

Verfasser:

Diplom-Geologe Sebastian Fischer

Titel der Dissertation:

Mineralogical-geochemical effects during geological storage of CO₂ – Experimental investigations and geochemical modeling

Zusammenfassung | Abstract:

Um die mineralogisch-geochemischen Veränderungen in Gesamtgesteinsproben des Reservoirgesteins (Stuttgart Formation) am Pilotstandort zur geologischen Speicherung von CO₂ in Ketzin/ Brandenburg zu bestimmen und einzelne Fluid-Mineral Reaktionen zu untersuchen, wurden Laborversuche sowie geochemische Simulationen durchgeführt. Die Gesamtgesteinsproben der Stuttgart Formation wurden zusammen mit synthetischer Sole und reinem CO₂ bei 5,5 MPa und 40 °C für 40 Monate (Sandsteinproben) sowie 7,5 MPa und 40 °C für 6 Monate (Siltsteinproben) inkubiert. Die mineralogischen Veränderungen sind in beiden Gesteinen generell sehr gering, was die Unterscheidung zwischen natürlicher Probenheterogenität und CO₂ induzierten Veränderungen schwierig macht. Die Sandsteinproben zeigen Lösung von Anzimit, Anhydrit, der Anorthit-Komponente von Plagioklas, Chlorit + Biotit, Hämatit und K-Feldspat. Lösung von Anhydrit, der Anorthit-Komponente von Plagioklas und K-Feldspat zeigten auch die Siltsteinproben.

Basierend auf einem mathematisch-statistischen Streuungsverhältnis wurden die besten Gleichgewichtssimulationen ermittelt. Das beste Ergebnis brachte ein Gleichgewichtsmodell mit der Mineralkombination Albit, Anhydrit, Dolomit, Hämatit und Illit. Bei den Gleichgewichtssimulationen war es schwierig die K⁺, Fe²⁺ und SO₄²⁻ Konzentrationen in der Sole gleichzeitig anzupassen. Die besten Gleichgewichtssimulationen wurden dann kinetisch modelliert. Diese kinetischen Simulationen stimmen gut mit den gemessenen experimentellen Ergebnissen überein, zeigen aber auch, dass Reaktionen mit K⁺ und Fe²⁺ nicht gut abgebildet werden. Die generell größeren Abweichungen bei Al³⁺ und Si⁴⁺ in allen durchgeführten Simulationen sind vermutlich auf die Probenahmen und resultierende Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Al³⁺ und Si⁴⁺ Konzentrationen zurückzuführen. Die beste Reproduzierbarkeit der experimentellen Daten zeigten kinetischen Simulationen, die Mineralausfällungen unterdrückten. Insgesamt können die Simulationen die experimentellen Daten zufriedenstellend reproduzieren und primäre Minerale sowie die zentralen chemischen Prozesse identifizieren. Gleichzeitig kann die Komplexität natürlicher Systeme nicht vollständig wiedergegeben werden.

Mineralseparate von Siderit, Illit und Labradorit wurden experimentell mit 2 M NaCl und reinem CO₂ bei 20 (30) MPa und 80 °C für eine (Siderit), zwei (Illit) bzw. drei (Labradorit) Wochen inkubiert. Die jeweiligen Experimente zeigten (i) Lösung von Ankerit und stabilen Siderit, der demnach eine potentielle CO₂ bindende Phase ist, (ii) bevorzugte Lösung der Ca-Smektit-Komponente aus dem Illit-Smektit Mischmineral und (iii) Lösung von Labradorit.

In keinem der Laborexperimente konnten Mineralausfällungen, wie z.B. Karbonate, nachgewiesen werden und nur eine einzige kinetische Simulation deutete die Bildung geringer Mengen Dolomit an.

Basierend auf den in dieser Arbeit erhobenen Daten ist festzuhalten das die mineralogisch-geochemischen Effekte von CO₂ gering sind und die (chemische) Integrität des Reservoirsystems (Stuttgart Formation) in Ketzin nicht signifikant durch das injizierte CO₂ beeinflusst ist.