

GeoParaMoL: Geophysikalische Parameter zur faziellen Interpretation des Malm und Modellierung des thermisch-hydraulischen Langzeitverhaltens

Hermann Bunes, Hartwig von Hartmann, Britta Wawerzinek, Jennifer Ziesch, Ernesto Meneses Rioseco, Rüdiger Thomas

Vision 2040

Die Fernwärmeversorgung der Stadt München soll bis 2040 vollständig auf regenerative Energien umgestellt werden. Den größten Anteil daran wird die tiefe Geothermie liefern. Dazu wird erstmals von den Stadtwerken München (SWM, Projekt GRAME¹) ein Reservoir durch ein flächenhaftes Bohrraster erschlossen.

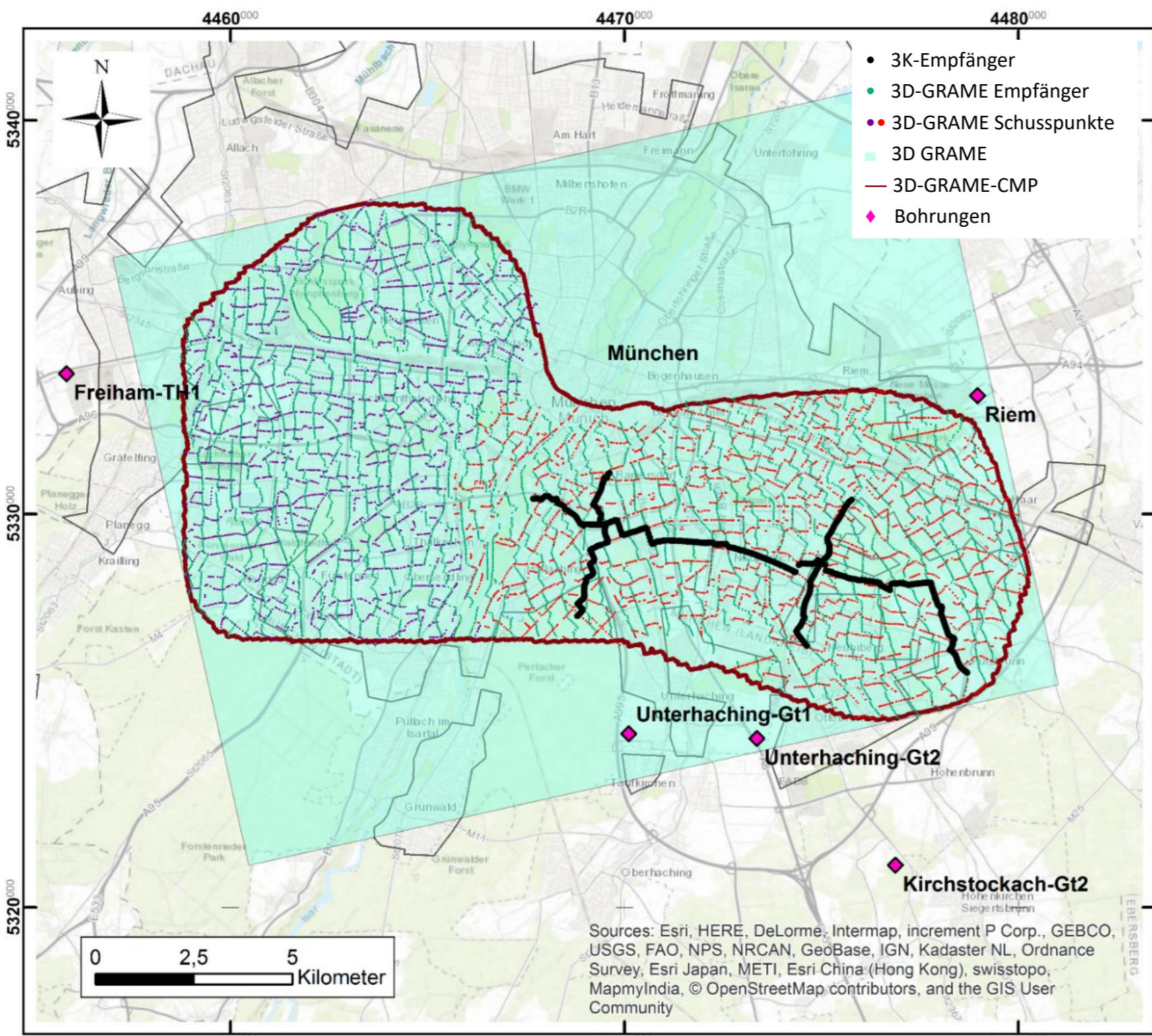


Abb. 1: Im Rahmen des Projekts GRAME wurde ein 170 km² großer seismischer 3D Survey realisiert.

