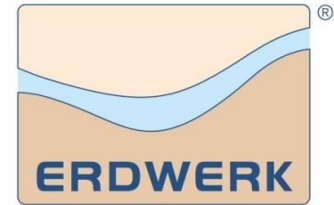




Der
Geothermie
Kongress

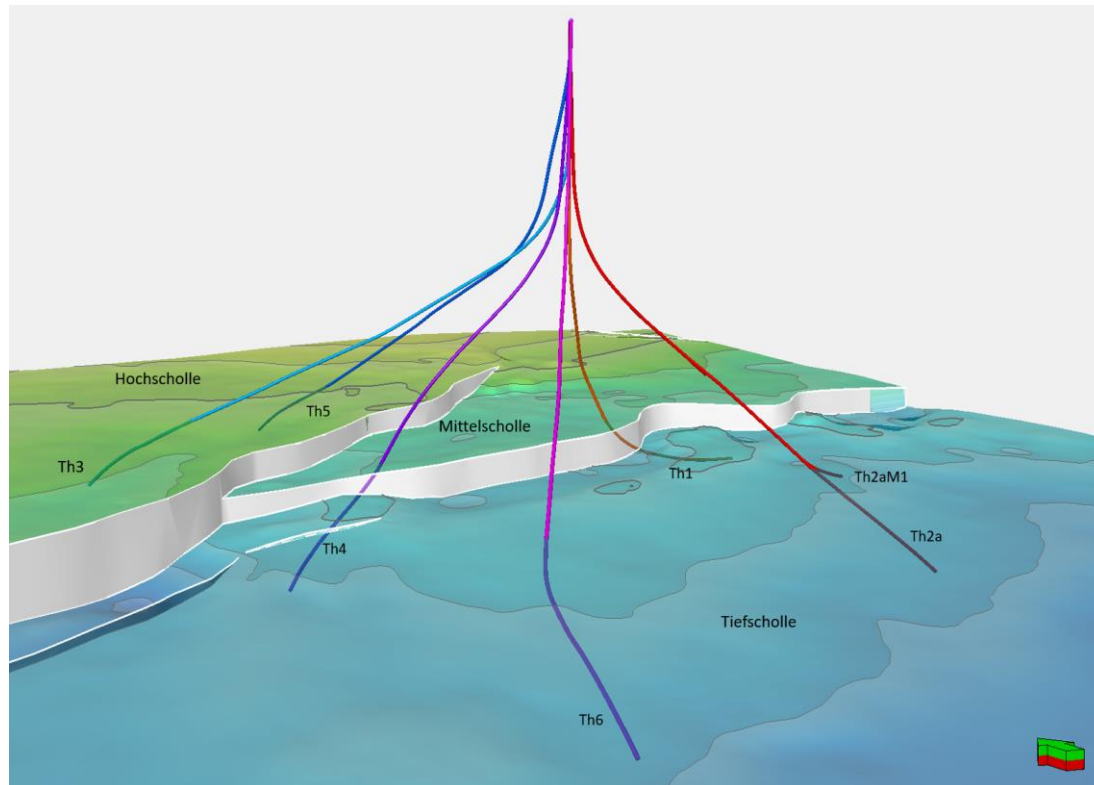


Hydrogeologie · Geothermie





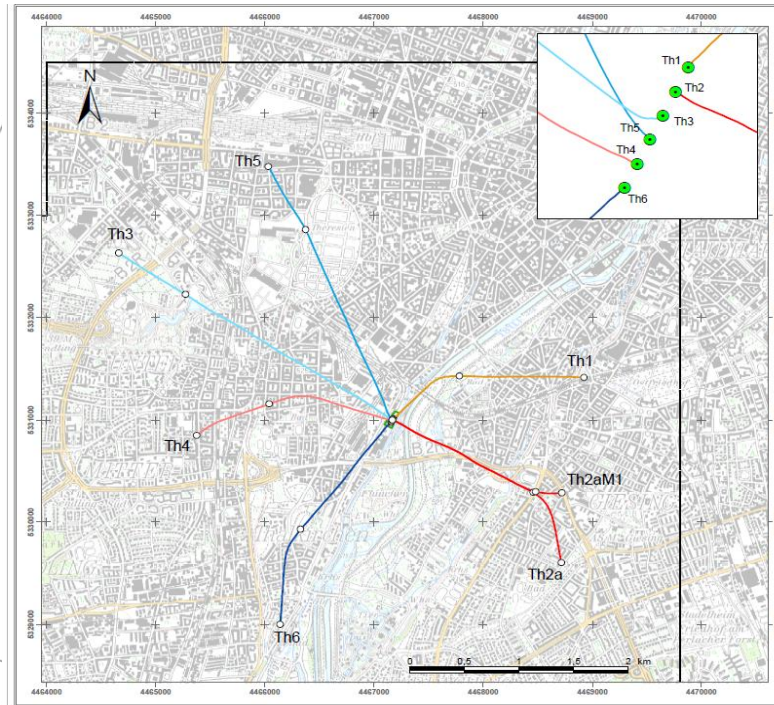
Risikominimierung fluidinduzierter Seismizität im süddeutschen Molassebecken am Beispiel des Projekts Schäftlarnstrasse der Stadtwerke München



