

Untersuchungen zum Erhalt der Integrität von Kavernenbohrungen auf rechnerischer und laborativer Grundlage

K.-H. Lux, R. Wolters, T.J. Pan
Technische Universität Clausthal

Abstract

Speicherkavernen im Salinargebirge werden weltweit seit Jahrzehnten zur Speicherung von Erdgas oder anderen Energieträgern eingesetzt. Aufgrund der gesellschaftlich geforderten fortschreitenden Dekarbonisierung sowie des nachhaltigen Ausbaus erneuerbarer Energien werden zukünftig möglicherweise einige der vorhandenen Speicherkavernen nicht mehr zur Erdgasspeicherung benötigt, so dass für diese Kavernen eine Umrüstung und anschließende Nutzung zur Speicherung erneuerbarer Energien in Form von Druckluft oder Wasserstoff in Betracht gezogen werden könnte, sofern Kavernen- und Bohrlochausbauintegrität nach dem langjährigen Erdgasspeicherbetrieb weiterhin gegeben sind.

Während der Betriebsphase von Speicherkavernen treten konvergenzbedingte Zusatzbeanspruchungen innerhalb des Bohrlochausbaus (Casing, Ringraumzementation) auf, insbesondere im unteren Teil des Bohrlochausbaus. Diese Zusatzbeanspruchungen können lokal zu einem Verlust der Bohrlochausbauintegrität führen. Die technischen Möglichkeiten zur in Integritätsmanagementsystemen geforderten Überwachung des Bohrlochausbauzustandes sind begrenzt, so dass eine geomechanisch basierte Bestimmung der Bohrlochausbaubeanspruchung durch numerische Simulation des zeitabhängigen Bohrlochtragverhaltens bei der Beurteilung des Zustands von Casing und Ringraumzementation von Bedeutung sein könnte. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Beitrag ausgewählte Ergebnisse einer mit Hilfe des am Lehrstuhl entwickelten FTK-Simulators durchgeführten Bohrlochintegritätsanalyse für eine generische Referenz-Speicherkaverne nach einer längerfristigen Erdgasspeicherung vorgestellt mit Fokus auf der Beanspruchungsentwicklung in Casing und Ringraumzementation. Zudem werden mit Blick auf die zeitabhängige Entwicklung von Zustandsgrößen prinzipiell mögliche Versagenszustände diskutiert. Die betrachtete Referenzsituation repräsentiert ein ausgedehntes Kavernenfeld, bei dem Casing, Ringraumzementation und Kontaktflächen (Casing/Ringraumzementation bzw. Ringraumzementation/Gebirge) eines ausgewählten Bohrlochs als filigrane Teilstruktur im Berechnungsmodell berücksichtigt und daher explizit diskretisiert werden. Dieser Modellierungsansatz ist mit einem erheblichen numerischen Aufwand verbunden, liefert jedoch realitätsnahe Ergebnisse bezüglich der lokalen Verteilung von Beanspruchungen und der daraus resultierenden Deformationen im Gebirge sowie auch in Casing, Ringraumzementation und Kontaktflächen.

Darüber hinaus werden aktuelle Ergebnisse laborativer Untersuchungen zum Materialverhalten von Ringraumzementation und Kontaktflächen hinsichtlich der jeweiligen Verformbarkeit und Festigkeit vorgestellt.