

## CCS-Hubs

CCS-Hubs in Österreich – Identifikation geeigneter Anfangspunkte für den Aufbau einer österreichischen CCS-Infrastruktur

<b>Programm / Ausschreibung</b>	EW 24/26, EW 24/26, Energieforschung 2024 FTI -Fokusinitiativen	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.09.2025	<b>Projektende</b>	31.05.2026
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	9 Monate
<b>Keywords</b>	CCS, carbon capture, Abscheidung, Geologische Lagerung		

### Projektbeschreibung

Im Projekt werden die Ergebnisse der Vorstudie mit der Zielsetzung, alle nötigen Informationen zu erarbeiten, um möglichst rasch in Österreich die gesamte Kette von CCS Tätigkeiten in geografisch nahen Anlagen zu bewerkstelligen. Ziel und Kerngedanke ist es, eine sichere, umweltverträgliche und möglichst kostengünstige CCS-Infrastruktur schnell in die Wege zu leiten. Dazu werden geografisch kompakte Regionen (s.g. CCS Hubs) identifiziert und untersucht, welche sich dazu am Besten eignen. Es wird eine möglichst günstige technische und organisatorische Lösung erarbeitet, wie möglichst rasch große Mengen an CO<sub>2</sub> abgeschieden, transportiert und langfristig gespeichert werden können. Dies hat maßgeblichen Beitrag zur leistbaren und damit sozial verträglichen nationalen Klimaschutzzieleerreichung. CCS gilt ob seiner großen Skalierbarkeit und technischen Reife als essenzielle Kombination dreier Schlüsseltechnologien. Jede für sich ist technologisch etabliert und Stand der Technik, jedoch in ihrer funktionalen Kombination als CCS so in Österreich noch nicht realisiert. Das Know-how für ein nahtloses funktionales Zusammenspiel von CCS wird in dieser Studie erarbeitet. Zentrale Stakeholder sind THG emittierende Industriebetriebe, Gasnetzbetreiber, geologische Speicherbetreiber, Technologieanbieter und regulative Organe. Die genaue Rolle all diese Stakeholder in CCS Clustern und Hubs wird in dieser Studie untersucht und erarbeitet. Zentrale Innovation welche erarbeitet wird, ist die Wirkungsweise und das Zusammenspiel der genannten Akteure und Technologien.

Diese zu gewinnenden Erkenntnisse ermöglichen die spätere, zeitnahe Realisierung von CCS Clustern oder Hubs welche für alle drei „Impact Pathways“ gemäß FTI Umsetzungsplan erforderlich sind: Ohne Kompensation von Restemissionen durch CCS steht der „Erfolgreichen Energiewende“ zu wenig THG-neutrale Biomasse zur Verfügung. Als effektive, effiziente und großskalierbare Technologie bietet CCS das Potenzial eines gigantischen Weltmarktes und damit hohe Exportchancen und „Steigerung der lokalen Wertschöpfung“. Als weltweit wichtige Schlüsseltechnologie stellt CCS-Know-How eine zentrale „Zukunftskompetenz im FTI-System“ dar.

### Abstract

The aim and core idea of this study is to quickly initiate a safe, environmentally compatible and cost-effective CCS infrastructure. To this end, geographically compact regions (so-called CCS hubs) are identified and examined to determine which are best suited for this purpose. The most cost-effective technical and organizational solution will be developed to

capture, transport and store large quantities of CO<sub>2</sub> as quickly as possible. This will make a significant contribution to achieving national climate protection targets in an affordable and therefore socially acceptable way. CCS is considered an essential combination of three key technologies due to its great scalability and technical maturity. Each of them is technologically established and state of the art, but in their functional combination as CCS they have not yet been realized in Austria. The know-how for a seamless functional interaction of CCS is being developed in this study. Key stakeholders are GHG-emitting industrial companies, gas grid operators, geological storage operators, technology providers and regulatory bodies. The exact role of all these stakeholders in CCS clusters and hubs is examined and developed in this study. The gained knowledge enables the timely realization of CCS clusters or hubs which are required for all three "Impact Pathways" according to the RTI implementation plan: Without compensation of residual emissions through CCS, the "Successful Energy Transition" will have too little GHG-neutral biomass available. As an effective, efficient and large-scale scalable technology, CCS offers the potential of a gigantic global market and thus high export opportunities and an "increase in local value creation". As a globally important key technology, CCS know-how represents a central "future competence in the RTI system".

## **Endberichtkurzfassung**

Im Projekt „CCS-Hubs in Österreich“ wurden geeignete Anfangspunkte für den Aufbau einer österreichischen CCS-Infrastruktur untersucht.

