

Mobile und stationäre Latentwärmespeicher - Technik, Wirtschaftlichkeit und Marktreife

Marco DECKERT¹, Stefanie REIL¹, Samir BINDER¹, Andreas HORNING^{1,2}

Hintergrund

Die bedarfsorientierte Verwertung von Abwärme aus Biomassekonversions- oder Industrieprozessen durch Thermische Speicherung kann einen wichtigen Beitrag zur Einsparung von Primärenergie leisten. Anwendungen zur Abwärmenutzung sind bislang kaum verbreitet. Beispielsweise gehen in Biogasanlagen ohne Wärmenutzungskonzept rund 60 % der eingesetzten Primärenergie ungenutzt als Abwärme an die Umgebung verloren. Zukünftig können Latentwärmespeicher eine Option sein, um Abwärmepotenziale zu erschließen und die Energieeffizienz zu steigern. Doch nicht nur der zeitlich diskontinuierliche Wärmebedarf, auch die Entfernung zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, stellen häufig ein Hindernis für die Nutzung der Abwärme dar. Für diese Anwendungsfälle kann ein Distributionssystem auf Basis von mobilen Speichereinheiten sinnvoll sein. Durch die Speicherung ungenutzter Wärme erfolgt eine zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Bei mobilen Anwendungen gelingt zusätzlich eine räumliche Trennung zwischen Erzeugeranlage und dem Ort des Energiebedarfs.

Methodik

Da für den Transport thermischer Energie in mobilen Speichern eine hohe Speicherkapazität des Speichermaterials entscheidend ist, finden vor allem Latentspeichermaterialien (engl.: Phase Change Materials, PCM) Anwendung. Diese nutzen die Aufnahme und Abgabe von Wärme auf einem konstanten Temperaturniveau während des Phasenwechsels von fest zu flüssig und umgekehrt. Im Vergleich zu sensiblen Wärmespeichern ist die Energiedichte von Latentwärmespeichern um ein Vielfaches höher. Ausgehend von am Markt bestehenden Systemen, wurde ein mobiler Latentwärmespeicher im Pilotmaßstab von Fraunhofer UMSICHT optimiert, angefertigt und erprobt.

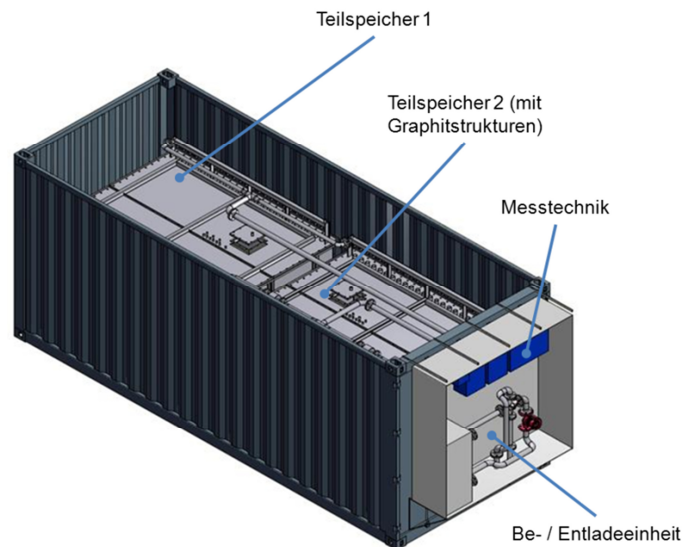


Abbildung 1: Aufbau des Pilotspeichers mit zwei Teilspeichern.

¹ Marco Deckert, Stefanie Reil, Samir Binder, Andreas Hornung, Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, An der Maxhütte 1, D-92237 Sulzbach-Rosenberg, Tel.: +49 (0) 9661 908-490, FAX: +49 (0) 9661 908-469, E-Mail: marco.deckert@umsicht.fraunhofer.de, www.umsicht-suro.de

² Andreas Hornung, European Bioenergy Research Institute - EBRI, School of Engineering & Applied Science, Aston University, Birmingham B4 7ET, England UK, Tel.: +44 (0) 121 204 3391, www.ebri.org.uk

Der Pilotspeicher, in Abbildung 1 dargestellt, besteht aus zwei parallel verschalteten Teilspeichern, die in einem isolierten 20-Fuß-Container eingebaut sind und verfügt insgesamt über einen Latentwärmeanteil von ca. 1,3 MWh sowie einer Speicherkapazität von maximal 2 MWh. Die Teilspeicher wurden mit jeweils 24 innen liegenden Rohrregistern, welche als Rohrwärmeübertrager dienen, ausgestattet. Zusätzlich wurde der Rohrwärmeübertrager eines Teilspeichers mit Graphitstrukturen erweitert, um eine verbesserte Ein- und Ausspeicherung der Wärme zu erzielen. Beide Teilspeicher verfügen über eine umfangreiche Messtechnik, um das Verhalten des Latentspeichermaterials bei den Be- und Entladevorgängen zu untersuchen. Als Speichermaterial dient ein Salzhydrat, welches bei der Entladung die freiwerdende Kristallisationsenthalpie abgibt. Das verwendete Natriumacetat-Trihydrat garantiert über einen definierten Zeitraum eine gleichbleibende Temperatur von ca. 58 °C.

Ergebnisse

Die Untersuchungen des Pilotspeichers bei Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach Rosenberg, ergaben richtungsweisende Ergebnisse für die Entwicklung zukünftiger Generationen mobiler Latentwärmespeicher. Hierzu konnten im Feuerungstechnikum des Instituts Erkenntnisse zur Speicherkapazität, zur Be- und Entladeleistung sowie zur maximalen Be- und Entladezeit ermittelt werden. Weiterhin wurden essentielle Erfahrungen zum Wärmetransport im PCM gewonnen. An einem Funktionsmuster des Pilotspeichers konnten durch Modifikation der Vorlauftemperatur, des Volumenstroms, des Energieeinsatzes und der Geometrie des Wärmeübertragers die Ladezyklen optimiert werden. Während eines fünfmonatigen Praxiseinsatzes wurde der Pilotspeicher hinsichtlich Anwenderverhalten, Zyklenstabilität sowie logistischer und wirtschaftlicher Machbarkeit analysiert. Vor allem Speicherkapazität und Zyklenzahl nehmen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit dieser Speichersysteme. Die Forschungsergebnisse zur mobilen Latentwärmespeicherung sowie der Vergleich mit stationären Latentwärmespeichern sollen im Rahmen des 13. Symposiums Energieinnovation dem Fachpublikum präsentiert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der Erprobung des Pilotspeichers konnte die technische und wirtschaftliche Machbarkeit mobiler Latentwärmespeicher unter Beweis gestellt werden. Die Wirtschaftlichkeit dieser Systeme ist gegeben, wenn Abwärme ungenutzt und kostenfrei zur Verfügung steht und die Zyklenzahl im Jahresverlauf groß ist. Zukünftige Forschungsschwerpunkte liegen in der Untersuchung der Zyklenstabilität sowie in der Identifikation alternativer Phasenwechselmaterialien. Weitere Arbeiten konzentrieren sich auf die Wärmeübertragung im Speicher, die Anpassung auf alternative logistische Systeme sowie auf die Abstimmung mit dem Anwenderverhalten.