

# Teststand für Regler von solarthermischen Großanlagen

Uta-Maria Klingenberger / Elmar Bollin / Sascha Himmelsbach

Fachhochschule Offenburg

Badstraße 24, 77652 Offenburg

Tel.: (0049-781) 205122, Fax: (0049-781) 205138

E-Mail: klingenberger@fh-offenburg.de

www.fh-offenburg.de/mv/st2000

## 1. Einleitung

An der Fachhochschule Offenburg werden seit 1999 im Rahmen des Förderkonzeptes Solarthermie-2000 solarthermische Großanlagen zur Trinkwassererwärmung mit einer Kollektorfläche größer als 100 m<sup>2</sup> wissenschaftlich begleitet.

Im Rahmen der Begleitforschung tauchen oft Probleme mit der Regelungstechnik auf. Nicht nur unsachgemäße Installation sondern auch Fehlfunktionen der Regler speziell für Großanlagen führt zu nicht optimalem Betrieb oder gar Störungen.

## 2. Ziele der Reglertests

Das Ziel der Reglertests ist die Beurteilung eines Solarreglers in Bezug auf seine Funktionalität und Einsatztauglichkeit für solare Großanlagen. Bei der Prüfung des Reglers wird Fragestellungen nachgegangen wie: „Ist die angegebene Funktionalität auch so umgesetzt?“ und „Werden die vorgegebenen Parameter eingehalten?“.

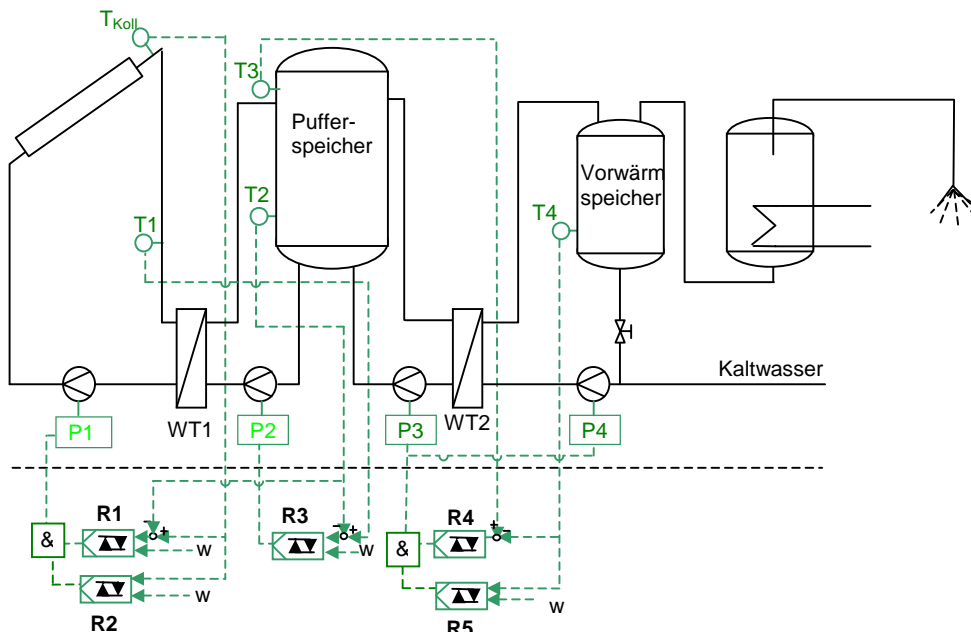


Bild 1: Beispiel für ein Regelkonzept für eine solarthermische Großanlage dargestellt nach VDI 3814

Die in der ENV 12977-2 behandelten Prüfvorschriften reichen oft für die umfangreichen Regelfunktionen (vergl. Bild 1) bei solaren Großanlagen nicht aus /1/. Deshalb müssen neue Methoden entwickelt werden, um Regler für Großanlagen zu prüfen. Eine Möglichkeit hierzu bietet der im Folgenden beschriebene Teststand.

Die Beurteilung, ob ein Regler anhand der Anzahl der Ein- und Ausgänge und der möglichen Regelstrategien speziell für Großanlagen geeignet ist und ob Zusatzanforderungen wie z.B. eine sogenannte Legionellenschaltung fehlen, ist erst nach intensiver Recherche möglich.

Aber nicht nur die Einsatzmöglichkeit der Regler für Großanlagen soll getestet werden, sondern auch deren Funktionalität.

### 3. Der Teststand

Die Eingangsgrößen eines Solarreglers sind **Temperaturen, solare Einstrahlung** oder **Volumenstrom**. Die Ausgangsgrößen eines Reglers sind Schaltsignale für Pumpen (als „Ein-Aus“ Signal oder stetig) und Misch- oder Umschaltventile. Um einen Regler zu testen, müssen ihm diese Eingangsgrößen geliefert werden und die Reaktion des Reglers gemessen werden.

