

## 2D-seismische Untersuchungen für das Geothermieprojekt Unterföhring bei München. Interpretation einer Riffstruktur im Malm als bevorzugtes Erschließungsziel für Thermalwasser

Franz Böhm, Franz Schwarz, Otto Kraus

### Vorwort:



Die Nutzung der tiefen hydrothermalen Geothermie zur Wärmeversorgung bietet für die Gemeinde Unterföhring die große Chance einer nachhaltigen und umweltverträglichen Energieversorgung. Die Investitionen am Standort Unterföhring führen in Zukunft zu einer verstärkten Unabhängigkeit von ausländischen Energieimporten und tragen gleichzeitig zur kommunalen Wertschöpfung bei.

Für die Gemeinde bedeutet dies nicht nur ein hohes Maß an dauerhafter Versorgungssicherheit, sondern gleichzeitig die Möglichkeit, durch die hohe Einsparung an CO<sup>2</sup>-Emissionen einen wichtigen und notwendigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Erfolgreich abgeschlossene sowie zahlreiche in der Planung befindliche Geothermieprojekte im Großraum München belegen, dass sich die Erschließung von Erdwärme bereits zu einem zukunftssträchtigen Bestandteil der kommunalen Energiepolitik gefestigt hat. In meinen Augen und auch in der geschlossenen Meinung des Gemeinderates ist das Geothermieprojekt als ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Energievision, der sich Unterföhring genau so wie der Landkreis verschrieben hat, einzustufen.

Franz Schwarz

1. Bürgermeister Gemeinde Unterföhring

### Durchführung von 2D-Seismik:

Im Zuge der geologischen Voruntersuchungen für die Errichtung einer geothermischen Dublette zur Wärmeversorgung in Unterföhring im Nordosten von München wurden im November 2006 im Auftrag der Gemeinde Unterföhring 2D-vibro-seismische Untersuchungen mit insgesamt ca. 11 km Profillänge durchgeführt. Hinsichtlich der Vorerkundungen übernahm die Gemeinde Unterföhring mit diesem Schritt eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung von hydrothermalen Geothermieprojekten im süddeutschen Molassebecken.



Abb. 1: Seismische Messungen auf der Münchner Straße im Ortszentrum von Unterföhring. Quelle: Erdwerk GmbH, 2007

Durch die neue 2D-Seismik in unmittelbarer Umgebung des Bohrstandortes, sollten im Zuge der Voruntersuchungen bevorzugte Erschließungsziele für die geplante geothermische Dublette aufgezeigt und somit das geologische Fündigkeitsrisiko minimiert werden.

Vor den neuen 2D-seismischen Messungen lagen im Ortsgebiet von Unterföhring keine genauen Informationen zum tiefen Untergrund vor. Im Vorfeld wurde zwar bereits ein Reprocessing seismischer Profile ca. 3,5 km östlich des projektierten Standorts durchgeführt, die Ergebnisse des Reprocessings der Altseismik konnten jedoch lediglich aufgrund der regionalgeologischen Kenntnisse mit Einschränkungen auf das Projektgebiet übertragen werden.

### Ergebnisse der neuen 2D-Seismik:

Durch die speziell auf den Zielhorizont Malm ausgelegten Messparameter konnten im Gemeindegebiet von Unterföhring detaillierte Informationen hinsichtlich der Tiefenlage und Struktur-geologie des Malmteufengrundwasserleiters gewonnen werden. Der Top des Tiefengrundwasserleiters liegt den Auswertungen zu Folge zwischen ca. 2.000 m unter GOK im Norden und 2.150 m unter GOK im Süden. Die struktur-geologische Interpretation der Störungsindikationen auf den seismischen Profilen führt zu einer Grabenstruktur mit graben-internen Brüchen sowie subparallel verlaufenden Begleitstörungen.

Als Ergebnis der Arbeiten liegt ein konsistentes Strukturmodell des Messgebiets vor.

