

Geophysikalisch-geologisch-basiertes Reservoir-engineering im Großraum München zur optimierten Reservoirerschließung

TEXT: Sonja H. Wadas, Johanna F. Bauer, Mohamed Fadel, Inga Moeck

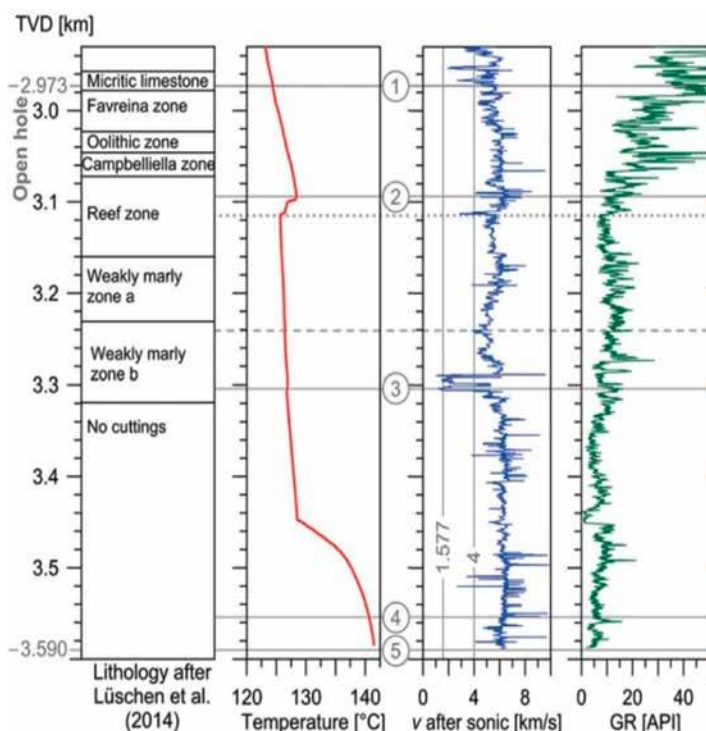


Dr. Sonja H. Wadas

Geowissenschaftlerin und
Projektkoordinatorin
und -mitarbeiterin am
Leibniz-Institut für
Angewandte Geophysik (LIAG)
Kontakt:
sonja.wadas@leibniz-liag.de
www.leibniz-liag.de

Ziel des Teilvorhabens REgine, innerhalb des Verbundprojekts GEOmaRe, ist eine verbesserte und nachhaltigere Reservoirerschließung des Malm im Großraum München. Dafür werden bohrlochgeophysikalische Messungen mit einer seismischen Attributanalyse und Bohrkern- und Analogproben tests kombiniert, um Parameterzusammenhänge für höffige Zonen in Karbonaten zu ermitteln. Außerdem werden optimale Betriebsparameter mittels numerischer Simulationen bestimmt.

▼ Abb. 1: Bohrlochgeophysikalische Charakterisierung der Geothermiebohrung Gt2 von Unterhaching (nach Rojas et al., 2017)



Das Molassebecken ist das bedeutendste Gebiet für die geothermische Energienutzung in Deutschland. Die Stadtwerke München (SWM) planen das hohe geothermische Potential zu nutzen, um bis 2040 das Fernwärmenetz des Großraums München vollständig mit regenerativen Energien zu versorgen; ein großer Teil davon aus Tiefer Geothermie. Dafür ist es notwendig, Erschließungskonzepte basierend auf wissenschaftlichen Forschungsergebnissen zu validieren und weiterzuentwickeln. Eine besondere Bedeutung haben hierbei geowissenschaftliche und geophysikalische Methoden mit deren Hilfe das Reservoir charakterisiert und Betriebsszenarien modelliert werden können. Im Rahmen des Projekts REgine, das durch das Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) in Zusammenarbeit mit den SWM und der TU München durchgeführt wird, soll dies an dem Geothermie-Standort Schäftlarnstraße und einem südlich von München gelegenen Geothermie-Standort verwirklicht werden. Die durchzuführenden Arbeiten untergliedern sich in drei Bereiche, die zum Schluss zu einem umfassenden Reservoir-Model zusammengeführt werden.