In einem speziellen Scherwellenexperiment registrierten 3K Aufnehmer (schwarze Punkte) die Schüsse der 3D Seismik.

Im 3D Gebiet existieren bisher keine Bohrungen zur Kalibration der Seismik; bestehende Bohrungen außerhalb (rote Rauten) wurden z.T. mit 2D Profilen angebunden.

Mit einer Kombination innovativer geowissenschaftlicher Verfahren wird im LIAG an einer umfassenden Charakterisierung des Malm-Aquifers gearbeitet.

Faziesanalyse

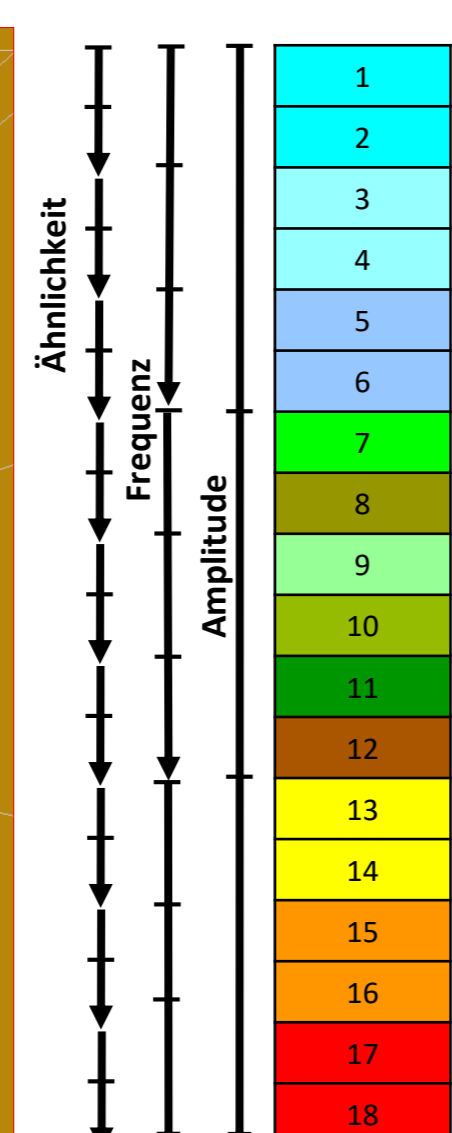
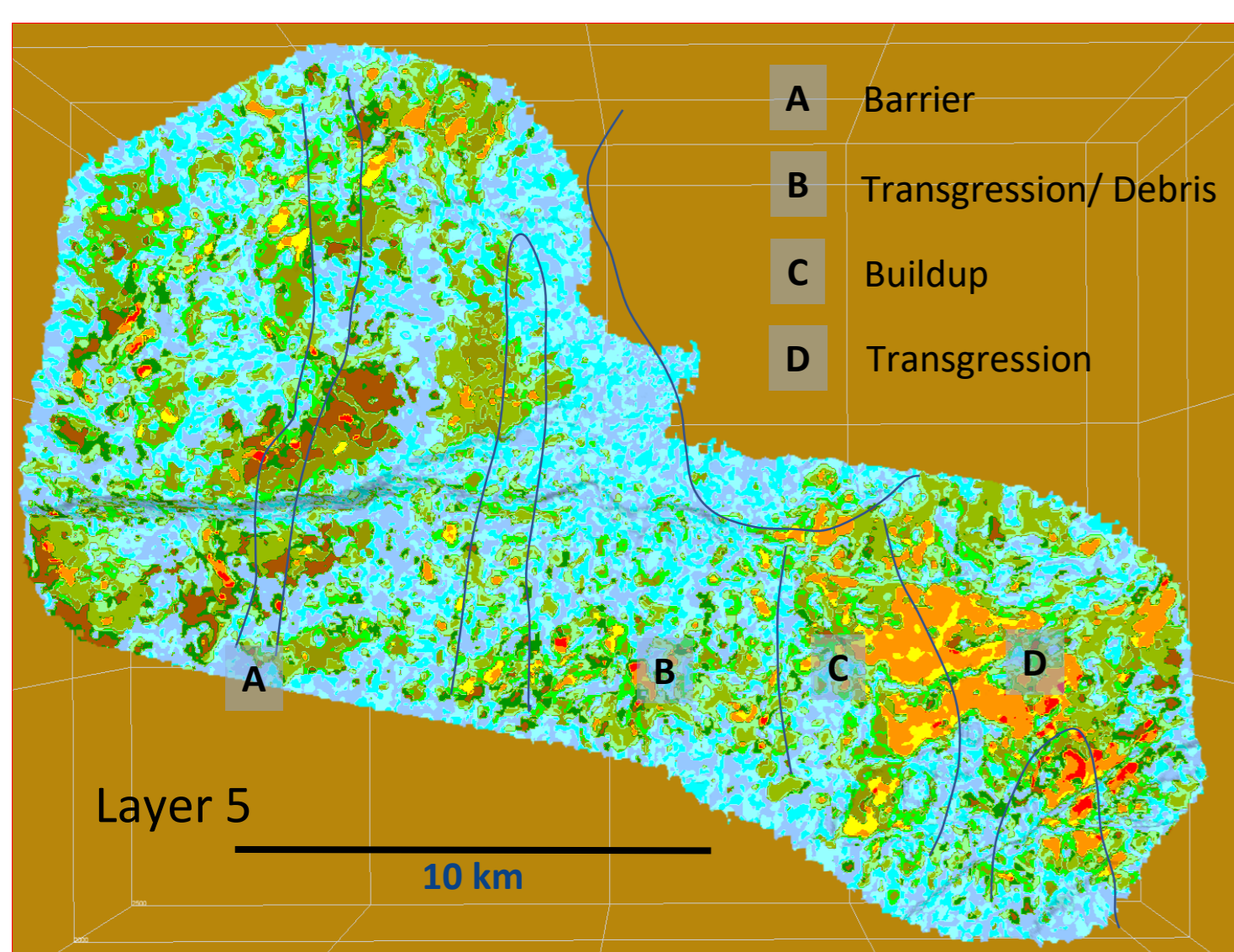