Dies wurde mit dem in Bild 2 dargestellten Regerteststand verwirklicht.

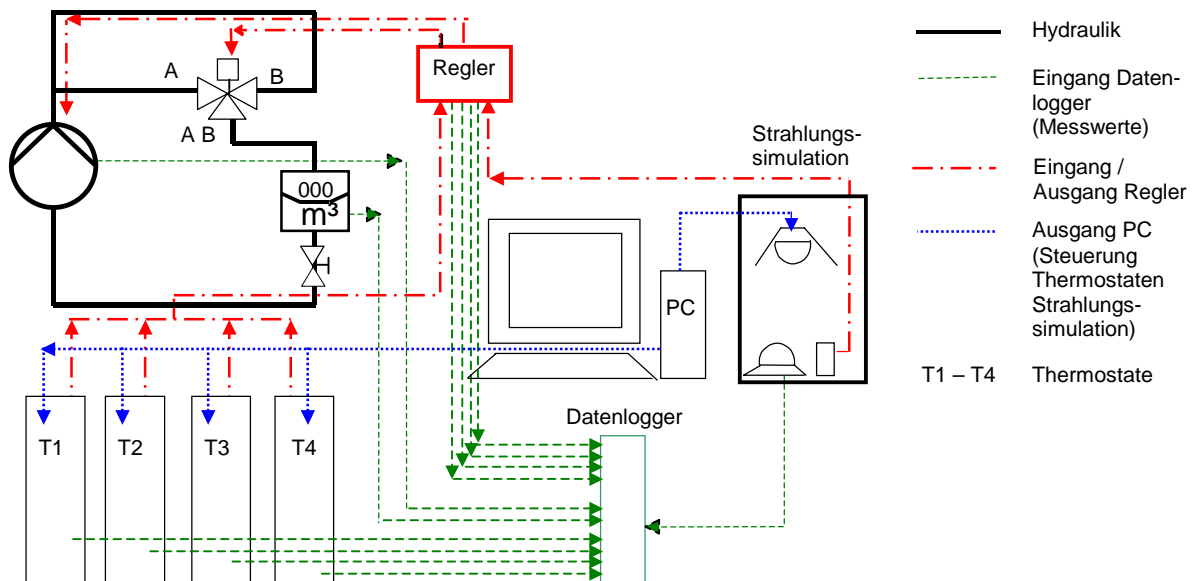


Bild 2: Schematische Darstellung des Reglerteststandes an der Fachhochschule Offenburg

Der Teststand unterteilt sich in drei voneinander getrennte Bereiche:

- Erzeugung der „Eingangsdaten“ für den Solarregler.
- Der zu testende Regler mit den zugehörigen Originalsensoren und Ausgängen
- Messtechnik zur getrennten Messung der „Eingangsdaten“ und der „Ausgangsdaten“ des Reglers.

Der Hydraulikkreis ist notwendig, um auch die Regelung des Volumenstromes überprüfen zu können.

Die **Temperaturen** und Temperaturverläufe als Eingangsdaten werden mit vier Thermostaten erzeugt, die über den PC angesteuert werden können. Soll die Kollektorkreispumpe über einen Strahlungssensor eingeschaltet werden, kann die **solare Einstrahlung** von einer dimmbaren Leuchte simuliert werden. Die Generierung von **Volumenströmen** als Eingang für einen Regler ist derzeit noch nicht möglich, ist jedoch in der Planung.

Die Ausgangsdaten des Reglers werden als Statussignal für Pumpe oder Ventil gemessen und aufgezeichnet. Bei geregelten Pumpen wird außerdem der Volumenstrom erfasst.

Zusätzlich zu den Anzeigen am Regler werden die Temperaturen und die simulierte Solarstrahlung mit den zugehörigen Sensoren des Teststandes gemessen. Dadurch kann der Test unabhängig von der Art der verwendeten Reglersensoren oder eines Displays am Regler durchgeführt werden.

