

Mit Speichertechnik gegen steigende CO₂-Preise

ENERGIESPEICHER | Die CO₂-arme und kostengünstige Versorgung mit Wärme ist eine der großen Herausforderungen für Brauereien in Deutschland. Stahlspeicher als thermische Energiespeicher können die Energiekosten erheblich drosseln und lassen sich mit jeder Bestandsanlage koppeln. Wie funktionieren sie? Wo sind die Chancen und Grenzen der Technologie?

DIE PARTEIEN DER Ampel-Koalition haben im Koalitionsvertrag verankert, dass Speicher künftig stärker gefördert werden und eine eigenständige Säule im Energiesystem bilden. Zudem soll nach den Plänen der neuen Bundesregierung bis 2030 die Hälfte der erzeugten Wärme klimaneutral erzeugt werden. Speicher zur Nutzung fossils freier Wärme in der Industrie werden damit noch interessanter.

■ Ausgangssituation in Deutschland

Rund 75 Prozent der in Brauereien eingesetzten Energie werden für die Bereitstellung von Wärme (Prozesswärme, Raumwärme, Warmwasser) benötigt. Ein Viertel wird als elektrische Energie verbraucht.

Mit einem Gesamtenergieverbrauch von > 3,5 TWh/a liegt die Branche unter den Top 10 der energieintensiven Industrien in der Nahrungsmittelindustrie in Deutschland. Es ist daher sinnvoll, den Prozesswärmebedarf von Brauereien durch Speicherung und Umwandlung regenerativer Energie zu dekarbonisieren.



Foto: Amin Akhtar

Autorin: Verena Köttker, Köttker Kommunikation, Berlin

Bereits heute ist die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen günstiger als die Nutzung fossiler Brennstoffe, da Solarstrom zur günstigsten Primärenergie geworden ist. Jedoch wirkt sich die Senkung der Kosten bisher kaum auf den Wärmemarkt aus, da die Strom- und Wärmebranche regulatorisch und wirtschaftlich getrennt sind. Aber wie lässt sich dieses Dilemma lösen, so dass die Nutzung erneuerbarer Energien sich monetär deutlich von der Nutzung fossiler Brennstoffe abhebt?

Eine Lösung zu einer kosteneffizienten und CO₂-freien Wärmeversorgung kann der Einsatz von Integrationstechnologien darstellen. Ein Beispiel: Das Berliner Unternehmen Lumenion GmbH setzt auf eine Technologie, mit der Strom aus erneuerbaren Energien als thermische Energie eingespeichert und als CO₂-freie Prozesswärme an Brauereien oder zur Versorgung von Nah- und Fernwärmenetzen weitergegeben werden kann. Auf seinen thermischen Energiespeicher hält Lumenion das Patent und wurde 2020 für Technik und Idee mit dem Innovationspreis Berlin-Brandenburg ausgezeichnet.

Das 2015 gegründete Unternehmen setzt auf sogenannte sensible Wärmespeicher. Sensible Wärmespeicher verändern beim Lade- oder Entladevorgang ihre Temperatur „fühlbar“ – sprich: sensibel. Die Wärmekapazität des verwendeten Speichermaterials,

der Speicherkern, gehört zu den wichtigsten Parametern bei sensiblen Speichermaterialien. Da der Speicherkern keine Phasenumwandlungen durchläuft, kann er über einen breiten Temperaturbereich eingesetzt werden. Diese Speichertechnik kommt insbesondere im Hochtemperaturbereich zum Einsatz, deshalb spricht man auch von Hochtemperaturspeichern (HTS).

■ Wie funktioniert diese Technologie?

