

Sitzung vom 4. Dezember 2019

1136. Anfrage (Carbon Capture and Storage [CCS])

Kantonsrätin Ann Barbara Franzen, Niederweningen, und Kantonsrat Martin Huber, Neftenbach, haben am 16. September 2019 folgende Anfrage eingereicht:

Böden, Wälder und auch verbautes Holz eignen sich zur Speicherung von CO₂. Auch im Untergrund kann eingefangenes CO₂ eingelagert werden. Unter der Bezeichnung Carbon Capture and Storage (CCS) sind Verfahren bekannt, mittels deren CO₂ unterirdisch gelagert wird. Diverse europäische Länder überprüfen das Potenzial allfälliger Standorte. In Holland wird bereits eine Art Kombi-Lager projektiert, bei welcher im Anschluss an die Einlagerung im geothermischen Verfahren Energie gewonnen wird (gemäss dem CO₂-Plume Geothermal System (CPG)). In der Schweiz ist die Bedeutung der CO₂ Capture and Storage beispielsweise auch an der ETH Zürich erkannt. So wird ein Kurs CO₂ Capture and Storage (CCS) and the Industry of Carbon-Based Resources angeboten. Die Bedeutung von CCS wird folgendermassen beschrieben: CO₂ capture and storage is introduced as an important option to cut CO₂ emissions rapidly and drastically. Zudem untersuchen zurzeit Forscher der ETH im Felslabor Mont Terri Möglichkeiten von CCS und deren Sicherheit.

In diesem Zusammenhang bitten wir den Regierungsrat um die Beantwortung folgender Fragen:

1. Wie schätzt der Regierungsrat das Potenzial für eine Lagerung von CO₂ im Kanton Zürich ein.
2. Welche Formen von Untergrund würden sich grundsätzlich für die Einlagerung von CO₂ eignen?
3. Wie wird das Potenzial erhoben?
4. Wo liegen allfällige Potenzialstandorte?
5. Was sind die grössten technischen Herausforderungen?
6. Gibt es bereits Hinweise auf mögliche Kosten?
7. Wie beurteilt der Kanton das Potenzial der Kombination der Einlagerung von CO₂ mit Energiegewinnung im CO₂ Plume to Power-Verfahren?

Auf Antrag der Baudirektion

beschliesst der Regierungsrat:

I. Die Anfrage Ann Barbara Franzen, Niederweningen, und Martin Huber, Neftenbach, wird wie folgt beantwortet:

Der Regierungsrat hat in seinen Richtlinien der Regierungspolitik 2019–2023 das langfristige Ziel festgelegt, dass der Ausstoss der Treibhausgase im Rahmen des Pariser Abkommens soweit zu senken ist, dass ein Beitrag zur notwendigen Begrenzung des globalen Klimawandels geleistet wird (LFZ 7.6, RRB Nr. 670/2019). Die Arbeiten für eine langfristige Klimastrategie, die auch ein Vorgehen zur Dekarbonisierung definieren, wurden gestartet (Massnahme RRZ 7a). Zunächst werden die Grundlagen im Rahmen von zwei Studien erarbeitet: eine Studie zur Dekarbonisierung und eine weitere zur Entnahme von Kohlendioxid (CO₂) aus der Atmosphäre. Die Entnahme von CO₂ hat langfristig den Zweck, nicht vermeidbare Treibhausgasemissionen kompensieren zu können. In beiden Studien werden jeweils die Möglichkeiten zur Vermeidung von Treibhausgasen beziehungsweise zur Entnahme von CO₂ aufgezeigt, Treiber und Hemmnisse beschrieben, Chancen und Risiken dargelegt sowie Handlungsmöglichkeiten für den Kanton Zürich formuliert. In der Studie zur Entnahme von CO₂ werden auch Verfahren untersucht, die CO₂ unterirdisch einlagern. Der Fachbegriff dafür lautet Sequestrierung, englisch «Carbon Capture and Storage» (CCS). Die Studie wird voraussichtlich im Verlauf des Jahres 2020 konkrete Antworten auf die Fragen liefern können. Daher werden im Folgenden die Fragen auf der Grundlage des heutigen Wissensstands beantwortet.

