

Modellansatz zu Stofftransport- und Reaktionsvorgängen im Dreiphasensystem CO₂/ Karbonatgestein/ salzhaltiges Wasser unter erhöhten Drücken

F. Grahl¹, M. Sonntag², J. Börner², V. Herdegen¹,

¹Institut für Thermische Verfahrenstechnik, Umwelt- und Naturstoffverfahrenstechnik

/²Institut für Geophysik und Geoinformatik, TU Bergakademie Freiberg,

09599 Freiberg/ Deutschland

Unter sicherheitstechnischen Aspekten muss u.a. bei der CO₂-Sequestrierung ein wesentliches Augenmerk auf das Monitoring des verpressten CO₂ im Reservoir gelegt werden, um z.B. problematische Migrationen in höhere Aquifere aus der Speicherformation erkennen und Gegenmaßnahmen ergreifen zu können.

Dafür können geophysikalische Verfahren eingesetzt werden, die die elektrische Gesteinsleitfähigkeit nicht-invasiv erfassen können und hochsensitiv auf Änderungen der Porenflüssigkeit – bestehend aus salzhaltigem Wasser und eingelöstem CO₂ – in der Gesteinsmatrix reagieren.

Bei der CO₂-Sequestrierung mit seinem relevanten Dreiphasensystem CO₂/ Karbonatgestein/ salzhaltiges Wasser kommen dabei unterschiedliche Effekte zum Tragen:

Neben dem Verdrängen von salzhaltigem Wasser aus der Gesteinsmatrix mit einem starken Absenken der elektrischen Leitfähigkeit kann es langfristig zu einer erheblichen Einlösung bzw. Dissoziation von CO₂ in das Restporenwasser kommen. Dadurch steigt oder sinkt die Leitfähigkeit des Porenwassers – je nach Flüssigkeitszusammensetzung (Ionenspezies/ -konzentration und pH-Wert) unter den vorherrschenden Druck-/ Temperaturbedingungen. Der pH-Wert kann außerdem Minerallösungs- und/ oder -fällungsprozesse an der Gesteinsmatrix aus Karbonatgestein auslösen. Neben experimentellen Untersuchungen am Dreiphasensystem CO₂/ Karbonat-Feststoffpartikeln/ salzhaltiges Wasser zur Messung und Auswertung der komplexen elektrischen Leitfähigkeit soll auch eine modellhafte Abbildung der komplexen und gekoppelten Löslichkeits-, Stofftransport- und Reaktionsvorgänge bei ausgewählten Druck- und Temperaturbedingungen erfolgen, die die verschiedenen Lagen der Aquifere im Untergrund repräsentieren.

Im Beitrag werden allgemein die Konzeptionierung des Gesamtmodells und deren begonnene Umsetzung mittels der Simulationstools MatLab/ PhreeqC/ OpenGeoSys vorgestellt. So werden erste Ergebnisse aus der schrittweisen Modellimplementierung mit jeweils unterschiedlichen Detaillierungsgraden einschließlich der dafür notwendigen Daten (z.B. Löslichkeiten, Reaktionskonstanten, Partikeleigenschaften), die der Literatur, verfügbarer Software oder eigenen experimentellen/ analytischen Untersuchungen entnommen werden können, diskutiert.

Ziel ist dabei die Etablierung eines dynamischen, rigorosen Modells zur Abbildung der verschiedenen Vorgänge im Untergrund.