Der Hochtemperaturspeicher speichert Strom aus erneuerbaren Quellen als Wärme bei bis zu 650 °C. Die gespeicherte Wärme versorgt die wärmegeführten Prozesse der Brauerei. CO₂-frei, 24/7 und ohne Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG-Genehmigung). Vorhandene Feuerungs- und KWK-Anlagen können partiell oder vollständig substituiert werden und/oder als Redundanz dienen. Insbeson-



Hochtemperatur-Stahlspeicher im Pilotprojekt

Foto: Lumenion/Amin Akhtar

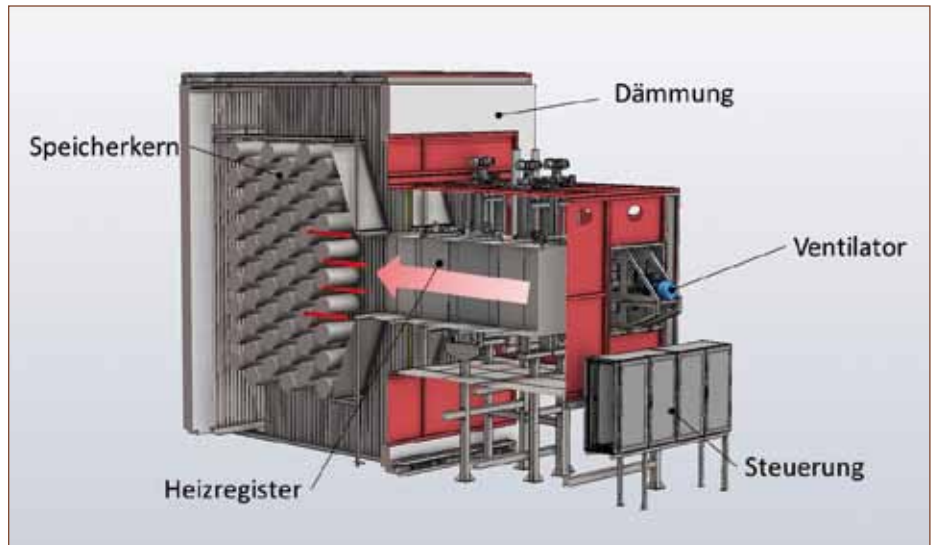
dere wärmeintensive Prozesse im Sudhaus und der Abfüllung können unter Beibehaltung wesentlicher Infrastruktur dekarbonisiert werden.

Die Funktionsweise der Stahlspeicher kann man sich in etwa wie eine Powerbank für Wärme vorstellen: Wenn regenerative Energie im Übermaß (zu niedrigen Preisen) zur Verfügung steht, wird damit der Hochtemperatur-Stahlspeicher aufgeladen. Der Speicher nimmt die Wärme dann über mehrere Stunden bis hin zu Tagen auf. Dabei wird vier- bis sechsmal so viel Energie aufgenommen wie abgegeben wird. Zeitversetzt gibt der Energiespeicher dann die eingespeicherte Energie in Form von stetiger, klimafreundlicher Wärme über bis zu 24 Stunden wieder ab. Dies führt zu einem Verdrängungsmechanismus, weil damit die Produktion der fossilen Energie gedrosselt werden kann. Mit den Speichern wird die Energieerzeugung vom Verbrauch entkoppelt. So wird „Brennstoff“-flexibilität erzeugt. Bei größeren Anlagen ist auch eine Rückverstromung möglich.

Die Hauptkomponente des Speichersystems bildet ein, zur Verringerung von Abstrahlverlusten, thermisch gedämmter Speicherkern aus Stahl. Aufbau und Struktur des Speicherkerns werden den anwendungsspezifischen Anforderungen entsprechend thermodynamisch und konstruktiv optimiert. Die Masse des eingesetzten Stahls definiert die Wärmekapazität des Kerns, die Güte des Stahls die maximale Speicherkerntemperatur.

Das verwendete Wärmeübertragungsmedium ist gasförmig. Im Lade- und Entladebetrieb des HTS umströmt dieses den Speicherkern. Hierbei wird thermische Energie konvektiv in den Speicherkern übertragen. Das System kann drucklos oder druckbehaftet betrieben werden.

