

# P3 - Solare Prozessdampferzeugung für einen Industriebetrieb

Dirk Krüger\*, Klaus Hennecke, Thomas Meyr<sup>1</sup>, Anette Anthrakidis<sup>1</sup>, Marcus Walder<sup>2</sup>, Ahmet Lokurlu<sup>3</sup>, Karim Saidi<sup>3</sup>, Stephan Fischer<sup>4</sup>, Reiner Croy<sup>5</sup>

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

---

## Kurzzusammenfassung

Im P3 Projekt wurde ein Feld mit Parabolrinnenkollektoren aufgestellt, das mittels der sogenannten Direktverdampfung Satttdampf für eine Produktionsanlage bereitstellt. Durch den direkten Anschluss an die Dampfschiene konnte das Solarsystem vergleichsweise einfach nachgerüstet werden. Erste Tests zeigen eine unproblematisches Anlagenverhalten.

---

## 1 Einführung und Ziele

Parabolrinnenkollektoren werden bereits in verschiedenen Anlagen zur Prozesswärmeerzeugung eingesetzt (Krüger et al). Erstmals wird im Rahmen dieses Forschungsprojektes (P3 - Pilotanlage zur solaren Prozessdampferzeugung mit Parabolrinnenkollektoren) Prozessdampf direkt in den Absorbern der Kollektoren erzeugt und in ein konventionelles Dampfnetz eingespeist. Das Projekt soll zeigen, wie die Direktverdampfung technisch umgesetzt werden kann und welche Kosten damit verbunden sind. Die Anlage wurde mit aufwändiger Messtechnik ausgerüstet, wodurch ein begleitendes Monitoring ermöglicht wird. Im Betrieb werden An-, Abfahrverhalten, und stationärer Verlauf untersucht sowie Wärmemengen und elektrischer Verbrauch erfasst.

## 2 Layout

Das Solarfeld erzeugt Satttdampf bei einem Druck von 4 bar absolut und einer Temperatur von 143°C, der in die Dampfschiene der Eloxieranlage der Firma Alanod in Ennepetal eingespeist wird. Dort werden unter anderem hochreflektive Aluminiumbänder für solare Anwendungen produziert. Auch im aufgestellten Kollektor wurden diese Reflektorbleche verwendet.

Das Kollektorfeld mit einer Aperturfläche von 108m<sup>2</sup> auf dem Dach der Produktionshallen besteht aus Parabolrinnenkollektoren des Typs PTC1800 der Firma Solitem in denen Alanod Reflektorbleche verwendet werden (Abbildung 1). Für eine Aufstellung der Kollektoren in etwa Nord-Süd-Richtung mussten kurze Reihen mit nur jeweils zwei Modulen gebildet werden, die über einen Seilzug miteinander verbunden sind.



Abbildung 1: Solarfeld mit 108m<sup>2</sup> Parabolrinnenkollektoren

Eine Pumpe fördert Wasser aus der Dampftrommel durch die in Reihe verschalteten Absorberrohre des Kollektorfeldes, wo ein Teil des Wassers verdampft. Von dort strömt die Wasser-Dampf Mischung in die

\* Korrespondenzautor: Tel.: 02203-601-2661, Fax: 02203-601-4141, E-mail: dirk.krueger@dlr.de

<sup>1</sup> Solarinstitut Jülich, FH Aachen, Heinrich-Mußmann-Str. 5, 52428 Jülich

<sup>2</sup> Alanod GmbH & Co. KG, Egerstr. 12, 58256 Ennepetal

<sup>3</sup> Solitem GmbH, Uersfeld 24, 52072 Aachen

<sup>4</sup> Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Pfaffenwaldring 6, 70550 Stuttgart

<sup>5</sup> ZfS-Rationelle Energietechnik GmbH, Verbindungsstr. 19, D-40723 Hilden

Dampftrommel und wird unter dem Einfluss der Schwerkraft getrennt. Überschreitet der Druck im solaren Dampferzeuger 4 bar, wird über ein Rückschlagventil in die Dampfschiene der Produktion eingespeist (Abbildung 2). Eine Speisewasserpumpe, geregelt über den Füllstand der Dampftrommel, füllt der Anlage neues Speisewasser zu, bis das nötige Niveau in der Dampftrommel erreicht ist.