Abb. 2: Klassifizierung mit seismischen Attributen und Interpretation.

Die ~600 m mächtige Karbonatplattform wurde in 8 Schichten unterteilt, die getrennt klassifiziert wurden.

Bei der Interpretation wurde ein für die Retrodeformation erstelltes detailliertes Strukturmodell berücksichtigt.

Exploration mit Scherwellen

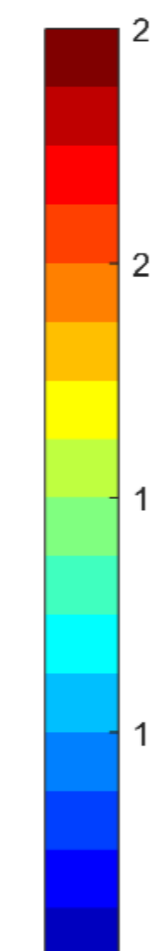
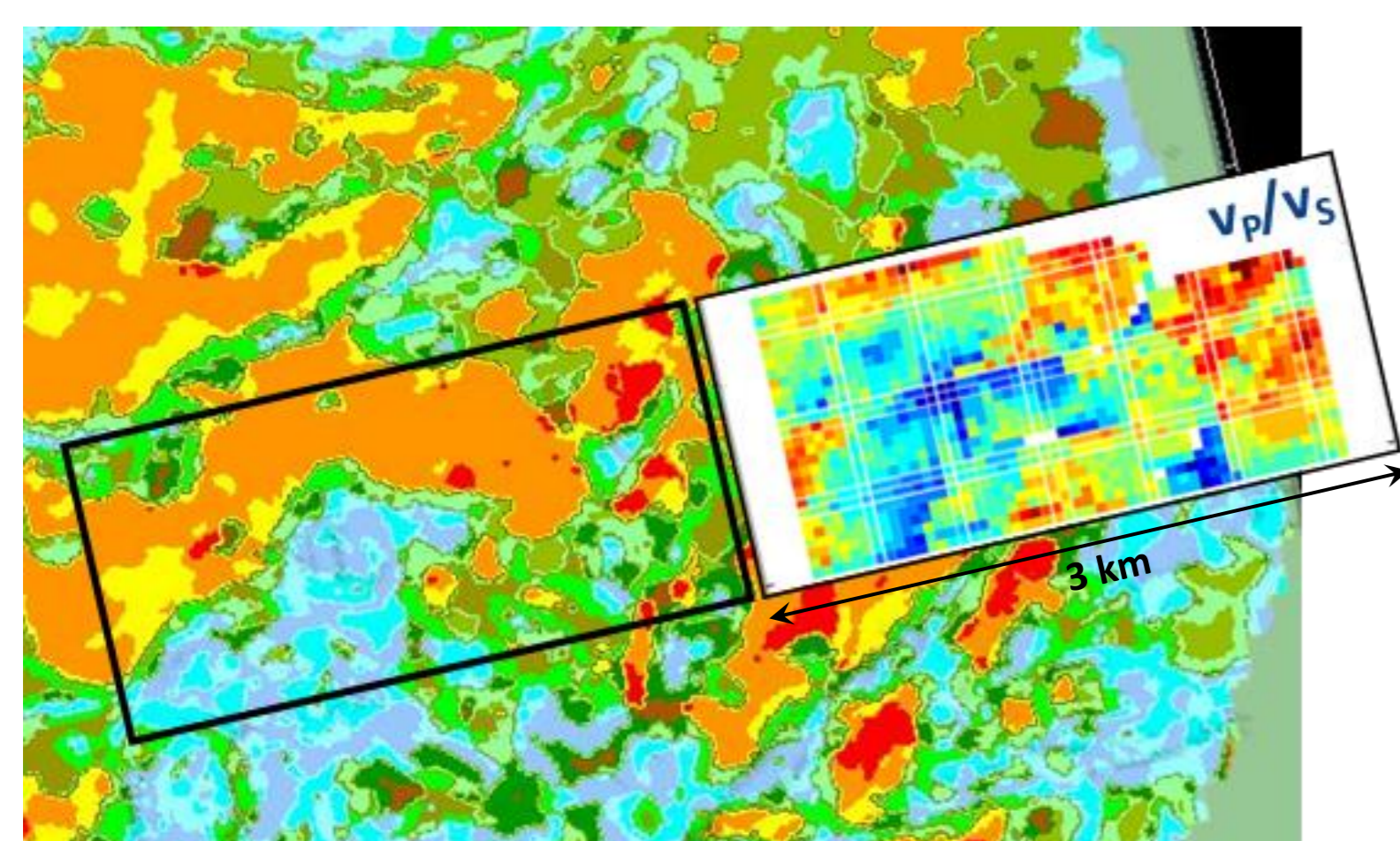


Abb. 3: Korrelation des v_p/v_s Verhältnisses mit der Faziesklassifizierung (s. Abb. 2).

v_p/v_s wurde aus Intervall-Laufzeiten für eine Schicht innerhalb des Malm abgeleitet; die Werte von v_s stammen aus P/S konvertierten Wellen.

v_p/v_s ist zusammen mit v_p und v_s ein Indikator für Dolomitisierung.

Referenzen

BUNESS, H., VON HARTMANN, H., LUESCHEN, E., MENESES RIOSECO, E., WAWERZINEK, B., ZIESCH, J. & THOMAS, R. (2016): GeoParaMoL: Eine Integration verschiedener Methoden zur Reduzierung des Fündigkeitsrisikos in der bayerischen Molasse, Geothermische Energie, 85, 22-23.

MENESES RIOSECO, E., ZIESCH, J., WAWERZINEK, B., VON HARTMANN, H., THOMAS, R., BUNESS, H. (2018): 3D Geothermal Reservoir Modeling of the Upper Jurassic Carbonate Aquifer in the City of Munich. Ext. Abstract, 43rd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, USA.

VON HARTMANN, H., BUNESS, H., WAWERZINEK, B., ZIESCH, J., MENESES RIOSECO, E., THOMAS, R. (2018): Interdisciplinary Investigation of a Low Enthalpy Geothermal Carbonate Reservoir. Ext. Abstract, 80th EAGE Conference and Exhibition, Copenhagen, Denmark.

WAWERZINEK, B., BUNESS, H., THOMAS, R. (2017): S-wave Seismic Experiments for Geothermal Exploration of the Upper Jurassic Carbonate Platform in the Bavarian Molasse Basin. Ext. Abstract, 4th Sustainable Earth Sciences (SES) Conf., Malmö, Sweden.

