

CCSIM

New simulation workflows for Carbon Capture and Storage long-term safety

Programm / Ausschreibung	Rohstoffe 2024	Status	laufend
Projektstart	01.01.2026	Projektende	31.12.2028
Zeitraum	2026 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Projektförderung	€ 516.305		
Keywords	Carbon Capture and Storage, CCS, Carbon Management, Vienna Basin, Public Acceptance, Carbon Neutrality		

Projektbeschreibung

Carbon Capture and Storage (CCS) ist eine wichtige Brückentechnologie zur Erfüllung der globalen Dekarbonisierungsziele. Während diese Tatsache von den meisten Energieagenturen anerkannt wird und die EU die Regierungen der Mitgliedstaaten auffordert, Strategien für das Kohlenstoffmanagement einschließlich dauerhafter Speicheroptionen zu entwickeln, wird CCS immer noch kontrovers diskutiert. Trotz des technischen Reifegrads von CCS in ausgeförderten Kohlenwasserstofflagerstätten oder salinaren Aquiferen gibt es nur wenige Studien zur langfristigen (postoperativen) Sicherheit der CO₂-Speicherung. Solche Studien müssen auf die geologischen Gegebenheiten der jeweiligen Lagerstätten zugeschnitten sein und werden ein Schlüsselfaktor für die Erhöhung der öffentlichen Akzeptanz sein. CCSIM zielt darauf ab, einen neuen Simulationsworkflow für das langfristige Verhalten von CO₂ in Speicherkomplexen bereitzustellen, mit der Motivation, einen transparenten Nachweis für die langfristig sichere Anwendbarkeit des Verfahrens im Wiener Becken zu erbringen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung des reaktiven Transportmodells, um den Verbleib von CO₂ über 100 bis 10000 Jahre hinweg zu bewerten. Dieser Ansatz soll dokumentiert werden und als eine der Grundlagen für zukünftige Genehmigungsverfahren dienen.

Während die Integrität des Deckgebirges bei der Erschließung von Kohlenwasserstofffeldern einen untergeordneten Faktor darstellte, ist sie essenziell für die Durchführung eines Speichervorhabens. In Anbetracht der Schwierigkeit eines direkten Nachweises der Speicherintegrität, z. B. durch Langzeitbeobachtungen im Labor- oder Feldmaßstab, sind verbesserte numerische Ansätze erforderlich, um ein Verständnis der CO₂-Mobilität im Speicherkomplex zu gewinnen. Im Gegensatz zu Kohlenwasserstoffen hat CO₂ das Potenzial, mit Mineralphasen in der Lagerstätte und im Deckgestein zu reagieren, was als Trapping-Mechanismus genutzt werden kann, aber auch ein potenzielles Langzeitrisko im Falle der Schaffung von Migrationspfaden darstellt.

Die oben genannten Effekte werden durch übliche Reservoirsimulatoren nicht abgebildet und es wird ein gekoppeltes reaktives Transportmodell benötigt, um Informationen über hydrochemische und daraus resultierende Mineralogie- und Porositätsänderungen in den verschiedenen Elementen des Speicherkomplexes zu erhalten. Darüber hinaus lassen sich dynamische Standardmodelle nicht ohne Weiteres über Zeiträume bis zu 10000 Jahre rechnen, obwohl dies für das Verständnis der langfristigen Auswirkungen von CCS entscheidend ist.

CCSIM zielt darauf ab, aufbauend auf der bestehenden Terranta-Software einen für den reaktiven CO₂-Transport optimierten Simulator zu generieren. Damit soll ein detailliertes 3D-Modell für einen potenziellen CCS-Standort im Wiener Becken erstellt werden, um quantitative Aussagen über CO₂-induzierte Veränderungen im Speicherkomplex zu treffen. Diese Erkenntnisse sollen allen Stakeholdern zur Verfügung gestellt werden, um sie über die möglichen langfristigen Auswirkungen von CCS im Wiener Becken zu informieren. Unter der Annahme, dass nur geringe bis gar keine Leckagerisiken nachgewiesen werden, könnte dies ein Schlüsselfaktor für die öffentliche Akzeptanz von CCS in Österreich sein. Die etablierten Modellierungsansätze werden zukünftige dynamische Analysen von CCS-Speicherkomplexen jeglicher Art vorantreiben und damit die Dekarbonisierung in Österreich und darüber hinaus fördern.

Abstract

Carbon Capture and Storage (CCS) will be an important bridge technology to achieve global decarbonisation goals. While this fact is acknowledged by most energy agencies and EU authorities advise the governments of the member states to establish carbon management strategies including permanent storage options, the CCS approach is still controversially discussed. Despite the proven technical feasibility of CCS technologies with high TRL, such as sequestration depleted fields or saline aquifers, studies on long-term (post-operational) safety of CO₂ storage are relatively scarce. Such studies must be tailored to the geological setting of the respective storage prospects and will be a key factor in increasing public acceptance. CCSIM aims at providing a new simulation workflow for a better predictability of CO₂ long-term behavior in a storage complex, with the motivation to provide a transparent proof for long-term safety based on a selected target site in the Vienna Basin. Emphasis will be set on the development of the reactive transport modelling workflow, to assess CO₂ fate over 100s to 10000s of years. This approach should then be documented to serve as a blueprint for future approval procedures. While caprock integrity was a less important factor in the development of hydrocarbon fields, it is a major factor in any subsurface storage operation. Considering the foreseeable data limitations and challenging accessibility of direct proof of storage integrity, e.g. via long-term experiments, improved numerical modelling solutions will be required to gain an understanding of CO₂ mobility in the storage complex. In contrast to hydrocarbons, CO₂ has the potential to interact with mineral phases in reservoir and caprock, which can be used as a trapping mechanism, but also represents a potential long-term safety risk in case of the creation of fluid migration pathways.

The abovementioned effects are not incorporated into standard reservoir simulators, and a coupled reactive transport model is needed to obtain information about hydrochemical and resulting mineralogy and porosity changes in the different elements of the storage complex. Furthermore, standard dynamic models are not easily adaptable to life spans of 100s to 10000s of years, while this is crucial for understanding CCS long-term effects. CCSIM aims at addressing these knowledge gaps by building on Terranta's existing reactive transport simulator and optimizing it for CO₂ reactive transport over long time spans in intermediate to low permeability environments. The anticipated outcome of CCSIM will then be an exemplary 3D model for a potential CCS site in the Vienna Basin, proving the capability to deliver quantitative information on CO₂-induced changes in the storage complex. These insights will be summarized in a case study report and made available to all stakeholders including the general public and mining authorities, in order to inform them about the potential long-term impacts of CO₂ sequestration into a depleted field in the Vienna Basin. Assuming the proof of only minor to non-existent leakage risks, this outcome could be a key factor in increasing public acceptance for CCS in depleted hydrocarbon fields in Austria. The established modelling software and workflow will enable future dynamic analyses of CCS storage complexes of any kind, fostering carbon sequestration initiatives in Austria and beyond.

Projektkoordinator

- Montanuniversität Leoben

Projektpartner

- OMV Exploration & Production GmbH
- Terranta GmbH