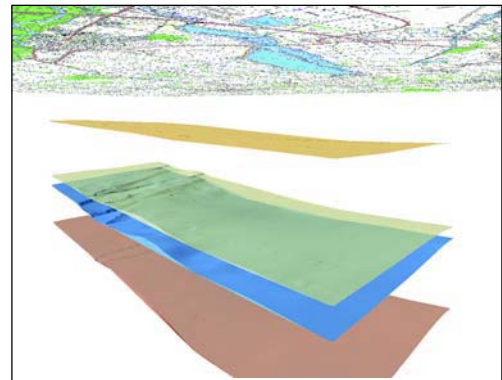


Abb. 2: Vereinfachtes 3D-Modell des Messgebiets. Blick nach Nordosten: Top Chatt (hellbraun), Top Lithothamnienkalk (gelb), Top Malm (blau) und Top Dogger (braun). Quelle: Erdwerk GmbH, 2007

### Fazielle Ausbildung des Malm:

Die zur Zeit des oberen Jura am Standort Unterföhring herrschenden Ablagerungsbedingungen führten zu einer kleinräumigen faziellen Gliederung des Malm in Platten- oder Bankkalke, massige Riffschuttkalke und karbonatisch-dolomitische Riffkörper.

Die neue Seismik ermöglicht eine Interpretation der vorliegenden faziellen Ausprägung des Malm.

Besonders markant zeichnete sich nach Auswertung der Daten eine mögliche Riffstruktur innerhalb des Malms ab, deren Darstellung in den 2D-Seismikprofilen u.a. aufgrund des hohen nominellen Überdeckungsgrades möglich wurde.

## Tiefe Geothermie Strom und Wärme

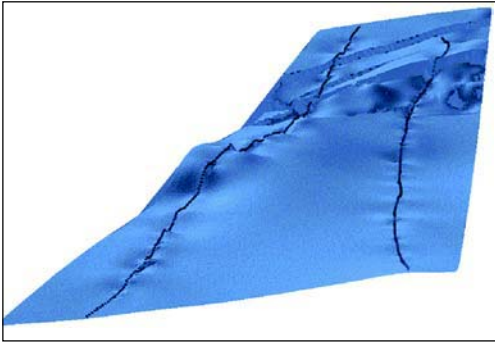


Abb. 3 zeigt eine Interpolation der Malmoberfläche (5-fach überhöht) mit den darauf projizierten CDP's der seismischen Profile (Blick nach Norden). Im westlichen Profil wird eine starke Aufwölbung in der Malmoberfläche deutlich. Quelle: Erdwerk GmbH, 2007

Einen sehr guten Hinweis auf eine Riffstruktur liefert der Vergleich der unmigrierten Zeitsektionen mit den migrierten seismischen Profilen:

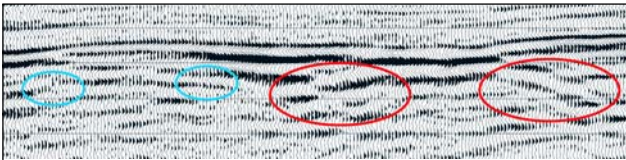


Abb. 4: unmigrierte Zeitsektion Linie 1. Quelle: Interpretationsbericht DMT GmbH, 2007

In der unmigrierten Zeitsektion (Abb.4) treten im Bereich der Grabenstruktur ausgeprägte (rot umrandet) und um die mögliche Riffstruktur schwache (blau umrandet) Diffraktionshyperbeln hervor. Diffraktionen resultieren aus Beugungen der seismischen Welle an den Endpunkten eines geradlinigen seismischen Reflektors (z.B. an Störungszonen) oder an Bereichen starker lateraler Geschwindigkeitsveränderungen, wie sie in porösen Riffstrukturen zu erwarten sind. Die Diffraktionshyperbeln im Bereich der Grabenstruktur verschwinden durch den Bearbeitungsprozess der Migration (Abb. 5, rot umrandet).

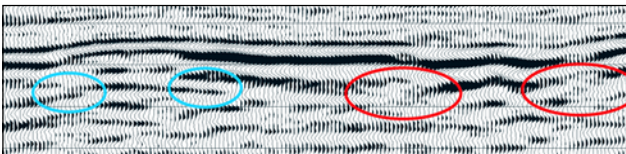


Abb. 5: migrierte Zeitsektion Linie 1. Quelle: Interpretationsbericht DMT GmbH, 2007

Die Aufwölbung in der Tertiärbasis (ausgeprägter Doppelreflektor im linken Bildabschnitt der Abb. 4 und 5) kann dagegen nicht tektonisch erklärt werden. Die gekrümmten Reflektorenabschnitte (blau umrandet) bleiben auch nach der Migration bestehen und zeichnen somit höchstwahrscheinlich eine sedimentäre Struktur nach.