Retrodeformation

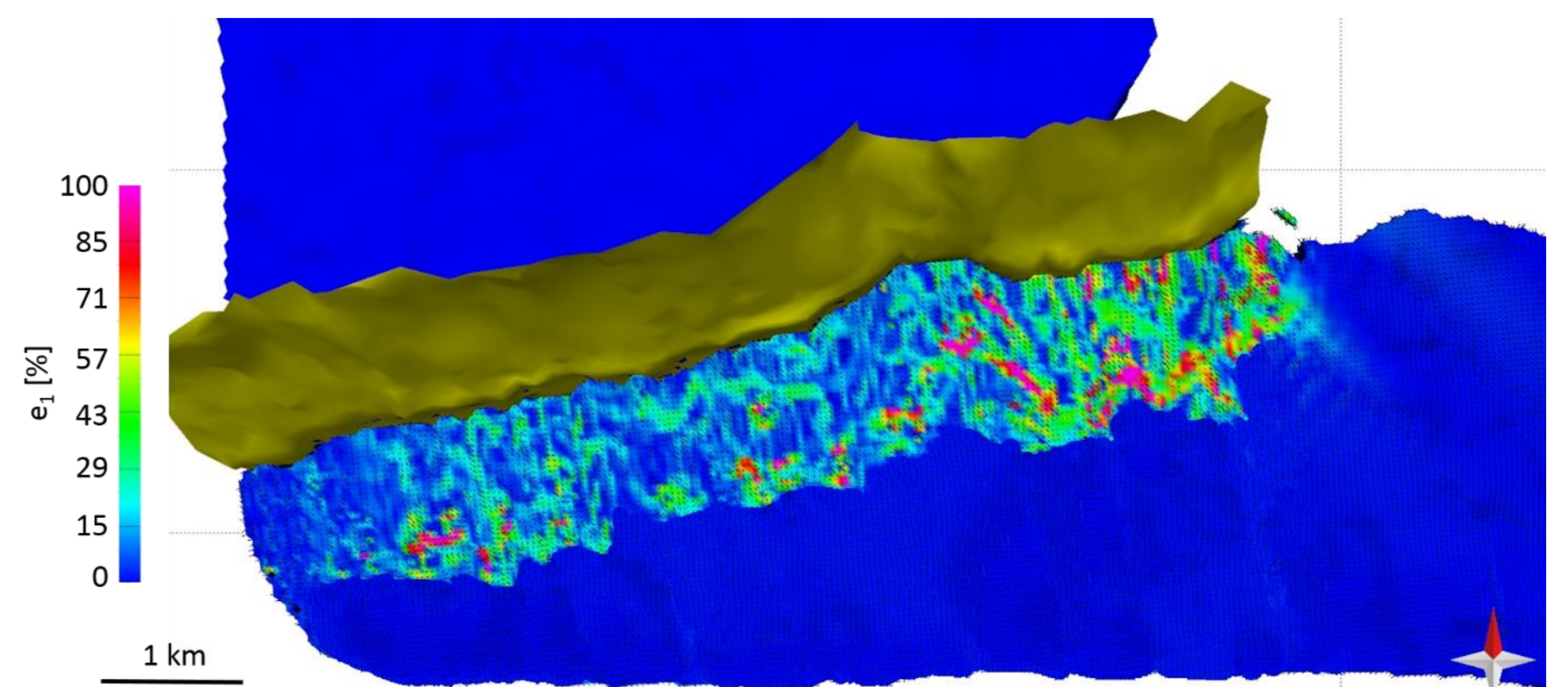


Abb. 4: Verformung am Top Purbeck nach einer 3D Retrodeformation aller stratigraphischer Schichten an einer Störung („Münchener Verwurf“). Die e_1 Magnitude gibt das Achsenverhältnis der Deformationsellipse wieder. Die höchste Verformung ist in über 1 km Entfernung parallel zum Störungstreichen zu erwarten. Diese Verformungen ergänzen das seismische 3D Volumen, da sie sich meist subseismisch ausdrücken.

