


 Site Map

[Disposal](#) > [Site Selection](#) > [Sicherheitsanalysen](#)

Vergleichende Sicherheitsanalysen (VerSi)

 Printer
safe
version

Bergbarkeit oder Rückholbarkeit im Zusammenhang mit der Endlagerung
Sicherheitsanalysen
Sicherheitsanforderungen
Geology of potential host rocks
Search for a Repository Site in Germany
Repository site in Switzerland
International state of disposal
Stellungnahme Abschlussbericht Ethikkommission
More information on site selection
No English version available.

Das aus einem Verbund mehrerer Einzelvorhaben bestehende Forschungsprojekt "Vergleichende Sicherheitsanalysen" (VerSi), verfolgte das Ziel, Möglichkeiten zum Vergleich von Sicherheitsanalysen für Endlager-Standorte in unterschiedlichen geologischen Formationen (Wirtsgesteinen) zu schaffen. Insbesondere sollte eine Methode zum Vergleich von Langzeitsicherheitsanalysen für Endlagersysteme entwickelt werden. Die Herausforderung bestand hierbei vor allem darin,

- für unterschiedliche Standorte
- in unterschiedlichen geologischen Formationen sowie
- für spezifische Endlagerkonzepte

eine wissenschaftliche Prüf- und Bewertungsmethode zu entwickeln, die einen solchen Vergleich erlaubt. Standorte in unterschiedlichen geologischen Formationen wurden auf der Basis von Sicherheitsanalysen in Deutschland bisher noch nicht verglichen.

Vergleich von Sicherheitsanalysen unterschiedlicher Wirtsgesteinsformationen ist komplex

Insbesondere für Endlagerstandorte in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen ist ein solcher Vergleich nicht unproblematisch, weil die für eine Gesamtbewertung der Sicherheit des Endlagers relevanten Systementwicklungen (**Szenarien**) in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen zu deutlich unterschiedlichen Konsequenzen führen können. Ein direkter Vergleich dieser Konsequenzen, das heißt, der Ergebnisse von Sicherheitsanalysen, scheidet aus diesem Grunde aus.

Vorgehensweise

Im Projekt VerSi wurde die Vergleichsmethode beispielhaft an zwei möglichst realitätsnahen Endlagersystemen entwickelt. Diese basierten einerseits auf den Daten des Standortes Gorleben (stellvertretend für Salz als Endlagermedium) sowie andererseits auf einem nach plausiblen Annahmen entwickelten Datensatz für einen virtuellen Standort mit Tonstein als Wirtsgestein. Mithilfe des Forschungsprojektes sollte eine Vergleichsmethode entwickelt sowie Einschränkungen und Grenzen der Methode erkannt und aufgezeigt werden.

Für die Modelle der beiden Endlagersysteme (Wirtsgesteinstypen Tonstein und Salz in steiler Lagerung) mussten zunächst die Gesamtheit der technischen und natürlichen Barrieren in und um das Endlager bis zur Biosphäre entwickelt werden. Dabei wurden neben den geowissenschaftlichen Eigenschaften der Endlagerstandorte auch die spezifischen Anlagenkonzepte der Endlager sowie die Verfüll- und Verschlusskonzepte nach Einlagerung der radioaktiven Abfälle einbezogen.

Zwei Vorgehensweisen zum systematischen Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen geologischen Formationen

Das Verbundvorhaben ergab zwei Wege des systematischen Vergleichs von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinen, nämlich

- einen verbal-argumentativen Vergleich von Robustheiten der Endlagersysteme
- einen Vergleich der in den Sicherheitsanalysen berechneten Indikatorwerte.

Verbal-argumentativer Vergleich der Robustheit von Endlagersystemen

Vergleichsmaßstab für das verbal-argumentative Abwägungsverfahren zum sicherheitsgerichteten Vergleich von Endlagersystemen in verschiedenen Wirtsgesteinsformationen ist die Robustheit der Endlagersysteme gegenüber zukünftiger Einwirkungen auf die Endlagersysteme und deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Betrachtet werden Sicherheitsfunktionen, das heißt, Eigenschaften von Komponenten oder Teilsystemen des Endlagersystems, die definierten sicherheitsrelevanten Anforderungen dienen und deren Wirkungen messbar sind. Die Gesamtrobustheit eines Endlagersystems hängt davon ab, wie robust die einzelnen Sicherheitsfunktionen selbst sind. Mithilfe einer schrittweisen Bewertung der Sicherheitsfunktionen werden mögliche Robustheitsdefizite identifiziert.