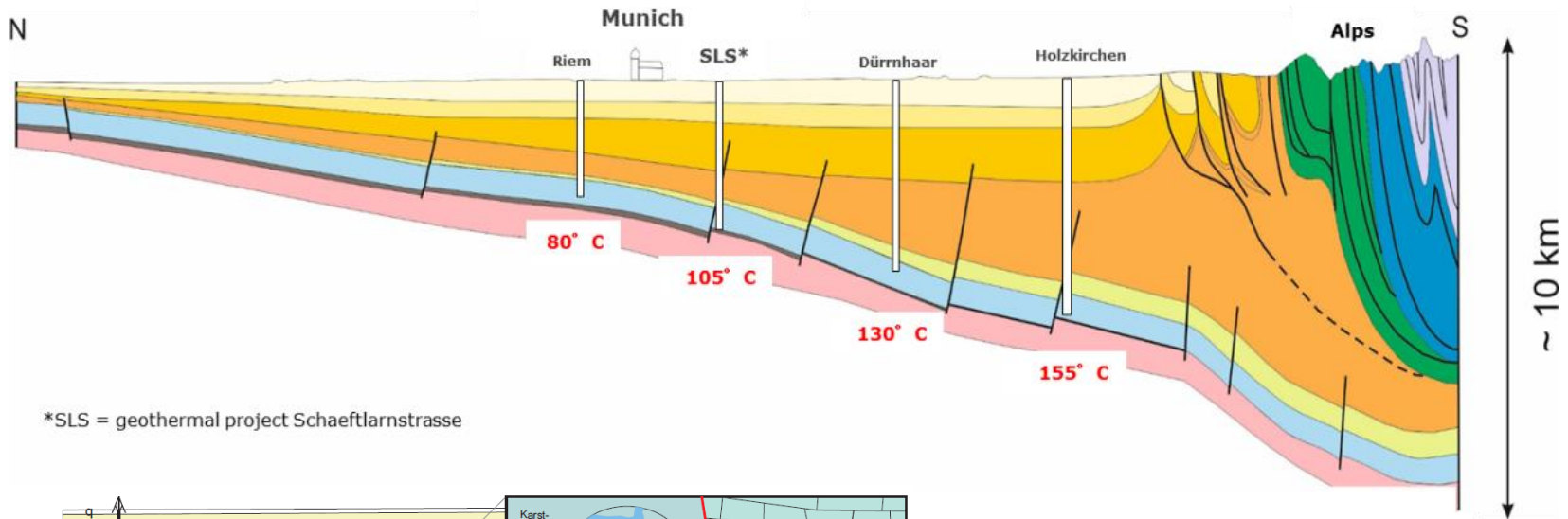
Referent: Franz Böhm

Autoren: Franz Böhm, Alexandros Savvatis, Johannes Linde, Kilian Beichel

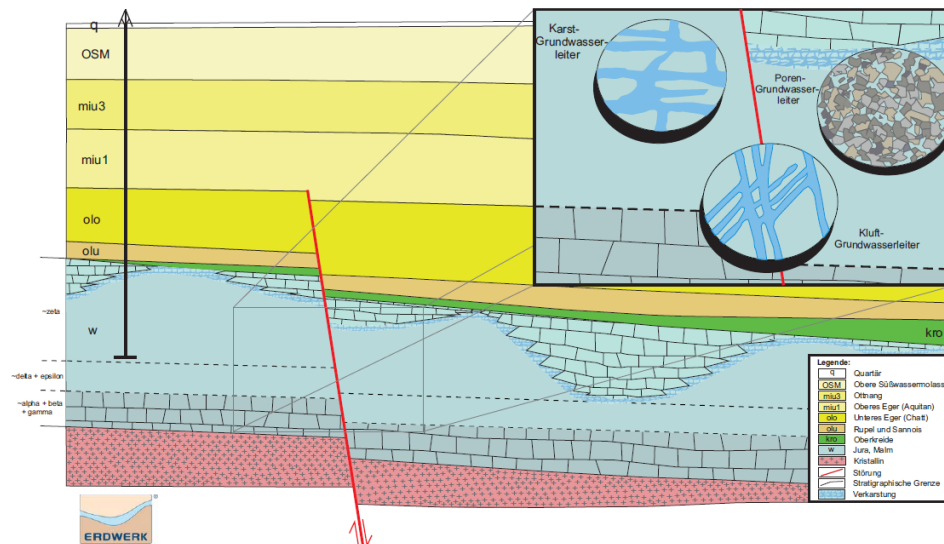
Schäftlarnstrasse – ein innerstädtisches Bohrprojekt in München



- ca. 2 km südwestlich des Stadtzentrums, im Stadtteil Sendling, auf dem Gelände des Heizkraftwerks Süd der SWM (GuD-Anlage)
- Im Osten grenzt der Stadtbach und Isar, im Westen der Münchner Großmarkt an.
- Nächstes Wohngebiet in ca. 400 m Entfernung



*SLS = geothermal project Schaeftlarnstrasse



Der Malmtiefer Grundwasserleiter:

→ Poren-, Kluft- und

Karstgrundwasserleiter

Top Malm SLS: ca. 2.260 – 2.560 TVD

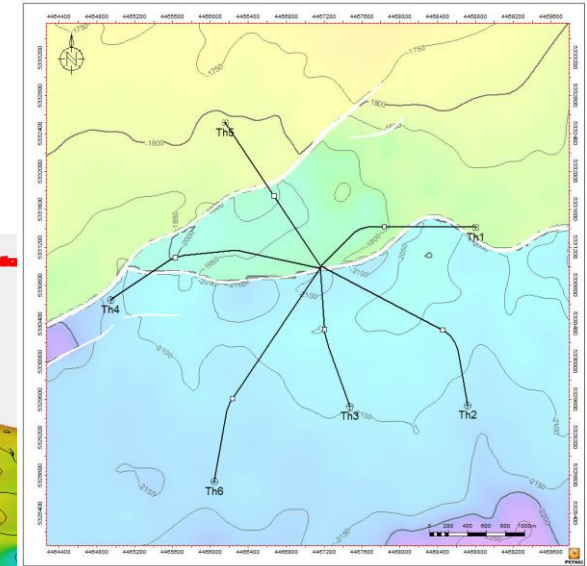
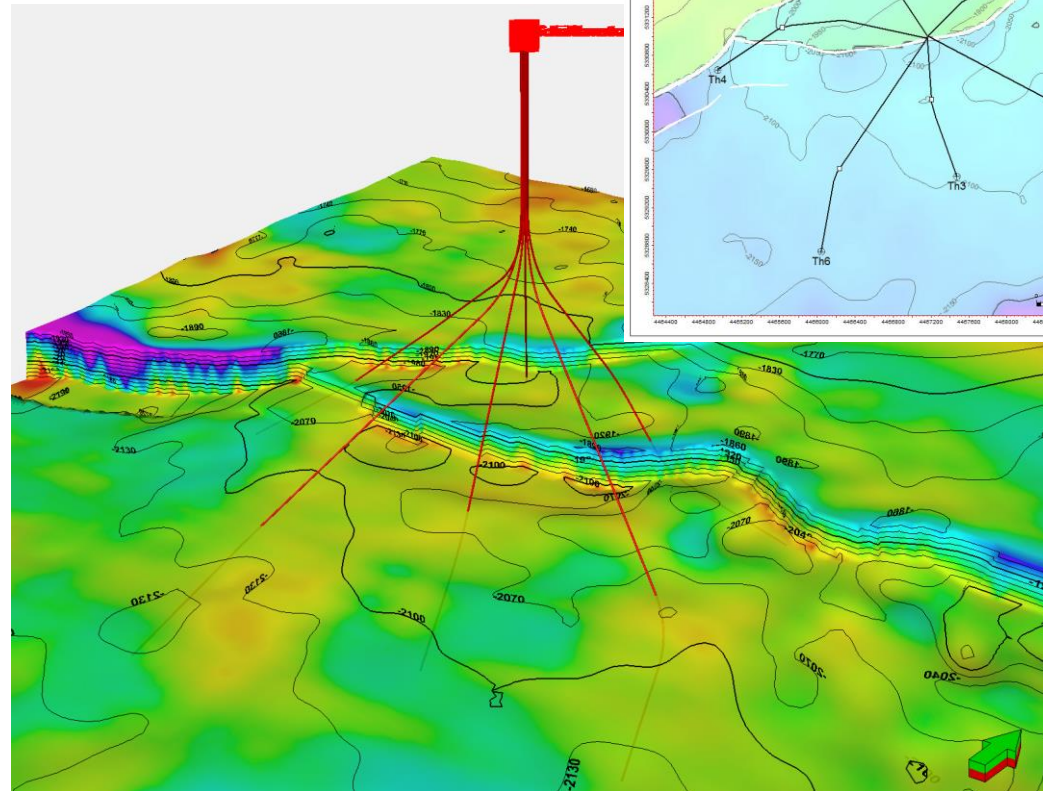
RTG SLS: bis zu ca. 4,0° C/100m

„alter“ workflow

- 3D-seismische Messungen im Stadtgebiet
- Erstellung Reservoirmodell
- Targeting
- TH-Modell

Targets:

- 3 Bohrungen störungsorientiert
- 3 Bohrungen faziesdominiert



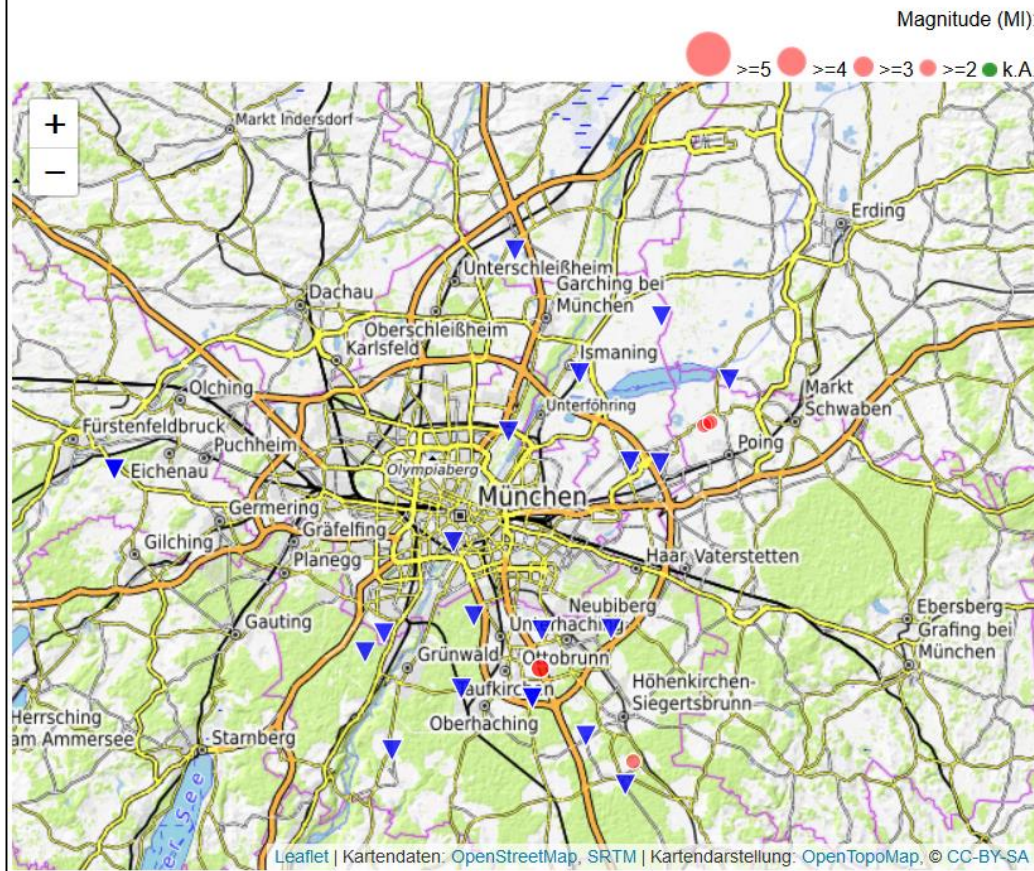
Exkurs – seismische Ereignisse



Erdbeben in Bayern seit dem Jahr 1390

Die Liste enthält Erdbeben oberhalb der Fühlbarkeitsgrenze (Intensität mind. 2) bzw. Lokalmagnitude ≥ 2.0 .

