Energie aus dem Verborgenen

Thermischer Speicher in der Industrie

Am Beitrag wirkten mit:

Dr. Martin Christ
SGL Carbon GmbH, Technology & Innovation, Senior Project Manager

Dr. Marcus Franz
SGL Carbon GmbH, Leiter Apparateentwicklung

Dr. Martin Haas
Xella Baustoffe GmbH, Leiter Energiemanagement und Automatisierungstechnik

Dipl.-Ing. Wolfgang Eden
Leiter Forschungsvereinigung Kalk-Sand

Dr. Wolf-Dieter Steinmann
Abteilung Thermische Prozesstechnik des DLR-Instituts für Technische Thermodynamik

Aufbauend auf der Speicherentwicklung für solarthermische Kraftwerke hat das DLR gemeinsam mit Industriepartnern Systeme für den Einsatz in der Prozessindustrie entwickelt. Bei Prozessen mit zeitlich variierendem Wärmebedarf verbessern Energiespeicher die Nutzung von Abwärme, diskontinuierliche Abwärme kann durch Speicher als zusätzliches Energiepotenzial für die Kälte- und Stromerzeugung erschlossen werden. Komponentenhersteller und Anwender beschreiben im Folgenden gemeinsam mit dem DLR die Vorzüge der neuen Speicherkonzepte.

Zum Speichern von Wärme macht man sich ein physikalisches Phänomen zu Nutze: Wechseln Stoffe ihren Aggregatzustand, so geht das mit einer Energieänderung einher, doch die Temperatur ändert sich kaum. So zu beobachten beim Verdampfen von Wasser. Mit Latentwärmespeichern nutzt man das aus, um Wärme bereitzustellen. Besonders eignen sich diese Speicher für Prozesse, bei denen Dampf als Arbeitsmedium eingesetzt wird, da hier die Energieaufnahme bzw. -abgabe (Verdampfung/Kondensation) bei konstanter Temperatur stattfindet. Voraussetzung für den Einsatz von Speichersystemen ist eine ausreichend hohe Leistungsdichte. Das DLR hat hier gemeinsam mit der SGL Carbon GmbH ein neues Konzept entwickelt. Mit Grafitstrukturen im Speichermaterial gelang es, den Wärmetransport während der Be- und Entladung so zu steigern, dass sich die Wirtschaftlichkeit von Latentspeichersystemen erheblich verbesserte.

Druckkessel zur Härtung von Baustoffen unter einer Dampfatmosphäre.

Abwärme nutzen – Beispiel Baustoffindustrie

Erste detaillierte Untersuchungen für den industriellen Einsatz der neu entwickelten Latentspeichertechnologie werden für die Porenbetonherstellung und für die Kalksandsteinindustrie durchgeführt. Die Energiekosten machen bei diesen Produkten 20 bis 25 Prozent aus, mit steigender Tendenz. Gemeinsam mit dem Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V. sucht das DLR Möglichkeiten, die Energieeffizienz durch Integration von Speichersystemen zu steigern. Die 96 bundesdeutschen Kalksandsteinwerke erreichen eine Gesamtproduktion von zirka sechs Millionen Tonnen, die benötigte Gesamtenergie liegt bei 700 Gigawattstunden pro Jahr. Insbesondere für die Dampfhärtung der Steine, die den Hauptteil des Energiebedarfs ausmacht, bietet sich der Einsatz von Latentspeichern an. Dabei werden die Rohlinge in einem Härtekessel bei rund 200 Grad Celsius (°C) einer Dampfatmosphäre von etwa 16 bar ausgesetzt.

Für die Porenbetonproduktion entwickelt das DLR gemeinsam mit dem Industriepartner SGL Speichersysteme, die in den Produktionsanlagen der Xella Baustoffe GmbH zum Einsatz kommen sollen. Dort wurden im Jahr 2007 zirka sieben Millionen Kubikmeter Porenbeton produziert. Auch bei der Herstellung dieses Materials werden die Rohlinge unter einer Dampfatmosphäre gehärtet. Im Rahmen des PROSPER-Projekts haben die Partner SGL, Xella und DLR ein Latentspeichersystem speziell für die Rahmenbedingungen in der Porenbetonindustrie entwickelt, gebaut und experimentell getestet. Dieses Labormodell wurde mit Dampf als Arbeitsmedium zyklisch be- und entladen, die Funktionsfähigkeit des neuen Speicherkonzepts konnte erfolgreich nachgewiesen werden. Bei einer Temperaturabsenkung von 20 Kelvin erreichte das System eine volumetrische Speicherdichte von zirka 65 Kilowattstunden pro Kubikmeter (kWh/m³). Derzeit eingesetzte Ruths-Druckwasserspeicher erreichen bei dieser Temperaturabsenkung nur eine Energiedichte von zirka 22 kWh/m³. Nach diesem Ergebnis wird derzeit untersucht, wie diese Speichertechnik in den Produktionsprozess integriert werden kann.

Energiespeicher in Blockheizkraftwerken

Thermische Energiespeicher erleichtern auch den industriellen Einsatz von Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Bereitstellung von Prozessdampf. Der Speicher ermöglicht die zeitliche Entkopplung von Strom- und Wärmebereitstellung. Die Abgase eines Dieselmotors können dabei für die Erzeugung von Dampf genutzt werden, mit diesem Dampf wird dann ein Latentwärmespeicher kontinuierlich beladen. Treten ausgeprägte Schwankungen beim Dampfbedarf auf, wie dies beispielsweise in der Baustoffindustrie beim Befüllen der Härtekessel der Fall ist, wird Dampf sowohl direkt vom Dampferzeuger als auch vom Speicher bereitgestellt. Für derartige Anwendungen eignet sich ein vom DLR gemeinsam mit SGL entwickeltes Latentspeichersystem mit einem Schmelzpunkt bei 225 °C. Dieses System könnte Dampf bei 15 bar bereitstellen.

Einsatz als thermische Gleichrichter

Der effektive Betrieb von Energiewandlern wie Kältemaschinen, ORC-Kreisprozessen oder Stirling-Motoren erfordert möglichst konstante thermische Antriebsenergie. In vielen Fällen kann selbst hochwertige Abwärme, wie sie beispielsweise in Gießereien anfällt, nicht genutzt werden, da sie nicht kontinuierlich zur Verfügung steht, das heißt Leistung oder Temperaturniveau weisen zeitliche Schwankungen auf. Thermische Energiespeicher können hier Abhilfe schaffen, indem man sie als thermische Gleichrichter für diskontinuierliche Abwärme einsetzt. Der Speicher gibt dabei einen konstanten Wärmestrom an den Energiewandler ab, die Leistung entspricht dem zeitlichen Mittelwert der zuvor zugeführten diskontinuierlichen Abwärme. Durch dieses Konzept kann der Energiewandler bei optimalem Wirkungsgrad betrieben werden, eine Über- oder Unterdimensionierung des Energiewandlers wird vermieden. Betrachtet wird insbesondere die Kombination mit ORC-Prozessen, die sich für die Umwandlung von Niedertemperaturwärme eignen.