

Motivation

Hohlräume, die während Errichtung und Betrieb eines Endlagers in tiefen geologischen Wirtsgesteinen aufgeföhren wurden, sind zum Einschluss der eingelagerten Abfälle durch geotechnische Barrieren zu verschließen. An den Stellen, an denen geotechnische Barrieren errichtet werden, ist ein besonderes Augenmerk auf die Auflockerungszone zu richten. Die Auflockerungszone entsteht bei der Aufföhierung am Rand zwischen Hohlraum und Gebirge und bezeichnet den Bereich, in dem das Gestein aufgrund von kleinräumigen Rissen geschädigt ist. Da auf diese Weise bevorzugte Fließwege für die Ausbreitung von Schadstoffen und für den Zutritt von Wässern entstehen können, ist die Auflockerungszone insbesondere im Bereich der geotechnischen Barrieren durch technische Maßnahmen abzudichten (Vergütung).

Mit dem vorliegenden Vorhaben soll die Auflockerungszone modelltheoretisch simuliert werden, um darauf aufbauend, technische Konzepte zur Abdichtung der Auflockerungszone und des Kontaktbereichs zwischen geotechnischer Barriere und Wirtsgestein erarbeiten zu können. Da es sich bei den Abdichtungseigenschaften um den potentiellen Schwachpunkt einer geotechnischen Barriere handelt, werden mit dem Vorhaben Grundlagen für den technischen Nachweis der Barrierewirksamkeit geschaffen.

Im Rahmen der modelltheoretischen Betrachtung der Auflockerungszone wurde insbesondere Steinsalz als Wirtsgestein betrachtet. Steinsalz wird neben Tonstein und kristallinen Gesteinen weiterhin großer Forschungsbedarf zugeschrieben. Gemäß dem Förderkonzept des BMWi (2015-2018) besteht insbesondere die Notwendigkeit für ein besseres Verständnis des Systems „Verschlussbauwerk – Randzone – Kontaktfuge – Auflockerungszone – Wirtsgestein“.

Kontakt

DBE TECHNOLOGY GmbH, Peine
Dr. Christian Müller,
E-Mail: muellerch@dbe.de

Abschlussbericht

[www.ptka.kit.edu/downloads/ptka-wte-e/
Abschlussberichte-E-Vorhaben.htm](http://www.ptka.kit.edu/downloads/ptka-wte-e/Abschlussberichte-E-Vorhaben.htm)



Betreut vom



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

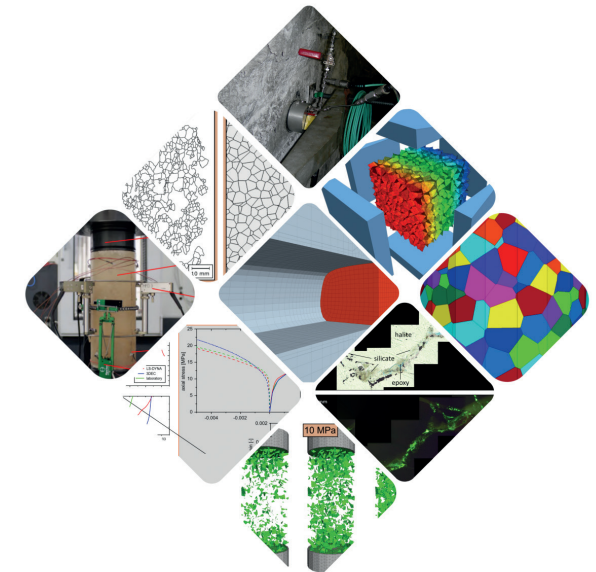
Die Forschungsarbeiten wurden in dem Vorhaben mit den Förderkennzeichen 02E10649 und 02E11082 im Zeitraum 2009-2015 durchgeführt.

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 VerA

Vergütung der Auflockerungszone im Salinar



Gefördert durch:



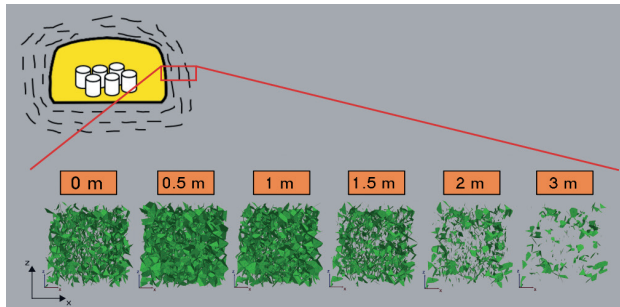
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Durchgeführt von:



Projekt VerA

Eine Auflockerungszone im Bereich geotechnischer Barrieren reduziert deren abdichtende Wirkung gegenüber radioaktiven Schadstoffen. Die Schädigung in der Auflockerungszone nimmt nach Errichtung der Barriere durch das Aufkriechen des Gebirges auf den Barrierenkörper langfristig ab. Allerdings lassen sich diese Prozesse hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit und in ihrer Auswirkung auf die Durchlässigkeit kaum belastbar beschreiben. Um eine gesicherte Barrierenwirksamkeit zu erzielen, ist die Abdichtung durch Injektionsmittel (Vergütung) zwingend erforderlich. Als Injektionsmittel wird u.a. Wasserglas verwendet, das in kleinste Risse eindringt, dort aushärtet und potentielle Fließwege verschließt. Die Abbildung unten zeigt simulierte Rissysteme einer Auflockerungszone.

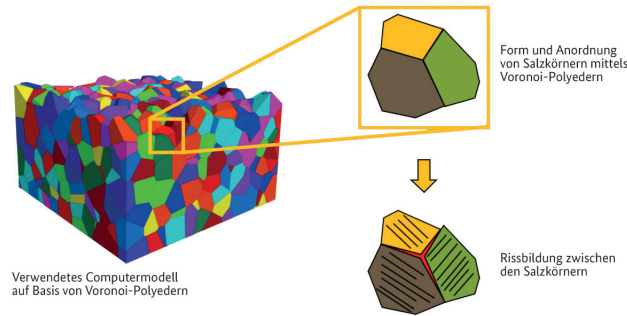


Die folgenden Ziele wurden im Projekt VerA verfolgt:

- Entwicklung von Computermodellen, mit denen sowohl die mechanische Schädigung als auch die hydraulische Durchlässigkeit in der Auflockerungszone abgeschätzt werden kann.
- Durchführung von Laboruntersuchungen, mit denen die chemische Langzeitstabilität der Abdichtung von injiziertem Wasserglas im Wirtsgestein Steinsalz bewertet werden kann.

Ergebnisse

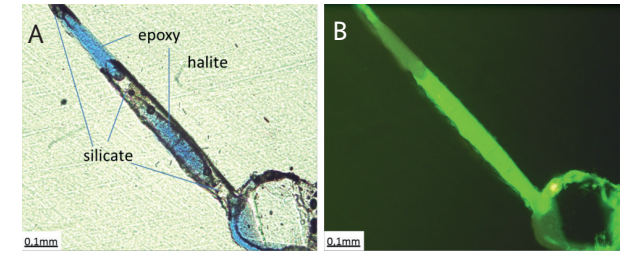
Das Computermodell setzt sich aus dreidimensionalen Polyedern zusammen (sog. Voronoi-Polyeder). Sie zeichnen sich durch eine hohe Formvariabilität aus und bilden die natürliche Form und Anordnung der aus Kristallkörnern bestehenden Gesteine nach. Da die Polyeder durch Kontakte miteinander verbunden sind und bei Belastung auseinander brechen können, eignen sich die Modelle insbesondere, um eine Rissbildung, wie sie in der Auflockerungszone auftritt, zu simulieren.



Auf diese Weise konnten sowohl die physikalischen Verformungs- und Bruchprozesse als auch realistische Rissnetzwerke in der Auflockerungszone simuliert werden. Um den Grad der Schädigung zu quantifizieren, wurde die Durchströmung der so erstellten Rissnetzwerke modelliert und daraus die Hauptrichtung und die Größenordnung der Fluiddurchlässigkeit bestimmt.

Mit Hilfe der Laboruntersuchungen zur Langzeitstabilität konnte nachgewiesen werden, dass eine Injektion von Wasserglas in Auflockerungszone von Steinsalz zu einem Produkt führt, welches auch in Gegenwart von technischen und natürlichen salinaren Lösungen als stabil zu bewerten ist und langzeitstabile chemische Phasen bildet.

Die Abbildung rechts zeigt ausgehärtetes Wasserglas in einem Riss (Mikroskopaufnahme). Bild A wurde mit Durchlicht aufgenommen. Bild B mit UV-Licht.



Was folgt daraus?

Durch die modelltheoretischen Arbeiten in diesem Vorhaben wird das Verständnis für die hydraulisch wirksamen Prozesse in der Auflockerungszone verbessert. Die Verknüpfung des bautechnischen Injektionsprozesses mit dem modelltheoretischen hydraulischen Systemverhalten soll dazu dienen, den Injektionsprozess von Wasserglas zielführend unter den Bedingungen im Endlager einsetzen und optimieren zu können.

Das Vorhaben liefert somit einen wesentlichen Beitrag zur Langzeitprognose eines Endlagers im Steinsalz und ist insgesamt für eine Sicherheitsanalyse für einen Standort im Salinar von Bedeutung.