

Hocheffiziente Latentwärmespeichertechnik für Prozesswärme und Kraftwerkstechnik - Ergebnisse der nationalen und europäischen Entwicklungsprojekte PROSPER und DISTOR -

Rainer Tamme^{*)}, Doerte Laing, Wolf-Dieter Steinmann, Jochen Buschle, Thomas Bauer
DLR – Institut für Technische Thermodynamik, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart

Martin Christ

SGL Carbon GmbH, Werner-von-Siemens-Strasse 18, 86405 Meitingen

^{*)} Tel.: +49 711 6862-440, E-Mail: rainer.tamme@dlr.de

Abstract

Fragen der Energiespeicherung stellen sich in allen Bereichen des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung. Eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, intensive Abwärmenutzung sowie ein konsequenter Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung werden ohne die Verfügbarkeit von technisch und wirtschaftlich attraktiven Wärmespeichern nur schwer realisierbar sein.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten beim DLR ist die Entwicklung von Latentwärmespeichern für zweiphasige Wärmeträgermedien. Viele technische Prozesse erfordern eine Energiezufuhr bei konstanter Temperatur, ein wirtschaftlicher Einsatz von Energiespeichern auf Basis von sensibler Wärme ist häufig nicht möglich. Nahe liegend ist hier die Nutzung von Latentwärme, die bei isothermen Phasenwechseln auftritt. Insbesondere für Anlagen, die Prozessdampf nutzen, bieten Phasenwechselspeicher (PCM Speicher) eine zusätzliche Option für ein verbessertes Energiemanagement. Abhängig vom Prozessdruck liegen die hierfür benötigten Umwandlungstemperaturen in einem Bereich von >100 bis 400 °C. Ein wesentliches Problem bei der technischen Umsetzung von Latentwärmespeichern liegt in dem unzureichenden Wärmetransport zwischen dem Speichermedium und dem Wärmeträgerfluid. Hauptgrund hierfür ist die niedrige Wärmeleitfähigkeit der organischen oder anorganischen Speichermedien, Wärmeübergangswiderstände der erstarrten Schmelze und eine zu geringe Wärmeübertragungsfläche. Derzeit sind kommerzielle PCM Speicher für Anwendungen über 100°C nicht verfügbar, da die für den Lade- und Entladevorgang geforderten hohen Wärmestromdichten zwischen dem Arbeitsmedium Wasser/Dampf und dem Speichermedium bisher nicht realisiert werden konnten.

Zur Überwindung der Wärmetransportlimitierung werden derzeit beim DLR zwei Strategien verfolgt:

- Einsatz von Verbund-Speichermedien mit deutlich verbesserter Wärmeleitfähigkeit, sowie
- Verwendung von Wärmeübertragerkonfigurationen mit hoher spezifischer Oberfläche.

Ziel der aktuellen Vorhaben ist die Entwicklung und Umsetzung eines innovativen Konzepts zur temperatur- und druckstabilen Speicherung und Bereitstellung von Prozessdampf auf der Basis von Latentwärmespeicher-Materialien und angepasster Auslegungskonzepte sowie eine optimierte Integration in den jeweiligen Gesamtprozess. Die Arbeiten sind auf die Anwendungsbereiche industrielle Prozesswärme (Temperaturbereich 100-250 °C) und Kraftwerkstechnik (Temperaturbereich 200-400 °C) fokussiert.

Im Rahmen des Verbundvorhaben PROSPER „Temperatur- und Druckstabile Prozessdampf-Speicherung und -Erzeugung durch neuartige Latentmaterial-Dampfspeichertechnik“ werden PCM Verbund-Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit entwickelt und im Maßstab 10-20 kW getestet. Ziel ist die Reduzierung des spezifischen Energieverbrauchs bei der Herstellung von Porenbeton. [1].

Für solarthermische Kraftwerkstechnologien mit direkter Dampferzeugung – Rinnenkraftwerke mit Direktverdampfung und Turmkraftwerke mit Dampfreceiver – wird im EU Projekt DISTOR „Energy Storage for Direct Steam Solar Power Plants“ ein Latentwärmespeicher-Konzept entwickelt, das zusätzlich zur Kernaufgabe Energiespeicher auch die Funktionen Verdampfer und Kondensator erfüllen kann [2].

Im Rahmen des Vortrags werden die Speichermaterialien, Auslegung und Versuchsergebnisse der gemeinsam mit SGL Carbon GmbH entwickelten PCM Speicher auf Basis $\text{KNO}_3\text{-NaNO}_2\text{-NaNO}_3$ und $\text{KNO}_3\text{-NaNO}_3$ vorgestellt. Das Versuchsprogramm beim DLR im 10 kW Technikumsmaßstab wurde im Mai 2007 abgeschlossen, ein 100 kW Prototyp wird bis Ende September 2007 auf der Plata Forma Solar in Spanien getestet. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die technischen und wirtschaftlichen Zielsetzungen der PROSPER und DITOR Projekte voll erfüllt werden können, so dass ein Transfer in den MW Demomaßstab vorbereitet werden kann.



10 kW Technikums-Speicher
vor Integration in die Testanlage



100 kW Prototyp vor Anbringung der Isolation

[1] BMWi Verbundvorhaben „Temperatur- und Druckstabile Prozessdampf-Speicherung und -Erzeugung durch neuartige Latentmaterial – Dampfspeichertechnik“ FKZ 0327360, 01.08.2004-31.07.2007, Verbundpartner DLR, SGL Carbon, XELLA, Koordination DLR.

[2] EU Projekt „Energy Storage for Direct Steam Solar Power Plants“, SES6-CT-2003-503526, Coordinator DLR, www.dlr.de/tt/institut/abteilungen/thermischept/heat_st/