Zu Frage 1:

Das Potenzial von CCS ist heute noch zu wenig bekannt. Darum soll dies – wie einleitend beschrieben – in einer Studie untersucht werden. Dabei umfasst die Abschätzung des technischen Potenzials das Erheben des Vorhandenseins der notwendigen Ressourcen wie Land, Wasser und Energie sowie die technologische Reife und die Dauerhaftigkeit der CO₂-Speicher. Für die Beurteilung des Potenzials im weiteren Sinne werden zusätzlich Faktoren berücksichtigt, zum Beispiel die wirtschaftliche Attraktivität unter Annahme verschiedener CO₂-Preise, die gesellschaftliche Akzeptanz sowie Ressourcen- und andere Zielkonflikte. Bereits heute mögliche Einschätzungen zur Lagerung von CO₂ im Untergrund sind in den Antworten auf die weiteren Fragen enthalten.

Zu Frage 2:

Für die Einlagerung von CO_2 im tiefen geologischen Untergrund kommen verschiedene Gesteinsschichten infrage. In erster Linie müssen die entsprechenden Gesteine porös sein, also eine gewisse Durchlässigkeit aufweisen, wie dies zum Beispiel bei Grundwasserleitern (sogenannten Aquiferen) der Fall ist. Damit eine langfristige CO_2 -Speicherung möglich ist, müssen diese Schichten zudem von undurchlässigen Gesteinen überlagert werden, sodass das in die Tiefe verbrachte Gas nicht aus dem Lagergestein entweichen kann. Da das CO_2 in flüssiger Form eingelagert wird, muss das Gestein mindestens in einer Tiefe von 800 m unter Terrain liegen. Dadurch ist der Umgebungsdruck hoch genug, damit das CO_2 in flüssigem Zustand bleibt. Alternativen zu den Aquiferen bilden Öl- und Gaslagerstättengesteine. Die Kohlenwasserstoff-Vorkommen beweisen, dass eine dichte Deckschicht vorhanden ist, andernfalls hätten sich Erdöl und Erdgas nicht ansammeln können. Bei dieser CO_2 -Lagervariante werden die im Untergrund gelagerten Kohlenwasserstoffe ausgebeutet und durch CO_2 ersetzt, womit dieses dann langfristig gespeichert werden kann. Auch in Kohleflözen, die für einen wirtschaftlichen Abbau der Kohle zu tief liegen, kann CO_2 eingelagert werden. Wegen seiner porösen Struktur kann Kohle injiziertes Gas aufnehmen. Eine weitere Möglichkeit zur dauerhaften Speicherung bzw. Bindung von CO_2 im Untergrund besteht mit der Methode der mineralischen Karbonisierung. Hierbei wird CO_2 in poröse Basaltgesteine injiziert, wobei diese Gesteine sich in einer Tiefe von über 700 m befinden müssen. Das CO_2 kann dann aufgrund der dort herrschenden physikalischen Bedingungen nicht mehr entweichen. Stattdessen reagiert es mit den im Umgebungsgestein vorhandenen Mineralien und wandelt sich in weniger als zwei Jahren zu festem Gestein um. Dieses Verfahren wird in Island beim Geothermiekraftwerk Hellisheidi erfolgreich angewendet. Das schweizerische Unternehmen Climeworks ist an diesem Projekt beteiligt.

Zu Fragen 3 und 4:

Die einzigen verfügbaren Informationen zur Bezifferung des geologischen Potenzials in der Schweiz beruhen auf einer Arbeit von Gabriel Chevalier et al. (Potential for deep geological sequestration of CO_2 in Switzerland: a first appraisal. Swiss Journal of Geosciences. 2010, p. 427–455). Aufgrund fehlender engmaschiger Daten zum Untergrund kann das Potenzial nur mit einem qualitativen Ansatz ermittelt werden.

Die Alpen und die grossen Täler der Südschweiz eignen sich aufgrund der dortigen geologischen Verhältnisse als Speicherorte nicht. Demgegenüber wurden im Mittelland Gesteinsformationen erkannt, denen ein gewisses Speichervermögen zugeschrieben wird. Hierbei handelt es sich um

Sandstein- und Kalkformationen im geeigneten Tiefenbereich, das heisst zwischen 800 m und 2500 m unter der Erdoberfläche. Bei geringerer Tiefenlage entweicht das Gas an die Oberfläche, bei grösserer Tiefe ist die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben.

