

Qualitätsmanagement an Erdwärmesonden (EWS) mittels Fibre-Optical Distributed Temperature Sensing (DTS)

Fehlstellendetektion in der Hinterfüllung von EWS über Hydratationstemperaturverteilungen

Hinterfüllung

Die Hinterfüllung einer Erdwärmesonde stellt die thermische Anbindung des Wärmeträgerfluidkreislaufs an den Untergrund dar. Zusätzlich stellt die Hinterfüllung sicher, dass keine Wegigkeiten zwischen unterschiedlichen Grundwasserstockwerken hergestellt werden und dass im Havariefall kein Wärmeträgerfluid in den Untergrund austreten kann.

Überprüfung der Ausführungsqualität

In Deutschland werden überwiegend auf Zement basierende Hinterfüllungen genutzt. Die Lösungs- und Aushärtungsreaktion des Zementleims zu Zementstein ist exotherm. Die Reaktion setzt also Energie frei und erhöht damit die Temperaturen in der Hinterfüllung. Entsprechend kann durch verteilte Temperaturmessungen auf die Ausführungsqualität der Hinterfüllung geschlossen werden.

Ergebnisse

Die Untersuchung der Temperaturentwicklungen erfolgte auf zwei Wegen: Es wurden numerische Modellierungen durchgeführt, welche untersuchten, ob und wie Temperatursignale innerhalb von Fehlstellen in EWS, z. B. durch Kieseinschluss, ausgeprägt sein können (Abb. 1.) und es wurden entsprechende

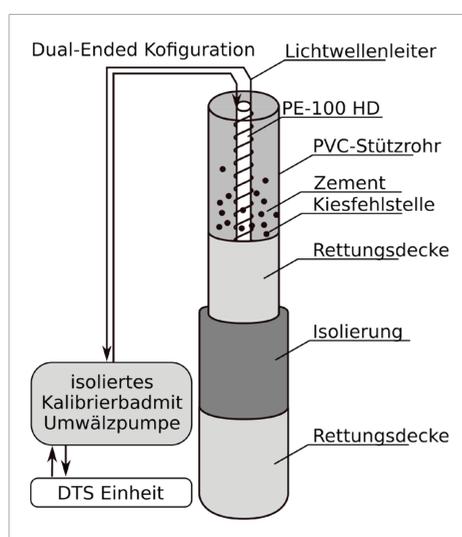


Abb. 1: Numerisch modellierte Temperaturprognose in EWS-Fehlstelle (Quelle: Seibertz)

Laborversuche unternommen (Aufbau s. Abb. 2.).

Die Ergebnisse zeigen, dass Fremdkörpereinschlüsse in der Hinterfüllung zu Temperaturreduktionen in den während der Hydratation aufgezeichneten Temperatursignalen führen.

Diese Bereiche reduzierter Temperaturen entlang der EWS wurden mit Modellierungen vorhergesagt und konnten im Modellversuch für die Fremdkörpereinschlüsse auch durch DTS ermittelt werden.

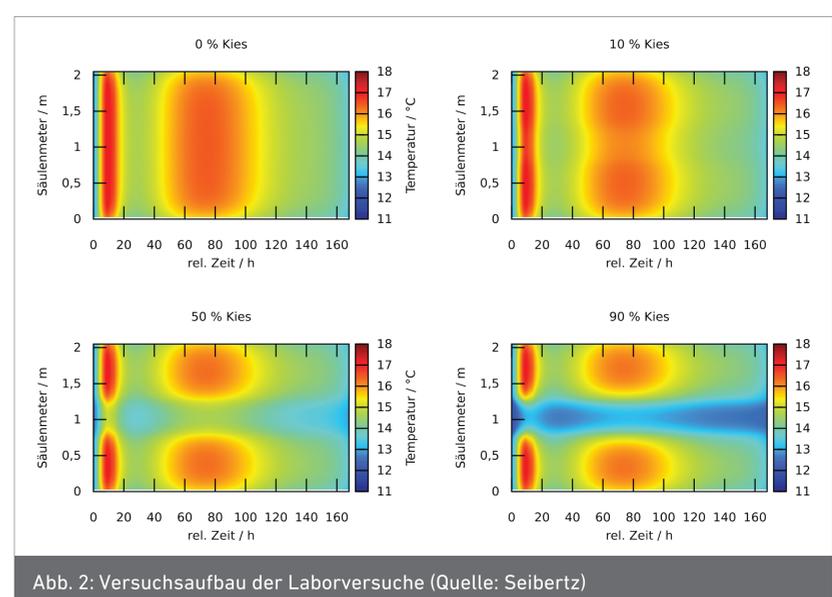


Abb. 2: Versuchsaufbau der Laborversuche (Quelle: Seibertz)

Damit konnte gezeigt werden, dass bereits wenige Stunden nach Einbau einer EWS mit einem Qualitätsmanagement begonnen werden kann. Vor allem für große EWS-Felder ist dies von Interesse, da hier die zusätzlichen Investitionen für Sensor und Glasfaser im Anschluss an die Hydratationstemperaturuntersuchungen für ein Monitoring des Sensorfeldes im laufenden Betrieb genutzt werden können.



Klodwig Seibertz

Klodwig Seibertz erhielt seinen Bachelor-Abschluss in Allgemeine Geowissenschaften von der Christian-Albrechts-Universität Kiel (CAU) und seinen Master in Angewandte Geowissenschaften von der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU). Von August 2014 bis Juli 2017 promovierte er, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, zum Thema Entwicklung einer Wärmetomographie zur Charakterisierung der ungesättigten Zone sowie gering-permeabler Grundwasserleiter zur Nutzung als thermischer Speicher am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) und der Eberhard Karls Universität Tübingen. Er arbeitete dabei überwiegend an auf glasfaserbasierten, verteilten Temperaturmessungen im flachen Untergrund und in/an Erdwärmesonden.