Das bei Sonne aufgebaute Dampfvolumen wird bei Abkühlung der Anlage (meist abends) allmählich durch Luft ersetzt, die durch einen Vakuumbrecher oberhalb der Dampftrommel eintritt. Beim erneuten Anfahren wird zunächst das Wasser des Kollektorkreislaufs rezirkuliert bis sich Dampf bildet. Dieser vermischt sich jedoch zunächst mit der Luft, was bei der späteren Wärmeübertragung an den Verbrauchern hinderlich ist, denn bereits geringe Luftanteile können die Wärmeübertragung erheblich verringern. Das Dampf-Luftgemisch wird über ein Entlüfterelement im Kondensatabscheider kurz vor der Einspeisung in das Dampfnetz abgeschieden, bis es eine Temperatur von 130°C erreicht hat.

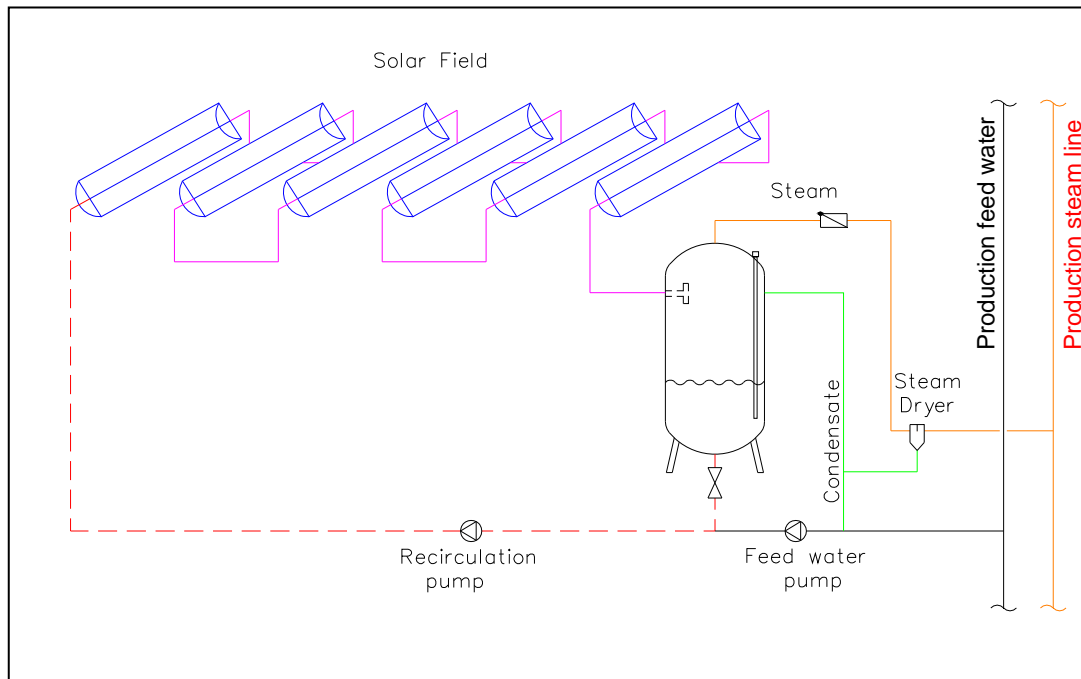


Abbildung 2: Layout der Anlage

Durch den direkten Anschluss an die Dampfschiene ist eine vergleichsweise einfache Nachrüstung des Solarsystems möglich. Aufwändige Infrastrukturmaßnahmen, wie etwa Versorgungsleitungen zu den einzelnen Verbrauchern, zusätzliche Ausgleichsbehälter und Wasseraufbereitung sind nicht erforderlich. Auch eine gesonderte Regelung des Ausgleichs von Schwankungen der solaren Dampfproduktion wird verzichtbar, da diese sich auf die Regelung der vorhandenen Kesselanlage in gleicher Weise auswirken wie Schwankungen in der Dampfabnahme der Verbraucher.

Erste Tests im manuellen Betrieb zeigen ein ruhiges Anlagenverhalten ohne Dampfschläge oder plötzliche Füllstandsänderungen.

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Eine solare Prozessdampferzeugung für einen Industriebetrieb wurde fertig gestellt und erste Funktionstests wurden durchgeführt. Die Inbetriebnahme und Automatisierung der Anlage ist für Juni 2010 vorgesehen.

*Die Autoren danken dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die finanzielle Unterstützung des P3 Projektes.*

### Literatur

Krüger, Dirk; Hennecke, Klaus; Dathe, Sven: Parabolrinnen für Prozesswärme - Projekte und Entwicklungen. 11. Kölner Sonnenkolloquium, Köln, 24.6.2008