

# Solare Kühlung mit Parabolrinnenkollektoren im REACT Projekt

Dirk Krüger\*, Yuvaraj Pandian und Klaus Hennecke

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e. V.,  
Institut für Technische Thermodynamik, Solarforschung,  
Linder Höhe, 51147 Köln

---

## Zusammenfassung

Das Projekt REACT hat zum Ziel, durch Realisierung von zwei Demonstrationsanlagen für solare Kühlung mit Parabolrinnenkollektoren Technologietransfer und Marktentwicklung in den Zielländern des Mittelmeerraumes anzustoßen. Eine Anlage soll als Innovation mit direkter Dampferzeugung im Kollektorfeld betrieben werden. Am Teststand SOPRAN des DLR in Köln-Porz wird ein entsprechender Systemtest vorbereitet. Neben den Wirkungsgradmessungen werden Untersuchungen zum Betriebsverhalten des Gesamtsystems durchgeführt, die als Basis für optimierte Auslegung und sicheren Betrieb der Demonstrationsanlage im Zielland dienen.

---

## 1 Einführung und Ziele

Im Rahmen des Projektes REACT (Self-sufficient Renewable Energy Air-Conditioning system for Mediterranean countries) werden in den Partnerländern Marokko und Jordanien Demonstrationsanlagen einer gemeinschaftlich neu entwickelten solaren Kühlung aufgestellt. Dazu werden Parabolrinnenkollektoren und Absorptionskältemaschinen kleiner Bauart verwendet. Die Projektpartner sind:

CREAR – Centro Interdipartimentale per la Ricerca sulle Energie Alternative e Rinnovabili, Uni Florenz,  
Solitem – Kollektorhersteller, Aachen, Ankara  
DLR – Solarforschung, Köln, Stuttgart, Almeria  
SHAP – Solar Heat and Power, Rom  
NERC –National Energy Research Center, Amman  
CDER – Centre de Development des Energies Renouvelables, Marrakesch  
ALMEE - Lebanese Association for Energy Saving & Environment, Beirut

Zur Vorbereitung der Demonstration wurde der PTC1800 Kollektor der Firma Solitem beim DLR mittels optischer und thermischer Testverfahren charakterisiert<sup>[1]</sup>. Die Ergebnisse fließen in die derzeit bei SOLITEM laufende Entwicklung und Fertigung der nächsten Kollektorgeneration.

In Jordanien ist die Realisierung des innovativen Konzeptes mit solarer Dampferzeugung im Kollektorfeld vorgesehen. Um zuverlässige Auslegungsgrundlagen zu schaffen und erste Betriebserfahrungen zu sammeln wird an dem bestehenden solaren Dampferzeuger SOPRAN des DLR in Köln-Porz ein Systemtest durchgeführt..

## 2 Planung

Der Testaufbau umfasst alle zentralen Bauteile der künftigen Demonstrationsanlagen: Kollektor, Kältemaschine und Balance of Plant (BOP) mit Dampftrommel, Pumpen und Ausgleichsbehälter. Im Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema der geplanten Anlage (Bild 1) sind zusätzlich Rohrleitungssysteme, Instrumentierung zur thermischen Charakterisierung und physikalische Daten des durchströmenden Wassers oder Dampfes dargestellt. Im Solarfeld wird Wasser erhitzt und teilweise verdampft. Das Zweiphasengemisch wird in der Dampftrommel („Steam drum“ in Bild 1) getrennt. Der Satttdampf gelangt von dort in die Kältemaschine, wo er den Verdampfer des Kältemittelkreislaufs heizt und dabei kondensiert. Eine Pumpe hinter der Kältemaschine fördert das Kondensat zurück in den Hauptkreislauf, wo es mit dem aus der Dampftrommel zuströmenden Wasser wieder in das Solarfeld befördert wird.

Die in den geplanten Demonstrationsanlagen vorgesehenen Verbraucher – Klimaanlage im Kaltwasserkreislauf , Brauchwassererwärmung im Warmwasserkreislauf – werden im Testaufbau durch Trockenkühler simuliert.

Der Solarkreislauf ist im kalten Zustand vollständig mit Wasser gefüllt um das Eindringen von Luft zu vermeiden und Korrosion vorzubeugen. Durch die Volumenvergrößerung des im Betrieb erwärmten und teilweise verdampften Wassers wird Flüssigkeit aus dem Kollektorkreislauf in einen Ausgleichsbehälter verdrängt. Um Druckschwankungen aufgrund strahlungsbedingter Änderungen des Dampfolumens gering zu halten, muss das Gaspolster im Ausgleichsbehälter hinreichend groß dimensioniert werden. Am Teststand soll der Betrieb ohne aktive Regeleinriffe für das Wassermanagement erprobt werden.