Quelle: Dr. Eberhard Schmedes.



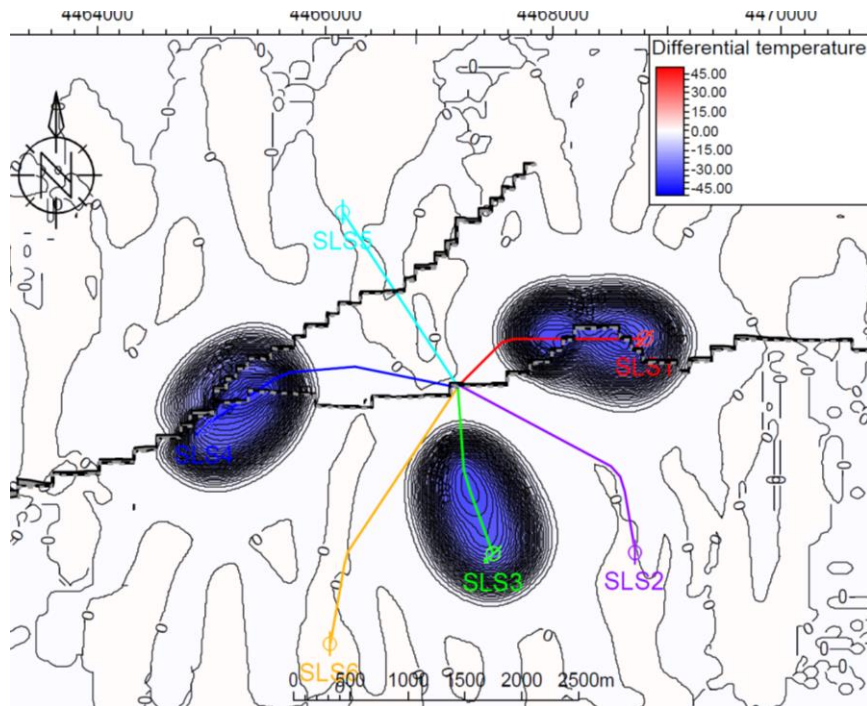
Quelle: www.erdbeben-in-bayern.de (Stand 08.10.2020)

- 2008: Unterhaching: ML 2,3 / MSK 2,0
- 2016: Poing: bis ML 2,1 / MSK 4,0
- 2018: Dürrnhaar: ML 2,0 / MSK 2,0
- 2015: Beginn workflow geomechanische Modelle bei ERDWERK. Ursprünglich aufgrund Bergverordnung über Einwirkungsbereiche.
- Anfang 2018: Erstellung geom. Simulation SLS vor Bohrbeginn. → Beginn der Umplanungsarbeiten Th5