Die eingespeiste Wärme wird in der Grundausslegung mittels elektrischer Widerstandsheizung erzeugt. Das System ist Gleich- und Wechselstromtauglich. Die Spannung liegt im Bereich der Nieder- und Mittelspannungsebene.



Aufbau des Hochtemperaturspeichers – hier CAD-Zeichnung des HTS zum Pilotprojekt Heizhaus II am Bottroper Weg, Berlin-Tegel

Quelle: Lumenion

Die Heizeinheit ist so ausgelegt, dass in kürzester Zeit maximale Strommengen aufgenommen werden können. Entsprechend agil erfolgen Zu- und Abschaltung. Für den zur Be- und Entladung erforderlichen Volumenstrom des gasförmigen Trägermediums sorgen industrieerprobte Gebläse bzw. Pumpen.

Die Ausspeicherung erfolgt gleichfalls über das gasförmige Wärmeträgermedium. Die Wärme wird in der Grundausslegung je nach Anforderungsparametern des Abnehmers mit bis zu 515 °C entnommen

und über einen Wärmetauscher oder einen Dampferzeuger ausgekoppelt.

Peter Kordt, Geschäftsführer der Lumenion, erklärt, wie die Technologie auf die Praxis anzuwenden ist: „Angesichts steigender CO₂-Preise ist es von enormer Bedeutung, zügig auf eine klimafreundliche Wärmeerzeugung umzustellen und eine Technik zu nutzen, die wartungsarm, verlässlich und langlebig ist. Mit unserem Speicher können Brauereien die notwendige Energie aus regenerativen Quellen einkaufen und einspeichern, wenn sie gerade



Grafik Musteranwendung: Einsatz eines Hochtemperatur-Stahlspeichers im Braubetrieb

Quelle: Lumenion



Steuerung des Hochtemperatur-Stahlspeichers

Foto: Lumenion/Amin Akhtar

sehr günstig ist – also immer, wenn die Sonne mittags hochsteht, viel Wind bläst oder auch nachts. Der Speicher ermöglicht es dann, die Wärme gleichbleibend und sicher abzurufen, wenn sie benötigt wird.“

Anwendungsbeispiel in der Brauerei

Aber wie wird der Hochtemperaturspeicher im konkreten Anwendungsfall in die Wärmeerzeugungsinfrastruktur einer Brauerei eingebunden? Die in der abgebildeten Grafik dargestellten Dampfparameter sind einem Realbetrieb entlehnt, bei dem der eingebundene Speicher 100 Prozent des benötigten Dampfbedarfs abdeckt.

Bei der Beladung mit Strom aus erneuerbaren Energien ist die dargestellte Anlage dazu geeignet, ca. 3000 t/a Erdgas durch Strom zu substituieren und entsprechend etwa 6400 t CO₂/a einzusparen.

Der Einsatz elektrischer Energie zur Wärmergewinnung beziehungsweise die damit verbundene Steigerung des Stromverbrauchs (Energieintensivität, intensive Netznutzung, atypische Netznutzung) kann sich umlage- und netzentgeltreduzierend auf die Strombezugskosten auswirken.

Die in der Grafik dargestellte Musteranwendung in einem Braubetrieb beschränkt sich auf die wärmeintensivsten Prozessschritte im Sudhaus und der Abfüllhalle. Hier werden etwa 60–70 Prozent des gesamten Wärmebedarfs benötigt.

Der Hochtemperaturspeicher ist variabel skalierbar und kann auf diese Weise ein Baustein eines klimaneutralen Energiesystems in Brauereibetrieben sein.

Kosten

Die Investitionskosten hängen im Wesentlichen von der Speichergröße und den jeweils

aktuellen Stahlpreisen ab. Werden die Kosten bei einer angenommenen Lebensdauer von 20 Jahren und entsprechender Ladezykluszahl auf die Wärmemenge bezogen, so belaufen sich die Kosten auf 0,02–0,04 EUR/kWh.

