



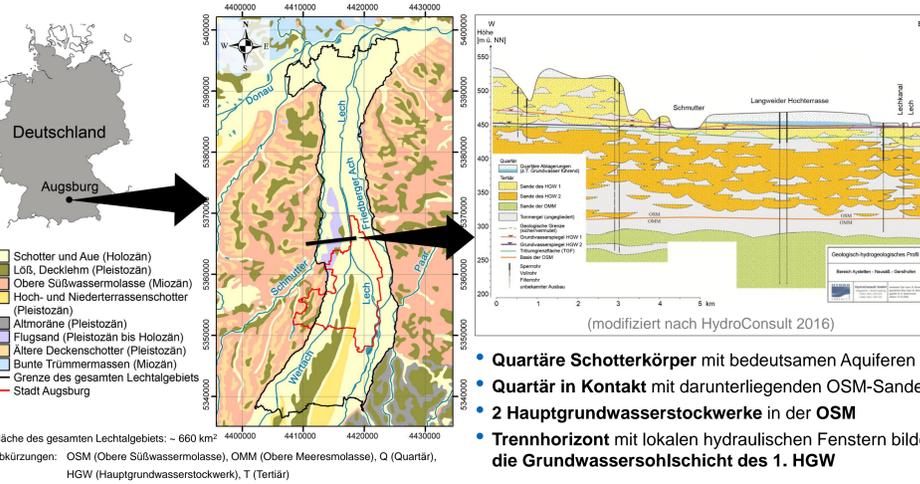
Optimierungsmöglichkeiten zur Festlegung der Bohrtiefenbegrenzung durch detaillierte geologische 3D-Modellierung und Quantifizierung ihrer Auswirkungen auf die Nutzung des vorhandenen geothermischen Potenzials



Alberto Albarrán-Ordás, Dr. Kai Zosseder, Dr. Aleksandra Kiecak, Marco Kerl, Dr. Lilian Chavez-Kus, Stefanie Küster, Tobias Schmetzer
Geothermal Energy Group, alberto.albarran@tum.de

EINFÜHRUNG

Das Lechtalgebiet als Fallstudie: geographischer und geologischer Überblick



Forschungsziele

- **Untergrundmanagement** zur Bestimmung, Planung und Verwaltung von Nutzungen
- Erhöhung der ökologischen, wirtschaftlichen und energiepolitisch notwendigen **Nutzung der geologischen- und Speicherpotenziale**
- **Optimierung der Grundwasserbewirtschaftung und -beurteilung** mit besonderem Augenmerk auf:
 1. **Nachhaltigkeit:** Schutz des Tiefengrundwassers
 2. **Mitigation der Klimafolgen:** Nutzung des vorhandenen Potenzials für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung über die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen
- Quantifizierung der **Auswirkungen der aktuellen und der möglichen künftigen Beurteilungskriterien in der Genehmigungspraxis** auf den nachhaltigen Ressourcenschutz und auf die Nutzung regenerativer Untergrundpotenziale

METHODIK

D_i models-Methode

- Stochastische 3D-Modellierung von Korngrößenverteilungen in klastischen Lockergesteins-sedimenten im 3D-Raum
(Albarrán-Ordás und Zosseder 2022, 2023)



- Bestimmung der hydraulischen Durchlässigkeit mittels 15 empirischen Beziehungen zwischen der fiktiven Korngrößenverteilungen und dem hydraulischen Durchlässigkeitsbeiwert
(Albarrán-Ordás und Zosseder NA)

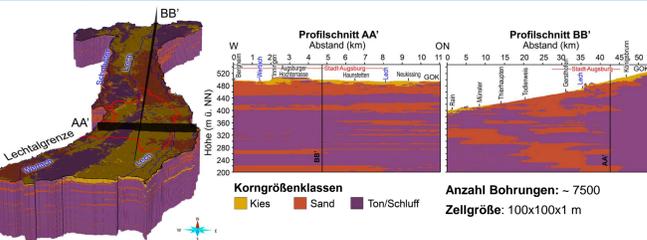
TAP-Methode

- Quantitative Bestimmung des geothermischen Potenzials für die Nutzung von Grundwasserwärmepumpen mit Betrachtung der Anforderungen der aktuellen Genehmigungspraxis
(Böttcher et al. 2019)

ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

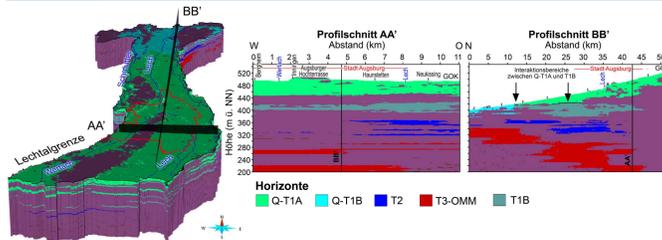
1 3D lithologischer Aufbau

- Modellierung der fiktiven Korngrößenverteilung in jedem Raumpunkt
- Finales Modell der dominierenden Lithologien



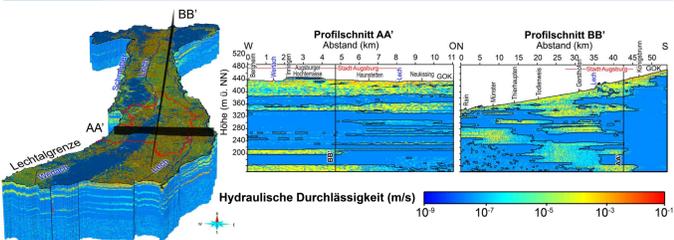
2 Stockwerkstrennung

- Ausdehnung, Tiefenlage, Mächtigkeit, Interaktionsbereiche
- Filterzuweisung bei ~ 2500 Grundwassermessstellen und Brunnen

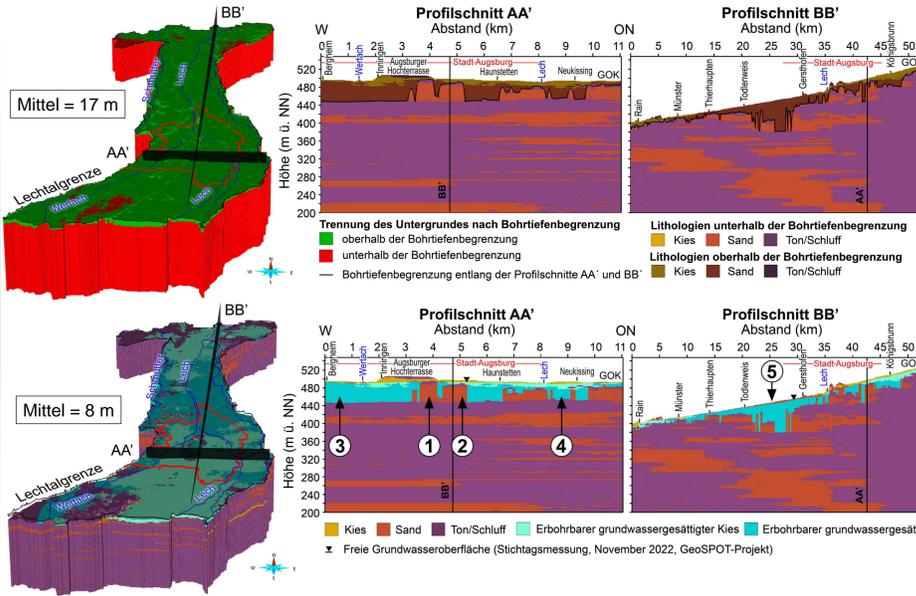


3 Hydraulische Durchlässigkeit

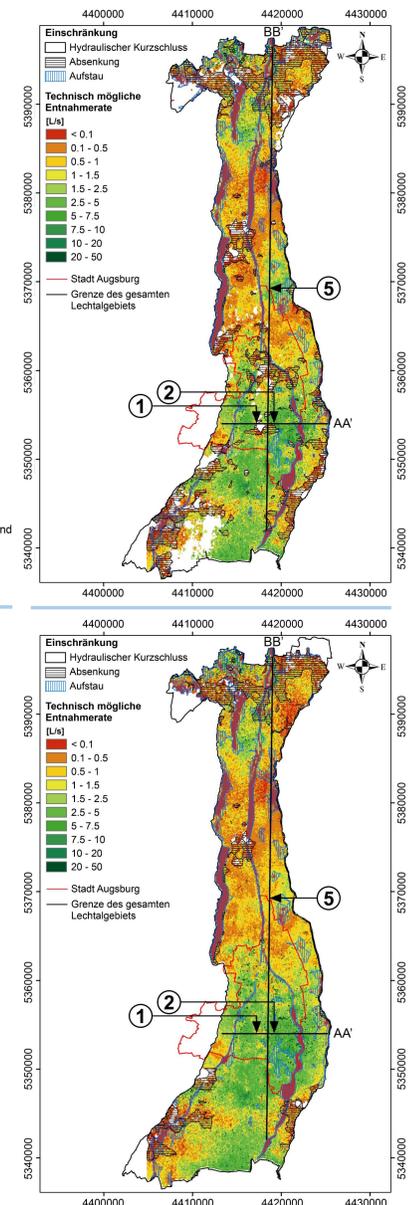
- Ableitung aus fiktiven Kornsummenkurven (15 empirische Methoden)
- Konservative, wahrscheinliche, optimistische Schätzung