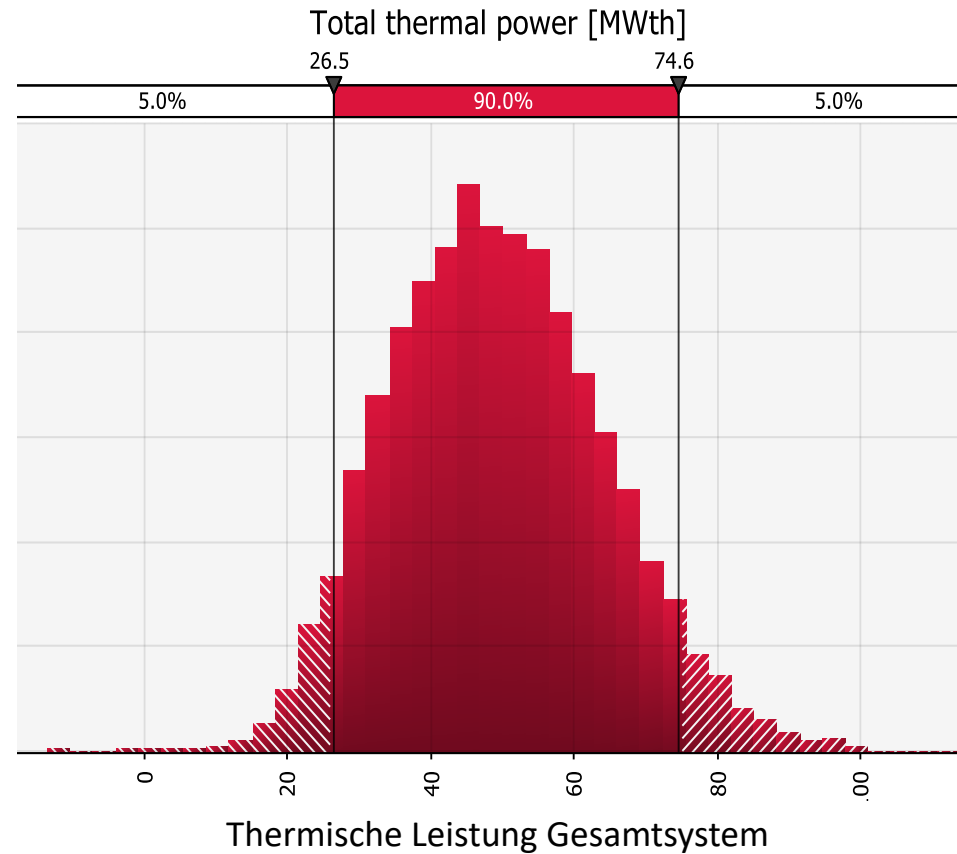
3D/4D geomechanische Simulation



„neuer“ workflow Step 1: Thermisch-hydraulische Vorabsimulation



Abkühlung um pot. Reinjektionsbohrungen nach 50 a Betriebsdauer



„neuer“ workflow Step 2: geomechanische Vorabsimulation

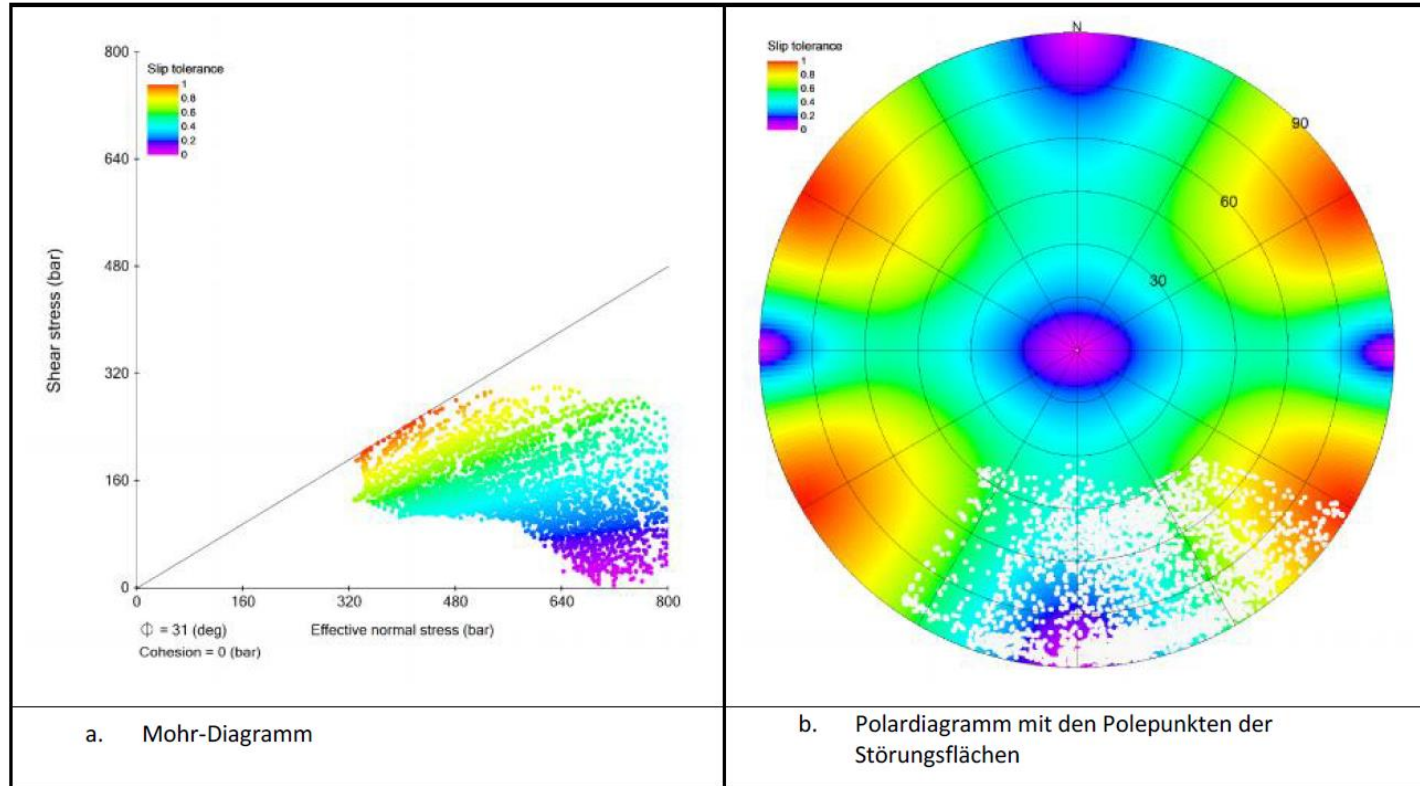
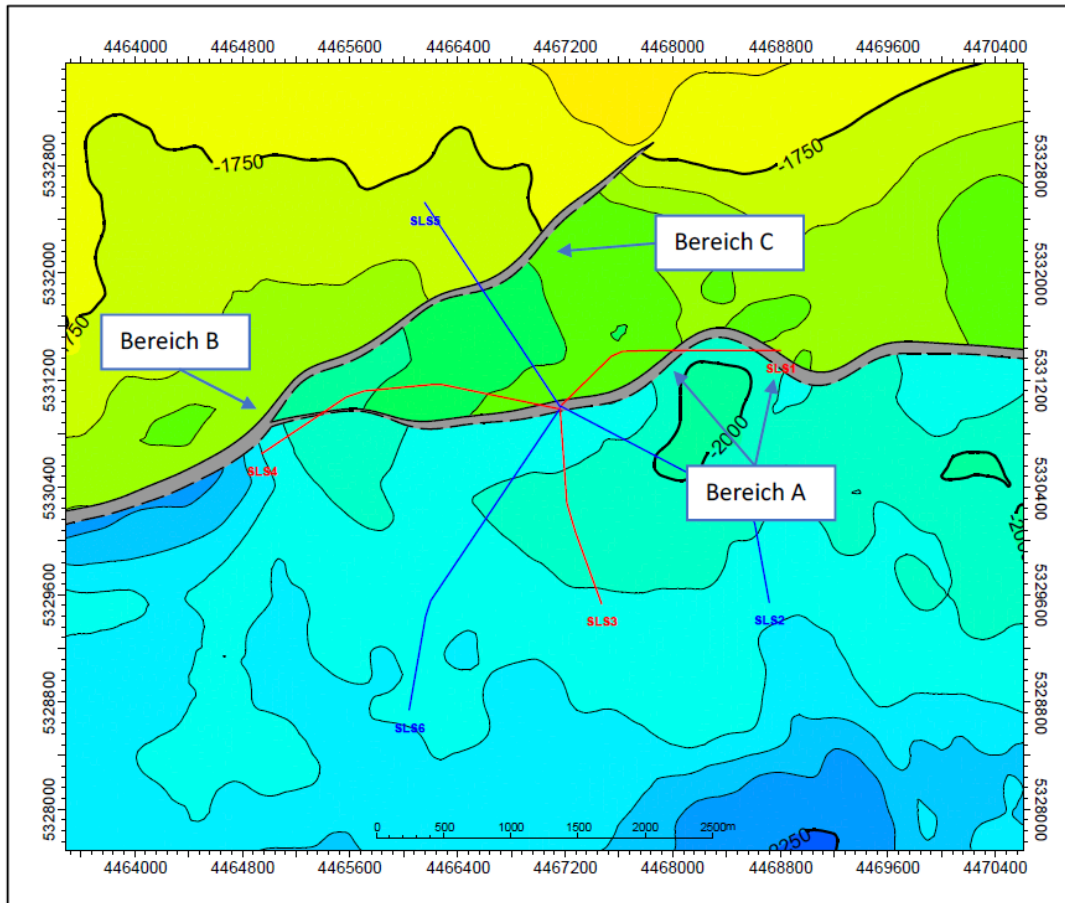


