

Hochtemperatur-Wärmespeicher

Flüssige Metalle als Wärmeträger in keramischen Schüttungen

Die Energiewende stellt industrielle Hochtemperaturprozesse vor besondere Herausforderungen: Wie lässt sich die aktuell weit überwiegend fossile Energie durch emissionsfreie Quellen ersetzen? Über Elektrifizierung und damit eine Kombination aus erneuerbaren, aber fluktuierenden Quellen mit Batteriespeicherung? Über die Umstellung auf speicherbaren, aber durch Elektrolyse vergleichsweise hochpreisig gewonnenen Wasserstoff? Thermische Energiespeicher bzw. Wärmespeicher sind eine vergleichsweise einfache und kostengünstige Möglichkeit, Energie direkt in Form von Wärme angebots- und bedarfsorientiert zu speichern.

Wärmespeicher sind besonders dann vorteilhaft, wenn bereits thermische Energie vorliegt, beispielsweise aus Abwärme, oder benötigt wird, etwa als industrielle Prozesswärme. Auch die direkte Wandlung und Speicherung von Elektrizität in Wärme zu preislich günstigen Zeitpunkten ist für Prozesswärme vorteilhaft gegenüber dem Umweg über elektrochemische oder chemische Speicherung. Da Prozesswärme etwa zwei Drittel des Energieverbrauchs der

deutschen Industrie ausmacht und bisher noch zu weniger als zehn Prozent aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt wird, liegt hier ein enormes CO₂-Einsparungspotenzial. Ein großer Teil dieser Wärme wird bei hohen Temperaturen oberhalb von 500 °C benötigt, für die es momentan noch keine etablierten Wärmespeicherlösungen auf dem Markt gibt.

Flüssigmetalle als Wärmeträger

Am Karlsruher Flüssigmetalllabor (KALLA) wird die Verwendung von Metallschmelzen (sogenannte Flüssigmetalle) als Wärmeträger in Wärmespeichern erforscht. Flüssigmetalle haben den Vorteil, dass sie die Speicherung von Wärme in einem breiten Temperaturbereich und bis zu sehr hohen Temperaturen von ca. 100 °C bis 1000 °C ermöglichen. Zusätzlich erlaubt die hohe Wärmeleitfähigkeit der Flüssigmetalle einen bis zu 100-fach besseren Wärmeübergang im Vergleich zu konventionellen Flüssigkeiten, wie Ölen oder Flüssigsalzen, sowie Gasen. Dies ermöglicht, Wärmeübertrager und Wärmespeicher kompakter zu bauen und eröffnet damit innovative Wege,

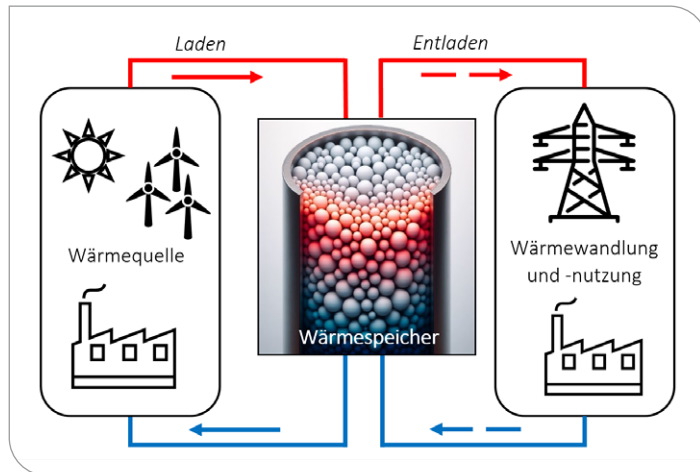


Erfolgreiche Demonstration des Wärmespeichers im Labormaßstab am KALLA. (Foto: KIT/Müller-Trefzer)

um die gespeicherte Hochtemperaturwärme effizient in Prozesse einzubringen oder aus diesen zurückzugewinnen.

Wärmespeicherung in keramischen Schüttungen

Die Wärmespeicherung auf der Basis flüssiger Metalle erfolgt durch eine Kombination mit keramischen Schüttungen, die eine hohe Speicherdichte und Langzeitspeicherefähigkeit aufweisen. Zum Speichern strömt heißes Metall durch die Schüttung und gibt die Wärme an die Festkörper ab. Zu einem späteren Zeitpunkt lässt sich die Wärme bei Bedarf wieder entnehmen, indem kühleres Flüssigmetall



Nutzung eines Hochtemperatur-Wärmespeichers zur Bereitstellung von Prozesswärme oder Strom. (Grafik: KIT/KALLA)

durch die heiße Schüttung strömt und dabei die Wärme wieder aufnimmt. Das erwärmte Flüssigmetall transportiert dann die Wärme zu dem Prozess, für den sie benötigt wird.