4 Bohrtiefenbegrenzung und Grundwassermächtigkeit im oberen zusammenhängenden Grundwasserleiter



5 Geothermisches Potenzial im oberen zusammenhängenden Grundwasserleiter



Schlussfolgerungen

- 3D-Erkenntnis über die **lithologische Zusammensetzung, Ausdehnung, Tiefe, Mächtigkeit, hydraulische Durchlässigkeit und Interaktion der Grundwasserleiter**
- 3D-Erfassung der ersten **lokalen** stauenden Schicht und der ersten **weiträumigen** Trennschicht
- Nutzung der Erkenntnisse über die lokalen Trennschichten zur **Erfassung und Darstellung des derzeit verwendeten Konzepts der Bohrtiefenbegrenzung (Szenario 1)** in der wasserwirtschaftlichen Genehmigungspraxis
- Nutzung der Erkenntnisse über die weiträumige Trennschicht zur **Verbesserung der zukünftigen Festlegung der Bohrtiefenbegrenzung (Szenario 2)**
- Die dreidimensionale großräumige Betrachtung in der Festlegung der Bohrtiefenbegrenzung (Szenario 2) führt zu einer **optimierten Quantifizierung der "erbohrbaren" Grundwasservorkommen**
 - **Erhöhung des Potenzials:** im zusammenhängenden Aquifer (1, 2, 5)
 - **Reduzierung des Potenzials:** im geohydraulischen Fenster (5)
- Identifizierung von potentiellen **gespannten Grundwasserverhältnissen**
- Das derzeit verwendete Konzept (**Szenario 1**) **reduziert das vorhandene geothermische Potenzial:**
 - **Kein Potenzial:** Bereiche mit lokaler Trennschicht, die zeitweise oberhalb des Grundwasserspiegels liegt (1)
 - **Sehr geringeres Potenzial:** Bereiche mit geringer Grundwassermächtigkeit oberhalb der lokalen Trennschicht -> die erlaubte Absenkung stellt den limitierenden Faktor dar (2)

Szenario 1
Maximale Bohrtiefe auf der ersten **lokalen** Trennschicht

Szenario 2:
Maximale Bohrtiefe auf der ersten **weiträumigen** Trennschicht

REFERENZEN

- Albarrán-Ordás, A., Zosseder, K. (2022): The Di models method: geological 3-D modeling of detrital systems consisting of varying grain fractions to predict the relative lithological variability for a multipurpose usability. Bull. Eng. Geol. Environ. 81. doi: 10.1007/s10664-021-02538-2
- Albarrán-Ordás, A., Zosseder, K. (2023): Uncertainties in 3-D stochastic geological modeling of fictive grain size distributions in detrital systems. Applied Computing and Geosciences, 19, article id. 100127. doi: 10.1016/j.acags.2023.100127
- Albarrán-Ordás, A., Zosseder, K. (NA): Estimation of 3-D hydraulic conductivity fields from fictive grain-size distributions obtained by geological 3-D modeling: a case study in the city of Munich (Germany) [Manuscript in preparation]
- Böttcher, F., A. Casasso, G. Götzl, K. Zosseder (2019): TAP - thermal aquifer potential: A quantitative method to assess the spatial potential for the thermal use of groundwater, Renewable Energy 142, 85–95. doi:10.1016/j.renene.2019.04.086
- HydroConsult (2016): Hydrogeologische Studie zum Tertiärgrundwasser in Bayrisch-Schwaben. Projekt-Nr.: PN16-301. HydroConsult GmbH, Augsburg

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens **GeoSPOT-Augsburg** (2020-2023) vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) gefördert und vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) unterstützt. Wir danken dem LfU für den Zugriff auf das Bodeninformationssystem Bayern (BIS-BY). Wir bedanken uns auch bei der Firma Emerson E&P für die Bereitstellung der Lizenzen der Software SKUA™ Engineering Modeling im Rahmen des Emerson Academic Program.