Da die Sicherheitsfunktionen für die Sicherheit des Gesamtsystems unterschiedliche Bedeutung haben können, müssen sie für den Vergleich von Endlagersystemen zunächst nach ihrer Relevanz für die Sicherheit des Gesamtsystems klassifiziert werden. Dann werden die Einzelbewertungen zu den Parametern, welche die jeweilige Sicherheitsfunktion beschreiben, zur Gesamtrobustheit der betreffenden Sicherheitsfunktion aggregiert (Zusammenfassung detaillierter Daten zu größeren Einheiten).

Im letzten Arbeitsschritt der Robustheitsbewertung wird durch die Aggregation dieser Einzelbewertungen die Gesamtrobustheit der betrachteten Endlagersystemen ermittelt und so ein Vergleichsmaßstab hergestellt.

Bewertung der Langzeitsicherheit anhand von quantitativen Analysen und probabilistischen Modellrechnungen

Die Bewertungsmethode beruht auf quantitativen Analysen und probabilistischen Modellrechnungen zur Langzeitsicherheit der zu vergleichenden Endlagersysteme. Zentrale Bewertungsgrößen für den Vergleich sind statistische Kennzahlen für im Rahmen der Modellrechnungen ermittelte Indikatoren, welche den Radiotoxizitätsaustritt über den Rand des einschlusswirksamen Gebirgsbereichs bemessen.

Dabei werden die Rückhalte- und Einschlusswirksamkeiten der zu vergleichenden Endlagersysteme und deren Robustheit hinsichtlich möglicher künftiger Einwirkungen auf das Endlagersystem (Szenarien) unter Einbezug bestehender Ungewissheiten bewertet.

Der Ansatz anhand quantitativer Analysen legt das Vorgehen für die Ermittlung und die vergleichende Interpretation der statistischen Kennzahlen fest. Darüber hinaus werden Empfehlungen und Eckpunkte für eine vergleichende Bewertung der Endlagersysteme auf der Basis der statistischen Kennzahlen und unter Einbezug von ergänzenden qualitativen Argumenten formuliert.

Ergebnisse des Projekts VerSi

Ein wesentliches Ergebnis des Projekts VerSi ist es, dass die entwickelten Methoden wichtige Bausteine für die Entscheidungsfindung in einem Standortauswahlprozess **liefern können**. Sie können allerdings keine eindeutige Aussage liefern, welches der in den Vergleich einbezogenen Endlagersysteme das letztendlich zu bevorzugende ist.

Die im Projekt VerSi entwickelten Methoden liefern nur den Teil eines vollständigen Vergleichs, der die **Langzeitsicherheit** der betrachteten Endlagersysteme bewertet. Auch diese Bewertung enthält unvermeidbar subjektive Aspekte, die insbesondere bei der Festlegung der Gewichtung der in den Vergleich eingehenden Bewertungsgrößen einfließen.

Ein kompletter Standortvergleich umfasst neben der vergleichenden Bewertung von Langzeitsicherheitsanalysen auch Sicherheitsanalysen für die Betriebsphase und sozialwissenschaftliche sowie planungswissenschaftliche Aspekte, die in diesem Projekt nicht berücksichtigt werden konnten.

Projektteilnehmer

Das im Jahr 2007 vom BFS initiierte Verbundprojekt "Durchführung vergleichender Sicherheitsanalysen für Endlagersysteme zur Bewertung der Methoden und Instrumentarien" (VerSi) wurde 2010 erfolgreich abgeschlossen. Teilnehmer waren neben dem BFS die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) Köln, die GRS Braunschweig und die Firma ÄF-Colenco.

Berichte

Die einzelnen Berichte des Vorhabens stellt das Bundesamt für Strahlenschutz an dieser Stelle online zur Verfügung.

