

Motivation

Für ein Endlager für wärmeentwickelnde hochradioaktive Abfälle in einer Steinsalzformation müssen die Stabilität des Bergwerkes während der Betriebsphase und die langfristige Integrität der geologischen Barriere nachgewiesen werden. Dazu werden Simulationsberechnungen durchgeführt, in denen das Gesteinsverhalten unter verschiedenen In-situ-Einflüssen mit Stoffgesetzen beschrieben wird. Das individuelle Verhalten unterschiedlicher Steinsalztypen wird dabei über Kennwerte für die Modellparameter berücksichtigt.

In diesem Projekt werden aktuelle Stoffgesetze und Modellierungsverfahren der Partner dokumentiert, detailliert überprüft sowie miteinander und mit experimentellen Ergebnissen verglichen.

Das Ziel besteht darin, die Zuverlässigkeit und Akzeptanz der Ergebnisse aus Simulationsberechnungen zu erhöhen und das verfügbare Instrumentarium zu verbessern.

Die Arbeiten bilden eine wichtige Grundlage für die Modellierung von komplexen THM-Prozessen.

Im Vorhaben haben sich auch wertvolle Hinweise für die weitere Stoffgesetzentwicklung ergeben. Auf dieser Basis wird im nachfolgenden Verbundprojekt WEIMOS die gebirgsmechanische Modellierung für die HAW-Endlagerung im Steinsalz weiterentwickelt und qualifiziert.

Kontakt

Dr. Andreas Hampel, hampel@hampel-consulting.de

Projektpartner

- Dr. Andreas Hampel, Wissenschaftlicher Berater, Mainz
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Nukleare Entsorgung (INE), Karlsruhe
- Institut für Gebirgsmechanik GmbH (IfG), Leipzig
- Leibniz Universität Hannover (LUH), Institut für Geotechnik (IGtH), Abt. f. Unterirdisches Bauen (IUB), Hannover
- Technische Universität Braunschweig (TUBS), Institut für Grundbau und Bodenmechanik (IGB), Braunschweig
- Technische Universität Clausthal (TUC), Lehrstuhl für Deponietechnik und Geomechanik, Clausthal-Zellerfeld
- Assoziierter Partner: Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico, USA

Abschlussbericht

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



Betreut vom



Die Forschungsarbeiten wurden in den Vorhaben mit den Förderkennzeichen 02E10810 bis 02E10860 im Zeitraum 2010-2016 durchgeführt.

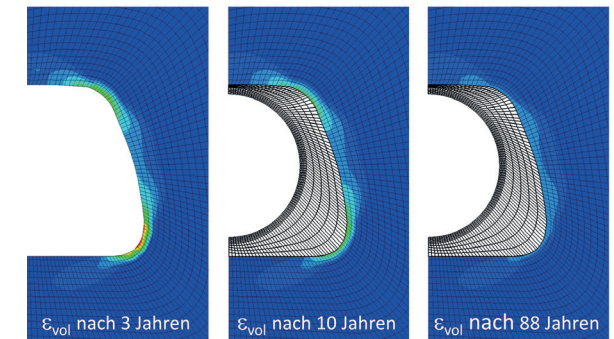
Verantwortlich für den Inhalt, Bilder und Bildrechte sind die Autoren bzw. die ausführenden Forschungsstellen. PTKA übernimmt keine Gewähr insbesondere für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter.
PTKA, 02/2018

Forschung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle

Projekt

STOFFGESETZVERGLEICH

Vergleich aktueller Stoffgesetze und Vorgehensweisen anhand von Modellberechnungen zum thermomechanischen Verhalten und zur Verheilung von Steinsalz



Durchgeführt von:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

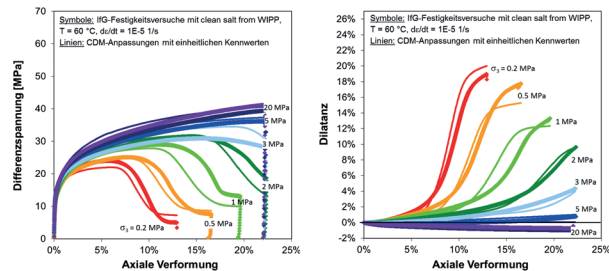
Projekt Stoffgesetzvergleich

Das Vorhaben setzte inhaltlich zwei Verbundprojekte zum Stoffgesetzvergleich (2004 – 2010) fort.

Im aktuellen Projekt führten die Partner experimentelle Untersuchungen und Modellberechnungen a) zum Temperatureinfluss auf die Verformung und b) zur Schädigungs- und Dilatanzrückbildung („Verheilung“) im Steinsalz durch.

Grundlage waren zahlreiche Laborversuche an Material aus der Asse sowie aus der Waste Isolation Pilot Plant (WIPP) in New Mexico, USA. Zur Ermittlung der stationären Kriechrate wurde ein verbessertes Versuchsregime entwickelt, das eine verlässlichere Bestimmung der Rate ermöglicht und den Einfluss von Vorschädigungen minimiert.

