

Freitag, 25. Juni 2021
Kongress 1 - Tiefe Geothermie
12.10-12.40 Uhr

Numerische und chemische Modellierung der Speicherstrukturen im tiefen Tertiär

M.Sc. Kai Stricker, Karlsruher Institut für Technologie, Angewandte Geowissenschaften

Über 50% der deutschen CO₂-Emissionen werden über die Bereitstellung von Gebäude- und Prozesswärme erzeugt. Aufgrund saisonaler Bedarfsschwankungen, insbesondere in der Gebäudeversorgung, kommt der Möglichkeit lokaler Speicherung von überschüssiger Wärme im Sommer, die im Winter aus dem Speicher entnommen werden kann, eine immer größere Bedeutung zu. Bedeutende Mengen an Wärme können bei derzeitigem Stand der Technologie und absehbaren Entwicklungen nur im Untergrund gespeichert werden. Die bewährte Technologie der Speicherung niedertemperierter Wärme in oberflächennahen Aquifersystemen kann dabei auf höher temperierte Wärme in tieferen Aquiferen ausgedehnt werden. Dabei können in einem ersten Schritt Wärmespeicher in aufgegebenen Kohlenwasserstoffreservoirien realisiert werden, da diese Reservoirie bereits umfassend hinsichtlich ihrer jeweiligen Geologie, geo- und petrophysikalischen Eigenschaften sowie ihrer Tiefenlage, Geometrien und Speicherkapazitäten erkundet sind.

In der vorliegenden Studie wurden dazu 19 ehemalige Kohlenwasserstoffreservoirie im Oberrheingraben (ORG) in känozoischen Sandsteinen in Tiefen von 200 m bis 1800 m hinsichtlich ihrer Förderdaten und - soweit verfügbar - ihrer petrophysikalischen Eigenschaften charakterisiert. Die Produktionsgeschichte der verschiedenen Kohlenwasserstoffreservoirie zeigt typische Muster mit einem raschen Anstieg der Jahresproduktion, gefolgt von einem langsameren Rückgang der Produktion, bevor die Kohlenwasserstoffproduktion eingestellt wurde. Die meisten Reservoirie in känozoischen Sandsteinen weisen Porositäten von 5 bis 20% mit einigen Extremwerten von bis zu 30% auf. Die damit verbundenen Permeabilitäten variieren von 10^{-16} – 10^{-14} m² mit einigen Extremwerten von bis zu 10^{-12} m².

Das Potenzial dieser aufgegebenen Kohlenwasserstoffreservoirie für die geothermische Wärmespeicherung wird hier zunächst anhand generischer numerischer Modelle abgeschätzt und dabei durch eine Sensitivitätsanalyse der Einfluss verschiedener Parameter (Fließraten, Wärmeleitfähigkeiten, Reservoirmächtigkeiten, Permeabilitäten) und Bohrgeometrien (vertikal, horizontal) auf das Wärmespeicherpotential ermittelt. Die Effizienz von Wärmespeichern wird über das Verhältnis zwischen zurückgewonnener und eingespeister Energie definiert und zeigt im Verlauf der Nutzungsdauer eine Zunahme der Effizienz, welche nach 10 Jahren bis zu 82 % erreicht. Weitere Ergebnisse unserer numerischen Modelle zeigen eine starke Abhängigkeit des Speicherpotenzials von Fließraten und Reservoirmächtigkeiten sowie der Wärmeleitfähigkeit der Reservoirgesteine und der unter- und überlagernden gering durchlässigen Gesteine. Zusätzlich zeigen erste Abschätzungen der Änderung der chemischen Zusammensetzung der Fluide im Verlauf des Betriebs mögliche mineralische Lösungen und Ausfällungen, welche sich auf die Reservoirieigenschaften auswirken können.

Aus den Ergebnissen dieser Studie kann geschlossen werden, dass bis zu 90 % der untersuchten Reservoirie für Hochtemperatur-Wärmespeicherung geeignet sein könnten. Dies lässt auf eine Gesamtkapazität von bis zu 10 TWh a⁻¹ in ehemaligen Kohlenwasserstoffreservoirs des ORG schließen, welche einen bedeutsamen Anteil am Gesamtwärmebedarf dieser Region darstellt.