



FEELMATH – PORENDRUCK IN GESTEIN DIGITAL SIMULIEREN

Durch Computersimulationen und Bildanalyse erhalten wir neue Einsichten in Prozesse, die im Inneren von Gesteinen ablaufen. Im Projekt ResKin haben wir unser Analyse-Tool FeelMath erweitert und untersuchen u. a. Porendruckschwankungen. Es dient zur Berechnung effektiver mechanischer und thermischer Eigenschaften von Mikrostrukturen, die durch Volumenbilder oder analytische Beschreibungen gegeben sind.

Digital Rock Physics (DRP) als innovative Technik für die Bohrkernanalyse

Vorherzusehen, wie sich flüssigkeitsgesättigte Gesteine verformen, ist in vielen Anwendungsgebieten von großer Bedeutung – z.B. beim Fracking von Gesteinen oder in der Geothermie. Die digitale Gesteinsphysik (Digital Rock Physics/DRP) arbeitet bildbasiert und ermöglicht die Abschätzung der Gesteinseigenschaften durch numerische Simulationen anhand von 3D-Scans von Gesteinsproben. Die DRP gilt als innovative Technik zur Simulation von Gesteinseigenschaften, ergänzt Labormessungen und hilft, Erkenntnisse über komplexe Prozesse in heterogenen Materialien zu gewinnen.

Simulationen unter Berücksichtigung von Porendruck

Traditionell fokussiert sich die digitale Gesteinsphysik auf die Durchströmung des Porenraumes mit Öl oder Wasser. In diesem Projekt haben wir unser mikromechanisches Analysetool FeelMath erweitert, um auch den Druck von flüssigkeitsgefüllten Poren auf die Gesteinsmatrix zu berücksichtigen. Diesen nennt man Porendruck. Abhängig von den Randbedingungen wird die poroelastische Reaktion als entwässert (der Porendruck steigt nicht) oder nicht entwässert (der Porendruck steigt, da die Flüssigkeit die Gesteinsprobe nicht verlassen kann) beschrieben. Im letzteren Fall hängt die Steifigkeit des Gesteins von der Steifigkeit des Gesteinsmaterials und vom Druck der Flüssigkeit ab, welcher einer Kompression der Bohrkernprobe entgegenwirkt.

Klassische Theorien ergänzt um innovative Technik der DRP

Beim Entwickeln unserer numerischen Methode für die Analyse von nichtlinearen, poromechanischen Effekten von Gestein – wie Plastizität, Schädigung, Rissbildung – haben wir unsere Methode zunächst mit der Biot-Gassmann-Theorie verglichen. Diese erlaubt es, die Steifigkeit – basierend auf der Steifigkeit der flüssigkeitsfreien Bohrkernprobe – mit flüssigkeitsgefüllten Poren vorherzusagen. Im Gegensatz zur Biot-Gassmann-Theorie werden die Methoden der digitalen Gesteinsphysik direkt auf Gesteine mit geschlossener Porosität angewendet sowie um nichtlineare Effekte im Gesteinsmaterial erweitert.

1 Bohrkernprobe (unten) und repräsentatives Volumenelement der Bohrkernprobe (oben)

2 Schädigung aufgrund des Porendrucks

3 Spannungskonzentration aufgrund des Porendrucks