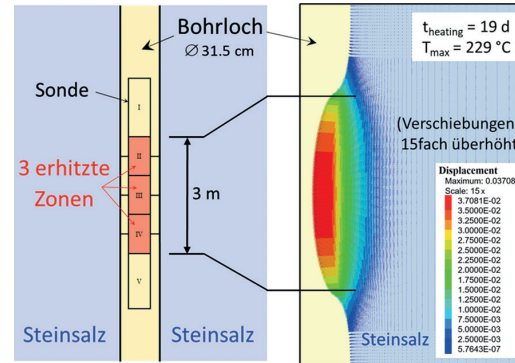
Versuchsnachrechnungen wie in der Abbildung unten dienten zur eingehenden Überprüfung der Modellierung der untersuchten Verformungsphänomene sowie zur Bestimmung salztypspezifischer Parameterkennwerte für die anschließenden Simulationen realer In-situ-Strukturen.



Der Temperatureinfluss wurde anhand eines Bohrlochs in der Schachanlage Asse II mit und ohne Erhitzerwirkung untersucht (Abb. mittlere Seite).

Außerdem wurde die Konvergenz zweier Kammern der WIPP bei natürlicher (Room D) und bei erhöhter Temperatur (Room B) modelliert (Abb. rechte Seite).

Zur Schädigungsverheilung wurden Berechnungen einer ca. 100 Jahre alten Strecke mit und ohne Stützbauwerk (Asse-Dammjoch) durchgeführt (Abb. Titelseite).



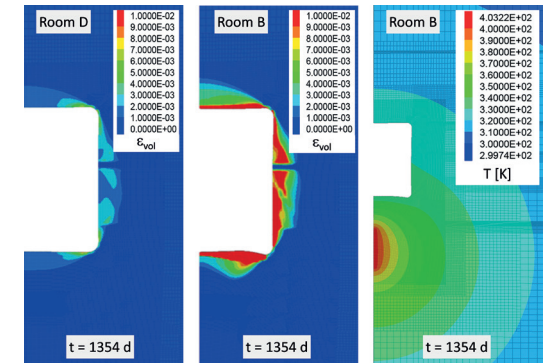
Ergebnisse

Die detaillierten Untersuchungen im Rahmen aller drei Verbundprojekte zum Stoffgesetzvergleich haben eingehende Erkenntnisse über die mathematisch-physikalische Beschreibung des thermomechanischen Deformationsverhaltens von Steinsalz ermöglicht, da die aktuellen Stoffgesetze der Projektpartner auf unterschiedlichen theoretischen Modellvorstellungen und physikalischen Ansätzen beruhen.

Die Arbeiten haben gezeigt, dass die Stoffgesetze das transiente und stationäre Kriechen, die Entwicklung der Schädigung und Dilatanz (volumetrischen Verformung), den Kriechbruch, die Kurzzeitfestigkeit, das Nachbruchverhalten, die Restfestigkeit sowie die Schädigungsrückbildung und Verheilung von Steinsalz zutreffend beschreiben. Jedes dieser Phänomene wird unter dem Einfluss verschiedener Randbedingungen wie Spannungszustand, Temperatur und Verformungsrate in einem weiten, in situ relevanten Wertebereich modelliert. Dies gelingt für verschiedene Salztypen mit jeweils einem einheitlichen, konstanten Kennwertsatz für die Stoffgesetzparameter. Die Simulationen ausgewählter realer Untertagestruktu-

ren haben im Rahmen zu erwartender Genauigkeiten gute Übereinstimmungen der Berechnungsergebnisse mit In-situ-Messdaten ergeben.

Die Ergebnisse des Vorhabens sind im Abschlussbericht dokumentiert, der aus dem gemeinsamen Synthesebericht und den Einzelberichten der Partner als Anhang besteht. Die Berichte enthalten auch zahlreiche Angaben zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen und weiterführender Literatur.



Was folgt daraus?

Insgesamt haben die durchgeführten Arbeiten im dritten Verbundprojekt zum Stoffgesetzvergleich gezeigt, dass sowohl der Temperatureinfluss auf die Verformung als auch die Schädigungsrückbildung und Verheilung von Steinsalz mit den Modellen erfolgreich beschrieben werden.

Dieses zeigt deren inzwischen erreichten hohen Entwicklungsstand.

Darüber hinaus haben die Berechnungen wertvolle Hinweise für die Weiterentwicklung der Modellierung einzelner Verformungsphänomene ergeben, die im nachfolgenden Verbundprojekt „Weiterentwicklung und Qualifizierung der gebirgsmechanischen Modellierung für die HAW-Endlagerung im Steinsalz (WEIMOS)“ durchgeführt wird.