#### **4. Definition der Regelfunktionen**

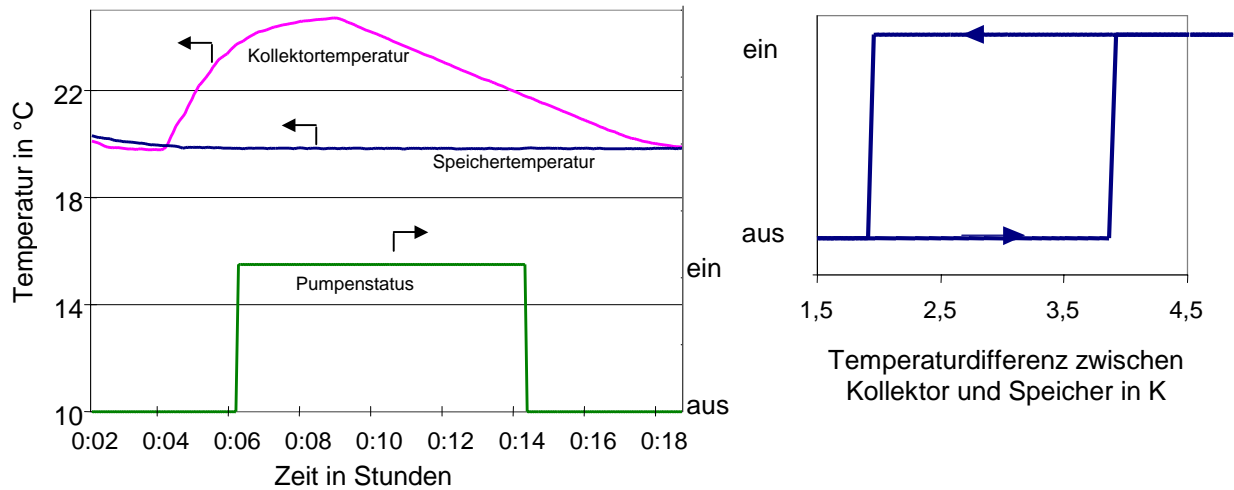
Zuerst werden die für die Regelung einer solarthermischen Großanlage notwendigen Funktionen definiert. Dies sind zum Beispiel Regelung mit externem Wärmeübertrager und Maximaltemperaturbegrenzung im Speicher. Sind diese Mindestvoraussetzungen erfüllt, kann damit eine Anlage mit den nötigsten Grundfunktionen geregelt werden.

Zusätzlich werden wünschenswerte Funktionen definiert. Dies sind zum Beispiel die Umschaltung zwischen mehreren Speichern oder eine Legionellenschaltung. Weitere im Regler eventuell vorhandene Funktionen für Großanlagen werden als Zusatzfunktionen definiert und ebenfalls untersucht.

#### **5. Testablauf**

Die zuvor definierten Regelfunktionen werden überprüft. Die meisten Regelvorgänge sind Temperaturdifferenzregelungen. So schaltet zum Beispiel die Kollektorkreispumpe in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen Kollektor und Speicher ein bzw. aus. Die beiden Temperaturen werden in den Thermostaten simuliert und der Ein- bzw. Ausschaltzeitpunkt der Pumpe gemessen. Dies wird für Speicher-

temperaturen von 10 bis 80 °C jeweils in 10 K Schritten wiederholt, so dass die Konstanz der Hysterese überprüft wird. Die Bilder 3 und 4 zeigen beispielhaft einen Temperaturverlauf und die Reaktion des Reglers, der die Kollektorkreispumpe einschaltet.



Bilder 3 und 4: Messwerte bei der Temperaturdifferenzregelung der Kollektorkreispumpe beispielhaft bei einer Speichertemperatur von 20 °C

Bild 5 zeigt den Testablauf, wenn der Regler die solare Einstrahlung als Schaltkriterium der Kollektorkreispumpe benötigt.

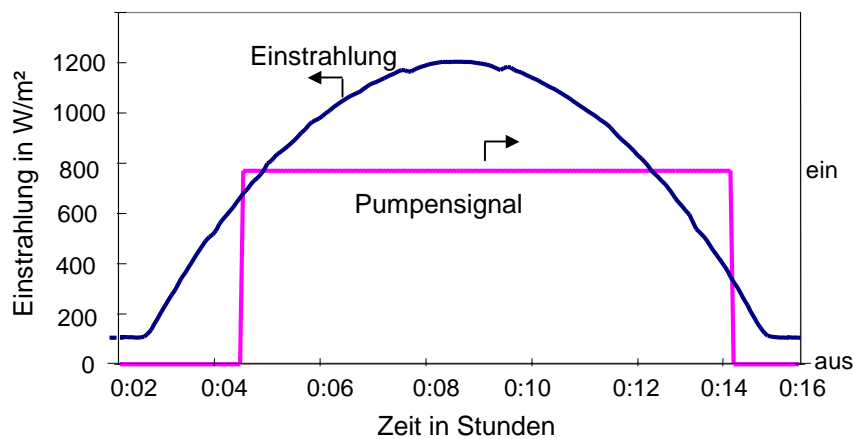


Bild 5: Messwerte bei der Strahlungssteuerung der Kollektorkreispumpe

So wie in den beiden Beispielen dargestellt, werden sämtliche Funktionen des Reglers getestet. Damit wird geprüft, ob die vom Hersteller beschriebenen Funktionen umgesetzt sind und ob die angegebenen oder eingestellten Parameter eingehalten werden.

