

BA bei SKAVA in Salzburg zum Thema Geothermie

Thermische Simulation von Wasserspeichern im Festgestein

Diplomand



Mikkel Smaadahl

Einleitung: Thermische Wasserspeicher spielen in der Zukunft eine Schlüsselrolle für Fernwärmesysteme. Durch ihre Flexibilität ermöglichen sie eine breite Integration von erneuerbaren Energiequellen und industrieller Abwärme. Damit tragen sie maßgebend zur Integration nachhaltiger Energiequellen in die Wärmeversorgung und zur Erreichung der Klimaziele bei. Da thermische Speicher heutzutage meist als Metalltank realisiert werden benötigen sie viel Bauland und beschränken durch zyklische Wartung den Betrieb.

Durch Simulationen mittels Finite Element Methode soll das thermische Verhalten von Wasserspeichern im Fels untersucht werden. Ziel ist, drei Geometrien zu vergleichen und anschliessend drei Szenarien für den Anschluss ans Fernwärmenetz zu simulieren. Zusätzlich soll untersucht werden, ob sich Kavernenspeicher als eine realistische Alternative heute üblicher Stahltanks erweisen.

Vorgehen: Mit der Software COMSOL® wird der Wärmetransfer in Feststoffen und Fluiden simuliert. Als Lastfall wird eine Schichtspeicherung definiert: Die Felsstemperatur entspricht anfangs 8°C. In der oberen Hälfte des Speichers wird Wasser mit 97°C gespeichert und in der unteren Hälfte mit 55°C. In der Mitte befindet sich ein Bereich, welcher sich übers Jahr sinusoidal den umgebenden Schichten anpasst. Das Diagramm "Energieverluste Vergleich Geometrie" zeigt auf, dass die Geometrie des grossen Schachtes mit Abstand am wenigsten Verluste über 100 Jahre aufweist. Die Helix gibt fast doppelt soviel Energie an den Fels ab, wie die anderen Geometrien. Dies ist auf die grosse Oberfläche verglichen mit dem Speichervolumen zurückzuführen.

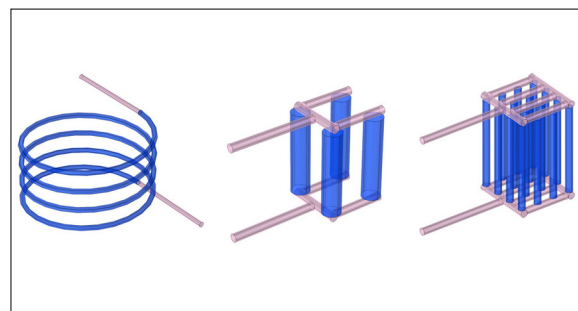
Als Referenz für den Vergleich von Kavernen und Stahltanks wird ein 30'000m³ Speicher der Linz AG in Österreich verwendet. Dieser weist bei einer Wassertemperatur von 97°C jährliche Verluste von 73 kWh/m³ auf. Bei der Kaverne «Schacht gross» werden je nach Leitfähigkeit zwischen 19.8 – 29.0 kWh /m³ verloren. Dies spart über 100 Jahre im Schnitt 60.3 – 72.9% der eingelagerten Energie ein. Um die Effizienz der Kavernen zu optimieren wurde der Effekt von Wärmedämmschichten an der Speicheroberfläche untersucht ($\lambda = 0.04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$). Mit einer Dämmschichtdicke von 50cm können zusätzliche 10% -15% der Energieverluste vom Stahltank eingespart werden.

Fazit: Um Wärmeenergie langfristig zu speichern zeigen Kavernenspeicher im Vergleich gegenüber den heute üblichen Stahlspeicher in mehreren Bereichen Vorteile auf. Es können nicht nur die Verluste minimiert werden, sondern auch Bauland und aufwändige Wartungsarbeiten eingespart

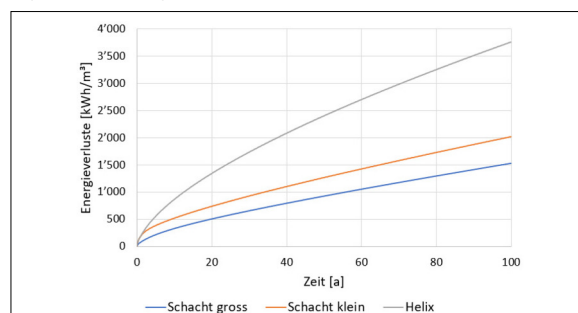
werden.

Aufgrund der Erkenntnissen dieser Arbeit ist durchaus zu erwarten, dass für eine nachhaltige Integration von Erneuerbarer Energieträgern in Zukunft mehr Energie im Untergrund eingelagert wird.

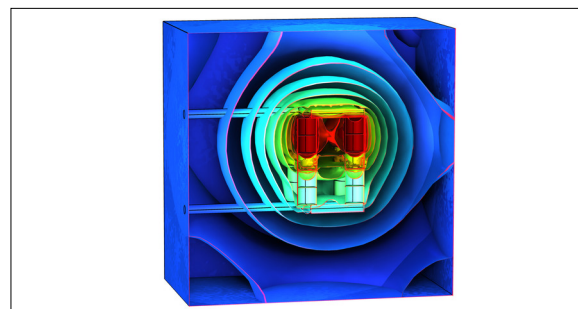
Speichergeometrien: Helix; Schacht gross; Schacht klein
Eigene Darstellung



Energieverluste Vergleich Geometrie
Eigene Darstellung



3D-Isothermen Schichtspeicherung
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Korreferentin

Prof. Dr. Sophie Messerklinger, Salzburg

Themengebiet
Geotechnik