Dazu wurde im ersten Schritt eine aktuelle Recherche der in Zukunft zu erwartenden Mengen an CO<sub>2</sub> durchgeführt, die nicht in die Atmosphäre gelangen dürfen. Einerseits gibt es Bedarf für Carbon Capture and Storage (CCS) von jährlich 12 - 14 Millionen Tonnen (Mtpa) an „hard-to-abate-Emissionen“ im Sinne der Carbon Management Strategie aus der Industrie und Abfallwirtschaft und andererseits die Notwendigkeit von Carbon Dioxide Removal (CDR) von 1.7 - 6.3 Mtpa zur Kompensation der unvermeidbaren Restemissionen Österreichs, um die nationalen Klimaziele erreichen zu können. Dadurch ergibt sich eine jährlich Gesamtmenge von ca. 13.7 - 20.3 Mtpa, die potentiell abgeschieden, transportiert und permanent eingespeichert werden müssen.

Im zweiten Schritt wurden die möglichen geologischen Speicherstätten in Österreich und deren Gesamtkapazität und jährliche Injektionsraten sowie deren geographische Verteilung erhoben. In bestimmten Regionen in Oberösterreich, Wien/Niederösterreich und der Steiermark gibt es ausgeförderte Kohlenwasserstofffelder sowie potentiell saline Aquifere, die eine Gesamtkapazität von 100 - 200 Millionen Tonnen (Mt) und eine jährliche Injektionsleistung von 3.5 - 10 Mtpa aufweisen.

Daher könnte ein Anteil von 17 - 73 % der CCS- und CDR-CO<sub>2</sub>-Mengen in den möglichen österreichischen CO<sub>2</sub>-Speichern sequestriert werden. Der verbleibende Anteil muss zu Lagerstätten außerhalb Österreichs exportiert werden.

Die kolportierte österreichische Speicherkapazität reicht dabei für eine Einspeicherung von mindestens 10 bis maximal 57 Jahre, je nach den tatsächlich realisierbaren jährlichen Injektionsraten und der erreichbaren Gesamtmenge.

Um mögliche CCS-Cluster identifizieren zu können, wurde eine genaue Lokalisation aller großen CO<sub>2</sub>-Quellen (> 50 ktpa) und der potentiellen CO<sub>2</sub>-Speicher durchgeführt und in Form von GIS-Karten aufbereitet, die auch auf der Green Transition Information Factory (GTIF) Plattform veröffentlicht werden.

Es wurden drei Regionen als CCS-Cluster aufgrund ihrer geographischen Verteilung identifiziert: Oberösterreich/Salzburg, Wien/Niederösterreich/Burgenland, Steiermark/Kärnten. Die CO<sub>2</sub>-Mengen in den westlichen Bundesländern (Tirol, Vorarlberg) sind relativ dazu gering und können an andere inländische oder ausländische CCS-Infrastruktur angeschlossen werden.

Ein Kriterienkatalog zur quantitativen und qualitativen Beurteilung der technischen, wirtschaftlichen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte von CCS-Clustern wurde im Rahmen eines Workshops mit den meisten betroffenen Emittenten und möglichen Infrastrukturbetreibern entwickelt und kann als Grundlage für weitere Entscheidungen genutzt werden.

Als dritte wesentliche Komponente neben den CO<sub>2</sub>-Emittenten und CO<sub>2</sub>-Speichern wurde die mögliche bzw. benötigte CO<sub>2</sub>-Transportinfrastruktur betrachtet, um das CO<sub>2</sub> von den österreichischen Emittenten zu den österreichischen und internationalen Speichern zu transportieren.

Die enormen Mengen an CO<sub>2</sub> können nur per Schiff, Bahn oder Pipeline transportiert werden, wohingegen die Kapazität von Straßentransport (LKW) bei weitem nicht ausreichend ist. Der Schiffstransport ist nur auf der Donau stromabwärts von Linz bis Wien und weiter bis zum schwarzen Meer in ausreichender Menge möglich. Die zukünftig vorgesehenen Bahnkapazitäten reichen zum Abtransport des CO<sub>2</sub>s von vielen „Zulieferästen“ (ausgenommen aus Linz), [DL1] [CZ2] jedoch wahrscheinlich nicht für die Haupttransportstrecken im „Dreieck Linz-Graz-Wien“. Daher ist für den Transport der vollständigen CO<sub>2</sub>-Mengen die Errichtung eines CO<sub>2</sub>-Pipeline-Netzes notwendig, das entsprechende Kapazitäten innerhalb Österreichs aufweist und mit dem das CO<sub>2</sub> über verbundene internationale Pipelines zu den großen, benötigten Lagerstätten der Nordsee und des Mittelmeers gepumpt werden kann. [DL3] [CZ4] [DL5]