Grundlagenermittlung

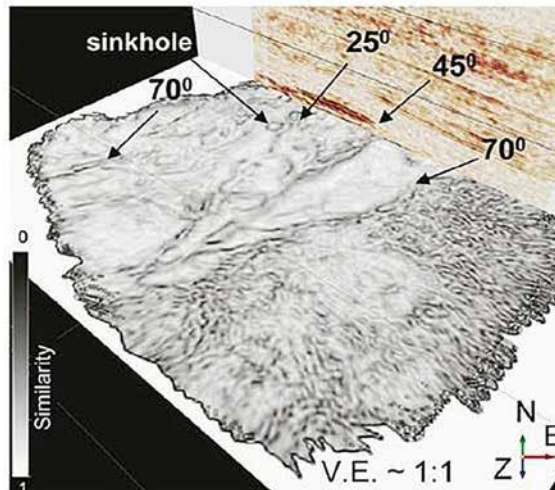
Kenndaten der Malmkarbonate werden mit verschiedenen Methoden ermittelt, um eine umfassende Reservoircharakterisierung zu ermöglichen. Ziel ist es, wasserführende Schichten lithologisch, strukturgeologisch, faziell, petrophysikalisch und geomechanisch zu charakterisieren. Zusammenhänge zwischen hydraulischen- und geomechanischen Parametern und Parameterverteilungen, sollen dem gemessenen Temperatur- und Spannungsfeld gegenübergestellt werden, um potentielle Zielhorizonte zu identifizieren. Die zur Verfügung stehenden Methoden umfassen bohrlochgeophysikalische Messungen (Flowmeter-Messungen, Image-, GR-, Sonic-, Caliper-, und Temperatur-Logs; Abb. 1) und Laboranalysen (u.a. Bestimmung der Permeabilität, Druckfestigkeit, Spaltzugfestigkeit, Querkontraktion, P-Wellen-Anisotropie) an Analogproben und Seitenkernen vom Geothermiestandort Schäftlarnstraße.

Reservoircharakterisierung

Ein weiteres Ziel ist, die Reservoircharakterisierung auf den 3D-Raum auszuweiten basierend auf einer seismischen Inversion und einer Attributanalyse (Abb. 2). Als Datengrundlage dienen die GRAME-3D-Seismik, das dazugehörige strukturgeologische Modell und die in den Bohrungen an der Schäftlarnstraße gemessenen Logs. Ziel der Inversion ist die Umrechnung der Reflexionsdaten in die Impedanzen, um daraus quantitative Gesteinseigenschaften bestimmen zu können, z. B. die Porosität. Die Attributanalyse dient in Kombination mit der Inversion der Erstellung einer Faziesklassifizierung und der Identifizierung von Verkarstungsbereichen. Anschließend werden die aus der Grundlagenermittlung bestimmten Parameter mittels neuronalen Netzen mit den seismischen Attributen gekoppelt um ein parametrisiertes Reservoirmodell zu erstellen, welches wiederum Eingang finden wird in numerische Modellierungen.

Nachhaltige Erschließung

Um eine nachhaltige, thermische Energieerzeugung zu gewährleisten, ist insbesondere das bessere Verständnis thermischer Durchbrüche, im Hinblick auf Einflussfaktoren (geologische und geomechanische Eigenschaften des Reservoirs) und Prozesslaufzeiten, von entscheidender Bedeutung. Dies wird am Beispiel eines südlich von München gelegenen Geothermestandorts, an dem 2019 ein unvorhergesehener Temperaturabfall auftrat, mittels numerischer Modellierungen untersucht. Es werden sowohl ein matrix-, als auch ein bruch-dominiertes Modell erstellt, um die thermohydraulischen Parameter des Reservoirs und die Kontrollfaktoren des thermischen Durchbruchs zu bestimmen. Dabei werden auch Verkarstung, Störungen und der Einfluss umliegender geothermischer Anla-



◀ Abb. 2: Kohärenzanalyse der 3D-Seismik von Unterhaching zeigt Störungen und Dolinen (nach Lüschen et al., 2011)

gen berücksichtigt (Abb. 3). Die Erkenntnisse werden anschließend auf die Schäftlarnstraße übertragen, um eine Handlungsempfehlung bezüglich der Produktionsschemata und den optimalen Förderbedingungen abzugeben. Hierbei sollen auch die Ergebnisse des parametrisierten Reservoirmodells miteinbezogen werden. ♦

Das Projekt wird vom BMWi unter dem Förderkennzeichen O324332B gefördert.

