

Motivation

Teil eines Langzeitsicherheitsnachweises für Endlager für radioaktive Abfälle ist die Betrachtung von Szenarien bei denen Radionuklide aus den Abfällen mobilisiert und durch das gesamte Endlagersystem transportiert werden.

Barrieren für den Radionuklidtransport stellen das Wirtsgestein und potenziell auch das darüber liegende Deckgebirge dar.

Der Transport durch die Geosphäre wird für viele Radionuklide durch Sorption an Oberflächen vorhandener Minerale verzögert. In bisher verwendeten Transportprogrammen wird die Sorption über zeitlich und räumlich konstante Verteilungskoeffizienten (K_d -Werte) beschrieben. In Realität sind jedoch viele Umweltbedingungen variabel.

Zur Berücksichtigung dieser Variabilität bietet sich der Smart- K_d -Ansatz an, welcher die Prognose der Rückhaltung auf Basis mechanistischer Modelle ermöglicht, im Sinne einer „Bottom-Up“ Philosophie auch für durchaus komplexe Systeme wie Böden und Gesteine. Allerdings steigen damit die Herausforderungen an den Zeitbedarf für solche Berechnungen. Entsprechend ist eine Anpassung und Weiterentwicklung des programmtechnischen Instrumentariums erforderlich. Zudem ist die Parametrisierung solcher Modelle noch nicht vollständig möglich.

Kontakt

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gmbH, Bereich Endlagersicherheitsforschung, Braunschweig

Dr. Ulrich Noseck, ulrich.noseck@grs.de

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V. (HZDR), Institut für Ressourcenökologie, Dresden
Dr. Vinzenz Brendler, v.brendler@hzdr.de

Abschlussbericht

www.ptka.kit.edu/downloads/ptka-wte-e/Abschlussberichte-E-Vorhaben.htm



Betreut vom



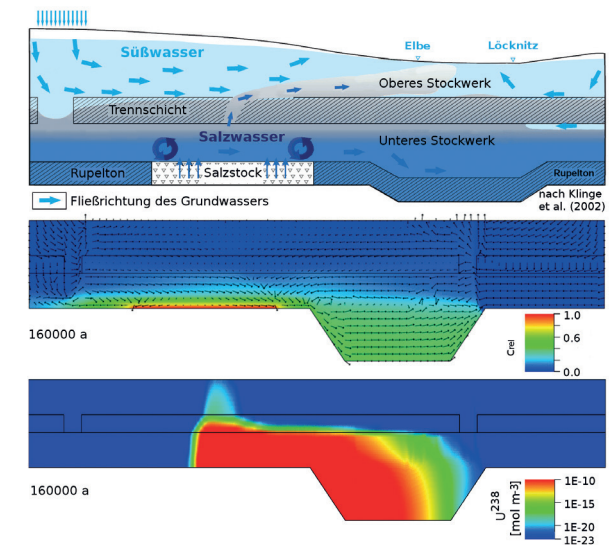
Die Forschungsarbeiten wurden in den Vorhaben mit den Förderkennzeichen 02E10518 und 02E10528 im Zeitraum 2008-2012 durchgeführt.

Verantwortlich für den Inhalt, Bilder und Bildrechte sind die Autoren bzw. die ausführenden Forschungsstellen. PTKA übernimmt keine Gewähr insbesondere für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter.
PTKA, 02/2018

Forschung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle

Projekt ESTRAL

Realitätsnahe Einbindung von Sorptionsprozessen in Transportprogramme für die Langzeitsicherheitsanalyse



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Durchgeführt von:



Projekt ESTRAL

Das Projekt kombinierte theoretische und praktische Arbeiten. Letztere zielten auf die Schließung kritischer Lücken in der Sorption dreiwertiger Actiniden; dazu wurden Sorptionsversuche des chemischen Analogs Europium an Glimmern und Feldspäten durchgeführt und daraus Daten zur Oberflächenkomplexierung abgeleitet.

Für das Smart- K_d -Konzept wurde eine umfassende Datenbasis zu Sorption, Komplexierung und Festphasen erstellt.

Das Smart- K_d -Konzept wurde in den reaktiven Transportcode d^3f++ eingebunden und ein vereinfachtes chemisches Modell für carbonatische Systeme entwickelt.