Berichte zum Tonsteinstandort

- „VerSi - Untersuchung aktueller planerischer Grundsatzfragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ Entwicklung eines synthetischen Tonsteinstandortes
Teil 1: Randbedingungen und Anforderungen an einen Tonsteinstandort (PDF, zirka 730 kB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Untersuchung aktueller planerischer Grundsatzfragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ Entwicklung eines synthetischen Tonsteinstandortes
Teil 2: Standortcharakterisierung (PDF, zirka 10,3 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Untersuchung aktueller planerischer Grundsatzfragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ Entwicklung eines synthetischen Tonsteinstandortes
Teil 3: Endlagerkonzept im Tonstein (PDF, zirka 2,6 MB, Datei ist nicht barrierefrei)

Berichte zum Salzsteinstandort

- „VerSi - Untersuchung aktueller planerischer Grundsatzfragen zur Endlagerung radioaktiver Abfälle in tiefen geologischen Formationen“
Teil 4: Modellkonzept für ein Endlager im Salz (PDF, zirka 900 kB, Datei ist nicht barrierefrei)

Berichte zur Methodik

- „VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Synoptischer Sachstandsbericht Endlagersysteme Tonstein/Steinsalz“ (PDF, zirka 3,5 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen des Versatzes in der Restgrube“ (PDF, zirka 600 kB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen des Versatzes in den Einlagerungsbereichen“ (PDF, zirka 700 kB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen der Schachtverschlüsse (im Fall Gorleben zusätzlich: Streckenabdichtungen zum Infrastrukturbereich)“ (PDF, zirka 1,4 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- „VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen

Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen des einschlusswirksamen Gebirgsbereiches (ewG)
(PDF, zirka 600 kB, Datei ist nicht barrierefrei)

- **„VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen der Verschlüsse (Verschlüsse der Einlagerungsstrecken Tonstein, Abdämmungen der Einlagerungsbereiche Salzstandort Gorleben)“** (PDF, zirka 610 kB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Bewertung der charakteristischen Parameter der rückhaltenden Sicherheitsfunktionen der Abfallbehälter“** (PDF ca. 880 KB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi - Methode für den quantitativen Vergleich von Endlagersystemen“** (PDF, zirka 21,5 MB, Datei ist nicht barrierefrei)

Berichte zu Prozessen und Modellkonzepten

- **„VerSi – Prozesse und Modellkonzepte Tonstein“** (PDF, zirka 30 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi – Deterministische und probabilistische Modellrechnungen für das Endlagersystem im Tonstein“** (PDF, zirka 25,5 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi – Prozesse, Modellkonzepte und sicherheitsanalytische Rechnungen für ein Endlager im Salz“** (PDF, circa 5,5 MB, Datei ist nicht barrierefrei)

Abschlussberichte

- **„VerSi - Abwägungsmethodik für den Vergleich von Endlagersystemen in unterschiedlichen Wirtsgesteinsformationen - Anleitung zur Anwendung der Abwägungsmethodik“**(PDF, zirka 2,8 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi – Szenarientwicklung (Abschlussbericht)“** (PDF, zirka 2,4 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi - Grundlagen der Methodik und Anforderungen bei der vergleichenden Bewertung von Endlagern in verschiedenen geologischen Situationen – Abschlussbericht“** (PDF, zirka 310 kB, Datei ist nicht barrierefrei)

Weitere Informationen

- **„Gebirgsmechanische Beurteilung von Tongesteinsformationen im Hinblick auf die Endlagerung radioaktiver Abfälle“** (PDF, zirka 8 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„Erkennen und Qualifizieren von Strömung: Eine geothermische Rasteranalyse zur Klassifizierung des tiefen Untergrundes in Deutschland hinsichtlich seiner Eignung zur Endlagerung radioaktiver Stoffe“** (PDF, zirka 30 MB, Datei ist nicht barrierefrei)
- **„VerSi – Method for the Quantitative Comparison of Repository Systems for Nuclear Waste“**
(Beitrag zur Jahrestagung Kerntechnik 2011 - PDF, zirka 0,5 MB, Datei ist nicht barrierefrei)