

X-H2

Exploration von Salzlagerstätten für Wasserstoff-Speicher

Programm / Ausschreibung	EW 24/26, EW 24/26, Energieforschung 2025 FTI -Fokusinitiativen	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	31.12.2027
Zeitraum	2026 - 2027	Projektlaufzeit	24 Monate
Projektförderung	€ 412.408		
Keywords	Wasserstoff, Salz, Kavernenspeicher, Untergrund, Exploration, Risikobewertung, Numerische Modellierung, Geomechanik		

Projektbeschreibung

Um den steigenden Bedarf an grünem Wasserstoff (H₂) in Zukunft decken zu können, werden untertägige Speicher benötigt, die große Volumen einlagern können. Diese s.g. ‚Underground Hydrogen Storages‘ (UHS) können in unterschiedlichen geologischen Formationen realisiert werden, wobei die Speicherung von H₂ in Salzkavernen eine der vielversprechendsten Varianten darstellt. Aktuell werden Salzkavernen bereits genutzt um Öl, Gas oder Abfälle zu lagern.

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von geologischen Auswahlkriterien für die optimale Positionierung von UHS Kavernen in Salzlagerstätten. Unzureichende Kenntnisse der Lagerstättenform, sowie des internen lithologischen Aufbaus erhöhen erheblich das Risiko von potenziellen Instabilitäten, die im schlimmsten Fall zum Verlust des Speichers oder zu Gas-Lecks führen können. Neben Halit als eigentlichem Speichermedium enthalten Salzlagerstätten auch andere Lithologien. Anhydrit zum Beispiel hat eine niedrigere Löslichkeit, wohingegen Magnesiumsulfate durch ihre hohe Fließfähigkeit (geringe Viskosität) zu raschem Hohlraumverlust führen. Ursprünglich einfach geschichtete Evaporitsequenzen können über geologische Zeiträume durch Salzdeformation, sog. Halokinese, zu komplexen lithologischen Verteilungen innerhalb eines Salzkörpers führen.

Diese gegenwärtigen Verteilungen der unterschiedlichen Evaporit-Lithologien in Salzlagerstätten erschweren die UHS Exploration, da gängige geophysikalische Methoden zur Erkundung des Untergrundes (z.B. Seismik) in Salzlagerstätten nur begrenzt einsetzbar und Kernbohrungen mit sehr hohen Kosten verbunden sind. Die ultimative Herausforderung der UHS-Exploration in Salzlagerstätten ist somit das Auffinden von Volumen mit der höchstmöglichen Halit-Konzentration mithilfe eines soliden geologischen Verständnisses.

Im Rahmen dieses Projektes soll die räumliche Verteilung von unterschiedlichen Evaporit-Lithologien, sowie die Form des gesamten Salzkörpers, mit drei-dimensionalen (3D) numerischen Simulationen modelliert werden, um die am besten für UHS geeigneten Volumina besser vorhersagen zu können. Damit die für Halokinese charakteristische intensive Deformation

nachgebildet werden kann, wird die sog. ‚Material Point Method‘ (MPM) angewendet. Diese MPM numerischen Modelle können außerdem alle gesteinsmechanischen Eigenschaften und das Spannungsfeld im Untergrund unter realistischen Bedingungen simulieren. Eine derartige numerische Modellierung, die die komplexe Bildung von Salzkörpern über geologische Zeiträume in drei Dimensionen simuliert, wurde bisher noch nicht durchgeführt.

Das wesentliche Ergebnis dieses Projektes ist die Entwicklung eines flexiblen einsetzbaren Simulations-Tools, das die Deformationsverläufe und Geometrien von Salzkörpern realistisch nachbilden kann. Dieser ‚Simulator‘ kann in Folge auch zur Vorwärtsmodellierung unterschiedlicher Szenarien unter realistischen geomechanischen Bedingungen verwendet werden. Auf diese Weise soll die Risikoeinschätzung bei der Standortwahl von UHS verbessert werden. Anwender können einerseits alle Betreiber von Kavernenspeichern sein, d.h. Energieversorger, sowie Öl- und Gasfirmen, die vermehrt grünen Wasserstoff und CCUS als zusätzliche Geschäftsfelder entwickeln. Auch Dienstleister wie Bohrunternehmen, die bei Bohrungen in Salz einem besonders hohen Risiko ausgesetzt sind (z.B. durch Bohrlochkollaps) können von den Erkenntnissen des Projekts profitieren.

Abstract

To meet the increasing demand for green hydrogen (H₂) in the future, underground storage facilities capable of storing large volumes will be required. These so-called UHS (Underground Hydrogen Storage) can be implemented in various geological settings, with the storage of H₂ in salt caverns being one of the most promising options. Currently, salt caverns are already used to store oil, gas, or waste.

The goal of the project is to develop geological siting criteria for the optimal positioning of UHS caverns in salt deposits. Insufficient knowledge of the deposit's structure and internal lithological composition significantly increases the risk of potential instabilities, which, in the worst case, could lead to the loss of the storage facility or gas leaks. In addition to halite, representing the actual storage medium, salt deposits also contain other lithologies. For example, anhydrite is harder to leach, while magnesium sulfates, due to their high low viscosity, can lead to rapid cavity loss. Originally simply stratified evaporite sequences can, over geological time scale, be transformed into complex lithological distributions within a salt body due to salt deformation, known as halokinesis.

These present-day distributions of different evaporite lithologies in salt deposits complicate UHS exploration, as conventional geophysical methods for subsurface exploration (e.g. seismic surveys) are only of limited use in salt deposits, and coring is associated with very high costs. The ultimate challenge of UHS exploration in salt deposits is therefore to identify volumes with the highest possible halite concentration using a solid geological understanding.

As part of this project, the spatial distribution of different evaporite lithologies, as well as the shape of the entire salt body, will be modeled using three-dimensional (3D) numerical simulations to better predict the volumes most suitable for UHS. To replicate the intense deformation characteristic of halokinesis, the so-called "Material Point Method" (MPM) will be applied. These MPM numerical models can also simulate all rock mechanical properties and the stress field in the subsurface under realistic conditions. Such numerical modeling, which simulates the complex formation of salt bodies over geological time periods in three dimensions, has never been conducted before.

The key outcome of this project is the development of a flexible simulation tool that can realistically simulate the

deformation processes and geometries of salt bodies. This "simulator" can subsequently be used for forward modeling of different scenarios under realistic geomechanical conditions. In this way, risk assessment for site selection of UHS can be improved.

Potential users include all operators of cavern storage facilities, such as energy providers and oil and gas companies, which are increasingly developing green hydrogen and CCUS as additional business areas. Service providers, such as drilling companies that face particularly high risks when drilling in salt (e.g., due to borehole collapse), can also benefit from the project's findings.

Projektkoordinator

- NiMBUC Geoscience OG

Projektpartner

- Universität Wien