Diagramme zur analytischen Stabilitätsanalyse des gesamten Störungssystems SLS
→ + Sensitivitätsanalyse mit unterschiedlichen Richtungen der max. Horizontalspannung



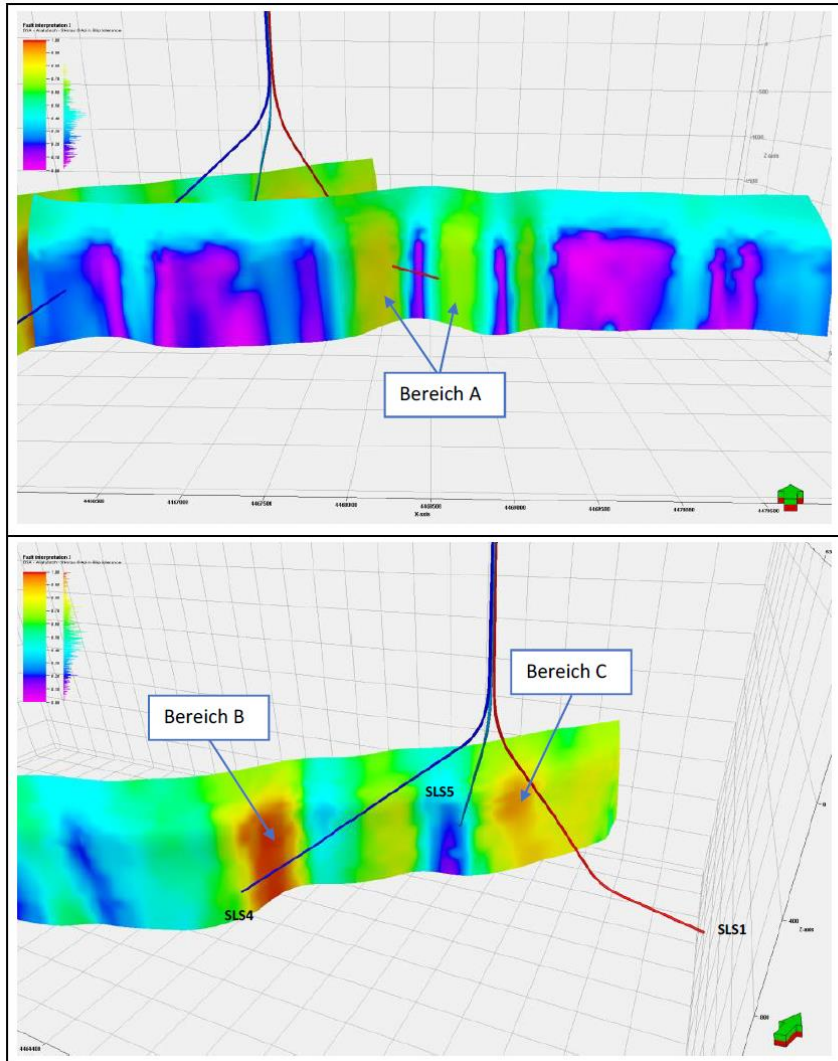
Top Purbeck mit Störungsverlauf
(schwarze Linien)

→ Ausweisung potentiell kritischer
Bereiche des Störungssystems
Schäftlarnstrasse