Literatur

Dussel, M. et al. (2016): Forecast for thermal water use from Upper Jurassic carbonates in the Munich region. *Geothermics*, 60, 13-30.

Lüschen, E. et al. (2011): 3D seismic survey for geothermal exploration at Unterhaching, Munich, Germany. *First Break*, 29, 45-54.

Rojas, A.E.O., Dussel, M. & Moeck, I. (2017): Borehole geophysical characterisation of a major fault zone in the geothermal Unterhaching Gt 2 well, South German Molasse Basin. *Z. Dt. Ges. Geowiss.*, 169 (3), 445-463.



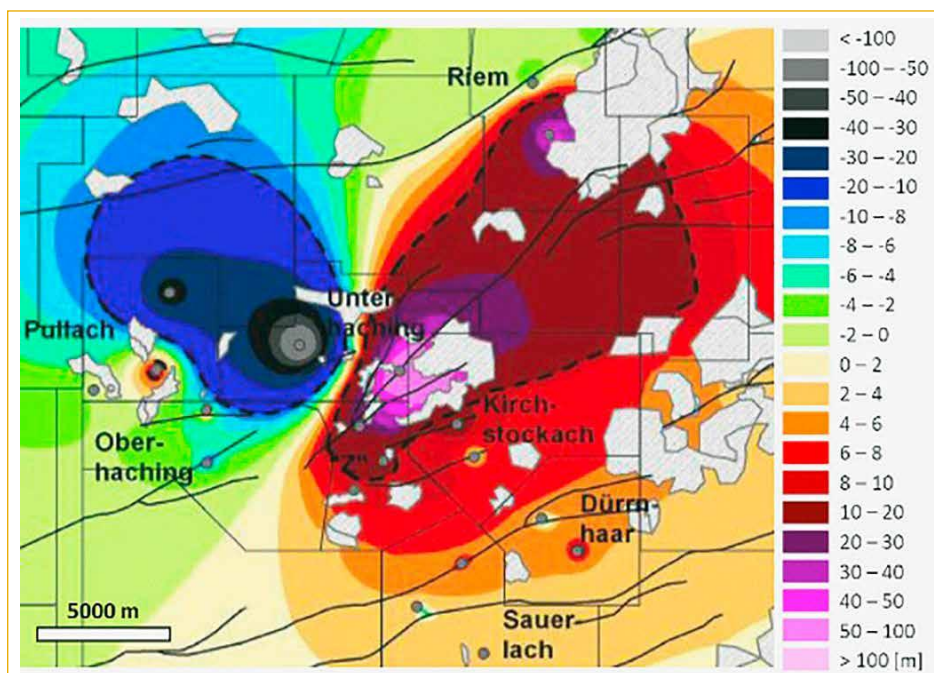
Dr. Johanna F. Bauer
Geowissenschaftlerin und Projektmitarbeiterin am LIAG
Kontakt:
johanna.bauer@leibniz-liag.de



Mohamed Fadel
Geothermischer Reservoir-Ingenieur und Projektmitarbeiter am LIAG
Kontakt:
mohamed.fadel@leibniz-liag.de



Prof. Dr. Inga Moeck
Geologin und Antragstellerin des Projekts am LIAG mit einer Professur für Geothermik und Geohydraulik an der Uni Göttingen
Kontakt:
inga.moeck@leibniz-liag.de



◀ Abb. 3: Simulierte Änderung des hydraulischen Potentials (10 m = 1 bar) im Gebiet Unterhaching-Kirchstockach von 2002 bis 2011 (nach Dussel et al., 2016).