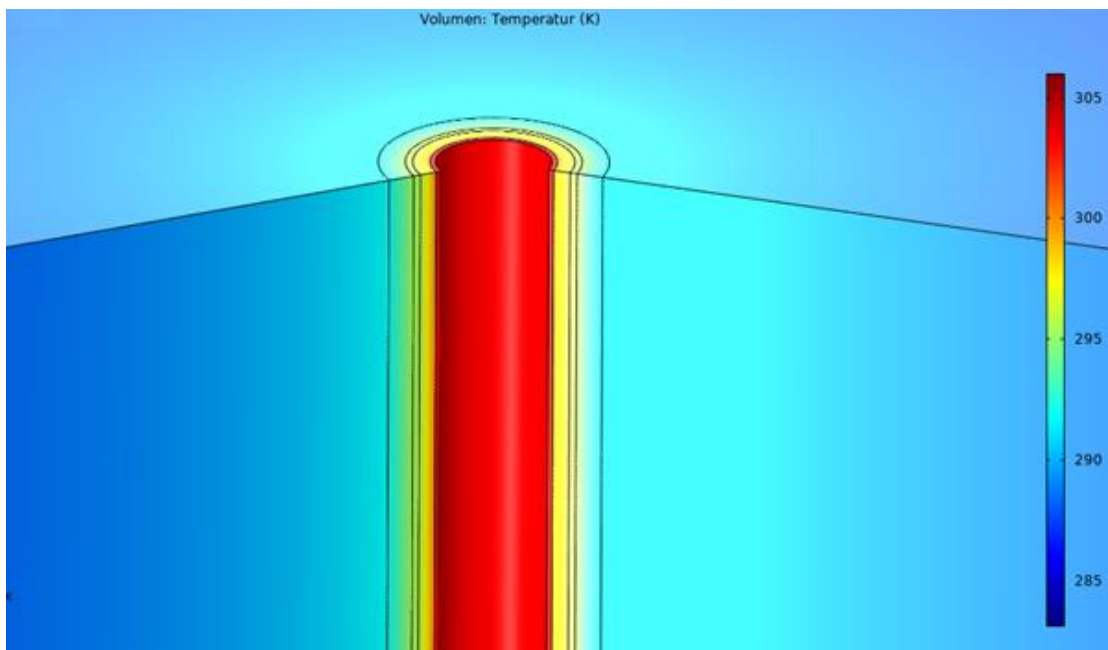


THM Modellierung des Verbundsystems Bohrung unter Berücksichtigung von verschiedenen Injektionsfahrweisen unterschiedlicher Gase (Kohlenstoffdioxid, Methan, Wasserstoff und Helium)

Barsch, M.¹, Amro, M. M.²

¹TU-Freiberg, Freiberg, Germany, ²TU-Freiberg, Institutes für Bohrtechnik und Fluidbergbau, Freiberg, Germany

Eine bedeutende bestehende und zukünftige Herausforderung ist die gekoppelte thermische, hydraulische und mechanische Simulation (kurz: THM-Simulation) von Untergrundspeichern, über deren gesamte Lebenszeit. Hierbei muss auch nach Jahrzehnten Speicherbetrieb die Integrität der Bohrung gewährleistet werden. Mit dem entwickelten Ansatz können verschiedene Einflussgrößen wie Komplettierungen, Gebirgseigenschaften, Fahrweisen und Speichergase berücksichtigt werden. Kernkomponente ist hierbei die möglichst genaue Simulation des Verbundsystems Bohrung (Tubing, Casing, Zement) von Poren- und Kavernenspeichern. Durch die sich ändernden Spannungs-Dehnungszustand kann die Bohrung zunehmend belastet werden, wodurch es zu lokal erhöhten Spannungen im bohrungsnahen Bereich bzw. in der Bohrung kommen kann. Diese Problemstellung wird zudem durch Thermospannungen überlagert, welche die Komplettierung zusätzlich belastet. Zudem wurden hierfür die Speichergase Methan, Wasserstoff, Helium und Kohlenstoffdioxid berücksichtigt. Das entwickelte THM-Modell Bohrungsmodell kann für beliebige Gase genutzt werden, genauer betrachtet werden jedoch nur die Fluide Kohlenstoffdioxid, Methan, Wasserstoff und Helium.



Modellaufbau und Temperaturfeld mit den untersuchten Kernkomponenten Tubing-Casing-Gebirge

Die verschiedenen Fluide werden durch Hinterlegung gleicher Randbedingungen und Modellaufbau miteinander verglichen. Dabei wird die jeweilige Belastung auf das Verbundsystem ausgewertet und Besonderheiten dargestellt. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Kohlenstoffdioxid gelegt. Kohlenstoffdioxid wird betrachtet um die um die mögliche Speicherung des klimaschädlichen Gases im Untergrund zu untersuchen. Auch verschiedene Aggregatzustände können bei der Speicherung auftreten. Hierdurch wird die Simulation deutlich erschwert da es während der Injektion stark ändernden Eigenschaften auftreten und den Lösungsprozess deutlich erschweren. Hierzu werden verschiedene Injektionsstrategien dargestellt. Hierzu werden verschiedene Speicher- und Injektionsrandbedingen (Druck, Temperatur, Massenstrom) berücksichtigt. Durch die Besonderheit von CO₂ unter Speicherbedingungen in kritischer Phase vorzuliegen ist es möglich deutlich mehr Masse im Untergrund zu speichern.

Die Auslegung einer Bohrung auf dieser Basis geht über den API Standard hinaus und soll den realen Bohrungsbelastungen näherkommen, um somit einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Auch Effekte wie das Quellen von einzelnen Sichten wurde implementiert und kann für die Auslegung bzw. Schadensfallanalyse verwendet werden. Dieses Modell kann für Bestandsbohrungen als auch bereits in der Planungsphase angewandt werden. Weiterhin ist es möglich diesen Ansatz auf konventionelle Bohrungen und Lagerstätten zu übertragen.