→ Bereich A → SLS Th1

→ Bereich B → SLS Th4

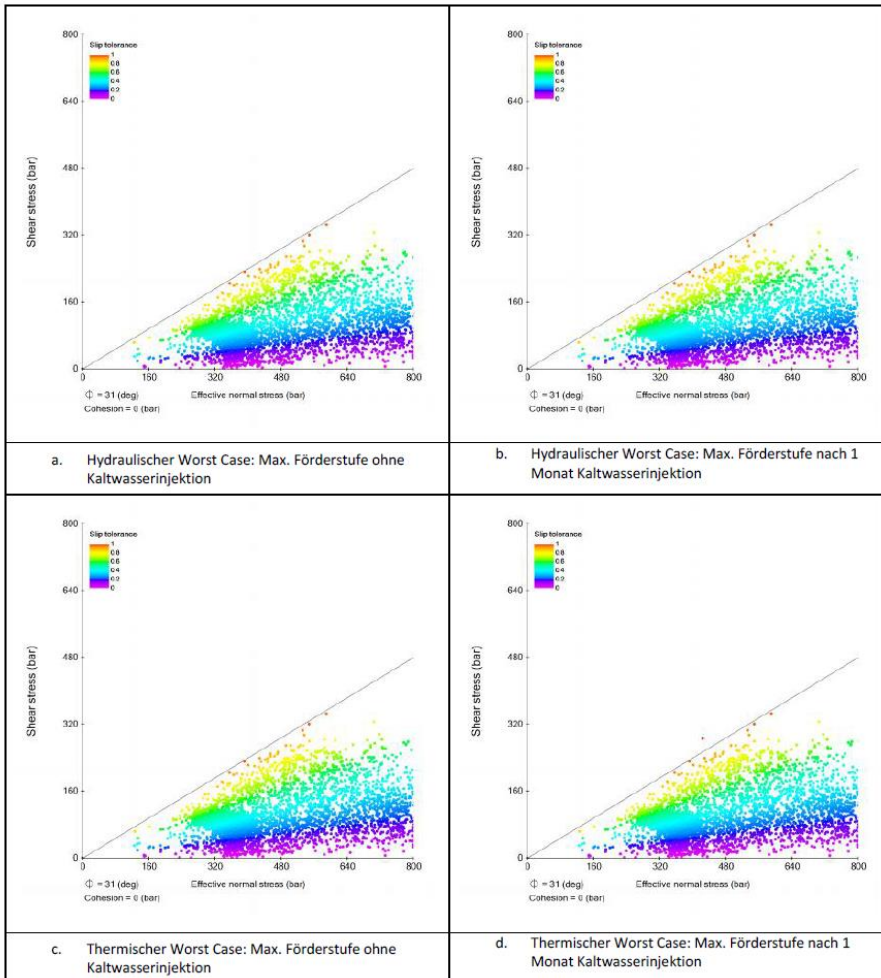
→ Bereich C → SLS Th5



3D Darstellung der Slip Tendency entlang der Flächen des Störungssystems Schäftlarnstrasse, berechnet auf Basis des definierten Spannungstensors, mit ausgewiesenen potentiellen kritischen Bereichen

→ Kritische Bereiche im statischen 3D-Modell sind in orangen bis roten Farben dargestellt = „Anfangszustand“ vor dynamischen Zustand durch Förderung / Reinjektion

Simulation Spannungsfelder während Langzeitpump- und Injektionsversuch SLS Th2 in Th1



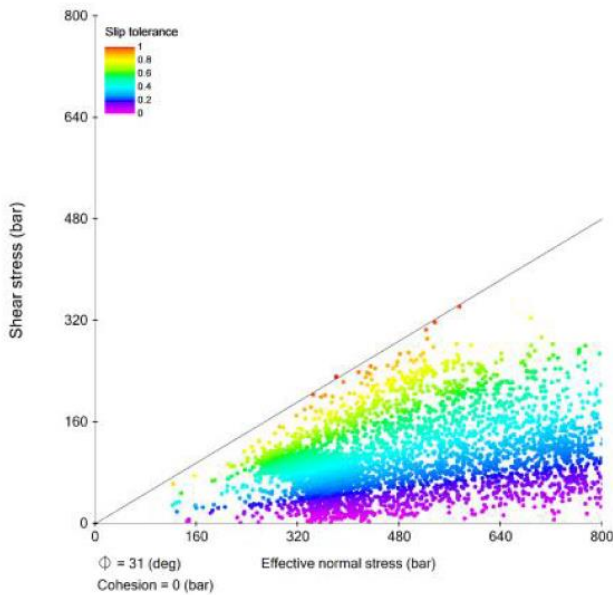
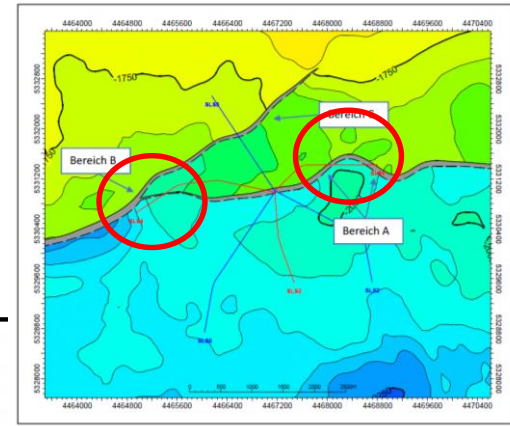
Keine Überschreitung des Bruchkriteriums im hydraulischen Worst Case (max. Druckaufbringung)



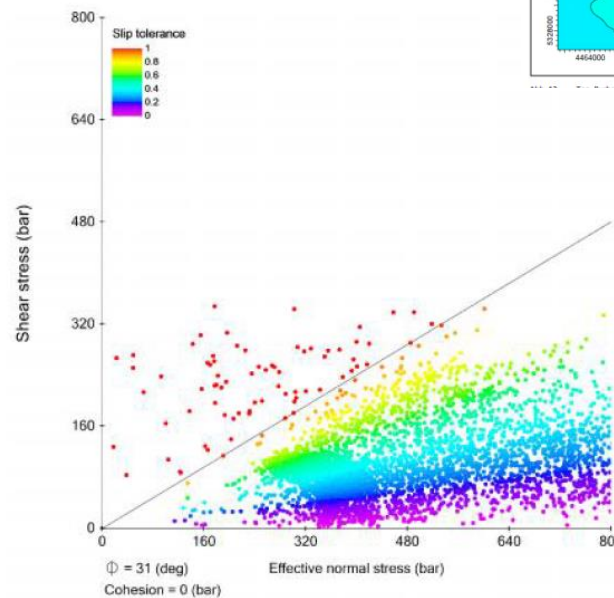
Eine Zelle überschreitet bereits das Bruchkriterium nach 1 Monat Kaltwasserinjektion im thermischen Worst Case (max. Abkühlung)

(Anm: Während Bohren und Kurzeitests keine Überschreitung des Bruchkriteriums)