Die Betriebskosten des Speichers sind gering. Lediglich die Lüfter und Steuerungseinheiten verbrauchen dauerhaft Energie. Heizregister arbeiten nur bei Beladung. Wartungs- und Instandhaltungskosten beziehen sich ausschließlich auf industriereprobte Komponenten wie Lüfter und Heizungen, da regelmäßig vorgeschriebene Prüfungen am eigentlichen Speicherkörper nicht anfallen. Die jährlichen Betriebskosten eines Speichers werden daher mit circa einem Prozent der Investitionskosten angesetzt.

Aspekte der Nachhaltigkeit

Es gibt eine Reihe von Anwendungen, für die thermische Speicher eine Lösung zur CO₂-freien Wärmeversorgung bieten. Dies betrifft alle Unternehmen mit einem Wärme- oder Dampfbedarf, die einen Anstieg der CO₂-Preise erwarten müssen. Zu diesen Unternehmen gehören auch Brauereien.

„Auch über die Wärmeversorgung hinaus sind die Speicher sehr nachhaltig“, verspricht Lumenion-Chef Peter Kordt. Der Aufbau einer Speicheranlage muss nicht genehmigt werden und sie muss im Anschluss nur selten gewartet werden. Durch die Verwendung von Stahl als Wärmespeicher ist die Anlage zudem vollständig recycelbar, so dass die Bestandteile der Anlage auch im Falle eines Abbaus verwertet werden können.

Kordt: „Der Speicher aus Stahl kann direkt vor Ort bzw. in der Nähe des Aufstellortes gefertigt werden. Perspektivisch wird es auch möglich sein, Stahlschrott bei der Produktion des Speichers zu verarbeiten.

Dadurch können Unternehmen ihren CO₂-Fußabdruck sogar noch weiter reduzieren.“

Allerdings gibt es eine Reihe regulatorischer Hindernisse, welche die Durchsetzung von Speichertechnologie auf dem deutschen Markt momentan noch erschweren. So sieht das deutsche Energiewirtschaftsgesetz Energiespeicher bisher noch als Erzeuger und Verbraucher in einem. Peter Kordt: „Die neue Bundesregierung hat in ihrem Koalitionsvertrag bereits die Weichen gestellt, um Energiespeicher als eigene, wichtige Säule der Energiewende zu fördern. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll zügig und grundlegend überarbeitet werden. Für Energiespeicher zur Dekarbonisierung industrieller Wärme wird sich das regelrecht wie ein Booster auswirken.“

Zudem sieht der Koalitionsvertrag die Schaffung „eines zweiten Emissionshandels für die Bereiche Wärme und Mobilität (ETS 2)“ vor [1]. Auf EU-Ebene ist die Speicherung von Wärme als Integrationstechnologie bereits klar definiert worden.

Fazit

In Zeiten steigender CO₂-Preise und knapper werdender Rohstoffe stellen thermische Speicheranwendungen eine interessante Technologie für die Versorgungssicherheit im Energiesystem dar und leisten einen großen Beitrag zu einer CO₂-freien Wärmeversorgung. Thermische Energiespeicher zeichnet aus, dass:

- die gespeicherte regenerative Energie zeitversetzt, flexibel als zuverlässige Prozesswärme verwendet werden kann;
- die Anlagen emissionsfrei und wartungsarm sind;
- regenerative Energie eingespeichert wird, wenn sie kostengünstig und verfügbar ist;
- die Speicheranlagen nicht genehmigungspflichtig sind und
- keine Prozessumstellung erfordern.

Der Einsatz solcher Speicheranwendungen ermöglicht es, die Nutzung der erneuerbaren Energien erheblich zu skalieren, indem die Speicher Energie aus erneuerbaren Quellen dann zur Verfügung stellen, wenn der Wind nicht weht oder die Sonne nicht scheint. ■

Quellen

1. Koalitionsvertrag: Mehr Fortschritt wagen, <https://www.gruene.de>, veröff. 24.11.2021, Vertrag S. 62.