anlagen, die er testet, nachher auch vergleichen. Da die Anlagen für den sonnigeren Süden gedacht sind, gehört das Verfolgen des Wetterberichts zu Brandmayrs täglicher Arbeit. „Wenn ein solcher Mess-Tag ansteht, muss der Speicher der Anlage zunächst mit Kaltwasser befüllt werden, anschließend wird der Prüfstand nach draußen geschoben“, erklärt Brandmayr. Der hat dort einen festen Platz, von dem Brandmayr weiß, dass keine Bäume oder Gebäude im Laufe des Tages Schatten auf den Kollektor werfen. In dieser Zeit wird der Prüfstand sich selbst überlassen. Ein Datenlogger zeichnet dabei an verschiedenen Stellen mit Pt100-Sensoren die Temperaturen des Wassers auf, ebenso wie ein Pyrometer über den gesamten Tag die Wärmestrahlung ermittelt. Zusätzlich befinden sich am Prüfstand noch weitere Druck- und Durchflusssensoren. Mit Hilfe all dieser Daten errechnet Brandmayr dann die nutzbare Energie, die im System vorhanden ist. Insgesamt sind vier Test-Tage vorgeschrieben, doch je mehr Mess-Tage er investiert, desto zuverlässiger ist die abschließende Jahresprognose. Deshalb versucht der Maschinenbauingenieur auf acht bis neun Messungen pro Anlage zu kommen.

Weitere Tests notwendig

Doch für den Normtest sind weitere Versuche notwendig. So muss der durch die Sonne beladene Speicher vor der Entnahme vollständig durchmischte werden, um die maximal erreichbare Warmwasserleistung zu bestimmen. Zudem muss Brandmayr die sogenannte Speicher-verlustsequenz fahren. Bleibt der durchmischte Speicher über Nacht stehen, kann bestimmt werden, wie viel Energie über Nacht verloren geht. Für die Stagnationssicherheit prüft er weiterhin, wie lange der Prüfstand in der Sonne stehen bleiben kann, ohne dass Warmwasser entnommen wird und ohne dass der Speicher zu heiß wird oder unter zu hohen Druck gerät. Hat er alle Daten der Zwölf-Stunden-Zyklen plus die, der vorgeschriebenen Tests, kann eine Versuchsauswertung durchgeführt und eine Jahresprognose erstellt werden.

Mess- und Regelsystem

„Vor allem wegen der Prozesssicherheit trafen wir die Entscheidung, die Testabläufe zu automatisieren“, begründet Sebastian Brandmayr. Zum Erst-Kontakt zwischen Brandmayr und dem Unternehmen Delphin kam es dann auf der Sensor + Test in Nürnberg, einer Messtechnik-Messe. Mittlerweile läuft das Mess- und Regelsystem TopMessage mit der ProfiSignal-Software von Delphin seit eineinhalb Jahren in der Thermosiphon-Prüfanlage zur Zufriedenheit des Verantwortlichen. Die Inbetriebnahme des Systems übernimmt in der Regel das Unternehmen, in diesem Fall machte Brandmayr jedoch ein Studenten-Projekt daraus. Bei Problemen, die sich während der Erstellung des Prüfablaufs ergaben, half die Support-Abteilung von Delphin. Die kompetente und zügige Hilfe der Mitarbeiter dort vor Ort überzeugten den



Abb. 2: Der Wasserbehälter einer Thermosiphon-Anlage befindet sich oberhalb des Kollektors (Bild: Hochschule Ingolstadt)



Abb. 3: Das Mess- und Regelsystem TopMessage mit der ProfiSignal-Software von Delphin läuft mittlerweile seit eineinhalb Jahren in der Thermosiphon-Prüfanlage

Prüfstand-Verantwortlichen. Diese Tatsache sowie die übersichtliche Gestaltung der ProfiSignal-Software lassen ihn heute über ein weiteres TopMessage-Gerät für einen anderen, deutlich komplexeren Prüfstand nachdenken.

Modulares System

Die Hardware des Mess- und Regelsystems, TopMessage, ist modular aufgebaut. Das Gerät kann einfach durch Slave-Geräte ergänzt werden. Pro Slave-Gerät lassen sich weitere zwei I/O-Module integrieren, wodurch ein einziges Master-Slave-System auf bis zu 1.000 Kanäle erweitert werden kann. Neben den physikalisch angeschlossenen Kanälen greift Brandmayr auf virtuelle Kanäle zurück. Mit denen kann er Logikfunktionen realisieren, Regelkreise umsetzen und bestimmte Parameter bereits in der Datenvorverarbeitung berechnen. In dem integrierten, maximal 1 GByte großen Datenspeicher lassen sich Speichergruppen erzeugen. Dadurch erhält man verschiedene Daten-Files, die die Auswertung übersichtlicher machen. Das System ist triggerbar, so dass das Messsystem nur dann

Daten speichert, wenn Ereignisse vorliegen, die auch gespeichert werden sollen. Diesen erweiterten Funktionsumfang nutzt Brandmayr jetzt dazu, die Prüfzyklen auch auf die zweite gültige Norm, die ISO 9459-5, anzupassen.

Autorin
Stephanie Nickl
messtec drives Automation



SPS/IPC/Drives · Halle 7A · Stand · 630

KONTAKT

Hochschule Ingolstadt, Ingolstadt
Kompetenzfeld Erneuerbare Energien
Tel.: +49 841 9348 631
sebastian.brandmayr@haw-ingolstadt.de
www.haw-ingolstadt.de

Delphin Technology AG, Bergisch Gladbach
Tel.: +49 2204 97685 0
info@delphin.de · www.delphin.de