

Abb. 5 – Bohrfeld der Bohrung GEN-1 (dunkelgrün) mit Zweigbohrung GEN-1ST-A1 (rot), die gezielt Störungen durchkreuzt. Top Malm (blau), Basis Malm (braun), Nordpfeil.



Abb. 6 – Bohrkern aus über 5 km Tiefe. Oben: Freilegung des Bohrkerns aus dem Kerngestänge. Unten: Insgesamt 20 m Bohrkern aus dem dunkelgrauen, wenig dolomitisierten schwach mergeligen Kalken des Malm, die in den letzten Kernkisten in stark gestörte und brekziierte Dolomite übergehen. Die starke Zerklüftung weist auf die Durchteufung des Störungsbereichs hin.

bohrung von der nicht fündigen Stammborung durchgeführt, um die besonders zerklüfteten Bereiche im tiefen Malm zu erschließen (Abb. 5). Eine Doktorarbeit am LIAG beschäftigt sich mit der Entstehung und Identifizierung dieser Bruchzonen im tiefen Untergrund Oberbayerns.

Der Abschnitt der Stammborung wurde mit dem Abteufen der Zweigbohrung verschlossen. In der Zweigbohrung wurden Bohrkern aus dem geothermalen Reservoir aus über 5.000 m Bohrtiefe gewonnen (Abb. 6), an denen durch die TU München geomechanische Tests und geologische Analysen durchgeführt wurden [3]. Auch mit diesem Thema beschäftigten sich zwei bereits abgeschlossene Doktorarbeiten [4, 5]. Die abgelenkte Zweigbohrung erreichte ihr Ziel in 5.700 m Teufe mit einer offenen Bohrlochsektion in 6,125 Zoll Durchmesser, einer aufgeschlossenen Reservoirstrecke von 1.216 m bei einer Neigung von 85 Grad nach Südost.

Unerwartete Ergebnisse führen zum Einsatz neuer Technologien

Die Ergebnisse aus den Bohrarbeiten in „Dolomitkluft“ waren zunächst aussichtsreich: Offene Kluftzonen wurden tatsächlich erbohrt (Abb. 6, unten). Jedoch zeigte die Bohrung ein ungewöhnliches Verhalten: Das Reservoir nahm Wasser auf und es traten erhebliche Spülungsverluste auf, in den Produktionstests förderte sie jedoch kaum Wasser zutage. Sobald der Druck der Wassersäule in der Bohrung abgesenkt wurde, schlossen sich

» Es handelt sich um ein petrothermales Reservoir, bei dem dichtes Gestein Wärme speichert und diese über Konduktion transportiert wird. Ein natürliches Heißwasservorkommen fehlt jedoch. «

die Klüfte im Bohrlochnahfeld und versperren den Zugang zum Reservoir. Eine wirtschaftliche Wärmeversorgung unter diesen Bedingungen ist nicht möglich. Es handelt sich um ein sogenanntes petrothermales Reservoir, bei dem dichtes Gestein Wärme speichert und diese über Konduktion transportiert wird. Ein natürliches Heißwasservorkommen fehlt jedoch. Die Klüfte könnten als natürliche Wärmetauscherfläche genutzt werden, sollten sie sich auch unter Produktionsbedingungen offenhalten lassen.

Das Forschungsprojekt ZoKrateS

Das Pilotprojekt ZoKrateS soll zu dieser vor allem geomechanischen Problemstellung eine technologische Lösung finden. In die natürlicherweise offenen Kluftzonen sollen mittels einer Säuberungsspülung der Bohrung Stützmittel eingebracht werden (Abb. 7). Damit sollen die Klüfte auch dann noch offengehalten werden, wenn der hydraulische Reservoirdruck abgesenkt wird, also unter Produktionsbedingungen. Bei den Stützmitteln handelt es sich um ca. 1 mm große Keramik-Kugeln und Quarz-Sand. Auf diese Weise soll die hydraulische Durchlässigkeit der Risse so gesteigert werden, dass die Produktivität der Bohrung auf das Maß der Injektivität gehoben werden kann.

