
Potenzielles Großprojekt

Wärmespeicher: Giganten im Untergrund

Wasser ist als Energiespeicher unschlagbar: Es kostet fast nichts, ist ungiftig und in Mitteleuropa fast überall verfügbar. AEE INTEC koordiniert dazu ein Projekt.

Riesiger Wärmespeicher ist möglich

Die Physik ist denkbar simpel. Ein Kubikmeter Wasser, den man von 30 auf 60 Grad Celsius erwärmt, nimmt knapp 35 Kilowattstunden (kWh) thermische Energie auf. Wer also zum Beispiel ein Viertel des jährlichen Bedarfs der Stadt Wien, das sind 6.280 Gigawattstunden (GWh), bevorraten will, braucht 45 Millionen Kubikmeter Wasser. Wo bringt man eine solche Menge Wasser in einer Großstadt unter? Wie tief kann ein unterirdischer Speicher sein? Wie baut und stabilisiert man ihn? Wie dämmt man die Wände, damit das Speicherwasser warm und das Grundwasser kalt bleibt? Wie deckt man den Speicher von oben ab? Und wie kann diese Oberfläche sinnvoll genutzt werden – insbesondere in Ballungsräumen?

Projektsumme mehr als 4 Millionen Euro

An Antworten auf diese und weitere Fragen haben achtzehn Partner im Projekt giga_TES in den vergangenen drei Jahren gearbeitet. Als Leitprojekt des österreichischen Klima- und Energiefonds hatte giga_TES ein Budget von mehr als vier Millionen Euro bei einer Industriebeteiligung von über 50 Prozent. Es geht um abgedeckte Erdbeckenspeicher, die bis zu 2 Millionen Kubikmeter Wasser fassen. AEE INTEC koordinierte das Gesamtprojekt.

Solare Großspeicher gibt es schon in Dänemark

Große Erdbeckenspeicher sind bereits aus dänischen Wärmenetzen mit hohem Solaranteil bekannt. Der aktuell größte Erdbeckenspeicher in Vojens, Dänemark, fasst 210.000 Kubikmeter Wasser. Das entspricht rund 25 Prozent des Wärmebedarfs der Kleinstadt mit ihren knapp 8.000 Einwohnern. giga_TES untersuchte Speicher zwischen 100.000 und 2 Millionen Kubikmetern. Für diese Größenordnung mussten die Projektpartner anhand von Modellrechnungen und Materialent-

wicklungen erst einmal die notwendigen Grundlagen schaffen. Die Anwendungsszenarien umfassten zwei Speichergrößen (100.000 und 1,2 Millionen Kubikmeter) und zwei Temperaturniveaus (maximal 90/minimal 60 Grad Celsius und max 60/min 30 Grad Celsius). In den Szenarien soll Wärme aus Solarthermie oder Geothermie vom Sommer bis in den Winter gespeichert werden.

**Speicher für die Städte per Hybrid
aus Erdbeckenspeicher & Stahltank**

Die dänischen Erdbeckenspeicher sind einfach gebaut und liegen oberhalb des Grundwasserspiegels. Sie sind daher maximal fünf bis sechs Meter tief. Bei großem Volumen führt das zu erheblichem Platzbedarf. Der kompakte Gegenentwurf für die Großstadt ist ein Stahltank. Doch spätestens bei 200.000 Kubikmetern stößt dieser technisch an seine Grenzen. Die giga_TES-Partner haben daher an verschiedenen Stellschrauben gedreht, um die Erdbeckenspeicher für Österreichs Ballungsräume tauglich zu machen. Sie haben die Speichertiefe vergrößert, die Temperaturspreizung variiert und neue Materialien entwickelt. Herausgekommen sind verschiedenste Hybride aus klassischem Erdbeckenspeicher und Stahltank. Jeder davon hat seine speziellen Vor- und Nachteile. Mit den Konzepten aus giga_TES können die Speicher bis zu 50 Meter in die Tiefe reichen. Dabei müssen dann die Wände stabilisiert und der Speicher gegen das Grundwasser isoliert werden. Die Konstruktion der dafür nötigen Schlitzwände setzt derzeit die technische Grenze für die Speichertiefe. Die Projektpartner haben eine spezielle Wandkonstruktion aus sogenannten Dämmbohrpfählen entwickelt und patentieren lassen. Die Bohrpfähle werden im Inneren mit Schaumglasschotter gefüllt und überlappen sich jeweils ein Stück, sodass eine durchgängige Wand entsteht. Vorbild waren dabei klassische Bohrpfähle, eine etablierte Technik im Spezialtiefbau.

Speicheroberflächen nutzen – See, Park oder Solaranlage?

Eine besondere Herausforderung ist auch die Abdeckung des Speichers. Sie muss mindestens ihr eigenes Gewicht tragen und über Jahrzehnte hohen Temperaturen von unten und der Witterung und UV-Licht von oben Stand halten. Sie muss auch flexibel sein, denn die Erwärmung und Abkühlung sorgt dafür, dass der Wasserspiegel je nach Speichergeometrie um ein bis zwei Meter variiert. Zudem ist es in einer urbanen Umgebung kaum vorstellbar, die Oberfläche ungenutzt zu lassen. Die Projektpartner haben daher zwei verschiedene Deckel-Konstruktionen entwickelt und patentieren lassen. Das „Floating Cover 2.0“ schwimmt auf der Wasseroberfläche. Auf der Abdeckung könnten ein Park, Gewächshäuser oder Solaranlagen entstehen. Beim „Submerged Cover“ liegt die Abdeckung einige Meter tief unter der Wasseroberfläche. Der Raum über

dem Speicher wird zu einem künstlichen See. Dieser hält UV-Licht, Hagel und Temperaturextreme von der Speicherdecke fern. Der See ist als Freizeitgewässer nutzbar – zum Rudern, für Schwimmstege oder auch schwimmende Solaranlagen. Auch für die innere Abdichtung des Speichers, den Liner, haben die Projektpartner neue Materialien entwickelt. Bei Betriebstemperaturen zwischen 35 und 80 Grad Celsius könnte das neue Linermaterial sogar deutlich über 50 Jahre halten.

Grundlagenarbeit am Modell

Angesichts der Größe, Bauzeit und Kosten der Wärmespeicher kann die Entwicklung unmöglich am Original stattfinden. Deshalb arbeiten die Projektpartner mit detaillierten numerischen Modellen, um zum Beispiel die ideale Bauform und Dämmstärke abzuleiten. Um das energetische Verhalten des Speichers zu modellieren und zu bewerten, wie zum Beispiel seine Leistung oder die Wärmeabgabe ans Grundwasser, nutzten sie das Simulationstool Comsol Multiphysics. Zudem entwickelten die Projektpartner ein eigenes Kostentool zur Wirtschaftlichkeitsberechnung. Anhand einer Abschätzung der Investition sowie mit Parametern wie Effizienz und Zyklenzahl berechneten sie die spezifischen Speicherkosten (Levelised Cost of Storage, LCOS).

Niedrige Temperaturen führen zu niedrigen Kosten

Am LCOS zeigt sich, dass eine niedrige Systemtemperatur gleich mehrere Vorteile bietet. Eine geringere Speichertemperatur bedeutet weniger Wärmeverluste und eine geringere Erwärmung des Grundwassers. So kann die Isolierung dünner ausfallen. Wichtig sind auch die Kosten für Liner und Abdeckung. Bei niedrigen Temperaturen lässt sich die gewünschte Lebensdauer mit recht günstigen Materialien erreichen. Bei sehr hohen Temperaturen braucht man einen Stahlliner. Zwischen den Bauformen gleichen sich dagegen verschiedene Effekte teilweise aus: Bei flachen Speichern ist die großflächige Abdeckung der größte Kostenfaktor, bei den tiefen Bauformen sind es die Schlitzwände. In Zahlen heißt das für die simulierten Prototypen: Im Hochtemperatur-System kostet die Speicherung etwa 84 bis 92 Euro pro Megawattstunde. In der Niedrigtemperatur-Version sind es nur knapp 50 bis 55 Euro pro Megawattstunde. Bei zukünftigen Projekten auf dem Weg zu einem breiten Roll-out gibt es bei den Materialien, der Konstruktion und der Implementierung noch erhebliches Potenzial für die Kostensenkung.

Skalierbarer Pilotspeicher als nächster Schritt

Das Projekt giga_TES hat viele grundlegende Erkenntnisse und drei patentierte Konstruktionslösungen gebracht. Im nächsten Schritt müssen sich die Entwicklungen an der Praxis messen: Wie leicht lassen sich die Dämmbohr-

pfähle installieren – und ist ihre Wirkung so wie erhofft? Schwimmt die Abdeckung so stabil wie sie soll? Ein Speicher in voller Größe würde allerdings einen dreistelligen Millionenbetrag kosten. Deshalb soll es zunächst noch einen kleineren Pilotspeicher in der Größenordnung von etwa 10.000 Kubikmetern geben. Gespräche mit möglichen Partnern und die Standortsuche laufen gerade. Die Endergebnisse zum abgeschlossenen Projekt giga_TES wurden am 30. November in einem Webinar vorgestellt. ●

- Projektwebseite: [Link](#)
- Webinar zur Ergebnispräsentation: [Link](#)

Projektsteckbrief

Laufzeit: 1.1.2018 – 31.8.2021

Forschungspartner

- AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (Projektkoordinator)
- Johannes Kepler Universität – Institute of Polymeric Materials and Testing
- Universität Innsbruck – Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

Industriepartner

- SOLID Solar Energy Systems GmbH
- Ingenieurbüro ste.p ZT-GmbH
- AGRU Kunststofftechnik GmbH
- Metawell GmbH
- Bilfinger VAM Anlagentechnik GmbH
- Geologie und Grundwasser GmbH
- PORR Bau GmbH
- Lenzing Plastics GmbH
- Gabriel-Chemie Gesellschaft m.b.H.
- Smart Minerals GmbH
- Wien Energie GmbH
- Salzburg AG für Energie, Verkehr und Telekommunikation
- GVT Verfahrenstechnik GmbH

Internationale Partner

- PlanEnergi
- Solites – Steinbeis Innovation GmbH

Auftrags- und Fördermittelgeber

Klima- und Energiefonds

Förderprogramm

Energieforschung 3. Ausschreibung 2016



Dr. Wim van Helden (AEE INTEC)

w.vanhelden@aee.at