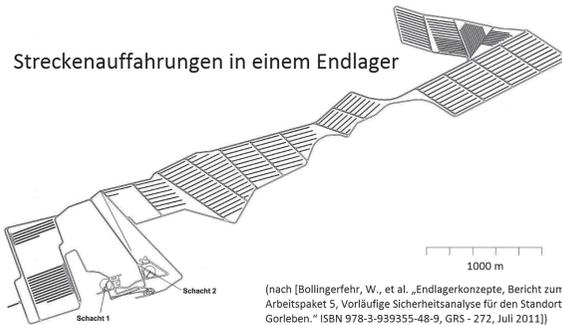


## Motivation

Auf Basis des Förderkonzepts des BMWi (2015-2018) über die Forschung zur Entsorgung radioaktiver Abfälle, FuE-Bereich 3: Endlagerkonzepte und Endlagertechnik, wird das Versetzen von untertägigen Hohlräumen, welche für eine Einlagerung von HAW-Abfällen im Wirtsgestein Steinsalz aufgefahren werden, untersucht.



Versatz stützt die geologische Barriere und minimiert damit die Bildung von Fluidwegsamkeiten. Als Versatzmaterialien werden in den gültigen Konzepten lagerstättentypische oder auch lagerstätteneigene Materialien verwendet, um die Langzeitbeständigkeit der Versatzkörper sicherzustellen. Für die Entsorgung in salinaren Formationen ist dabei Salzgrus als arteigenes Material von besonderer Bedeutung.

Das Vorhaben GESAV I verfolgt das Ziel, eine neuartige Form der frühzeitigen Gefügestabilisierung von Salzgrus für den Einsatz als Versatz im salinaren Milieu zu finden. Dazu dient als stabilisierender Bestandteil ein Salzbinder, der dem gefügebestimmenden Salzgrus zugegeben wird und durch eine zielgerichtete Salzmineralneubildung an den Kornkontaktstellen die Gesamtfestigkeit der Versatzmatrix erhöht.

Im Vorhaben GESAV I wird der Salzbinder auf Basis von natürlich auftretenden Salzmineralen entwickelt. Weiterhin werden geeignete Salzgruskörnungen und -gemische zur Erreichung optimaler mechanischer Eigenschaften bestimmt.

## Kontakt

TU Bergakademie Freiberg  
Institut für Bergbau und Spezialtiefbau  
Gustav-Zeuner-Str. 1a, 09599 Freiberg

Ansprechpartner:  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Helmut Mischo, Pr. Eng.,  
E-Mail: [helmut.mischo@mabb.tu-freiberg.de](mailto:helmut.mischo@mabb.tu-freiberg.de)  
Dr. rer. nat. Daniela Freyer,  
Dr.-Ing. Matthias Gruner,  
Dipl.-Ing. Stefan Pötzsch

## 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



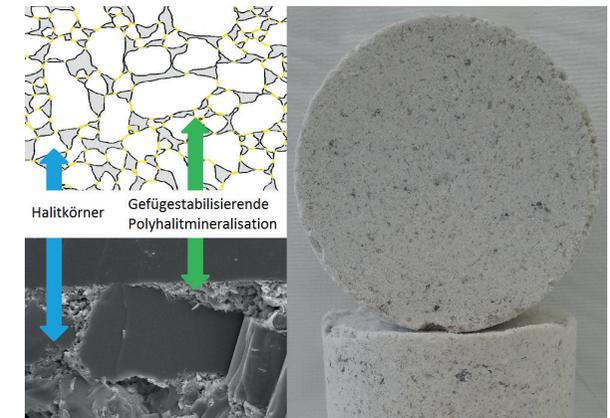
Die Forschungsarbeiten wurden in dem Vorhaben mit dem Förderkennzeichen 02E11092 im Zeitraum 2012-2017 durchgeführt.

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 GESAV I

### Gefügestabilisierter Salzgrusversatz - Phase 1



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Durchgeführt von:



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

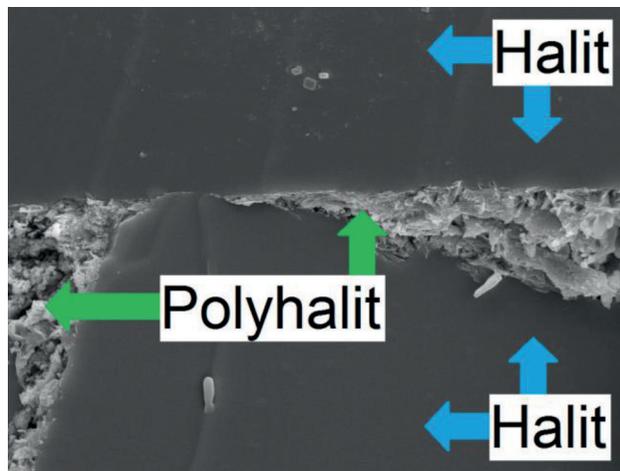
## Projekt GESAV I

Salzgrusversatz ist ein granulares Korngemisch, welches sich nach dem Einbringen eigengewichtsbedingt setzt. Die Stützwirkung des Salzgruses ist gegeben, sobald das Gebirge im Kontakt mit dem Versatzkörper ist und Last in diesen abtragen kann. Die Zeitdauer bis zum Wirksamwerden von trockenem Salzgrusversatz als tragfähigem Versatzkörper kann mehrere Monate bis Jahre in Anspruch nehmen.

Im Gegensatz zum konventionellen Salzgrusversatz entwickeln salinare Baustoffe, wie z. B. Sorelbeton, frühzeitig eine Festigkeit zur Gebirgsstabilisierung. Salinare Baustoffe bedingen jedoch einen hohen Einbauaufwand (z. B. Widerlager und Schalungen) sowie einen hohen Lösungseintrag in das Endlager.

Im Rahmen des FuE-Vorhabens GESAV I wurde nun ein Material entwickelt, welches die Vorteile von konventionellem Salzgrusversatz (einfacher Einbau, Langzeitbeständigkeit) und von salinaren Baustoffen (frühzeitige Gebirgsstabilisierung) vereinigt.

Die Abbildung unten zeigt die Wirkungsweise der Gefügestabilisierung von Salzgrus durch Polyhalit [© TUBAF].



## Ergebnisse

An der TU Bergakademie Freiberg wurde ein gefügestabilisierter Salzgrusversatz entwickelt. Die Gefügestabilisierung wird durch Zugabe eines Salzbinders erreicht. Dieser besteht aus Kieserit, Kaliumsulfat, Calciumsulfat-Halhydrat und einer Magnesiumchloridlösung. Die Festigkeitsentwicklung wird durch Salzmineralneubildungen an den Kontaktflächen der Halitkörner erreicht (Abbildung links). Dabei bildet sich die Mineralphase Polyhalit (Langzeitfestigkeit) über die Zwischenphasen Syngenit und Kainit (Frühfestigkeit).

Folgende Anforderungen wurden an das zu entwickelnde Material gestellt:

- Erreichbarer Verfüllungsgrad von nahezu 100% nach dem Einbau unter Tage (Vollverfüllung)
- Keine Setzungen des Versatzmaterials nach dem Einbau durch Selbstverdichtung
- Bildung von Polyhalit als langzeitbeständige Salzmineralphase
- Minimaler Gehalt des Bindemittels an der Gesamtmasse des Versatzes
- Beibehalten der Schüttguteigenschaften beim Einbau unter Tage
- Einbau unter Tage ohne Widerlager, Schalungen und/oder Drainagen
- Geringere oder mindestens vergleichbare Permeabilität wie herkömmlicher Salzgrusversatz

Wichtige Parameter zum Erreichen einer hohen Festigkeit und geringen Permeabilität sind die Einbaudichte und die Materialzusammensetzung.

Für das entwickelte Versatzmaterial wurde beim Deutschen Patent- und Markenamt ein Patent unter der Nummer 10 2015 005 288 erteilt.

## Was folgt daraus?

Im Anschlussvorhaben GESAV II (FKZ: 02E11557) werden Verfahren zum Einbau untersucht, welche eine hohe Einbaudichte (bestimmender Faktor für eine geringe Permeabilität und hohe Festigkeit) ermöglichen sollen. Weiterhin muss ein potentiell einbaufähiges Verfahren die patentierte Materialzusammensetzung auch im Einbauzustand gewährleisten, um die nachgewiesene Polyhalitbildung zu ermöglichen.

An zukünftig anzuwendende Einbauverfahren und -technologien werden folgende Anforderungen gestellt:

- Geringe Materialbeanspruchung (Korndeformation, Kornbruch)
- Vermeidung von Entmischungsvorgängen
- Erzielung einer hohen Einbaudichte
- Zügige Materialverarbeitung
- Pneumatische, maschinelle und mechanische Verfahren sind potentielle Einbauverfahren, welche untersucht werden.

Die Abbildung unten zeigt das Schleuderversatzverfahren mit Steinsalzgrus bei der Verwertung von bergbaufremden, nicht radioaktiven Abfällen in Big Bags [© K+S Entsorgung GmbH], als Vertreter der maschinellen Versatzverfahren.