Insgesamt wird das Potenzial in der Schweiz nach heutigem Wissen als gering eingestuft. Dies zeigt sich darin, dass die vielen Bohrungen nach fossilen Lagerstätten in den sedimentären Schichten des Mittellandes und die Suche nach einer geeigneten Erdgas-Lagerstätte für die Versorgungssicherheit ohne nennenswerten Erfolg verliefen. Beides kann als Hinweis dafür gewertet werden, dass auch für eine CO₂-Speicherung geeignete Lagerstätten fehlen.

Im Kanton Zürich kommen lediglich die beiden Aquifere Muschelkalk (Kalk und Dolomitgesteine) und der Oberer Malm (Kalkstein) infrage, wobei der Muschelkalk das deutlich bessere Potenzial aufweist (ungefähr 200 Megatonnen CO₂). Diese Sedimentgesteinsschichten kommen zwar im gesamten Untergrund des Mittellandes vor, aber nur nordnordwestlich einer Linie Zürich–Winterthur sind sie so ausgebildet, dass sie als potenzielles Speichergestein gelten. Im übrigen Verbreitungsgebiet besitzt das Gestein die erforderlichen Eigenschaften nicht. Zudem bestehen heute oder allenfalls in Zukunft Interessenkonflikte mit anderen Nutzungen des tiefen Untergrundes wie zum Beispiel dem Bau eines Tiefenlagers für radioaktive Abfälle oder der Nutzung der tiefen Geothermie. Dies kann den zur Verfügung stehenden Platz für eine CO₂-Speicherung im Untergrund zusätzlich einschränken.

Zu Fragen 5 und 6:

Das Bundesamt für Umwelt hat kürzlich eine Studie zur Rolle von Verfahren zur Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre in der Schweizer Klimapolitik erarbeiten lassen (Christoph Beuttler et al., *The Role of Atmospheric Carbon Dioxide Removal in Swiss Climate Policy – Fundamentals and Recommended Actions*, 2019). Daran war auch das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft der Baudirektion im Rahmen eines Stakeholderdialogs beteiligt. Gestützt auf dieser Studie lassen sich die zwei wichtigsten CCS-Verfahren und ihre wesentlichen Herausforderungen wie folgt beschreiben:

Direct Air Capture (DAC) / Direct Air Capture and Storage (DACS)

DAC ist ein technisches Verfahren, bei dem der Atmosphäre CO₂ entnommen wird. Im Kanton Zürich befindet sich eine solche Anlage von Climeworks auf dem Dach der Kehrrechtverbrennungsanlage des Zweckverbands Kehrrechtverwertung Zürcher Oberland in Hinwil. Dieses CO₂ kann dann entweder weiterverwendet (DAC) oder unterirdisch eingelagert werden (DACS).

Eine wesentliche Herausforderung ist, dass das Verfahren auf eine CO₂-freie Energiequelle angewiesen ist, da sonst zur Deckung des Energiebedarfs des Verfahrens viel CO₂ ausgestossen wird. Darüber hinaus setzt die Anwendung sichere geologische Speichermöglichkeiten voraus.

Die Kosten des Verfahrens werden pro Tonne entferntes CO₂ mit Fr. 40–1000 angenommen. Hinzu kommt ein Energiebedarf von 3500 kWh und ein Wasserverbrauch von 1–25 m³ (Akademien der Wissenschaften Schweiz, Emissionen rückgängig machen oder die Sonneneinstrahlung beeinflussen: Ist «Geoengineering» sinnvoll, überhaupt machbar und, wenn ja, zu welchem Preis?, 2018). Das Unternehmen Climeworks nennt gegenwärtig Kosten von Fr. 600–800 pro Tonne CO₂ und geht für eine Anwendung in grossen Anlagen von Kosten von unter Fr. 100 pro Tonne CO₂ aus (Beuttler et al., 2019).

Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS)

Bei BECCS wird Biomasse zu Wärme, Strom oder einem anderen Energieträger verarbeitet. Das dabei entstehende CO₂ wird lokal abgefangen und geologisch eingelagert. Hinsichtlich der geologischen Lagerung unterscheidet es sich nicht vom zuvor genannten DAC/DACS. Weltweit gibt es einige wenige Pilotanwendungen, die ausgereifteste in einem grossen Demonstrationsprojekt in Illinois, USA.

Einen Beitrag zur Verminderung des Treibhausgasausstosses kann auch die Abscheidung von CO₂ aus den Abgasen von Kehrrichtverwertungsanlagen (KVA), Zementwerken, Produktionsanlagen der chemischen Industrie, der Papier- und Zellstoffindustrie oder der Stahlindustrie leisten. Derzeit laufen Abklärungen des Verbands der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen mit der ETH Zürich, um die Umsetzbarkeit von Carbon Capture im industriellen Massstab zu testen. Die KVA Linth wäre der mögliche Standort einer solchen Pilotanlage.

Die grössten technischen Herausforderungen liegen darin, dass der Ort des Abfangens des CO₂ und der Ort der geologischen Einlagerung meist nicht identisch sein werden. Die technologische Entwicklung von Transport- und Lagerinfrastrukturen steht jedoch noch ganz am Anfang.

Eine Herausforderung bei Verwendung von eigens für BECCS produzierter Biomasse besteht darin, dass deren Produktion in direkter Konkurrenz mit anderer Landnutzung steht. Werden bei der Produktion der Biomasse Treibhausgase ausgestossen, wird zudem die Effizienz der CO₂-Reduktion verringert. Schliesslich kann die Herstellung der Biomasse für BECCS auch sehr wasserintensiv sein.

Die Kosten werden zurzeit pro Tonne entferntes CO₂ mit Fr. 50–250 angenommen. In der Schweiz gibt es bisher noch keine Anwendung. Hinzu kommt ein Flächenbedarf von 0,03–0,1 Hektar und ein Wasserverbrauch für die Energiepflanzen von 60 m³ (Akademien der Wissenschaften Schweiz, 2018). Die Akademien der Wissenschaften Schweiz folgern, dass es meist effizienter ist, CO₂-arm gewonnene Energie vor allem für die Substitution fossiler Energiequellen zu verwenden und nicht für Verfahren zur Entnahme beziehungsweise Abscheidung von CO₂. Dies gilt zumindest so lange, wie ein überwiegender Teil der Energie weltweit noch aus fossilen Quellen gewonnen wird.

Darüber hinaus sind die mit der CO₂-Sequestrierung einhergehenden Risiken zu berücksichtigen: Zunächst ist die Freisetzung von CO₂ wegen Leckagen zu erwähnen. Der Weltklimarat (IPCC) kommt zum Schluss, dass der CO₂-Anteil, der in ordnungsgemäss ausgewählten und überwachten Reservoirs zurückgehalten wird, über einen Zeitraum von 100 Jahren «sehr wahrscheinlich über 99%» und über einen Zeitraum von 1000 Jahren «wahrscheinlich über 99%» beträgt (IPCC, Carbon Dioxide Capture and Storage, 2005, S. 14). Als weiteres Hauptrisiko ist die ungewollte künstliche Erzeugung von Erdbeben zu nennen. Die Injektion von Flüssigkeiten oder Gasen in poröse Gesteinsschichten kann eine seismische Aktivität auslösen (man spricht hierbei von induzierter Seismizität).

Zu Frage 7:

Der Regierungsrat hat sich bei der Beantwortung der Anfrage KR-Nr. 290/2016 betreffend Beurteilung der Tiefen- bzw. Ultratiefen-Geothermie zur Technologie der CO₂-Einspeisung als Wärmeträger in der Tiefen- bzw. Ultratiefen-Geothermie und zur CO₂-Lagerung geäußert. Demnach sind bis zu einem kommerziellen Einsatz dieser Technologie noch viel Grundlagenforschung und Erfahrungen mit Pilotanlagen erforderlich.

II. Mitteilung an die Mitglieder des Kantonsrates und des Regierungsrates sowie an die Baudirektion.

Vor dem Regierungsrat
Die Staatsschreiberin:
Kathrin Arioli