

Das Projekt TESIN – Entwicklung und Erprobung eines Hochtemperatur-Latent-Wärmespeichers

Themenbereich: Strom, Wärmeerzeugung sowie Speicher

Andreas Dengel⁽¹⁾, Maike Johnson⁽²⁾, Bernd Hachmann⁽³⁾

⁽¹⁾ Prof. Dr.-Ing. Andreas Dengel: Leiter „Innovationsprojekte“; korrespondierender Autor
STEAG New Energies GmbH; St. Johanner Straße 101; D-66115 Saarbrücken;
Telefonnummer: +49 (0)681 9494 1600; Faxnummer: +49 (0)681 9494 9366;

Mail: andreas.dengel@steag.com; Homepage: <http://www.steag-newenergies.com>,

⁽²⁾ Dipl.-Ing. Maike Johnson;
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.; Pfaffenwaldring 38-40; D-70569 Stuttgart
Telefonnummer: +49(0)711 6862 344; Faxnummer: +49(0)711 6862 747;

Mail: maiike.johnson@dlr.de; Homepage: <http://www.dlr.de>

⁽³⁾ Dr.-Ing. Bernd Hachmann;
F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG, Werk Ense; Oesterweg 14; D-59469 Ense
Telefonnummer +49 (0)2938 808 194
Mail: bernd.hachmann@broekelmann.com; Homepage: <http://www.broekelmann.com>

Motivation und zentrale Fragestellung

Von einem Heizkraftwerk wird neben Industriekunden insbesondere ein Werk zur Herstellung von Kunststofffolien mit Dampf (300 °C, 26 bar_g) versorgt. Dieser Produktionsprozess reagiert sehr empfindlich auf Parameteränderungen des Dampfes, so dass die Sicherung des von einer Gasturbine gefeuerten Abhitzekessels durch Dampfkessel erfolgt. Könnte nun ein Wärmespeicher innerhalb von zwei Minuten beim Ausfall des Abhitzekessels die Dampfversorgung für etwa 15 Minuten übernehmen, könnten die Dampfkessel aus der Warmhaltung heraus hochgefahren werden und müssten nicht dauerhaft mit Mindestlast betrieben werden. Diese hohe Ausspeiseleistung setzt jedoch eine diffizile Struktur der Wärmeübertragung zwischen Speichermedium und Dampf-, bzw. Wasserrohren voraus.

Methodische Vorgangsweise

Gemeinsam mit den Partnern Badische Engineering GmbH (BSE), Badische Stahlwerke GmbH (BSW), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG (FWB) wird deshalb ein öffentlich gefördertes Vorhaben mit dem Titel „Thermische Energiespeicher für die Erhöhung der Energieeffizienz in Heizkraftwerken und Elektrostahlwerken“ unter dem Förderkennzeichen 03ESP011 beim BMWi durchgeführt. Neben einer Potenzialstudie für die beiden Unternehmen aus Energiewirtschaft und Stahlerzeugung, wird konkret die Entwicklung und Erprobung eines Latentwärmespeichers in einem Heizkraftwerk der STEAG New Energies GmbH umgesetzt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Forschungsprojekt TESIN untersuchen Forscher des DLR und ihre Projektpartner die Möglichkeiten, Hochtemperaturprozesse der Industrie durch geeignete Latentwärmespeicher effizienter und zuverlässiger zu machen. Ein Hauptziel der Untersuchungen ist es, einen Forschungsspeicher exemplarisch für das Heizkraftwerk zu entwickeln, auszulegen und zu erproben.

Die konkreten Anforderungen an den Speicher machten grundlegende Neuentwicklungen erforderlich: Der Speicher muss über die viertelstündliche Betriebszeit 6 MW leisten und Heißdampf bei 26 bar und mindestens 300 °C bereitstellen. Das bedeutet eine Mindestkapazität von 1,5 MWh.