HSP

ISP

LWP

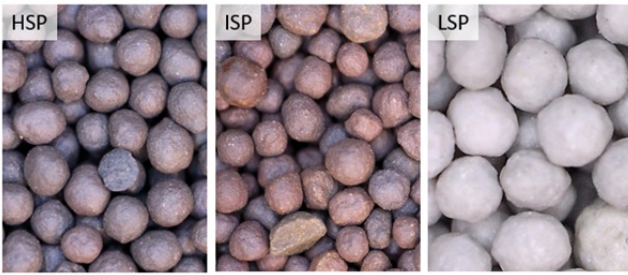


Abb. 7 – Diverse Stützmittel, hier vergrößert dargestellt. Die Korngröße beträgt etwa 1 mm. Die Keramikkörner sollen in die natürlichen offenen Klüftbereiche eingespült werden.

Begleitet werden diese Feldversuche durch ein dichtes Überwachungsnetz von Messsensoren an der Oberfläche, um so das Verhalten des tiefen Untergrunds während der Experimente jederzeit beobachten zu können.

Petrothermale Wärme für Geretsried

Durch Laborversuche konnten bereits geeignete Stützmittel ausgewählt werden. Flexible Packersysteme werden eingesetzt, um die Stützmittel gezielt in die bereits identifizierten Klüftzonen einzubringen. Im Sommer dieses Jahres sollen die Feldversuche in der tiefen Geothermiebohrung von Geretsried starten. Mit einer Auswertung der Ergebnisse ist bis Ende 2021 zu rechnen. Wenn die Stützmittel die bestehenden Klüftzonen dauerhaft offenhalten, soll eine zweite Bohrung stattfinden, in die kaltes Wasser in den Malm verbracht und erhitzt wieder gefördert werden soll. Dieses petrothermale System soll dann etwa 6 MW thermische Leistung für Fernwärme bereitstellen, die die Gemeinde Geretsried für ihre klimaneutrale Wärmeversorgung unbedingt nutzen möchte.

Literatur

- [1] Moeck, I.S., Uhlig, S., Loske, B., Jentsch, A., Ferreiro Maehlmann, R., Hild, S. (2015): Fossil multiphase normal faults: prime targets for geothermal drilling in the Bavarian Molasse Basin? Proceeding, World Geothermal Congress, Melbourne, April 20–24, 2015, Australia, 2015.
- [2] Mraz, E., Moeck, I. S., Bissmann, S., Hild, S. (2018): Multiphase fossil normal faults as geothermal exploration targets in the Western Bavarian Molasse Basin: Case study Mauerstetten. Z. Dt. Ges. Geowiss. (German J. Geol.), 169(3), 389–411.
- [3] Stockinger, G., Mraz, E., Menschik, F., Thuro, K. (2019): Geomechanical Model for a Higher Certainty in Finding Fluid Bearing Regions in Non-porous Carbonate Reservoirs: Advances in Engineering Geology: Education, Soil and Rock Properties, Modeling. IAEG/AEG Annual Meeting Proceedings, San Francisco, California, 2018–Volume 6, p. 193–198.
- [4] Mraz, E. (2019): Reservoir characterization to improve exploration concepts of the Upper Jurassic in the southern Bavarian Molasse Basin. Promotionsschrift, Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt, Technische Universität München.
- [5] Stockinger, G. (2021): Fracturing in deep boreholes. Promotionsschrift, Ingenieur fakultät Bau Geo Umwelt, Technische Universität München.
- [6] Enex Bericht (2020): Geothermieprojekt Geretsried – Standort Breitenbach. Interner Bericht, Enex Power Germany GmbH, 12 Seiten.

Autoren

Prof. Dr. Inga Moeck
Rinke Tegeler
Leibniz Institute for Applied Geophysics (LIAG)
Stilleweg 2
30655 Hanover
Tel.: +49 (0)511 643 3468
inga.moeck@leibniz-liag.de
www.leibniz-liag.de

Dr. Michael Dussel
Prof. Dr. Tobias Backers
Ruhruniversität Bochum
Fakultät für Geowissenschaften
Institut für Geologie, Mineralogie und Geophysik
Universitätsstr. 150
44780 Bochum
Tel.: +49 234 32 23233
sabine.sitter@rub.de
www.gmg.ruhr-uni-bochum.de

Dr. Robert Straubinger
ENEX POWER GERMANY GmbH
Hauptstr. 45–47
85614 Kirchseeon
info@enex-engineering.com
www.enex-power.com/de