



CCS – Abscheidung, Transport und unterirdische Lagerung von Kohlendioxid

Informationen und Argumente

Mit der Verabschiedung des Gesetzes zur Demonstration und Anwendung von Technologien zur Abscheidung, zum Transport und zur dauerhaften Speicherung von Kohlendioxid wird die Erprobung von CCS in Deutschland ermöglicht. Informationen zu einer Technologie, die nach derzeitigem Wissensstand weder komplett abzulehnen noch uneingeschränkt zu befürworten ist.

Was ist CCS?

CCS steht für **Carbon Dioxide Capture and Storage** und bezeichnet den technischen Prozess von **Abscheidung, Transport** und dauerhafter **Speicherung** des bei Kraftwerks- oder Industrieprozessen entstehenden Kohlendioxid (CO_2). Das Ziel ist es, das Treibhausgas CO_2 aus der Atmosphäre fernzuhalten, damit es den Klimawandel nicht weiter anheizt. Dabei soll mithilfe verschiedener, großtechnisch noch nicht ausgereifter Verfahren das CO_2 weitgehend aus dem Abgasstrom abgetrennt werden. In den weiteren Prozessschritten muss es dann – meist per Pipeline – zu einem geeigneten Speicherort transportiert, in unterirdische geologische Formationen gepresst und dort langfristig und sicher deponiert werden. Denkbare Ablagerungsstätten sind ausgeförderte Erdöl- bzw. Erdgasfelder sowie saline Aquifere (poröse, salzwasserführende Gesteinsschichten). CCS soll theoretisch überall dort einsetzbar sein, wo durch technische Prozesse an einem Ort große Mengen des Treibhausgases CO_2 entstehen; also an Punktquellen wie großen Kohle-, Gas und Biomassekraftwerken sowie Industrieanlagen beispielsweise zur Herstellung von Stahl, Papier oder Zement.

Vorteile und Chancen

Trotz aller Skepsis gegenüber der bloßen Idee der unterirdischen Lagerung eines Gases, um dieses aus der Atmosphäre fern zu halten, erscheint es unklug, zum jetzigen Zeitpunkt pauschal auf diese mögliche Klimaschutzoption zu verzichten. Kohlereiche, schnell wachsende **Länder wie China oder Südafrika** werden wahrscheinlich die Kohleverstromung nicht so schnell und frühzeitig reduzieren, wie dies klimapolitisch geboten wäre. Sollte die sichere, langzeitstabile CO_2 -Speicherung im Untergrund möglich sein, kann CCS womöglich für die klimaverträgliche Energieversorgung dieser Länder eine Rolle spielen. In Deutschland könnte CCS zum Einsatz kommen, um die – nach *bisherigen* Kenntnissen – **unvermeidbaren Treibhausgasemissionen der Industrie** aus der Atmosphäre fernzuhalten. Dazu gehören Produkte wie Zement oder Stahl, die sich bislang nicht ausreichend klimaverträglich herstellen oder durch CO_2 -arme Alternativen ersetzen lassen. Außerdem könnte CCS dazu beitragen, bei der energetischen Nutzung von Biomasse **Netto-Senken für Kohlendioxid** zu schaffen, um der Atmosphäre so CO_2 zu entziehen.

Nachteile und Risiken

Der erste Nachteil der CCS-Technologie ist ihre **technische Unausgereiftheit**. Obwohl einzelne Prozessschritte bereits erprobt sind (Rauchgaswäsche, CO₂-Injizierung in Erdöllagerstätten), ist die Gesamttechnologie noch weit von der kommerziellen, großtechnischen Umsetzung entfernt. Damit ist kaum vor dem Jahr 2025 zu rechnen. Effektive Maßnahmen zur CO₂-Reduktion in Deutschland und weltweit müssen jedoch bereits deutlich vorher greifen. Die immensen Investitionssummen für CCS können – für andere Klimaschutztechnologien eingesetzt – schneller und mehr Wirkung beim Klimaschutz erzielen.

Mit dem frühen technologischen Entwicklungsstadium verbunden sind Unsicherheiten über die **finanzielle Rentabilität** von CCS. Wenn CCS irgendwann für den großtechnischen Einsatz im Kraftwerksbereich bereit sein sollte, werden erneuerbare Energien genauso teuer oder günstiger sein. Es ist daher völlig unklar, ob CCS sich jemals rechnet – zumindest in der deutschen Stromerzeugung. Hohe Investitionen für CCS-Kraftwerke könnten zudem eine flexible Auslastung der Anlagen noch unwirtschaftlicher machen, als es bei der konventionellen Kohleverstromung ohnehin der Fall ist, sodass CCS-Kohlekraftwerke mit der künftigen fluktuierenden Energieerzeugungslandschaft noch weniger kompatibel sind.

Weitgehend unerforscht ist zudem die **Sicherheit potenzieller CO₂-Deponien**. Denn die unterirdische Lagerung von CO₂ ist das größte Risiko der gesamten Prozesskette. So ist bei der CO₂-Verpressung in saline Aquifere noch weitgehend ungeklärt, in welchem Ausmaß und mit welchem Folgen das dort vorhandene stark salzhaltige Grundwasser verdrängt wird. Ähnlich relevant sind die Risiken möglicher Leckagen des injizierten CO₂ – womöglich zusammen mit darin gelösten Schwermetallen oder aggressiven Säuren – in andere Untergrundschichten oder gar in die Atmosphäre. Ein plötzlicher, massiver Austritt von CO₂ in die Atmosphäre hätte lokal gefährliche Auswirkungen auf Mensch und Natur. Und selbst gesundheitlich unbedenkliche, geringe Leckagen würden klimapolitisch die gesamte CCS-Technologie ad absurdum führen. So wäre bei einer jährlichen Leckagerate von einem Prozent nach 40 Jahren bereits wieder ein Drittel des deponierten Treibhausgas in die Atmosphäre entwichen!

Darüber hinaus ist die **Speicherverfügbarkeit** weiterhin ungeklärt: Die Schätzungen *prinzipiell* geologisch geeigneter CO₂-Ablagerungsstätten in Deutschland schwanken derzeit zwischen neun und 14 Milliarden Tonnen CO₂ Speicherkapazität. Rein rechnerisch könnte der gesamte CO₂-Ausstoß aller großen Emissionsquellen (mit jeweils mehr als 1 Mio. t CO₂/Jahr) 30 Jahre lang erfasst und unter die Erde gepumpt werden. Dies ist jedoch ein theoretischer Wert, der beispielsweise nicht berücksichtigt, ob potenzielle Speicherformationen groß genug sind und nicht zu weit entfernt von den Emissionsquellen liegen. Erdöl- und Erdgasfelder sind ohnehin erst nutzbar, wenn sie fast ausgefördert sind. Ferner ist zu beachten, dass einige potenzielle Speicher klimapolitisch relevanten **Nutzungskonkurrenzen** unterliegen, etwa für die geothermische Energiegewinnung oder als Zwischenspeicher für (später vielleicht einmal mit erneuerbaren Energien produziertes) Erdgas. Diese Nutzungsformen müssen beim Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung Vorrang haben gegenüber der CO₂-Ablagerung. Daraus folgt, dass bislang keine belastbare Abschätzung des ökologisch und ökonomisch vertretbaren CO₂-Speichervolumens in Deutschland vorgenommen werden kann. Bestenfalls reichen die Ablagerungskapazitäten vermutlich, um die Treibhausgasemissionen aus einigen Jahrzehnten Betrieb der klimaschädlichsten Industrieanlagen aufzunehmen.

Ein weiterer Nachteil der CO₂-Abscheidung betrifft den **Energieaufwand**. Je nach Verfahren steigert die gesamte CCS-Prozesskette den Energieverbrauch beispielsweise bei der Kohleverstromung um 20 bis 40 Prozent. Dementsprechend steigen die mit dem erhöhten Rohstoffbedarf und -abbau verbundenen Umweltbelastungen. Die Wirkungsgradverbesserungen von Kohlekraftwerken der letzten Jahrzehnte würden auf einen Schlag aufgefressen. Nicht zuletzt dadurch sinkt auch das theoretische Klimaschutzpotenzial der Technologie: Unter Berücksichtigung des Aufwands aller zusätzlichen Prozesse werden durch CCS lediglich 65 bis 80 Prozent der ursprünglichen Treibhausgas-Emissionen eines Kohlekraftwerks vermieden.

Ein weiterer Knackpunkt bei CCS in Kohlekraftwerken ist die geringe **Systemkompatibilität**. Wie bereits oben erwähnt, würden Kohlekraftwerke mit CCS *noch* weniger in ein nachhaltiges Energieversorgungssystem auf Basis regenerativer Energieträger passen als konventionelle Kohlekraftwerke. Denn eine flexible Steuerung, die sich dem fluktuierenden Stromangebot aus erneu-

erbaren Quellen anpasst, wird in CCS-Kraftwerken technisch und wirtschaftlich weniger attraktiv. Und die – aus Effizienzgründen gebotene – Nutzung der im Kraftwerksprozess entstehenden Abwärme wird erschwert, weil Kohlekraftwerke mit riesigen Chemie-Anlagen zur Abscheidung von CO₂ daneben vermutlich noch weiter von Wärmesenken wie Wohngebieten, Schwimmbädern o. Ä. entfernt platziert würden.