TH-Modellierung

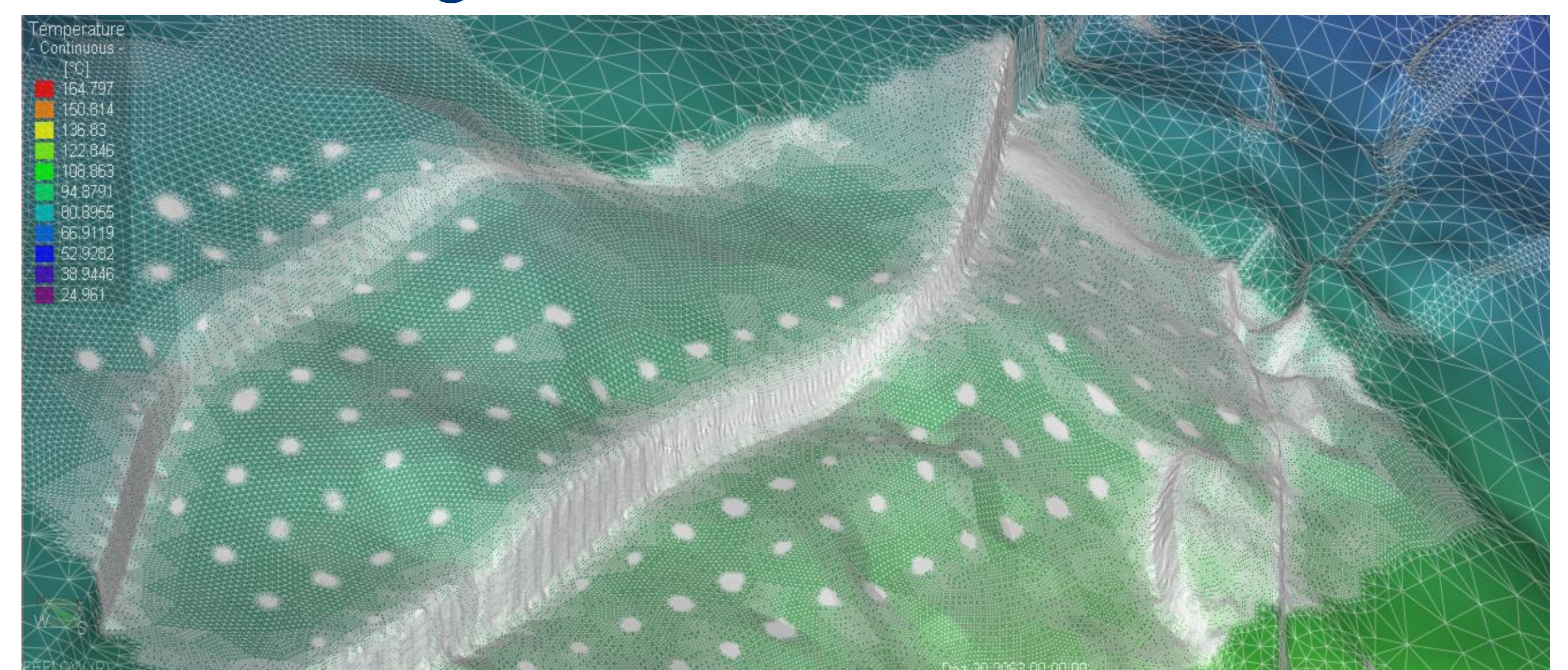


Abb. 5: Temperaturverteilung an der Oberfläche einer hydrostratigraphischen Schicht im Malm-Reservoir unterhalb von München. Das von der GRAME 3D Seismik überdeckte Gebiet (s. Abb. 1) ist sehr viel detaillierter abgebildet. Der bis zu 350 m starke Versatz an einer Störung („Münchener Verwurf“) ist deutlich zu erkennen, ebenso wie die Durchstoßpunkte von Bohrungen eines Prinzipmodells im Westen und Süden Münchens; die Bohrungen besitzen einen Abstand von 1 km.

Fazit

Die neuen und innovativen Verfahren sind in der Lage, zusätzliche Parameter für das zu erschließende Reservoir und damit auch konkrete Daten für die zu erstellenden Bohrungen zu ermitteln.

Eine Herausforderung bleibt die Integration und Gewichtung verschiedenartiger und verschiedenskaliger Informationen in einem numerischen Modell.

Ausblick

Die gewonnenen Daten stellen die Grundlage für das Projekt ‚REgine‘ im Verbundvorhaben GEOmaRe mit den Stadtwerken München dar, welches den Erkenntniszuwachs aufgrund der gegenwärtig abgeteuften Bohrungen nutzt.

Gefördert durch:



1) GRAME: Ganzheitlich optimierte und nachhaltige Reservoirerschließung für tiefergeothermische Anlagen im bayerischen Molassebecken - Entwicklung eines 50 MWel Kraftwerks und Erschließung von 400 MWth für die Fernwärme in München