Speichermedium ist Natriumnitrat, das bei etwa 305 °C schmilzt und für den Schmelzprozess große Energiemengen (94 kWh/m³) aufnehmen kann. Bei der Entladung des Speichers erstarrt das Salz wieder und gibt die zuvor aufgenommene thermische Energie wieder frei. Das Speicherkonzept basiert auf dem Konzept eines Rohrbündel-Wärmeübertragers. Durch die Rohre im Bündel fließt

Wasser, bzw. Wasserdampf und nimmt Wärme vom Speichermaterial auf. Das Speichermaterial befindet sich im Mantelraum vom Rohrbündelspeicher. Um die hohe Leistung der Anwendung bereitstellen zu können, sind Lamellen an den Rohren angebracht. Die Rippen wurden in Zusammenarbeit zwischen DLR und F.W. Brökelmann ausgelegt. Das letztendlich ausgewählte Design wurde von DLR mittels ANSYS und Fluent auf der Salzseite betrachtet. Die Simulationen zeigen eine sehr gute Wärmeverteilung im PCM (Salz). Zusätzlich wurde die mechanische Anbindung von der Rippe zum Rohr untersucht.

Beim Entladen liegt am Eintritt des Speichers die Temperatur des Speisewassers deutlich unterhalb der Kondensationstemperatur, wohingegen der produzierte Dampf den Speicher deutlich überhitzt verlässt. Hierdurch entsteht eine große Enthalpiedifferenz des Wärmeübertragermediums. Die Beladung, dagegen, findet komplett im überhitzten Bereich statt, so dass eine deutlich geringere Enthalpiedifferenz verfügbar ist. Die entsprechenden Simulationen wurden von DLR mit Dymola durchgeführt.

Der Speicher wurde von DLR thermisch ausgelegt und im Auftrag vom DLR von Seab GmbH im Detail geplant und gebaut. Mittlerweile befindet sich der Speicher vor Ort. Die nächsten Arbeiten sind die Anbindung an das Rohrsystem des Heizkraftwerkes, die leittechnische Einbindung, die Isolierung des Speichers sowie die Abnahmen durch den TÜV und Behörden. Danach kann der Speicher mit dem Natriumnitrat befüllt und in Betrieb genommen werden.

Somit werden in diesem Kraftwerk die ersten Untersuchungen an einem Speicher in diesem realen Maßstab möglich sein.



Abbildung 1: Heizkraftwerk Wellesweiler der STEAG New Energies GmbH

Im Vortrag wird sowohl auf die Auslegung der Rippengeometrie als auch auf die Berechnungen zur Beladung und Entladung des Speichers eingegangen.

- [1] Johnson, M., Vogel, J., Hempel, M., Hachmann, B. & Dengel, A. (2017). Design of High Temperature Thermal Energy Storage for High Power Levels. *Sustainable Cities and Society*, 35(November), 758-763. doi: 10.1016/j.scs.2017.09.007 Presented at Greenstock, Beijing, China, May 2015
- [2] Johnson, M., Vogel, J., Hempel, M., Dengel, A., Seitz, M., & Hachmann, B. (2015). High temperature latent heat thermal energy storage integration in a co-gen plant. *Energy Procedia*, 73 (June), 281- 288. doi: 101016/j.egypro.s015.07.689. Presented at IRES 2015, Düsseldorf, Germany, Feb. 2015
- [3] Johnson, M., Hübner, S., Braun, M., Schönberger, M., Martin, C., Fiß, M., Hachmann, B., & Eck, M. (2018). Assembly and attachment methods for extended aluminum fins onto steel tubes for high temperature latent heat storage units. *Applied Thermal Engineering*, 144, 96-105, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.08.035
- [4] Johnson, M., Hachmann, B., Dengel, A., Fiß, M., Hempel, M. & Bauer, D. (2018). Design and Integration of High Temperature Latent Heat Thermal Energy Storage for High Power Levels. *Proceedings of the ASME IMECE*, IMECE2018-86281, Pittsburgh, USA, Nov. 2018. Accepted manuscript.