Pragmatische Abwägung

Angesichts dieser Nachteile sollten Potenziale und Perspektiven der CCS-Technologie **nüchtern und realistisch** betrachtet werden. Allein angesichts des Zeitrahmens, der Kosten und der begrenzten Speicher-
verfügbarkeit ist nicht damit zu rechnen, dass CCS für eine klimaverträgliche Energieversorgung in Deutschland sinnvoll und erforderlich sein wird.

Schon aus globaler Perspektive wäre es jedoch klimapolitisch unklug, frühzeitig auf die Option CCS komplett zu verzichten. Es erscheint derzeit sinnvoll, die hochkomplexe Technologie – womöglich auch in Deutschland und Europa – **weiterzuentwickeln und zu erproben**. Sollte die sichere, langzeitstabile CO₂-Speicherung im Untergrund möglich sein, kann CCS zumindest in einigen wichtigen Kohleländern zum Einsatz kommen. Und eventuell kann auch in Deutschland die vorübergehende Nutzung von CCS klimapolitisch geboten sein – beispielsweise um auf dem Weg zu einer weitgehenden Dekarbonisierung die Prozessemissionen kohlenstoffintensiver Industrien wie die Aluminium- und Stahlherstellung zu minimieren oder mithilfe von Biomasse-CCS der Atmosphäre CO₂ zu entziehen.

Der NABU befürwortet daher die weitere Erforschung und vorsichtige Erprobung der CCS-Technologie. Dabei sollte die Entwicklung auf die Abscheidung und

Verpressung von perspektivisch unvermeidbaren **Prozessemissionen der Industrie** beschränkt werden, weil dies der wahrscheinlichste Bedarf hierzulande ist. Keinesfalls darf CCS als Vorwand genutzt werden, um neue – angeblich klimaverträgliche – CCS-Kohlekraftwerke zu bauen.

Anforderungen an CCS-Projekte

Zentrale Anforderung an alle CCS-Projekte ist es, die **Langzeitsicherheit der Speichersysteme** nachvollziehbar nachzuweisen und – durch die Betreiber langfristig haftungsrechtlich abgesichert – zu gewährleisten. Abgesehen von den Sicherheitserfordernissen wäre ein nachhaltiger Klimaschutzeffekt von CCS ohnehin nur dann erreicht, wenn die Treibhausgase praktisch vollständig für sehr lange Zeiträume im Untergrund verbleiben, bis eine weitgehend kohlenstofffreie Energieversorgung etabliert und die überhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre abgebaut worden ist. Daraus folgt, dass die jährliche Leckagerate aus einem CO₂-Speicher 0,01 Prozent nicht überschreiten darf, so dass nach 1.000 Jahren immerhin noch 90 Prozent des CO₂ innerhalb des vorgesehenen Speicherkomplexes verbleiben. Verunreinigungen des Grundwassers durch unterirdische Leckagen und die unterirdische Verdrängung großer Salzwassermassen müssen ebenfalls verhindert werden. Die CO₂-Speicherung darf zudem nicht zur **Benachteiligung konkurrierender Nutzungen** des Untergrunds zur geothermalen Energiegewinnung oder als Gas- oder Druckluftspeicher führen. Die Deponierung in Ökosystemen wie beispielsweise Gewässern ist prinzipiell auszuschließen. Die mit Bau und Betrieb der Transportinfrastruktur (v. a. Pipelines) verbundenen immensen Eingriffe in Natur und Landschaft sowie nicht auszuschließenden Sicherheitsrisiken müssen so weit wie möglich minimiert werden.

Kontakt

NABU-Bundesverband, Elmar Große Ruse, Referent für Energiepolitik und Klimaschutz
Tel. 030-284984-1611, E-Mail: Elmar.Grosse-Ruse@NABU.de

Impressum: © 2011, Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V.
Charitéstraße 3, 10117 Berlin, www.NABU.de. Text: E. Große Ruse, Fotos: Fotolia/C. Otte, Pixelio/G. Schönemann, Fotolia/pikealot, 08/2011