Den deutlichsten Hinweis auf eine Riffstruktur liefert jedoch ein seismisches Attribut, die sog. „Instantaneous Phase“. Die Instantaneous Phase bezieht sich auf die Phasenkomponente zwischen  $180^\circ$  und  $-180^\circ$  des seismischen Signals, unabhängig von der Amplitudenstärke. Bei dieser Darstellung der seismischen Daten wird besonders das sog. „onlapping“, die diskordante Schichtauflagerung auf die gekrümmte Oberfläche am Rand der interpretierten Riffstruktur, verdeutlicht (vgl. Abb. 6).

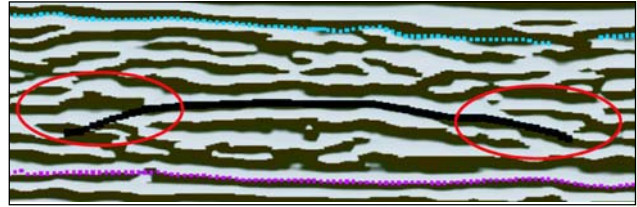


Abb. 6: Instantaneous Phase Sektion Linie 2 (onlapping: rot umrandet, Top Malm: blau gepunktet, Oberfläche Riffkörper: schwarze Linie, Top Dogger: rosa gepunktet). Quelle: Interpretationsbericht DMT GmbH

Das onlapping kann als eine Auflagerung von bankigen Lagunenkalcken an einen Riffkörper interpretiert werden.

### Erschließungskonzept:

Das an die neuen Erkenntnisse aus der 2D-Seismik-kampagne angepasste Bohrkonzept sieht eine nach Südwesten abgelenkte Förderbohrung und eine nach Nordwesten abgelenkte Reinjektionsbohrung vor.

Riffe in Karbonatabfolgen gelten im Allgemeinen als bevorzugte Erschließungsziele, da sie sich durch hohe primäre Porositäten auszeichnen und somit eine gute bis sehr gute Matrixdurchlässigkeit für Thermalwasser erwarten lassen. Die Förderbohrung soll daher die aus dem Profil 1 interpretierte Riffstruktur vom mittleren bis in den tieferen Malm erschließen. Die Reinjektionsbohrung soll dagegen auf das nördlich gelegene, ausgeprägte Störungssystem abgeteufelt werden (Abb. 7).

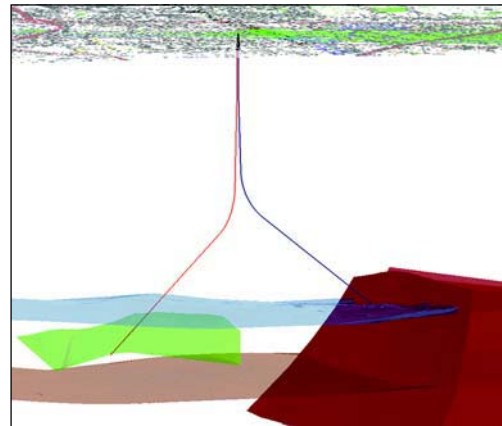


Abb. 7: Erschließungskonzept (Blick nach Westen: Riffkörper: grün, Störungsflächen: rot) Quelle: Erdwerk GmbH, 2007

Mit den beiden geplanten Bohrungen mit einer Gesamtbohrstrecke von ca. 6.700 m, einer geplanten Förderleistung von max. 65 l/s und einer erwarteten Fördertemperatur von ca.  $80^\circ\text{C}$  kann in Zukunft die Wärmeversorgung der Gemeinde Unterföhring sichergestellt werden. Durch die seismischen Messungen konnte dabei im Vorfeld das geologische Erschließungsrisiko durch eine exakte, auf die geologischen Bedingungen abgestimmte Bohrplanung minimiert werden.

### Kontakt:

Franz Schwarz, 1. Bürgermeister Gemeinde Unterföhring  
Otto Kraus, Leiter Umweltamt Unterföhring, Münchner Str. 70, 85774 Unterföhring, Tel.: 089-95081-19

Franz Böhm, Erdwerk GmbH hydrogeologie geothermie  
Bonner Platz 1, 80803 München, e-mail: [info@erdwerk.com](mailto:info@erdwerk.com)  
Internet: [www.erdwerk.com](http://www.erdwerk.com)