An Knotenpunkten an denen das CO<sub>2</sub> gesammelt wird, den Transportvektor wechselt, eventuell weiter aufgereinigt oder zur Einspeicherung entladen wird, sind s.g. „CCS-Hubs“ notwendig. Im Projekt wurden verschiedene mögliche Standorte evaluiert und folgende als Kandidaten identifiziert: Hafen-/Industriegebiet Linz, Region Attnang-Puchheim, Region Kremsmünster, Region Wien, Region Gänserndorf, Region Zeltweg, Region Gleisdorf

Es wurden 5 Fallstudien ausgearbeitet, in denen das CO<sub>2</sub> von ökonomisch erreichbaren Emittenten mit unterschiedlichen Transportvektoren zu den österreichischen Speichern und Exportpunkten transportiert wird. Die notwendige technische Infrastruktur wurde konzeptionell erarbeitet und die möglichen Kosten durch Literaturstudien und Richtpreisangebote von möglichen Lieferanten, Transportunternehmen und Speicherbetreibern erhoben.

Die benötigten Gesamtinvestitionskosten für die neu zu errichtende Infrastruktur der CCS-Hubs, CO<sub>2</sub>-Speichern (inkl. Anlieferterminals, permanentes Speicher-Monitoring und Verteilung zu den Injektionsbohrungen; [DL6] exkl. Ober- und Untertage-Anlagen für die Injektion) und der Pipelines und Pumpstationen, belaufen sich dabei, je nach Szenario, auf 2 – 4.5 Mrd. Euro.

Wichtigster Schritt um eine funktionierende CCS-Kette in Österreich zum Laufen zu bekommen, ist die Erlaubnis von CCS. Durch den Net Zero Industrial Act der EU (Artikel 23) sind auch in Österreich Einspeicherkapazitäten zu erwarten. Damit fehlt für einen Start nur ein wesentliches Infrastrukturelement, die Umschlagsterminals von Bahn oder Pipeline zur Injektion, oder

s.g. „Hubs“.

Der Aufbau und die Finanzierung der Hubs und Pipelines wird nur funktionieren, wenn Rechtliche und vor Allem Auslastungsunsicherheit valide reduziert werden. Dies erfordert neben klarer Gesetzeslage auch staatliche Garantien. Deren Ausgestaltung wurde in Kapitel 4.1 dargestellt.

Umgelegt auf die zu transportierende Menge an CO<sub>2</sub> fallen unter zusätzlicher Einbeziehung der operativen Kosten (insb. Energiekosten) summa summarum spezifische Kosten von ca. 30 – 50 €/t an. Hier sind die Hub-, Speicher-, und Pipelinekosten auf alle Nutzer kilometerunabhängig aufgeteilt. Die Bahn- und Schiffskosten sind in der Realität stark strecken- und kilometerabhängig und müssen für jeden konkreten Fall direkt zwischen Emittenten und Transportunternehmen ermittelt werden. In dieser Studie wurde ein mittlerer kilometerabhängiger Preis auf Basis mehrerer repräsentativer Anfragen angenommen.

Die Kostenunsicherheit dieser Konzept-Studie beträgt aufgrund der noch vielen ungeklärten Rahmenbedingungen und Details sowie der beschränkten Ressourcen ca. -50 / +100% und kann nur durch wesentlich aufwändigere und genauere Detailstudien (FEED) eingegrenzt werden. Im Rahmen dieser Unsicherheit kann nicht entschieden werden, ob Bahn- oder Pipelinetransport günstiger sein wird. Tendenziell kann die Bahn für Speicher nahe gelegene Strecken und Mengen bis max. wenige Mtpa verwendet werden, was aber ebenfalls noch genaueren Studien bedarf und ggfs. entsprechende Ausbauten der Bahninfrastruktur (Gleis- und Bahnhofsinfrastruktur) erfordert.

Die Errichtung der entsprechenden Bahn- und Pipelinekapazitäten sowie der benötigten CCS-Hubs und CO<sub>2</sub>-Speicher wird im optimistischsten Fall bis 2032 dauern, sofern alle genehmigungstechnischen, rechtlichen und regulatorischen Fragestellungen schnell geklärt werden und es zu keinerlei anderen Verzögerungen kommt. Der Ausbau der vollständigen, möglichen Kapazitäten wird vermutlich nicht vor 2040 möglich sein (insb. Bahn, Pipeline und auch Speicher).

Um letztendlich entscheiden zu können, wo welche Infrastruktur in welcher Dimension tatsächlich errichtet werden kann bzw. die ökonomisch beste Variante ist, sind zudem noch wesentliche rechtliche, regulatorische und organisatorische Fragestellungen im Detail zu klären, verbindlich umzusetzen und die entsprechenden Organisationen einzurichten; insb. Betreiber der Pipelines. Es liegen eine Reihe an ersten Entwürfen für Normen, Finanzierungsmodellen und Regulativen vor, jedoch sind viele Aspekte des CO<sub>2</sub>-Transports noch ungeklärt sowie die großtechnische Speicherung von CO<sub>2</sub> in Österreich stand heute nicht erlaubt.