Mit den neuen Modellen, Daten und angepassten Codes wurde als Anwendungsbeispiel der Schadstofftransport durch das Deckgebirge über dem Salzstock Gorleben prognostiziert. Dazu mussten große Mengen an Felddaten gesichtet und bewertet werden.

Das Bild zeigt den Aufbau eines Säulenversuchs zur Untersuchung der Sorption von Europium an Orthoklas.

Das Bild zeigt den Aufbau eines Säulenversuchs zur Untersuchung der Sorption von Europium an Orthoklas.



Ergebnisse

In dem Vorhaben ESTRAL (2008 -2012) wurde der reaktive Transportcode d^3f++ weiter entwickelt, um die Auswirkungen zeitlich und räumlich variabler geochemischer Bedingungen auf die Sorption (z.B. verursacht durch Vergletscherung, das Eindringen von Meerwasser oder die Bildung von Permafrostböden) direkt zu berücksichtigen.

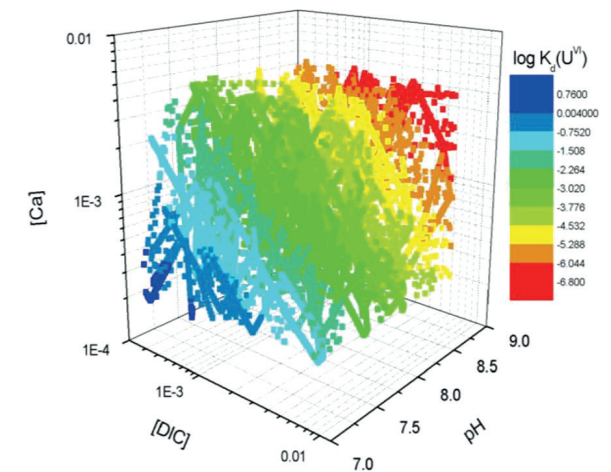
1. Es konnte am Beispiel des Deckgebirges Gorleben der Nachweis geführt werden, dass das Smart- K_d -Konzept korrekt implementiert wurde und damit sinnvolle Ergebnisse erzielbar sind. Dazu erfolgten Vergleiche von Prognosen mit Laborexperimenten mit den endlagerrelevanten Radionukliden Uran, Neptunium, Thorium und Americium in den zu erwartenden Speziationen.
2. Für die Systeme Europium-Muskovit und Europium-Orthoklas wurden erstmals thermodynamische Sorptionsparameter bestimmt.
3. Die Berechnungen der Smart- K_d -Werte wurden an eine Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse gekoppelt und damit die wichtigsten Einflussparameter bestimmt: pH, Carbonat (DIC)- sowie Calcium (Ca)-Konzentration, wie am Beispiel des sechswertigen Urans (U VI) in der nebenstehenden Abbildung aufgezeigt.
4. Ausbreitungsrechnungen für das Deckgebirge Gorleben zeigten, dass klimatische Änderungen die Einflussparameter und damit die Sorption der Radionuklide erheblich verändern können.

Was folgt daraus?

Die in ESTRAL umgesetzte Offline-Integration des Smart- K_d -Konzeptes in ein reaktives Transportprogramm ermöglicht es, die zeitliche und räumliche Änderung von Umweltgrößen sowie daraus resultierende Änderungen der Sorptionswerte für Radionuklide gut abzubilden.

Dies führte zu keiner signifikanten Verlängerung der Rechenzeiten gegenüber dem bisherigen Konzept mit konstanten K_d -Werten.

Die momentan verfügbare thermodynamische Datenbasis setzt an vielen Stellen noch Näherungen und Schätzwerte voraus, hier sind weitere experimentelle Arbeiten notwendig.



Im Rahmen des Anschlussvorhabens „Weiterentwicklung des Smart- K_d -Konzeptes für Langzeitsicherheitsanalysen (WEIMAR)“ mit dem Förderkennzeichen 01121705/1, welches ebenfalls vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) bis 2018 gefördert wird, arbeiten die Verbundpartner an der Weiterentwicklung des Smart- K_d -Konzeptes für Langzeitsicherheitsanalysen.