

Rückgewinnung der Abwärme von thermischen Speichern im Festgestein mittels Erdwärmesonden

Student



Mikkel Smaadahl

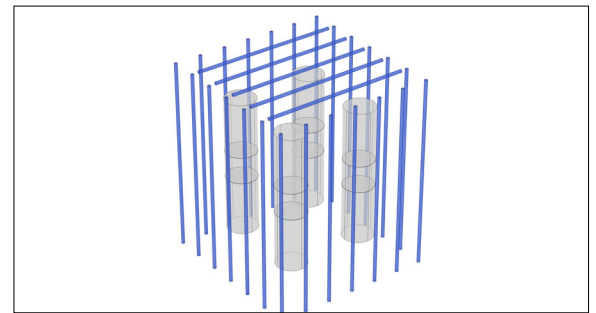
Ausgangslage: Durch den rasanten Fortschritt des Klimawandels rücken erneuerbare Energieträger immer mehr in den Fokus der Energiepolitik. Um fossile Brennstoffe erfolgreich und nachhaltig zu ersetzen, muss die alternative Energiegewinnung zu jeder Zeit und in ausreichenden Mengen zur Verfügung gestellt werden können. Dafür muss die gewonnene Energie möglichst effizient eingelagert werden, da Wind und Sonne nicht zu jeder Zeit in den gleichen Mengen verfügbar sind. Thermische Wasserspeicher im Festgestein stellen eine platzsparende Lösung dar, welche in nahezu beliebigen Volumen realisiert werden können. Jedoch geht auch bei diesem Speichersystem stetig Energie verloren. Um dies zu minimieren wurde der Einsatz von Erdwärmesonden rund um die thermischen Speicher geprüft.

Vorgehen: Mit der Multiphysik-Software COMSOL wurden Simulationen durchgeführt, welche das thermische Verhalten von Erdwärmesonden rund um Wärmespeicher im Festgestein über 100 Jahre simuliert. Dafür wurden anhand einer Beispielgeometrie verschiedene Parameter wie Fließgeschwindigkeit der Sole, Sondenabstand zu Speicher und von Sonde zu Sonde, wie auch den potentiellen Einsatz von wärmegeprägten Speichern als Variantenstudium untersucht. Als Referenzwert wurde das Speichersystem ohne Erdwärmesonden und ohne Dämmung definiert.

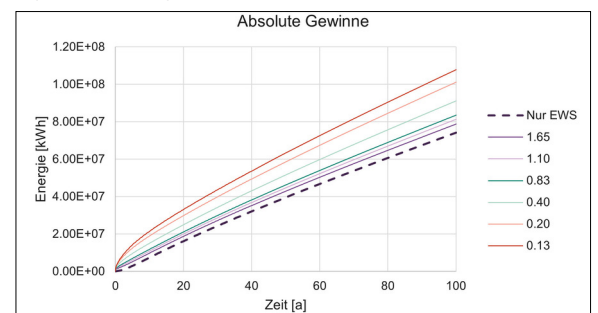
Ergebnis: Abhängig von der Kombination der verschiedenen Einflussparametern können, je nach Anforderungen an das Speichersystem, die Kosten minimiert oder die thermische Effizienz maximiert werden. Die Variation der Fließgeschwindigkeit, wie auch die Distanz zwischen Sonde und Speicher verändern die Nettogewinne der rückgewonnenen Abwärme nur in kleinem Masse. Jedoch kann grundsätzlich formuliert werden, dass eine erhöhte Fließgeschwindigkeit und ein kleiner Abstand von Sonde zu Speicher die Effizienz steigert. Der grösste Einfluss auf die Rückgewinnung der Speicher-Abwärme zeigt die Variation der Anzahl Erdwärmesonden auf. Je mehr Sonden eingesetzt werden, desto mehr Energie kann zurückgewonnen werden. Wer den die Resultate jedoch pro Meter Bohrloch betrachtet, nimmt die Effizienz bei erhöhter Sondenanzahl ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die Sonden nach einigen Jahren thermisch negativ beeinflussen. Werden die thermischen Speicher zusätzlich mit einer Dämmschicht versehen, so kann die Effizienz des ganzen Systems erheblich gesteigert werden. Werden 24 Sonden mit einem Abstand von 15m zu den Speichern simuliert, wobei die Speicher mit einer Dämmschicht (thermischer Widerstand = $7.5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$) ausgestattet sind, können 84.7% der eigentlichen Verluste zurückgewonnen werden. Anhand der hohen Effizienz, wie auch Flexibilität des Systems, verfügt

die Kombination von thermischen Untergrundspeichern und Erdwärmesonden über ein enormes Potential, einen signifikanten Beitrag zur Energiewende beizusteuern.

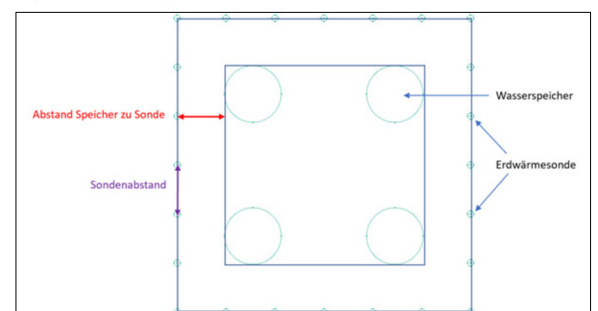
Schematisches SONDENSYSTEM um thermische Wasserspeicher Eigene Darstellung



Absolute Gewinne durch Erdwärmesonden kombiniert mit Speicher-Dämmung Eigene Darstellung



Horizontalschnitt thermischer Wasserspeicher mit Erdwärmesonden Eigene Darstellung



Referent
Prof. Dr. Carlo Rabaiotti

Themengebiet
Civil Engineering