

Sicherung des Untergrunds: Zusammenfassung

Die dringende Notwendigkeit, den Klimawandel einzudämmen, hat zu einem wachsenden Interesse an Technologien zur Kohlendioxidabscheidung (CDR) geführt, insbesondere an solchen, die die geologische Speicherung von CO₂ beinhalten. Dazu gehören Methoden wie Biomasse mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (BioCCS) und direkte Kohlenstoffabscheidung und -speicherung in der Luft (DACCS), die zunehmend als notwendig erachtet werden, um die Bemühungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen zu ergänzen. Sowohl der Weltklimarat (IPCC) als auch deutsche Studien sind sich einig, dass die Entfernung von Kohlendioxid entscheidend sein wird, um Klimaneutralität zu erreichen, insbesondere in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts. Das Ausmaß ihrer Nutzung ist jedoch eng mit dem Tempo und dem Umfang der derzeitigen Bemühungen zur Emissionsminderung verbunden. Wenn sich die Emissionsreduzierung verzögert, wird ein stärkerer Rückgriff auf CDR-Technologien erforderlich sein.

Die geologische Speicherung von CO₂ hat wieder an Aufmerksamkeit gewonnen, obwohl sie kontrovers diskutiert wird. Frühere Diskussionen über die Verlängerung der Lebensdauer von fossilen Kraftwerken durch CO₂-Speicherung sind verklungen, aber der Bedarf an Speicherung als Ausgleich für Residual- und für Negativemissionen hat die Diskussion reaktiviert. Aktuelle Prognosen zufolge will die Europäische Union bis 2030 50 Millionen Tonnen CO₂ speichern, wobei der künftige Bedarf bis 2040 und darüber hinaus noch erheblich steigen dürfte. Der Einsatz von CDR-Technologien wirft jedoch kritische Fragen hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit, wirtschaftlichen Tragfähigkeit, ökologischen Nachhaltigkeit und gesellschaftlichen Akzeptanz auf.

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt auf den Risiken, die mit der geologischen Speicherung von CO₂ in Offshore-Lagerstätten verbunden sind. Während die Technologien für die CO₂Abscheidung und den naturbasierten Removals hier nicht im Mittelpunkt stehen, werden in der Studie die Governance-Strukturen bewertet, die erforderlich sind, um die Risiken zu minimieren und die Sicherheit und Nachhaltigkeit der geologischen Kohlenstoffspeicherung zu verbessern. Zu den Hauptrisiken gehören betriebliche Unregelmäßigkeiten während der CO₂Injektion, Umweltauswirkungen auf marine Ökosysteme und Herausforderungen im Zusammenhang mit der öffentlichen Wahrnehmung und finanziellen Anreizen. Ein wichtiges – vielleicht das wichtigste – politische Risiko in diesem Zusammenhang ist die Verzögerung von Emissionsreduktionen. Wenn dieses Risiko nicht angegangen wird, zum Beispiel durch die Trennung von Zielen und Maßnahmen zur Emissionsminderung, naturbasiertem Removals und langfristiger geologischer Speicherung, könnte es schwierig sein, Akzeptanz und öffentliche Unterstützung für die geologische Kohlenstoffspeicherung zu gewinnen.

1. **Rechtlicher und technischer Rahmen:** Die EU-Richtlinie über die Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid (CCS) bietet eine Grundlage für die Verwaltung der CO₂Speicherung, ist aber verbesserungswürdig. Eine unabhängige Aufsicht durch Dritte, harmonisierte CO₂-Reinheitsstandards und die vertrauliche Meldung von Unregelmäßigkeiten werden empfohlen, um die Transparenz und das öffentliche Vertrauen zu stärken. Ein Mangel an regulatorischer Standardisierung in den EU-Mitgliedstaaten führt zu Ineffizienz und höheren Betriebskosten für die Projektbetreiber und birgt unnötige Risiken.
2. **Betriebliche Herausforderungen:** Bei aktuellen CO₂-Speicherprojekten wie Sleipner und Snøhvit kam es während der CO₂-Injektion zu betrieblichen Unregelmäßigkeiten, die zu erheblichen Kostenüberschreitungen führten. Diese Erfahrungen zeigen, wie wichtig die richtige Auswahl des Standorts und der Injektionsprotokolle ist, um die Risiken zu

minimieren. Die Wiederverwendung bestehender Infrastrukturen, wie z. B. Pipelines aus der fossilen Brennstoffindustrie, mag zwar kosteneffizient erscheinen, birgt aber häufig zusätzliche Risiken, da sie technisch nicht mit den Anforderungen der CO₂-Speicherung kompatibel sind.

3. **Sicherheit für Umwelt und Menschen:** Obwohl die Offshore-Speicherung mit relativ geringen Umweltrisiken verbunden ist, können diese nicht ignoriert werden. Meeresökosysteme können durch mögliche CO₂-Leckagen, Lärmbelästigung durch den zunehmenden Schiffsverkehr und andere indirekte Auswirkungen beeinträchtigt werden. Für die Menschen ist das Risiko einer Exposition gegenüber CO₂-Leckagen gering, aber eine kontinuierliche und umfassende Überwachung ist notwendig, um Unregelmäßigkeiten bei der Lagerung zu erkennen und abzumildern.
4. **Überwachung und langfristige Haftung:** Eine wirksames Management erfordert eine kontinuierliche Überwachung der Speicherstätten, sowohl während der Injektionsphase als auch lange nach der Schließung. Unabhängige Verifizierer sollten in die Standortauswahl, die Genehmigung und die laufenden Bewertungen einbezogen werden. Es muss ein klarer Rahmen für die langfristige Haftung geschaffen werden, der sicherstellt, dass finanzielle Vorkehrungen zur Deckung der Sanierungs- und Wartungskosten nach der Schließung getroffen werden. Die EU-Leitlinien schreiben derzeit eine 20- bis 40-jährige Nachsorgephase vor, nach der die staatlichen Behörden die Verantwortung übernehmen, sofern die CO₂-Speicherung als sicher eingestuft wurde.

Um sicherzustellen, dass die geologische Kohlenstoffspeicherung sowohl sicher als auch ökologisch nachhaltig ist, werden mehrere Verbesserungen der Governance empfohlen:

- **CO₂-Reinheitsgrad:** Die Festlegung gemeinsamer Standards für den CO₂-Reinheitsgrad in der EU würde regulatorische Unsicherheiten verringern, die Betriebskosten senken und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit fördern. Dies würde gleiche Wettbewerbsbedingungen für die Betreiber schaffen und die Gesamteffizienz und Sicherheit von Kohlenstoffspeicherprojekten verbessern.
- **Unabhängige Überwachung:** Unabhängige dritte Prüfer, die von den zuständigen Behörden ernannt werden, sollten die Überwachung der Speicherstätten beaufsichtigen. Diese Prüfer würden die Transparenz erhöhen und das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Sicherheit von Kohlenstoffspeicherprojekten stärken. Echtzeit-Überwachungssysteme und robuste Mechanismen zur Meldung und Behandlung von Unregelmäßigkeiten sind für die Risikominderung von wesentlicher Bedeutung.
- **Ausgedehnte Umweltverträglichkeitsprüfungen:** Die Umweltverträglichkeitsprüfungen für CO₂-Speicherprojekte sollten auf indirekte Auswirkungen wie Lärmbelästigung und erhöhten Schiffsverkehr an Offshore- Speicherstandorten ausgeweitet werden. Die kontinuierliche Überwachung dieser Auswirkungen sollte Teil des Governance-Rahmens sein, um unbeabsichtigte Umweltfolgen zu minimieren.
- **Integrierte Raumplanung:** Eine umfassende Raumplanung ist unerlässlich, um Konflikte mit anderen Landnutzungen zu vermeiden, insbesondere in ökologisch sensiblen Gebieten. So könnte beispielsweise die Festlegung von Verbotszonen in Meeresschutzgebieten dazu beitragen, Umweltrisiken zu minimieren. Geeignete Standortwahl und Injektionsverfahren sind entscheidend für den langfristigen Erfolg von CO₂-Speicherprojekten.
- **Finanzielle Haftung nach der Schließung:** Die Betreiber müssen verpflichtet werden, ausreichende finanzielle Rückstellungen zu bilden, um die Kosten nach der Stilllegung,

einschließlich möglicher Sanierungsmaßnahmen, zu decken. Die Leitlinien der Europäischen Kommission zur Deckungsvorsorge sind ein Schritt in die richtige Richtung.

Sie sollten jedoch regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass die finanziellen Anforderungen mit den sich entwickelnden Risiken und Kosten der CO₂-Speicherung Schritt halten.

- **Beteiligung der Regierung:** Eine stärkere staatliche Beteiligung an CO₂-Speicherprojekten kann dazu beitragen, gesellschaftliche Bedenken auszuräumen und das Vertrauen der Öffentlichkeit zu stärken. Regierungen können auch eine Schlüsselrolle bei der Steuerung der Nachfrage nach CO₂-Speicherkapazitäten spielen und sicherstellen, dass Speicherprojekte mit nationalen und regionalen Klimazielen in Einklang stehen.
- **Politische Entwicklung:** Die politischen Entscheidungsträger müssen flexibel bleiben und auf neue Risiken und Chancen reagieren, wenn die CO₂-Speichertechnologien reifen. Durch die regelmäßige Überprüfung und Aktualisierung der politischen Rahmenbedingungen wird sichergestellt, dass neu auftretende Risiken, z. B. im Zusammenhang mit grenzüberschreitendem Transport und Speicherung in ökologisch sensiblen Gebieten, angemessen gehandhabt werden.

Während die Verringerung der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren nach wie vor oberste Priorität hat, um Klimaneutralität zu erreichen, kann die geologische Kohlenstoffspeicherung eine entscheidende Rolle beim Ausgleich von Residualemissionen und zur Erzielung von Negativemissionen spielen. Durch die Umsetzung der in dieser Studie empfohlenen Governance-Maßnahmen können die politischen Entscheidungsträger sicherstellen, dass die Kohlenstoffspeicherung in geologischen Formationen sicher und nachhaltig gestaltet wird und zum allgemeinen Ziel der langfristigen Klimaneutralität beitragen kann. Diese Maßnahmen können dazu beitragen, das Vertrauen der Öffentlichkeit zu stärken, den Umweltschutz zu gewährleisten und die Bemühungen der Kohlenstoffspeicherung mit umfassenderen Dekarbonisierungsstrategien in Einklang zu bringen.