

Thermische Batterien / Schwarmpeicher

Autor: Prof. Dr.-Ing. Bernd Boiting

Fachbereich: Energie · Gebäude · Umwelt, FH Münster, Steinfurt, Deutschland NRW

1. Thermische Batterien

Der zeitliche Energiebedarf für Gebäude und viele verfahrenstechnische Anlagen, ist nicht synchron zur volatilen Verfügbarkeit regenerativer Energien, z.B. aus PV- oder Windkraftanlagen. Intelligente Gebäude und Anlagen müssen daher große Energiemengen speichern und über mehrere Stunden verschieben können, um sie nutzbar zu machen. Dabei wird oft an elektrische Speicher gedacht, obwohl ein Großteil der benötigten Energien thermischer Art ist. Kompressionskältemaschinen können regenerativen Strom direkt und durch ihren Wirkungsgrad um ein Vielfaches vergrößert in Wärme und Kälte wandeln. Diese lässt sich wesentlich wirtschaftlicher und nachhaltiger speichern als Strom. Da sensible Speicher im MWh und GWh Bereich sehr groß werden, sind Lösungen gefragt, die Speicherdichten vervielfachen. Hier kommen Phase Change Materials (engl. PCM) in Spiel.

2. Material und Methoden

An der FH Münster wurden sowohl PCM-Objekte als auch unterschiedliche PCM nach RAL-GZ 896 in hybriden Latentwärmespeichern untersucht:

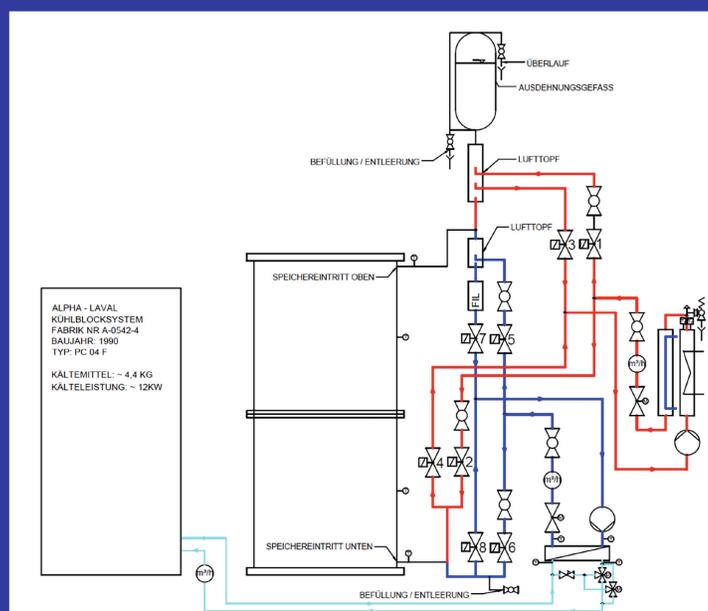


Abbildung 1: Versuchsstand für PCM-O, zur Untersuchung des dynamischen Be- und Entladevorganges von thermischen Speichern, inkl. Kapazitätsbestimmung

Die umfangreichen Untersuchungen umschlossen neben der Wärmespeicherung auch die Kältespeicherungen. Erweiterungen des Prüfstandes ermöglichten auch die Untersuchungen dynamischer Lastverläufe.

3. Ergebnisse

Aufbauend auf den Messergebnissen, wurde für die RAL-Gütegemeinschaft PCM ein Algorithmus entwickelt und als Proof of Concept, in ein Simulationsprogramm überführt.



Abbildung 2: Simulation der Speichertemperaturen, während des Entladevorganges eines untersuchten Speichers mit PCM-Objekten

Das Tool erlaubt neben der Simulation von einfachen Laborversuchen in Form von Sprungantworten zur Speicherkapazitätsbestimmung, auch die Simulation beliebiger Speicher mit frei bestimm-baren PCM und PCM-Objekten, unter dynamischen Randbedingungen.

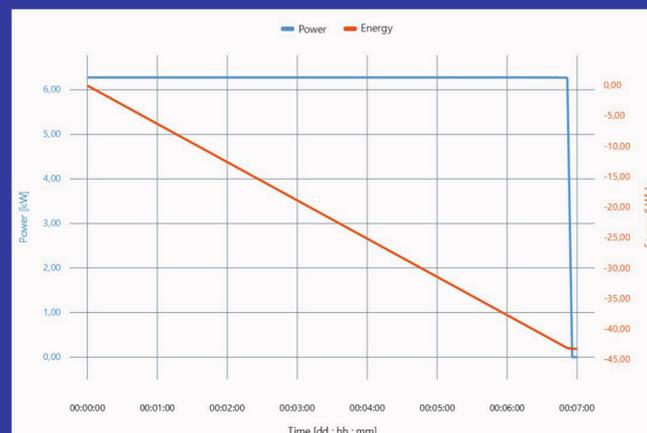


Abbildung 3: Ermittlung der Leistungsabgabe und der gelieferten thermischen Energiemenge des simulierten Speichers

Durch das Berechnungstool können Betriebsparameter bestimmt werden, wodurch der Leistungsverlauf gegenüber dem dynamischen Verlauf in Abbildung 2, in einen konstanten Verlauf überführt werden kann. Dadurch gelingt der Betrieb hybrider Latentwärmespeicher, wie der einer regelbaren Heizungsanlage, oder Kältemaschine.

4. Fazit

Das vorliegende Proof of Concept, ermöglicht geschulten Ingenieur*innen die Planung von thermischen Energiespeichern mit konstanter Leistung bis weit in den MWh Bereich.

Durch die Möglichkeit die Wärme- und Kälte erzeugenden Kompressionskältemaschinen durch EVU's von extern anzusteuern, gelingt der Ansatz zu Schwarmspeichern. Ebenfalls wird es für Anlagen und Gebäude erstmals möglich, regenerative Energien in relevanten Größenordnungen im eigenen Bilanzkreis zu verwenden, ohne ihn selbst erzeugt zu haben. Ein Ansatz den es noch im GEG zu berücksichtigen gilt. Dazu werden aktuell Normungs- und Richtlinienarbeiten vorangetrieben. Mit der noch in der Bearbeitung befindlichen DIN 2386 (Schwarmpeicher) und der VDI 4657, Blatt 2 (Speicherkennzahlen und Prüfverfahren) soll die Grundlagen dazu geschaffen werden.

5. Referenzen

Hybride, latente Energiespeicher können sowohl Wärme als auch Kälte speichern. In einer Geflügelschlachtereie wurde ein Energiesystem, bestehend aus 750 kWp (PV) und einer Kältemaschine (690 kW) und einem 80.000l-Speicher kombiniert, der mit PCM-Objekten gefüllt wurde. Das entstehende Speicheräquivalent entspricht 360.000l, respektive 3,6 MWh Speicherkapazität (~ 8K Temperaturspreizung).

Für die Wärmewende relevante, speicherbare und verschiebbare Energiemengen entstehen, wenn Schwarmpeicher im TWh gebildet werden können. Die aktuelle flächendeckende Einführung der Wärmepumpentechnologie würde das in Verbindung mit dieser Speichertechnologie möglich machen.

Abbildung 4: kraftBoxx, in Verbindung mit Wärmepumpe, oder Durchlauferhitzer und EVU-Anbindung, als Schwarmpeicher verwendbar