Simulation des Betriebs nach 50 a



a. Hydraulischer Worst Case: ohne Kaltwasserinjektion



b. Hydraulischer Worst Case: nach 50 Jahren Kaltwasserinjektion



Th1 und Th4 als
Injektoren in
Störungen



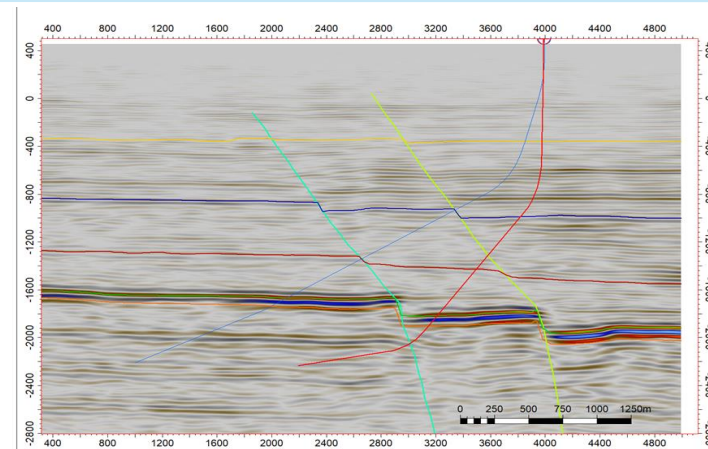
Vielfache Überschreitung
des Bruchkriteriums bei
Kaltwasserinjektion nach
50 Jahren Betrieb

Festlegung und Umplanung Bohrungen

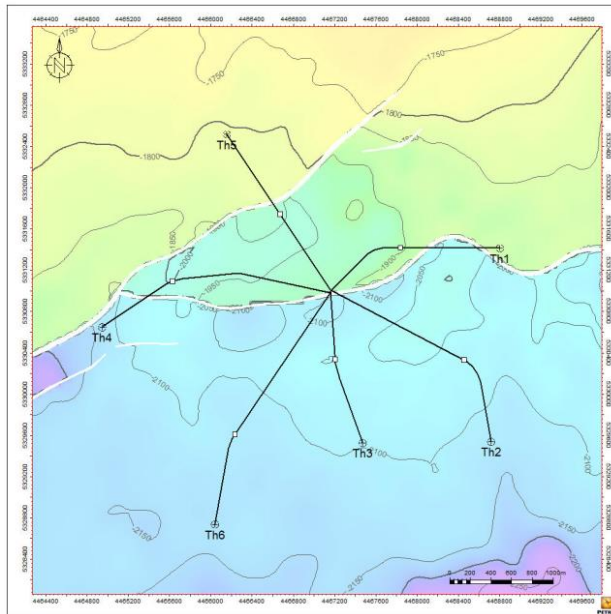


Konsequenz aus dem geomechanischen Modell:

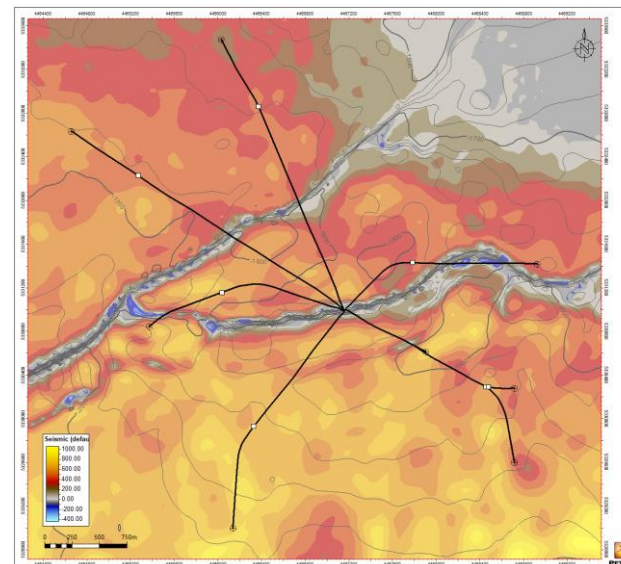
- SWM legt sich auf eine Betriebsvariante fest, in der aus störungsdominierten Bohrungen nur gefördert und NICHT reinjeziert wird.
- Th 5 wurde auf ein faziesdominiertes Target umgeplant.



Umplanung der Bohrung Th5 von störungsorientiert (rot) zu faziesdominiert (blau)



Ursprüngliche Bohrfadplanung SLS



Realisierte Bohrfade SLS Th1 – Th6 inkl. ML Th2aM1

- Für die Explorationsstrategie von Geothermiebohrungen im süddeutschen Molassebecken und hier speziell bei innerstädtischen Bohrprojekten lässt sich ableiten, dass faziell dominierte Targets nicht nur aus Sicht der positiven hydraulischen Reservoireigenschaften, sondern auch in Hinblick auf eine Minimierung des seismischen Risikos zukünftig noch mehr an Bedeutung gewinnen werden.
- Eine große Herausforderung für eine erfolgreiche Exploration ist daher weiterhin eine Verbesserung des Verständnisses der seismischen Daten in Hinblick auf Fazies, Diagenese und Verkarstung.
- Die geomechanische Modellierung auf Basis von Reservoirmodellen wird im zukünftigen Explorationsworkflow einen festen Bestandteil in der Planungsphase von Geothermieprojekten im Molassebecken, aber auch in anderen geologischen Settings darstellen.
- Die projektbegleitende Forschungsprojekte GEOmaRE (FKZ 0324332A) und INSIDE (FKZ 03EE4008B), sowie die Kooperation mit der Geothermie-Allianz-Bayern (GAB), sollen zudem zu einem verbesserten Verständnis des Reservoirs und der Prozesse von fluidinduzierter Seismik bei hydrothermalen Bohrungen im süddeutschen Molassebecken führen. Dies u.a. mit dem Ziel, den Betreibern von Geothermieprojekten ein risikominimiertes und wirtschaftlich optimiertes Reservoirmanagement zu ermöglichen.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

