

Entwicklung und Demonstrationsbetrieb eines anwendungsnahen, wasserstoffbasierten Hochtemperatur-Wärmespeichersystems - HyHeatStore

Zielsetzung des Vorhabens war die Entwicklung und die Demonstration eines neuartigen, magnesiumhydridbasierten Wärmespeichers für Hochtemperaturanwendungen bis 400°C im technischen Maßstab, der eine signifikant höhere Speicherdichte als konventionelle Speicher aufweist.

Das Vorhaben wurde in Kooperation der Projektpartner

- Institut für Umwelt & Energie, Technik & Analytik e.V. (IUTA), Duisburg
- Max-Planck-Institut für Kohlenforschung (MPI), Mülheim an der Ruhr
- Westfälisches Energieinstitut der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen (W-HS), Gelsenkirchen
- Martin Busch & Sohn Apparatebau GmbH (MBS), Schermbeck

durchgeführt.

Das Wärmespeicherprinzip beruht auf der reversiblen, exothermen Reaktion von Magnesium mit Wasserstoff unter Bildung von Magnesiumhydrid. Diese Reaktion wird genutzt, um den Wärmespeicher mit Wärme zu beladen (dabei wird Magnesiumhydrid unter Wärmeaufnahme zu Magnesium und Wasserstoff zersetzt), und um gespeicherte Wärme aus dem Wärmespeicher wieder freizusetzen (dabei wird Magnesium unter Wasserstoffaufnahme und Wärmefreisetzung in Magnesiumhydrid überführt).

In dem Vorhaben wurde ein Wärmespeicher entwickelt, der konstruktiv auf einem Thermoblech-Plattenwärmeübertrager basiert. Zwischen den Platten des Wärmeübertragers befindet sich eine Schüttung des in dem Vorhaben optimierten Wärmespeichermaterials (Magnesium mit 5 Gew.-% Eisen bzw. die hydrierte Form der Metalle), innerhalb der Platten fließt wärmeübertragendes Thermalöl. Der Wärmeübertrager ist in einem Druckbehälter eingehaust, in den Wasserstoff unter Druck zugeführt bzw. aus dem Wasserstoff abgeführt werden kann.

Zum Betrieb des Wärmespeichers war die Entwicklung eines Wasserstoffsystems erforderlich, mit dem der benötigte bzw. freigesetzte Wasserstoff geregelt zu- und abgeführt, sowie in externen Druckbehältern zwischengespeichert werden kann. Weiterhin wurden für den Demonstrationsbetrieb eine Wärmequelle für die Wärmebeladung des Thermalöls, eine Wärmesenke zur Wärmeabnahme aus dem Thermalöl, sowie eine Pumpe zur Realisierung des Thermalölflusses im Kreislauf durch alle Wärmeübertrager benötigt.

Die Entwicklung und Implementierung der MSR-Technik stellte einen weiteren wichtigen Kernpunkt zum Betrieb des Wärmespeichers und zur Datenerfassung dar.

Das Gesamtsystem wurde am Anwenderzentrum h2herten, Herten, aufgebaut, da dort eine für das Vorhaben geeignete, hochentwickelte technische Wasserstoff-Infrastruktur zur Verfügung stand.

Die Realisierung der definierten Arbeitsziele erfolgte in enger Zusammenarbeit der Projektpartner. Darüber hinaus erforderte die Umsetzung des Vorhabens einen intensiven Austausch mit den zuständigen Personen des Anwenderzentrums h2herten, da zum Betrieb des Wärmespeichersystems auch Komponenten des Anwenderzentrums genutzt und betrieben werden mussten.

Nach erfolgter Entwicklung und Integration der Komponenten zu einem Gesamtsystem wurden im experimentellen Betrieb Leistungsdaten des Wärmespeichers ermittelt. Der Wärmespeicher konnte in dem vorgesehenen **Temperaturbereich zwischen 350°C und 400°C** betrieben werden. Die angestrebten Kenndaten des Wärmespeichers wurden erreicht bzw. übertroffen. Trotz einer geringeren Masse an eingesetztem Wärmespeichermaterial wurde die angestrebte **Wärmespeicherkapazität von 250 kWh** erreicht. Die geplanten **Wärmeübertragungsleistungen von 50 kW** in und aus dem Speicher wurden übertroffen.

Die Konstruktion des Wärmespeichers mit dem Thermoblechpaket im Inneren erwies sich als sehr gut geeignet: Innerhalb der Thermobleche gibt es eine äußerst gleichmäßige Wärmeverteilung und der Wärmeeintrag in und –austrag aus dem Wärmespeichermaterial ist sehr effektiv. Das Wasserstoffsystem funktioniert einwandfrei, hier sollte nur ein Massenstromregler für die Dehydrierstrecke mit größerem Messbereich (> 4 kg H₂/h) eingesetzt werden. Steuerung und Regelung des Gesamtsystems arbeiten fehlerfrei, bei der Thermalölanlage besteht jedoch noch Optimierungsbedarf für die Regelung der Thermalöltemperatur. Die thermische Isolierung diverser Anlagenteile sollte noch verbessert werden, um Wärmeverluste zu reduzieren.

Zukünftig vorgesehene Anwendungen für den Wärmespeicher, skaliert auf die entsprechenden Anforderungen, sind die

- Wärmespeicherung (Power-to-Heat) als effiziente Energiespeicherung für regenerative Energien zur Bedienung des Wärmemarktes und des Strommarktes (nach Rückverstromung),
- Flexibilisierung des Kraftwerksbetriebes,
- kurzfristige Wärmebereitstellung in Kraftwerken bei Störfällen,
- Effizienzsteigerung von Industrieprozessen durch Einbringung fluktuierend anfallender Abwärme oder durch kontinuierliche Bereitstellung von Strom oder Kälte,
- Wärmespeicherung bei solarthermischen Kraftwerken (Ermöglichung des Nachtbetriebes und bei ungünstiger Witterung).

Es soll an dieser Stelle noch besonders hervorgehoben werden, dass der in dem Vorhaben entwickelte Wärmespeicher in dieser Größenordnung nach Kenntnis der Projektpartner weltweit bisher einmalig ist.

Förderhinweis:

Das Vorhaben „Entwicklung und Demonstrationsbetrieb eines anwendungsnahen, wasserstoffbasierten Hochtemperatur-Wärmespeichersystems – HyHeatStore“ wurde gefördert vom Land Nordrhein-Westfalen unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) 2014-2020 „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“

Durchführungszeitraum

1.5.2019 – 31.8.2022

Förderkennzeichen

EFRE-0801550

Leitmarktwettbewerb

EnergieUmweltwirtschaft.NRW

Aktenzeichen LeitmarktAgentur NRW

EU-2-2-017A

Leitmarkt
Agentur.NRW

Die Landesregierung
Nordrhein-Westfalen



2014 EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung