

Pilotuntersuchung für die Planung eines saisonalen Aquifer-Wärmespeichers (ATES)

Projektbeschreibung

Im Rahmen eines Energiewende-Pilotprojekts auf einer Nordseeinsel wird die saisonale Speicherung von Wärmeenergie in einem Aquifer (Aquifer Thermal Energy Storage, ATES) untersucht. Als potenzielle Speicherhorizonte kommen zwei oberflächennahe Aquifere infrage, deren Grundwasserfließdynamik im Vorfeld näher charakterisiert werden soll. Für die hydrogeologische Erkundung stehen lediglich zwei Grundwassermessstellen zur Verfügung. Beide erschlossenen Aquifere sind artesisch gespannt und weisen bei geöffneten Messstellen einen Grundwasserüberlauf auf. Mit horizontalen Langzeit-In-situ-Fließmessungen sollen Fließrichtung und -geschwindigkeit sowie mögliche tidebedingte Veränderungen der Grundwasserströmung erfasst werden.

Die Ergebnisse dienen als ergänzende Datengrundlage, um eine mögliche advective Verlagerung und räumliche Ausbreitung der thermischen Speicherzone mit der natürlichen Grundwasserströmung abzuschätzen und die weitere Planung und Modellierung des ATES-Systems zu unterstützen. Vorgesehen ist die saisonale Speicherung von Wärmeenergie aus einem regenerativen Energiesystem aus Wind- und Solarenergie in Kombination mit einer Biogasanlage.

ATES-Systeme können einen wichtigen Beitrag zur saisonalen Speicherung regenerativ erzeugter Wärme und damit zur Wärmewende leisten.

Hydrogeologisches Umfeld

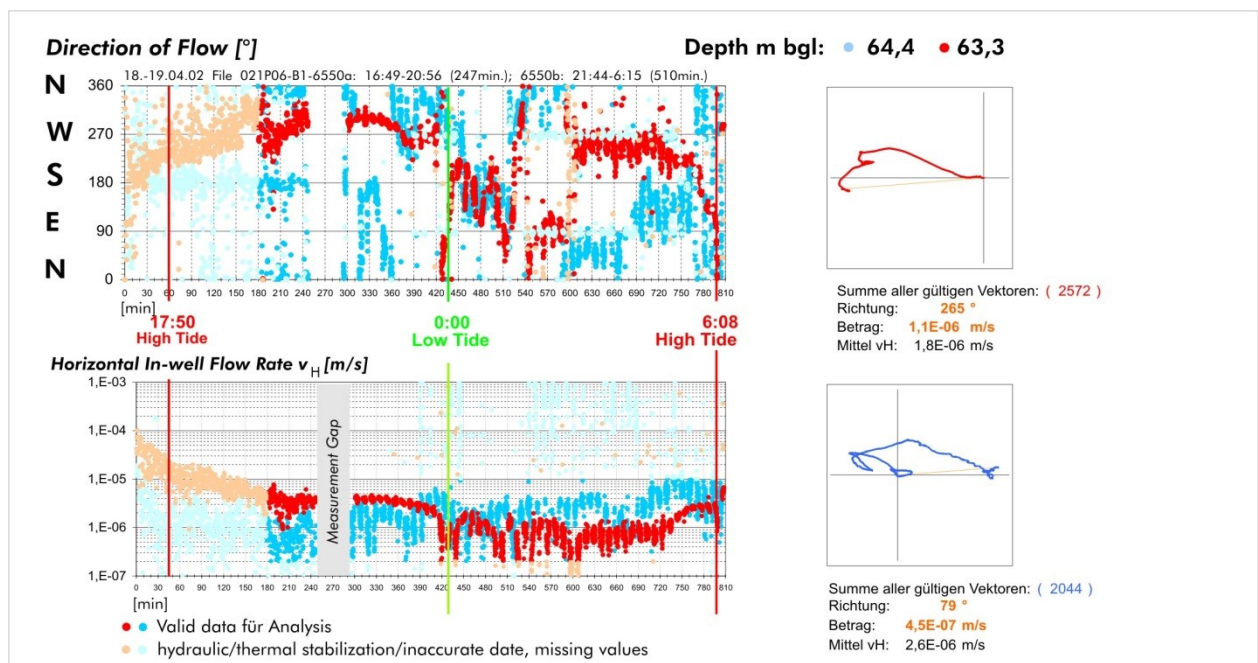
Artesisch gespannte Porengrundwasserleiter (Fein- bis Grobsand). Die Profile weisen mehrere sandige Aquiferhorizonte auf, die durch mehrere Meter mächtige geringdurchlässige Schichten aus Klei und Ton voneinander abgegrenzt werden. Teilweise treten Wechsellagerungen mit Geschiebemergel auf.

Einsatzzweck

- Initiale Charakterisierung der Grundwasserfließdynamik in zwei artesisch gespannten Aquiferen
- Erfassung tidebedingter Veränderungen von Fließrichtung und -geschwindigkeit
- Datengrundlage zur Abschätzung einer möglichen advectiven Verlagerung der thermischen Speicherzone
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungs- und ATES-Modellierungen
- Hydrogeologische Datengrundlage für die weitere Planung des Aquifer-Wärmespeichers

Untersuchungsergebnisse

Mit horizontalen Langzeit-In-situ-Fließmessungen in zwei Grundwassermessstellen konnten erste tiefen- und zeitaufgelöste Informationen zur Grundwasserfließdynamik und zum Einfluss des Tidenzyklus bis in 64 m Tiefe gewonnen und die bestehende Datengrundlage ergänzt werden.



Pilotuntersuchung für die Planung eines saisonalen Aquifer-Wärmespeichers (ATES)

Im Verlauf der erfassten Tidenzyklen wurden in den Messstellen Durchflussgeschwindigkeiten zwischen etwa 2 und 60 cm/Tag gemessen. Unter Berücksichtigung der hydraulischen Verhältnisse lassen sich daraus Filtergeschwindigkeiten im Aquifer von weniger als 2 cm/Tag ableiten.

Die Langzeitmessungen zeigten deutliche zeitliche Veränderungen sowohl der Fließrichtung als auch der Fließgeschwindigkeit im Zusammenhang mit dem Tidenzyklus. Im Mittel wurden bei auflaufendem Wasser etwas höhere und bei ablaufendem Wasser geringere Fließgeschwindigkeiten beobachtet. Die Ergebnisse belegen damit eine tidebeeinflusste, zeitvariable Grundwasserströmung in den untersuchten Aquiferen und liefern wichtige Eingangsdaten zur Abschätzung einer möglichen advektiven Verlagerung der thermischen Speicherzone.

Kundennutzen

- Tiefen- und zeitaufgelöste Informationen zur Grundwasserfließdynamik in den potenziellen Speicherhorizonten
- Nachweis tidebedingter Veränderungen von Fließrichtung und -geschwindigkeit
- Datengrundlage zur Abschätzung der advektiven Verlagerung der thermischen Speicherzone
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungs- und ATES-Modellierungen
- Ergänzende Datengrundlage für die weitere Planung und Dimensionierung des saisonalen Aquifer-Wärmespeichers
- Erfassung von Ausbau und Zustand der Grundwassermessstellen

Kunde

Kommunale Inselverwaltung

Technische Herausforderungen

Aufgrund der artesisch gespannten Verhältnisse trat bei geöffneten Messstellen Grundwasser an der Geländeoberfläche aus. Um während der Fließmessungen hydraulisch definierte Bedingungen herzustellen und den durch den Überlauf verursachten vertikalen Durchfluss in der Messstelle zu unterbinden, musste der Vollrohrabschnitt oberhalb der Filterstrecke mit einem Packer abgedichtet werden.

Das Unterbinden des zuvor bestehenden Grundwasserüberlaufs veränderte zunächst die hydraulischen und thermischen Bedingungen innerhalb der

Messstelle. Vor Beginn der eigentlichen Fließmessungen war daher eine verlängerte Stabilisierungsphase erforderlich, um eine ausreichende hydraulische und thermische Re-Equilibration zu gewährleisten.

Einsatzort

Nordseeinsel

Einsatzumfang

- 2 Messstellen / 5 Zoll
- Einsatztiefen: 30m-64m

Einsatzort

Nordseeinsel

Einsatzzeitraum

4 Tage

021P06

Fließerkundung in einem gefluteten Grubengebäude

Projektbeschreibung

Zur Untersuchung der Fließverhältnisse in einem gefluteten Grubengebäude im Hinblick auf eine mögliche geothermische Nutzung sowie auf hydraulische Wechselwirkungen mit dem angeschlossenen Grundwassersystem wurden mehrere Bohrungen bis in das Stollensystem abgeteuft und als Grundwassermessstellen ausgebaut. Die Filterstrecken wurden jeweils im Bereich der durchörterten Stollen angeordnet. Horizontale In-situ-Fließmessungen in mehreren Höhenpositionen der erschlossenen Stollenquerschnitte sollten Fließrichtung und -geschwindigkeit innerhalb des Stollensystems charakterisieren und direkt gemessene Daten für die weitere hydrogeologische Bewertung liefern.

Hydrogeologisches Umfeld

Frei durchströmte Stollen in Kalk- und Dolomitgestein, durch Bohrungen mit verfilterten Stollenabschnitten erschlossen

Einsatzzweck

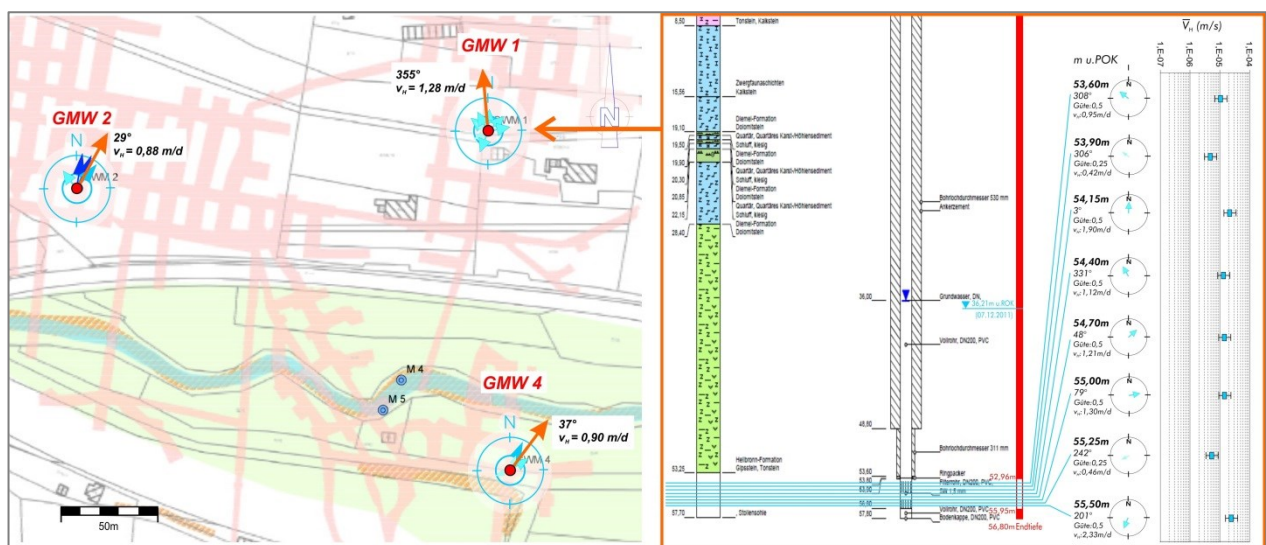
- Erkundung der Fließverhältnisse im gefluteten Stollensystem
- Bereitstellung hydraulischer Kenndaten zur Bewertung des geothermischen Nutzungspotenzials
- Bewertung der hydraulischen Wechselwirkung mit dem angeschlossenen Grundwassersystem
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungsmodelle

Untersuchungsergebnisse

Die horizontalen In-situ-Fließmessungen wurden in mehreren Höhenpositionen über die durch die Bohrungen erschlossenen Stollenquerschnitte durchgeführt. In allen vier untersuchten Messstellen zeigte sich eine übergeordnet nach Norden orientierte Fließbewegung mit mittleren Fließgeschwindigkeiten im Bereich von etwa 0,5 bis 1,5 m/Tag. Die tiefen- bzw. höhen aufgelösten Messungen zeigten jedoch, dass die Strömung innerhalb der einzelnen Stollenprofile nicht einheitlich ausgebildet war. Lokal traten abweichende Fließrichtungen auf; im Bereich der Stollensohle wurden teilweise sogar gegenläufige Fließbewegungen beobachtet. Aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten und der großen hydraulischen Freiheitsgrade innerhalb der frei durchströmten Stollen zeigte sich während der jeweiligen Messdauer von ein bis zwei Stunden ein zeitlich variables, instationäres Fließbild. Durch die zeitliche Bilanzierung der gemessenen Fließvektoren konnten dennoch die übergeordneten Fließrichtungen und charakteristischen Fließgeschwindigkeiten zuverlässig eingegrenzt werden. Die Ergebnisse belegen damit sowohl eine übergeordnete Strömung innerhalb des Stollensystems als auch lokale und zeitliche Variationen der Fließbewegung innerhalb der einzelnen Stollenquerschnitte.

Hydrogeologische Herausforderung

Die großen hydraulischen Freiheitsgrade innerhalb der frei durchströmten Stollen führen bei geringen Fließgeschwindigkeiten zu zeitlich und räumlich variablen Fließbewegungen. Einzelmessungen stellen daher nur Momentaufnahmen dar. Durch län-



Fließerkundung in einem gefluteten Grubengebäude

gere Messzeiten und die Bilanzierung der Fließvektoren konnten übergeordnete Fließrichtungen und charakteristische Fließgeschwindigkeiten dennoch zuverlässig bestimmt werden.

Kundennutzen

- Direkter Nachweis der übergeordneten Fließrichtung und -geschwindigkeit im Stollensystem
- Höhenaufgelöste Charakterisierung der Strömung innerhalb der Stollenquerschnitte
- Nachweis lokaler und teilweise gegenläufiger Fließbewegungen
- Erfassung zeitvariabler Fließbewegungen über längere Messzeiträume
- Hydraulische Datengrundlage zur Bewertung einer geothermischen Nutzung
- Vertieftes Verständnis der hydraulischen Wechselwirkung zwischen Stollensystem und geschlossenem Grundwasserleiter
- Bereitstellung direkt gemessener Fließdaten für Grundwasserströmungsmodelle
- Prüfung von Ausbau und Zustand der Grundwassermessstellen

Kunde

Öffentlicher Auftraggeber/Behörde

Leistungen

- Kamerabefahrungen, Ausbau und Zustandkontrolle der Messstellen
- Horizontale in-situ Fließmessungen
- Datenauswertung und Projektdokumentation

Einsatzumfang

- 4 Messstellen / 5-8 Zoll
- Einsatztiefe: 28-55m

Einsatzort

Baden-Württemberg

Einsatzzeitraum

4 Tage

011P139