\* Korrespondenzautor: Tel.: +49 2203 601 2661; Fax: +49 2203 601 4141; e-mail: [dirk.krueger@dlr.de](mailto:dirk.krueger@dlr.de)

## Steam Loop, Cologne Piping & Instrumentation Diagram

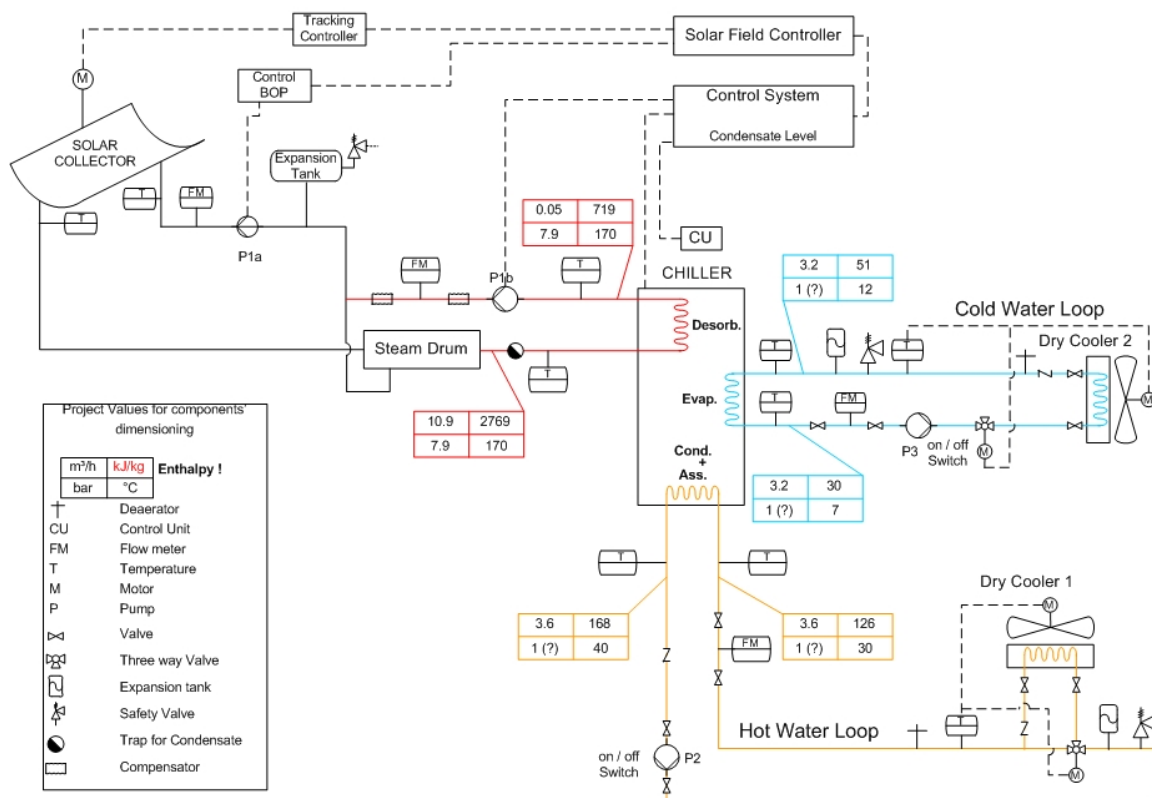


Bild 1: Rohrleitungs- und Instrumentierungsschema

Kalt- und Warmwasserkreislauf der Kältemaschine werden während der Tests möglichst auf konstantem Temperaturniveau gefahren, damit die Effekte variierender Temperaturen zwischen Solarfeldkreislauf und Kältemaschine auf den COP (Coefficient of performance) der Kältemaschine erkannt werden können. Allerdings sollen auch Tests mit erhöhter Temperatur im Warmwasserkreislauf erfolgen, da in den Demonstrationsanlagen höhere Temperaturen für die Brauchwassererwärmung von Interesse sein können. Die dabei in Kauf zu nehmende Reduzierung des COP soll in diesen Tests ermittelt werden.

In jedem Kreislauf sind Durchfluss- und Temperaturmessungen für die Bilanzierung vorgesehen. Die Messtechnik wird so ausgewählt, dass eine Messunsicherheit um 2% erreicht wird. Die Tests werden bei Dampftemperaturen zwischen 150°C (Mindesttemperatur für die Kältemaschine) und 190°C (10 K unter der maximal erlaubten Temperatur für die Testanlage) gefahren.

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Neben der Ermittlung von Wirkungsgraden im stationären Betrieb sollen Erfahrungen über die An- und Abfahrvorgänge gesammelt werden. Im Vordergrund steht dabei eine Grundlage zu schaffen für eine Planung der Demonstrationsanlage in Jordanien, die später einen möglichst stabilen Betrieb sichert. Durch Beteiligung von Personal aus den Zielländern an Vorbereitung und Durchführung des Systemtests in Köln-Porz wird eine kompetente vor Ort Betreuung der zukünftigen Demonstrationsanlagen vorbereitet.

*Die Projektpartner danken der Europäischen Kommission – DG Research für die Unterstützung des REACT-Projektes (Project no. 015434).*

### Literatur

[1] Krüger, D.; Pandian, Y.; Hennecke, K.; Schmitz, M.: Parabolic trough collector testing in the frame of the REACT project, Conference on Desalination and the Environment, April 22-25 (2007) Halkidiki, Greece