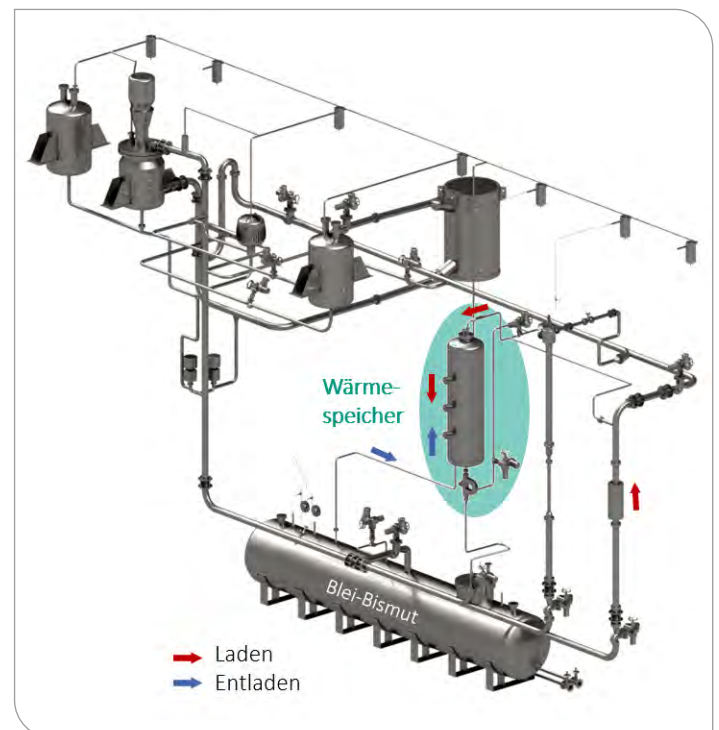
Pilotspeicher im KALLA

Derzeit wird im Karlsruher Flüssigmetalllabor ein Pilotversuch aufgebaut, der den Betrieb eines flüssigmetall-basierten Wärmespeichers mit einer Wärmespeicher-Kapazität von 100 kWh demonstrieren soll. Dafür werden ca. 1,5 Tonnen keramisches Füllmaterial (Zirkon-silikat) in einen zwei Meter hohen Stahlbehälter gefüllt. Temperaturmessstellen an mehr als 100 Stellen im Tank zeichnen

die Temperaturverläufe während des Ladens und Entladens auf und erlauben somit die Bestimmung von idealen Betriebsparametern. Als Flüssigmetall wird eutektisches Blei-Bismut eingesetzt, das einen Schmelzpunkt von ca. 125 °C hat.

Material- und Komponententests für hohe Temperaturen

Parallel dazu wird an der Entwicklung und Demonstration von Hochtemperatur-Materialien und Komponenten geforscht, um die Einsatzfähigkeit bei sehr hohen Temperaturen zu ermöglichen. Im dem vom BMWK-finanzierten Projekt LIMELISA mit dem Projektkoordinator und Pumpen- und Armaturenhersteller KSB SE & Co. KGaA wird derzeit am KALLA ein Versuchsstand aufgebaut, der den Test von Pumpen und Armaturen bei 700 °C in flüssigem Blei erlaubt. Zugleich werden Speichermaterialien für hohe Temperaturen untersucht und alternative Speicherkonzepte erforscht.



Test eines Pilotspeichers im Blei-Bismut-Kreislauf am KALLA. (Grafik: KIT/Daubner)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES)
Karlsruher Flüssigmetalllabor (KALLA)

Dr.-Ing. Klarissa Niedermeier
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Telefon: +49 721 608-26902
E-Mail: klarissa.niedermeier@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT)
Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit (ITES)
Karlsruher Flüssigmetalllabor (KALLA)

Prof. Thomas Wetzel
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe
Telefon: +49 721 608-23462
E-Mail: thomas.wetzel@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) · Prof. Dr. Oliver Kraft – In Vertretung des Präsidenten des KIT · Kaiserstraße 12 · 76131 Karlsruhe