Am Ende des Tests steht zum Beispiel die zusammenfassende Aussage: *„Dieser Regler ist für die Regelung und Steuerung von solarthermischen Großanlagen geeignet. Wünschenswert wäre ein zusätzlicher Sensoreingang für die Maximaltemperaturbegrenzung. Es können mehrere Speicher verschaltet werden, es ist jedoch nicht möglich eine direkte Erwärmung zu regeln. Es ist eine Legionellenschaltung nach den Vorschriften des Arbeitsblattes DVGW – W551 enthalten. Die beschriebenen Funktionen wurden im Test erfüllt und die Parameter eingehalten“.*

## **6. Ausblick**

Eine Herausforderung bei der Regelung von solarthermischen Großanlagen stellt immer noch die Regelung des Anlagentyps „Direkte Erwärmung“ dar /2/, /4/. Die Regelaufgabe ist hierbei, die Entladepumpe in Abhängigkeit vom Zapfvolumenstrom zu regeln. Deshalb ist geplant, den Reglerteststand auch um diese Funktion zu erweitern. Es ist dann eine Überprüfung und Beurteilung der verschiedenen Regelstrategien aller üblichen Anlagentypen möglich.

## **7. Zusammenfassung**

Seit Anfang 2004 ist an der Fachhochschule Offenburg ein Teststand für Solarregler für Großanlagen im Einsatz. Erste Tests wurden erfolgreich durchgeführt. Mit dem Teststand ist es möglich, eine Aussage über die Eignung eines Regler für die speziellen Anforderungen in solarthermischen Großanlagen zu treffen. Es wird geprüft, ob die notwendigen Grundfunktionen erfüllt werden, welche weiteren Zusatzfunktionen enthalten sind und ob sie wie beschrieben umgesetzt sind. Damit wird dem Planer, Betreiber aber auch dem Hersteller eine Beurteilung der Eignung des Reglers für Großanlagen ermöglicht.

### Literatur:

- /1/ Markus Peter, Harald Drück, „Testing of Controllers for thermal Solar Systems“, Proceedings of ISES Solar World Congress, Göteborg 2003
- /2/ Uta-Maria Klingenberger, Elmar Bollin, Sascha Himmelsbach; „Untersuchungen zum Steuer- und Regelverhalten von solaren Großanlagen zur Trinkwassererwärmung im Rahmen des Solarthermie-2000 Programms“, Zehntes Symposium Thermische Solarenergie in Staffelstein, Juni 2000
- /3/ Uta-Maria Klingenberger, „Regelung und Steuerung von solarthermischen Großanlagen zur Brauchwasserbereitung“; Diplomarbeit an der Fachhochschule Offenburg; 2000
- /4/ F.-A. Peuser, R. Croy, U. Rehrmann, H. P. Wirth; „Solare Trinkwassererwärmung mit Großanlagen, Praktische Erfahrungen“; TÜV-Verlag; 1999

# Test Facility for Controllers for Large-Scale Thermal Solar Systems

Uta-Maria Klingenberger / Elmar Bollin / Sascha Himmelsbach

University of Applied Sciences Offenburg

Badstraße 24, 77652 Offenburg

Tel.: (0049-781) 205122, Fax: (0049-781) 205138

E-Mail: [klingenberger@fh-offenburg.de](mailto:klingenberger@fh-offenburg.de)

[www.fh-offenburg.de/mv/st2000](http://www.fh-offenburg.de/mv/st2000)

## Abstract

The project group „Solarthermie-2000“ at the University of Applied Sciences Offenburg supervises large-scale thermal solar systems since 5 years. Thereby often problems with the control technology occur.

Therefore a test facility for solar controllers was planned and built:

The inputs of a solar controller are temperature, irradiation or flow rate. The controller has to compare the input values and generate an output, which switches a valve or a pump.

At the test facility the temperatures are real generated, not in a solar plant but in a thermostat. The irradiation is simulated by a lamp which can be controlled. The temperature, temperature pattern or the radiation are produced by a computer and used as the inputs of the controller. Thereby the provided original sensors of the controller can be used. The controller creates outputs which are measured with a data acquisition system. A hydraulic circle enables to measure the flow rate when a variable pump control is used.

Since the beginning of 2004 the test facility is in use and first tests were performed successfully. The testing enables to make a statement about the applicability of a controller for the special needs in large-scale solar systems. It is tested if the essential functions are accomplished and which further capacities the controller has. These results allow the planner, operator but also manufacturer an evaluation of the suitability of a controller for a large-scale thermal solar system.