Weiters gibt es noch eine Reihe an nicht vollständig geklärten Forschungs- und Entwicklungsfragen, die insbesondere mit dem sicheren Transport (insb. in „dichter Phase“) und der sicheren, permanenten Einspeicherung von CO<sub>2</sub> und dessen permanentem Monitoring zusammenhängen. Hier sind, wie schon in anderen Ländern in langjährigen Forschungsprogrammen so durchgeführt [1], Pilotprojekte mit umfangreicher wissenschaftlicher Begleitung unbedingt durchzuführen, bevor es zu einer breiten Ausrollung von Onshore-CO<sub>2</sub>-Speicherung kommen kann, die die gewünschten Klimaeffekte mit hinreichender Wahrscheinlichkeit erreicht und unter- oder oberirdischer CO<sub>2</sub>-Austritt sicher vermeidbar ist. [DL7] [CZ8]

Diese Projekte werden neben der wissenschaftlichen Absicherung der kolportierten permanenten CO<sub>2</sub>-Speicherung zudem

insbesondere als Maßnahme zur Erreichung einer breiten sozialen Akzeptanz von CCS empfohlen, wobei im Projekt zusätzlich eine Reihe von möglichen weiteren Maßnahmen im Rahmen eines Kommunikations- und Beteiligungsplanes erarbeitet wurde, um innerhalb der Bevölkerung und aller betroffenen Stakeholder und Interessensgruppen einen national tragfähigen Konsens erreichen zu können.

Hinsichtlich der möglichen „business cases“ für die unterschiedlichen Akteure in der CCS-Kette sind zudem ebenfalls noch viele Details zu klären, insb. Fragestellungen zur Zertifizierung, Anrechenbarkeit, Handel und Carbon Dioxide Removal Modalitäten. Auf europäischer Ebene und in anderen Vorreiterländern werden bereits viele Arbeiten diesbezüglich durchgeführt. Diese müssen jedoch für den österreichischen Fall noch passend adaptiert und dann in die passenden legislativen Formate übertragen und letztendlich beschlossen werden.

Die benötigte österreichische Infrastruktur für CCS und insb. den Transport von derart großen Mengen an CO<sub>2</sub> erfordert ein jahrelanges und Milliarden-Euro schweres Infrastruktur-Programm von nationalem Ausmaß.

Diese Studie zeigt mögliche Konzepte auf, skizziert mögliche Lösungsansätze, liefert eine Ersteinschätzung der Kosten, wirft aber gleichzeitig viele neue Fragen auf, die in weiteren wesentlich umfangreicheren Studien (FEED d.h. Detailplanungsniveau) beantwortet werden müssen, wie dies in anderen führenden CCS-Ländern erfolgte.

[1] CO<sub>2</sub> Capture, Utilization and Storage (CCUS) - Natural Resources Canada , TECHNICAL REPORT TEMPLATE AND USER GUIDE , USA Carbon Storage Research | Department of Energy , The Longship CCS project in Norway | Learn more about the project , Government support for carbon capture and storage | Government.nl

[DL1] Deckt sich das mit den Aussagen der ÖBB?

das kommt von der voest oder?

[CZ2] Kommt von voest (ca. 1 Mtpa möglich, 2 Mtpa logistisch fast nicht mehr, mehr als 2 Mtpa unmöglich; LAT hat im Interview angegeben, dass sie selbst gar keine weiteren Zug-Kapazitäten haben. Öbb hat es nicht im Detail kommentiert.

[DL3] Soll man hier auch noch die Rolle der österreichischen Pipelineinfrastruktur beim Transit erwähnen?

Wurde in den Szenarien allerdings auch noch nicht berücksichtigt --> Empfehlung, das näher zu betrachten?

[CZ4] Transit konnten wir in diesem Projekt nicht im Detail beleuchten --> guter Punkt, bitte das als offene RnD-Frage einfügen. Danke!

[DL5] Ist erledigt

[DL6] Die Pipelines dafür wurden in den Preisen mitberücksichtigt;

[DL7] Insbesondere der zweite Teil des Satzes war mir beim Lesen nicht ganz klar - Mein Vorschlag:

Wie in anderen Ländern im Rahmen langjähriger Forschungsprogramme sollten vor einer breiten Einführung der Onshore-CO<sub>2</sub>-Speicherung unbedingt Pilotprojekte mit umfassender wissenschaftlicher Begleitung durchgeführt werden. Nur so lässt sich mit hinreichender Wahrscheinlichkeit sicherstellen, dass die gewünschten Klimaeffekte erreicht werden und ein unter- oder oberirdischer CO<sub>2</sub>-Austritt zuverlässig begrenzt bleibt.

[CZ8] Danke für den Hinweis. Habe den Text umformuliert.

## **Projektpartner**

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH