

CO₂-Abscheidung und -Lagerung im Rahmen des Clean Development Mechanism: Chancen und Risiken

Carbon Dioxide Capture and Storage under the Clean Development Mechanism: Risks and Opportunities

Sven Bode

Arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik

Parkstr. 1a, 22605 Hamburg, Deutschland, e-Mail: sven.bode@arrhenius.de

Erschienen in: Gaia (2009) 4, S. 300 - 306

Die CO₂-Abscheidung und -Lagerung, kurz CCS, ist eine nicht unumstrittene Option, Emissionen zu senken und damit Klimaschutzverpflichtungen nachzukommen. Überwiegen die Chancen der neuen CCS-Technologien für den Klimaschutz oder führt die Unsicherheit über geeignete Lagerstätten sogar dazu, dass Entwicklungsländer für ein schwächeres Emissionsziel plädieren?

Keywords: Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS, Certified Emission Reductions, CDM, Clean Development Mechanism

Abstract

To mitigate the dangerous impacts of climate change, anthropogenic CO₂ emissions must be reduced drastically. In this context, carbon dioxide capture and storage (CCS) has been increasingly considered as an option. As a part of the energy and climate change package, the EU has for the first time provided a comprehensive legal framework for the regulation of CCS at the national level. CCS can also be implemented under the Clean Development Mechanism (CDM) of the Kyoto Protocol, which allows industrial countries to fulfill part of their emission reduction targets in developing countries. This paper explores this option, illustrating how elements of the legal framework proposed for CDM projects in the EU could be utilised, assuming CCS is approved for the CDM. Demonstration of large-scale feasibility and long-term security of storage is still lacking, however. The German Advisory Council on Environment therefore calls for a new law addressing research instead of comprehensive regulation of commercial use under the CCS directive of the EU. To nonetheless provide developing countries with access to CSS technology, promotion as part of technology transfer agreements is a possible alternative.

Nachdem die Anzahl der Klimaskeptiker inzwischen auf eine nahezu verschwindend geringe Größe geschrumpft ist, stehen Entscheidungsträger(innen) in Politik und Wirtschaft vor der Frage, wie die vor ihnen liegende Aufgabe, nämlich die globalen Treibhausgasemissionen massiv zu senken, bewältigt werden kann. In diesem Kontext hat sich die CO₂-Abscheidung und -Lagerung¹ als eine mögliche Option herausgestellt, die Emissionen in großem Umfang zu mindern (vergleiche Grünwald 2009). Die Europäische Union (EU) hat in ihrem Energie- und Klimapaket erstmals einen umfassenden Rahmen für die Regelung von CCS auf nationaler Ebene vorgelegt.

Neben einer grundsätzlichen Diskussion über das Für und Wider dieses End-of-Pipe-Ansatzes wird verstärkt auch die Möglichkeit diskutiert, CCS-Projekte in den Clean Development Mechanism (CDM) des Kyoto-Protokolls einzubinden. Der CDM soll es sogenannten Anhang-1-Ländern der Klimarahmenkonvention (*United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC*),, also den Industrieländern, ermöglichen, Teile ihrer Reduktionsverpflichtung in Entwicklungsländern zu erfüllen. Vor diesem Hintergrund untersucht der Artikel, wie CCS-Projekte gestaltet sein müssten und welche Regelungen aus der CCS-Richtlinie der EU zur Anwendung kommen könnten. Die mögliche Integration von CCS im CDM wird auch auf der nächsten Klimakonferenz Ende 2009 in Kopenhagen (wieder) auf der Tagesordnung stehen.

Stand der Technik

Die CO₂-Abscheidung und -Lagerung (CCS) lässt sich in drei Schritte unterteilen, die im Folgenden kurz beschrieben sind: 1. Abscheidung, 2. Transport und 3. Verpressung und Lagerung (für eine umfassende Darstellung siehe Grünwald 2009 und IPCC 2005).

CO₂-Abscheidung

Die Abscheidung kann in industriellen Prozessen oder in Kraftwerken erfolgen. Bei der Abscheidung in industriellen Prozessen wie der Ammoniakproduktion oder der Erdgasveredelung wird das CO₂ aus einem Gasgemisch entfernt. Die Verfahren werden seit langem eingesetzt und sind vollständig beherrscht. Aufgrund der guten Erfahrungen und den entfernten CO₂-Mengen kommt ihnen beim CDM zumindest mittelfristig eine besondere Rolle zu. Erste Projektvorschläge unter dem CDM wurden bereits gemacht (siehe weiter unten). Die Abscheidung in Kraftwerken ist dagegen weniger weit entwickelt. Es gibt drei verschiedene Ansätze, die alle darauf zielen, am Ende des Prozesses einen hochkonzentrierten CO₂-Strom (verglichen mit dem Rauchgas im Normalbetrieb) zu erzeugen. Mit

¹ Im Folgenden wird die allgemein übliche Abkürzung CCS verwendet, die sich aus dem englischen Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS) ableiten lässt.

Blick auf die CO₂-Emissionen aus stationären Quellen haben fossil-befeuerte Kraftwerken besondere Bedeutung für eine Minderung der CO₂-Emissionen. Während bereits Pilotprojekte zur Abscheidung an kleinen Kraftwerken bereits betrieben werden², steht der großtechnische Einsatz noch aus. Im Rahmen ihres Energie- und Klimapakets hat die EU beschlossen, zwölf Demonstrationsanlagen finanziell zu unterstützen, um damit diese Technologie voran zu bringen.

CO₂-Transport

Der Transport des abgeschiedenen CO₂ stellt keine besondere Herausforderung dar und erfolgt analog zu anderen Gasen (zum Beispiel Erdgas oder Wasserstoff), für die Erfahrungswerte vorliegen. Ungeklärt ist bisher allerdings die Frage, wer den Aufbau einer gegebenenfalls notwendigen Pipeline-Infrastruktur finanziert.

CO₂-Lagerung

Im letzten Schritt der CCS-Kette wird das CO₂ in das vorgesehene Areal eingebracht. Die Ablagerung kann in verschiedenen Arten von Arealen erfolgen, allerdings hat sich aufgrund des hohen technischen Potenzials ein klarer Fokus auf geologische Speicher herausgebildet, die sich wie folgt einteilen lassen:³

- *enhanced hydrocarbon recovery* (EHR), auch *enhanced oil/gas recovery* (EOR/EGR) genannt:
Hierbei kann durch das Verpressen von CO₂ die Ausbeute eines noch aktiven Öl- oder Gasfeldes erhöht werden;
- leere Erdöl- oder Erdgasfelder;
- Aquifere (tiefliegende, wasserführende Schichten);

² Siehe zum Beispiel die Pilotanlage von Vattenfall Europe am Standort Schwarze Pumpe (www.vattenfall.de/ccs)

³ Alternative, nicht geologische Speicher können die Tiefsee, Algen oder andere industrielle Produkte wie Lebensmittel sein.

- *coal bed methane*: Durch das Verpressen von CO₂ in nicht wirtschaftlich abbaubare Kohleflöze kann gleichzeitig Methan (CH₄) gefördert werden.

Das geschätzte Lagerungspotenzial für verschiedene Regionen ist in Tabelle 1 dargestellt. Dabei ist das Potential in den Nicht-Anlage-1-Ländern der UN-Klimarahmenkonvention, in denen CDM-Projekte durchgeführt werden können, am größten. Insgesamt fallen die relativ großen Bandbreiten auf.

Tabelle 1: Das Lagerungspotenzial von CO₂ variiert je nach Areal und Region (Angaben in Gigatonnen CO₂) (Quelle: Bode et al. 2006).

Onshore					
	Übrige Ölfelder	Erschöpfte Ölfelder	Übrige Gasfelder	Erschöpfte Gasfelder	coal bed methane
Anlage-1-Länder gesamt	2,6–186,2	8,4–16,8	91,2–382	2,5–156,7	0–401,7
Nicht-Anlage-1-Länder gesamt	6,4–547,8	13,6–27,2	127,8–543	1,5–234,3	0–1078,3
Summe	9 - 734	22 – 44	219 - 925	4 - 391	0 - 1480
Offshore					
	Übrige Ölfelder	Erschöpfte Ölfelder	Übrige Gasfelder	Erschöpfte Gasfelder	Aquifere
Anlage-1-Länder gesamt	0,6 - 67,2	6,1 – 32,6	38,3 - 412,3	13,6 - 20,5	10,4 - 374,1
Nicht-Anlage-1-Länder gesamt	2,4 - 240,8	13,9 – 74,4	110,7 - 365,7	6,4 - 11,5	19,6 - 706,9
Summe	3 - 308	20 - 107	149 - 778	20 - 32	30 - 1081

Reiner et al. 2008 sehen eine Ursache hierfür in den Kriterien, die der Ermittlung von Potenzialen zugrunde gelegt werden können (Abbildung 1).

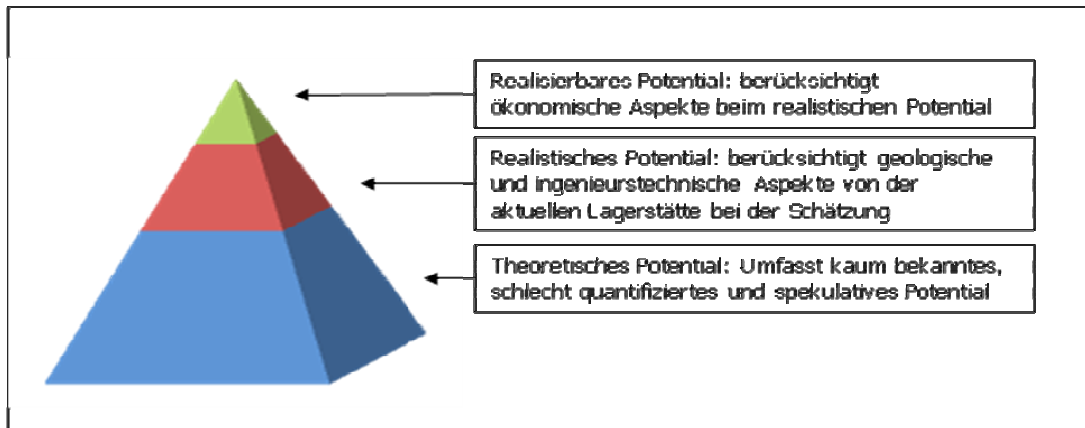


Abbildung 1: CO₂-Speicherkapazität als Ressourcenpyramide. Verändert nach Reiner et al. (2008)

Besondere Bedeutung in der breit geführten CCS-Debatte hat die Frage der Dauerhaftigkeit (*permanence*) der Lagerung eingenommen, da die Möglichkeit besteht, dass das CO₂ nach der Abscheidung (wieder) in die Atmosphäre gelangt. Daher ist die sorgfältige Auswahl einer geeigneten Lagerstätte unerlässlich. Bei der Entscheidung für oder gegen eine Lagerstätte ist zu beachten, dass es zurzeit kein standardisiertes Verfahren gibt, nachdem die CO₂-Lagerung eindeutig als genehmigungszulässig oder unzulässig eingestuft werden kann. Vielmehr haben Bewertung und Auswahl stets vor dem Hintergrund der individuellen Gegebenheiten des Ablagerungsareals zu erfolgen.⁴ Entsprechend müssen auch die Monitoringanforderungen und -verfahren für die einzelnen Lagerstätten verfasst und gewählt werden. Dies bedarf jedoch noch erheblicher Forschung und Entwicklung, da sich aus dem Abgleich der Modellvorhersagen mit den Monitoringdaten über das tatsächliche Verhalten des CO₂ neue Konzepte und Anforderungen ergeben können. Außerdem wird auch grundsätzlich zum Monitoring geforscht und mit zügigem Fortschritt gerechnet (siehe hierzu detaillierter IPCC 2006, S. 513).

Abgesehen von den technischen Herausforderungen, die es noch zu meistern gilt, stellt sich die Frage nach den Kosten der Speicherung. Aufgrund der verschiedenen Speichermöglichkeiten sowie der zum Teil geringen Erfahrungen liegen sehr unterschiedliche Angaben vor. Wird CCS

⁴ Im IPCC Special Report heißt es dazu: „Site characterization, selection and performance prediction are crucial for successful geological storage. Before selecting a site, the geological setting must be characterized to determine if the overlying cap rock will provide an effective seal, if there is a sufficiently voluminous and permeable storage formation, and whether any abandoned or active wells will compromise the integrity of the seal.“ (IPCC 2005, Technical Summary, S. 33)

beispielsweise im Zusammenhang mit *enhanced oil recovery* (EOR) eingesetzt, können durch das zusätzlich gewonnene Öl sogar Erlöse erzielt werden, so dass in der Summe keine Kosten für CCS anfallen. Andererseits können die Kosten auch mehr als 100 Euro pro Tonne vermiedenem CO₂ betragen (IPCC 2005, Kapitel 8). Die Kosten für das Monitoring scheinen derzeit noch unklar zu sein - im IPCC-Sonderbericht findet sich hierzu weniger als eine Seite (IPCC 2005, S. 263).

Rechtliche Rahmenbedingungen

Neben den technischen und ökonomischen Aspekten werden die rechtlichen Rahmenbedingungen über den Erfolg von CCS entscheiden. Da die CCS-Technologie relativ neu ist, wurden die einzelnen Prozessschritte bislang noch nicht umfassend geregelt. Zurzeit findet aber auf nahezu allen Ebenen eine Konkretisierung statt. Regelungsansätze kommen zum einen aus dem Bereich der (kurzfristigen) Gefahrenabwehr und dem Schutz von Leib und Leben, der vor allem durch kurzfristige, massive Leckagen betroffen sein kann. Zum anderen steuert die Risikovorsorge, beispielsweise beim Trinkwasser- oder Klimaschutz, die bei möglichen langsamen Leckagen und Schäden gefährdet sein können, auf verbindliche Regelungen zu.

Im internationalen Kontext wird CCS durch verschiedene bestehende völkerrechtliche Verträge berührt (für einen Überblick siehe IEA 2005). Auch die UN-Klimarahmenkonvention und das Kyoto-Protokoll berühren CCS auf unterschiedliche Art und Weise. Dabei spielt es eine wichtige Rolle, dass CCS als Emissionsreduktion an der Quelle einzustufen ist, was Auswirkungen auf die Einordnung von CCS bei grenzüberschreitenden Projekten hat. Die vereinzelt vertretene Auffassung, dass CCS – ähnlich wie Aufforstungsprojekte – als Senke einzustufen ist, wird vom Autor nicht geteilt.⁵ Das CO₂ wird, wie oben gezeigt, nicht der Atmosphäre entzogen, sondern im Rahmen des Produktions- oder Verbrennungsprozesses in einem geschlossenen System abgeschieden.

Mit Blick auf nationale Gesetzgebungen regelt zurzeit die EU-Energie- und Klimapolitik den Einsatz von CCS umfassend. Tabelle 2 zeigt die Normen für Abscheidung und Transport. Für die Speicherung wurde eine eigene EU-Richtlinie erarbeitet. Sollte CO₂ aus den Speichern wieder austreten (Leckagen), müssen – bis zum Zeitpunkt der Übertragung der Verantwortung – Emissionsberechtigungen in Höhe der wiederausgetretenen Mengen abgegeben werden. Die Übertragung der Verantwortung für die Langzeitsicherheit des Speichers an eine nationale Behörde ist

⁵ Nach Artikel 1.8 UNFCCC ist eine Senke „any process, activity or mechanism which removes a greenhouse gas, an aerosol or a precursor of a greenhouse gas from the atmosphere“. (UN 1992, S.4)

möglich, „(...) sofern alle verfügbaren Fakten darauf hinweisen, dass das gespeicherte CO₂ für unabsehbare Zeit vollständig zurückgehalten wird“ (RL 2009/31/EG: Art. 18). Wie dies im Einzelfall passieren wird, ist gegenwärtig noch unklar. Nach der Übertragung der Verantwortung muss der Betreiber nicht mehr bei einem möglichen Wiederaustritt haften. Bode (2007) weist darauf hin, dass diese Regelung einen besonderen Anreiz bietet, in CCS-Projekte zu investieren: Erstens erscheint eine solche Übertragung der Verantwortung grundsätzliche Voraussetzung dafür zu sein, dass sich private Investoren für solche Projekte entscheiden. Zweitens hat sie Auswirkungen auf die Kosten pro vermiedener Tonne CO₂. Je früher oder einfacher der Betreiber aus der Verantwortung entlassen wird, desto geringer sind diese Kosten in absoluter Höhe. Darüber hinaus verschiebt sich aber auch die relative Attraktivität zu anderen CO₂-Vermeidungsoptionen wie Effizienzsteigerungen oder dem Ausbau erneuerbaren Energien, so dass es hier zu Wettbewerbsverzerrungen kommen kann.

Mit Blick auf den Entwurf für ein nationales CCS-Gesetz zur Umsetzung der CCS-Richtlinie hält der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) fest, dass aufgrund der offenen Fragen ein Gesetz, dass die kommerzielle Nutzung erlaubt, zum heutigen Zeitpunkt verfrüht wäre. Vielmehr sei ein Forschungsgesetz vorzuziehen, das die Erprobung von CCS ermöglicht (SRU 2009, S. 5)

	Abscheidung		Transport	Speicherung	
			Betriebsphase	Nachsorgephase	
				Vor Übertragung der Verantwortung	Nach Übertragung der Verantwortung
Genehmigungsvoraussetzungen	2008/01/EG (zuvor 96/91/EG IVU-RL) und 85/337/EWG (UVP-RL)		85/337/EWG (UVP-RL)	CCS-Richtlinien-Entwurf	CCS-Richtlinien-Entwurf
Stellung im Emissionshandel	-bisher nicht umfasst -Vom Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL erfasst (Anh. I)	-bisher nicht umfasst -Vom Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL erfasst (Anh. I)	-Einseitige Einbeziehung nach der geltenden EmissionshandelsRL möglich (Art. 24) -Vom Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL erfasst (Anh. I)	-Einseitige Einbeziehung nach der geltenden EmissionshandelsRL möglich (Art. 24) -Vom Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL erfasst (Anh. I)	-Einseitige Einbeziehung nach der geltenden EmissionshandelsRL möglich (Art. 24) -Vom Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL erfasst (Anh. I)
Leckagen	Rückgabe der Berechtigungen	Rückgabe der Berechtigungen	Rückgabe der Berechtigungen	Rückgabe der Berechtigungen	Keine Kostenerstattung

Vorschlag zur Änderung der EmissionshandelsRL bedeutet: Vorschlag des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten vom 23. Januar 2008

CCS-Richtlinien-Entwurf bedeutet: Vorschlag für eine Richtlinie (des...) über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinie 85/337/EWG, 96/61/EG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2000/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1012/2006 vom 23. Januar 2008

Tabelle 2: Rechtsrahmen für CCS-Projekte nach der CCS-Richtlinie der EU-Kommission (RL:Richtlini, a.F.: alte Fassung). Quelle Dietrich und Bode(2008).

Akzeptanz von CCS in der Bevölkerung

Neben technischen, ökonomischen und rechtlichen Fragen bei der Umsetzung von CCS-Projekten spielt die Akzeptanz dieser Technologie in der Bevölkerung eine wichtige Rolle. Zurzeit hat CCS in der deutschen Bevölkerung kein Akzeptanzproblem (vergleiche Schumann 2009), da die Technologie

kaum bekannt ist, wenige Informationen vorliegen und sich die Anlagen auf Pilotprojekte abseits großer Ballungszentren beschränken. Ähnliche Ergebnisse liegen auch für andere Länder vor (siehe Ha-Duong et al. 2009). Wie sich allerdings die Einstellung der Bevölkerung gegenüber CCS entwickeln wird, muss sich zeigen, da relevante Fragen wie die Anforderungen an die Betreiber oder die Kompensation im Schadensfall noch nicht geklärt sind (vergleiche Wiedemann 2006). Während einerseits der unmittelbare Nutzen von CCS für einzelne Bürger(innen) relativ begrenzt sein dürfte, kann andererseits das Vertrauen in Betreiber und Ablagerungsareal die Risikowahrnehmung beeinflussen. Fishedick et al. (2008) stellten unterschiedliche Einschätzungen bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen vorgefunden.⁶

CDM und internationale Klimapolitik

Mit der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls haben sich die in Anlage B des Protokolls aufgeführten Industrieländer verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen in der ersten Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012 in absoluter Höhe zu begrenzen.⁷ Das Emissionsziel liegt bei durchschnittlich fünf Prozent Minderung gegenüber dem Niveau von 1990. Da Entwicklungsländer keine Reduktionsverpflichtungen haben, wird in der Klimarahmenkonvention entsprechend von einer gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortung gesprochen.

Zur Erreichung ihrer Ziele haben die Industrieländer verschiedene Möglichkeiten. Neben der Emissionsreduktion im eigenen Land sowie der Möglichkeit, Emissionsrechte aus anderen Anlage-B-Ländern zu kaufen und damit ihr Ziel zu erfüllen, besteht unter dem CDM die Option, durch konkrete Projekte in Entwicklungsländern Emissionsrechte zu generieren und sich diese auf das Emissionsziel anrechnen zu lassen (siehe Artikel 12 im Kyoto-Protokoll). Außerdem sollen mit dieser Option des Erwerbs von Emissionsrechten durch die Industrieländer ausdrücklich auch Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung in den CDM-Gastländern erbracht werden. Definition und Prüfung des Beitrags zur nachhaltigen Entwicklung obliegt der jeweiligen nationalen CDM-Genehmigungsbehörde.

Die Bestimmung der Emissionsreduktion erfolgt bei CDM-Projekten gegenüber einem Referenzszenario, der *baseline*. Der Vergleich der Emissionen im Referenzszenario mit den

⁶ Einen kritischen Blick auf die CCS-Technologie werfen zum Beispiel Greenpeace (2008) und Smid (2009).

⁷ Die Verpflichtungen der Länder der Anlage B des Kyoto-Protokolls präzisieren und verschärfen die Aufgaben der meisten Länder der Anlage 1 der UN-Klimarahmenkonvention.

tatsächlich im Projekt angefallenen ergibt die Emissionsreduktion. Nach einem fest vorgeschriebenen Vorgehen zu Validierung und Zertifizierung der Emissionsminderung können entsprechende Emissionsrechte, sogenannte *Certified Emission Reductions* (CER), generiert werden, die, wie erwähnt, von den Anlage-B-Ländern für die Zielerfüllung verwendet werden können. Voraussetzung für die Validierung ist das Vorliegen einer vom CDM-Aufsichtsrat⁸ genehmigten Methodik zur Bestimmung des Referenzszenarios. Die Methodik gibt vor, wie das Referenzszenario bestimmt wird, also wie die Frage beantwortet werden kann, welche Entwicklung bei Abwesenheit des geplanten CDM-Projekts zu erwarten wäre. Zurzeit liegen bereits etwa 100 genehmigte Methodiken für unterschiedliche Projekttypen vor, zum Beispiel die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, Verringerung von Distickstoffmonoxid (N₂O) oder Fluoroform (HFC-23)-Emissionen.⁹

Da Entwicklungsländer kein Emissionsreduktionsziel haben, werden die CER nicht aus einem vorgegebenen Emissionsbudget der Entwicklungsländer genommen – wie es etwa beim Emissionshandel zwischen Industrieländern der Fall ist –, sondern erhöhen vielmehr die Gesamtzahl der im System vorhandenen Emissionsrechte, die von den Industrieländern zum Erreichen der Emissionsziele verwendet werden können. Um ein Aufblähen des Budgets an Emissionsrechten zu verhindern, sind besondere Anforderungen an die Qualität der CDM-Projekte zu stellen. Nur so kann die Umweltintegrität des Instruments sichergestellt werden, denn auf globaler Ebene führt der CDM zu keiner Emissionsminderung: Durch die Verschiebung der Emissionsrechte von einem Entwicklungsland in ein Industrieland kommt es im besten Fall zu einer Eins- zu- eins-Verlagerung von Emissionen: Einer eingesparten Tonne CO₂ steht eine zusätzliche Tonne CO₂-Emission in einem Industrieland gegenüber. Ist die Qualität eines CER mangelhaft, wird einer faktischen Reduktion von weniger als einer Tonne die zertifizierte Reduktion einer Emission von genau einer Tonne CO₂ in einem Industrieland gegenüberstehen. Formal ist die Qualitätsanforderung dadurch geregelt, dass die Emissionsreduktion im Rahmen des CDM real, messbar, langfristig und zusätzlich zu den Emissionsreduktionen sein muss, die ohne die zertifizierte Projektmaßnahme entstehen würden

⁸ Der CDM-Aufsichtsrat ist die oberste Genehmigungsinstanz für alle Fragen des CDM. Ihm obliegt unter anderem die Genehmigung von neuen Methodiken zur Bestimmung des Referenzszenarios, die Registrierung neuer CDM-Projekte sowie die Ausgabe der zertifizierten Emissionsreduktionen (CER). Für eine genaue Mandatsbeschreibung siehe: <http://cdm.unfccc.int/EB/background.html>. Der CDM-Aufsichtsrat kann zur Wahrnehmung seiner Arbeiten und Aufgaben, Komitees, Panels oder Arbeitsgruppen etablieren. Das *methodology panel* unterstützt etwa den Aufsichtsrat bei Fragen zu Methodiken und entwickelt Richtlinien und Empfehlungen. Einen Überblick über die aktuellen Panels gibt <http://cdm.unfccc.int/Panels/index.html>.

⁹ Für einen aktuellen Überblick siehe: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

(Artikel 12, Absatz 5a und 5b im Kyoto-Protokoll). Größere Probleme gibt es bei der exakten Bestimmung und Überprüfung der Zusätzlichkeit.¹⁰

Trotz des großen Erfolges bei der Anzahl der registrierten Projekte – bisher wurden bereits mehr als 1000 Projekte genehmigt, zahlreiche weitere sind in der Vorbereitung – gibt es auch umfangreiche Kritik am CDM. Ein Kritikpunkt ist die mangelnde Prüfung der Zusätzlichkeit der Projekte durch die zuständigen Gutachter (Schneider 2007). Aber auch der Beitrag einzelner Projekte zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung wurde verschiedentlich kritisiert (Figueres and Newcombe 2007, CAN 2007). Während auf Teile der Kritik durch organisatorische Änderungen – wie die Einrichtung des Registration and Issuance Teams (RIT) – reagiert wurde, werden andere kritische Punkte bislang nur beobachtet. Dies könnte auch bei möglichen Projekten mit CCS der Fall sein.

Kann CCS in den CDM integriert werden?

Da die Prozesskette von CCS-CDM-Projekten sehr lang ist, muss im Vorfeld klar definiert sein, wann überhaupt ein solches Projekt vorliegt. Dies ist vor allem deshalb wichtig, weil diese Projekte auch grenzüberschreitend stattfinden können oder bereits stattfinden.¹¹ Entscheidend für die Analyse ist, dass CCS wie erwähnt nicht als Senke, sondern als Emissionsreduktion an der Quelle einzustufen ist. Dementsprechend lassen sich die in Tabelle 3 genannten Fälle unterscheiden.

Tabelle 3: Mögliche Kombinationen von Abscheidung und Ablagerung in verschiedenen Ländern (basierend auf Bode und Jung 2006).

Fall	Abscheidung	Ablagerung	Kyoto-Mechanismus
1	Anlage-I-Land (z. B. Kanada)	Anlage-I-Land (z. B. USA)	Anlage-I-Vermeidung*
2	Anlage-I-Land (z. B. Russland)	Nicht-Anlage-I-Land (z. B. China)	Anlage-I-Vermeidung*
3	Nicht-Anlage-I-Land (z. B. Mexico)	Anlage-I-Land (z. B. USA)	CDM
4	Nicht-Anlage-I-Land (z. B. China)	Nicht-Anlage-I-Land (z. B. China)	CDM

* Kann inländische Vermeidung und Joint Implementation (JI) beinhalten.

¹⁰ Für die Umsetzung in der Praxis hat der CDM-Exekutivrat ein Tool bereitgestellt. Für die aktuelle Version siehe UNFCCC 2006 (Annex 13).

¹¹ Siehe zum Beispiel das *Weyburn* Projekt, bei dem Kohlendioxid in den USA abgeschieden und in Kanada verpresst wird (vergleiche IPCC 2005).

Alle Fälle, in denen die Abscheidung - die Emissionsreduktion - in einem nicht in Anlage-I aufgeführten Land stattfindet (Fälle 3 und 4), fallen unter den CDM, so dass CER entstehen.¹² Die CCS-Aktivitäten, die eine Lagerung von CO₂ in Anlage-I-Ländern zur Folge haben (Fälle 1 und 2), berücksichtigen die mögliche Endlichkeit (*non-permanence*) der Lagerung: Wiederausstritte aus dem Speicher werden in den nationalen Emissionsinventaren des lagernden Anlage-I-Landes erscheinen und somit in das Gesamtbudget der erlaubten Emissionen eingerechnet. Anders ist dies bei einer Lagerung in Entwicklungsländern. Da diese als Nicht-Anlage-I-Länder keine Emissionsziele haben, werden mögliche Entweichungen aus den Reservoiren in keinem Emissionsbudget berücksichtigt. Dadurch könnte das Emissionsbudget der Anlage-I-Länder künstlich erhöht und die ökologische Integrität des Kyoto-Protokolls gefährdet werden.

CCS und die Probleme bei der Registrierung als CDM-Projekt

Voraussetzung für die Registrierung eines CDM-Projekts ist wie beschrieben eine genehmigte Methode zur Bestimmung des Referenzszenarios, die von den Projektentwickler(inne)n vorzuschlagen ist. Es gab zunächst drei eingereichte Vorschläge:¹³

1) *White Tiger Oil Field Carbon Capture and Storage* Projekt in Vietnam (New Methodology 0167, NM0167), Project Design Document (PPD) fertiggestellt am 1. September 2005;

2) *Capture of the CO₂ from the Liquefied Natural Gas (LNG) complex and its geological storage in the aquifer located in Malaysia* (New Methodology 0168, NM0168), PDD fertiggestellt am 6. Januar 2006;

3) *Anthropogenic Ocean Sequestration by Changing the Alkalinity of Ocean Surface Water (Alkalinity Shift)* (Small Scale Project, SSC038), eingereicht am 28. Dezember 2005.

Keine der eingereichten Methodiken wurde jedoch genehmigt. Mit Unterstützung des *methodology panels* kam der CDM-Aufsichtsrat zu dem Ergebnis, dass keiner der Vorschläge die methodischen und

¹² Unabhängig davon, wo das CO₂ abgelagert wird, können CCS-Projekte, bei denen die Abscheidung in einem Anlage I-Land stattfindet (Fälle 1 und 2), als Verringerung von Emissionen in einem Anlage I-Land angesehen werden, die entweder als inländische Maßnahmen oder als Joint Implementation (JI)-Projekt durchgeführt werden. Beim JI könnte ein drittes Anlage I-Land, in welchem weder CO₂ abgeschieden noch gelagert wird, durch den Kauf von Emissionsreduktionseinheiten am Projekt teilnehmen. Das Land, in dem die Emissionsreduktion stattfindet, ist immer das abscheidende Land und wird wahrscheinlich dem lagernden Land die in Verbindung mit der Lagerung anfallenden Kosten (Lagerung, Monitoring, Risiko des späteren Freisetzens) erstatten.

¹³ Für Details siehe: <http://cdm.unfccc.int/index.html>

buchhalterischen Fragen von CCS-Projekten hinreichend genau beantwortet. Die offenen Fragen wurden in zwei Kategorien unterteilt (*policy or legal issues* und *technical and methodological issues*), die auf unterschiedlichen Ebenen bearbeitet werden müssen. Entsprechend erbat der CDM-Aufsichtsrat Hilfestellung von der Vertragsstaatenkonferenz und/oder einer Expertengruppe (UNFCCC 2006). Neben der Diskussion in Fachkreisen (De Connick 2008, Haines et al 2007, IEA 2007) bat das Sekretariat der UN- Klimarahmenkonvention alle interessierten Parteien und Organisationen, eine Einschätzung zu dem Thema abzugeben. Die Beiträge 14 verschiedener Akteure wurden zusammengefasst und veröffentlicht (UNFCCC 2008). Während in einigen Punkten Einigkeit zu bestehen scheint, werden in anderen Divergenzen sichtbar: Die Bedenken einiger Umweltverbände gelten vermutlich unabhängig vom Ort und damit auch für Projekte in Entwicklungsländern. Auch aus Entwicklungsländern kommen nicht nur unterstützende Signale. So lehnt zum Beispiel Indien, das ein erhebliches CCS-Potenzial hat, CCS-Projekte im Rahmen des CDM ab, da der CDM Beiträge zur nachhaltigen Entwicklung leisten sollte, was mit CCS-Projekten aber nicht erreicht werden könne (Michaelowa et al. im Erscheinen).

Schlussfolgerungen

Mit Blick auf den Klimaschutz ist das dauerhafte Verbleiben des abgeschiedenen CO₂ im Reservoir unerlässlich. Da bis heute wenig Erfahrung mit den Langzeiteigenschaften von CO₂-Speichern vorliegen, ist es enorm wichtig, die Verantwortung für die Langzeitsicherheit der Speicher auch für CDM-Projekte so zu regeln, dass Anreize für die Auswahl von bestmöglicher geologischer Formationen sowie für ein bestmögliche Management der Speicher gegeben werden. Berücksichtigt man die Regelung der EU-Richtlinie über die Verantwortung der Speichersicherheit, ergibt sich folgendes (grobes) Schema für CDM-Projekte (siehe Abbildung 2): Unabhängig von der geplanten technischen Laufzeit des Vorhabens ist nach derzeitigen Regelungen mit der Beantragung auf Genehmigung eines CDM-Projektes die *crediting period* festzulegen. Zwei Optionen stehen hierfür zur Verfügung: 1. einmal zehn Jahre oder 2. sieben Jahre mit der Option der Verlängerung um jeweils zwei weitere sieben Jahre nach erneuerter Prüfung. Während dieser Zeit können CER generiert werden. Nach Beendigung der Verpressung wäre der Speicherbetreiber solange für Wiederaustritte verantwortlich, bis die zuständige Genehmigungsbehörde die Langzeitsicherheit des Speichers feststellt und den Betreiber aus der Haftung entlässt. Nach dem EU-Richtlinienentwurf kann dies frühestens nach 20 Jahren nach Ende der Verpressung erfolgen. Sollte es bis zum Zeitpunkt der Übertragung der Verantwortung zu Wiederaustritten von CO₂ kommen, wären in Analogie zum EU-Richtlinienentwurf durch den Betreiber Emissionsrechte, die im Kyoto-Protokoll definiert sind, also

Assigned Amount Units (AAU), Emission Reduction Units (ERU) oder CER abzugeben. Nur so könnte die Umweltintegrität sichergestellt werden.

Offen ist, was passiert, wenn wider Erwarten nach der Übertragung der Verantwortung CO₂ in die Atmosphäre entweicht. In der EU werden diese Emissionen wie erwähnt über das nationale CO₂-Inventar im Emissionsbudget des jeweiligen Mitgliedsstaates berücksichtigt. Bei Entwicklungsländern ist dies nicht der Fall, da diese eben über kein Emissionsbudget verfügen. Sollte es zu Wiederaustritten kommen, stünde einem CER und damit der Emission von einer zusätzlichen Tonne CO₂ in einem Industrieland keine entsprechende CO₂ Reduktion mehr gegenüber. Sollte ein CDM-Gastland zur kurzfristigen Einnahmensteigerung geneigt sein, auch eher unsichere Speicher für CCS-Projekte freizugeben, könnten daraus weitere negative Folgen für den Klimaschutz entstehen: Bei der Verhandlung von absoluten Emissionszielen, die früher oder später auch jedes Entwicklungsland annehmen werden muss, könnte die Annahme von CO₂-Emissionen aus undichten Speichern den Anlass geben, für ein schwächeres Emissionsziel zu plädieren. Trotz der auch im CDM verankerten Souveränität der Gastländer ist zu prüfen, ob der CDM-Aufsichtsrat oder eine von ihm bestimmte international anerkannte Einrichtung geplante geologische Formationen zur Lagerung auf Basis von Einzelfallentscheidungen freigeben sollte, um eine möglichst sichere Lagerung zu ermöglichen.

In einem strengeren Ansatz könnte CCS unter dem Dach des CDM auch solange verboten werden, bis die Machbarkeit und die langfristige Sicherheit der Speicher geklärt ist (vergleiche SRU 2009). Um Entwicklungsländern dennoch den Zugang zu dieser Technologie zu ermöglichen (etwa für eigene Forschungsvorhaben), wären – bis eine Entscheidung gefallen ist – Abkommen zum Technologietransfer eine Lösung. Der weitere Fahrplan bis zu der Entscheidung, ob und wie CCS unter dem CDM zum Einsatz kommen könnte, ist zurzeit unklar. Zwar wird von Seiten der Industrieländer eine zügige Entscheidung gewünscht, allerdings ist es ebenso möglich, dass diese spezielle Thematik in den aktuellen Klimaverhandlungen zur Nebensache oder zur Manövriermasse im Kontext anderer Verhandlungen innerhalb des Klimaregimes wird.

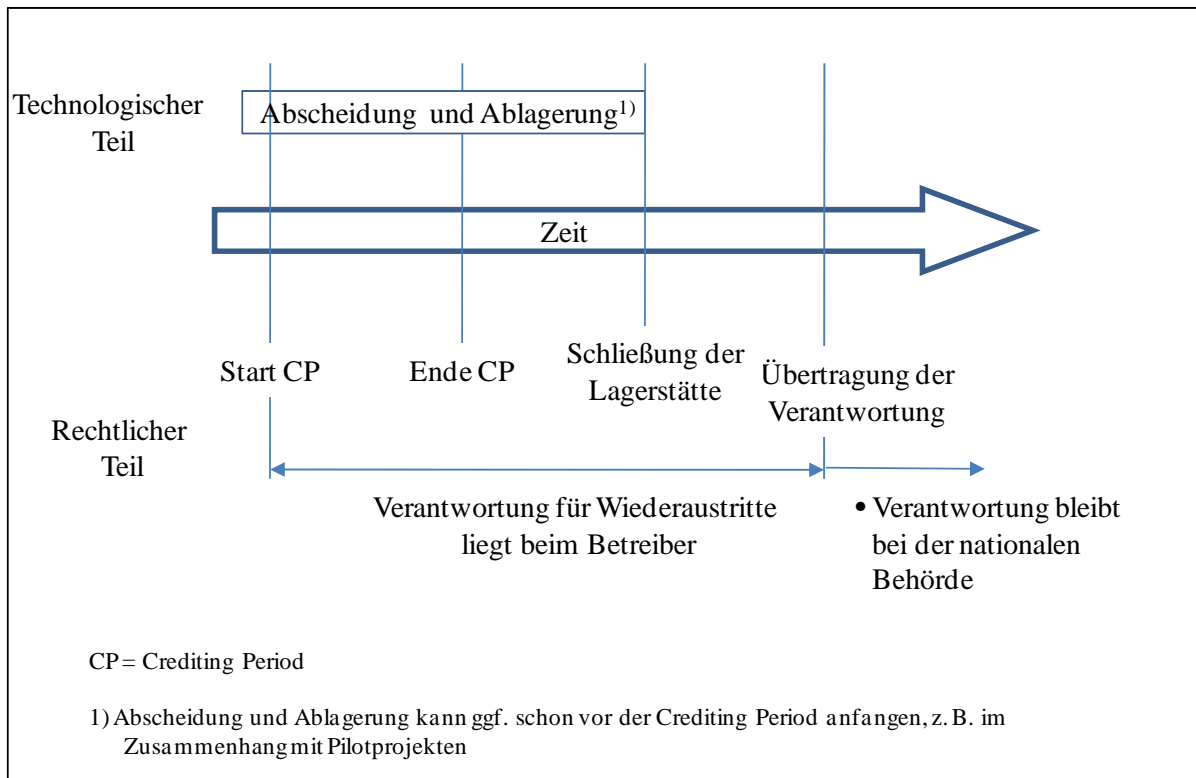


Abbildung 2: Wer bei Wiederaustritten von CO₂ bei CDM-Projekten verantwortlich ist, hängt vom Zeitpunkt der Übertragung der Verantwortung ab.

Literatur

Bode, S. 2006. Long-term greenhouse gas emission reductions – what’s possible, what’s necessary? *Energy Policy* 34: 971–974.

Bode, S. 2007. CO₂-Abscheidung und -Ablagerung: Die Bedeutung von Systemgrenzen für Wettbewerb und Nachhaltigkeit. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 5: 22–24.

Bode, S., M. Jung. 2006. Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS): Liability for non-permanence under the UNFCCC. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* 6: 173–186.

CAN (Climate Action Network). 2007. CAN CDM Position Paper for COP13/COPMOP3, Bali 2007.

De Coninck, H. 2008. Trojan horse or horn of plenty? Reflections on allowing CCS in the CDM. *Energy Policy* 36/3: 929–936.

Dietrich, L., S. Bode. 2008. Der Richtlinienentwurf der Europäischen Kommission zur CO₂-Speicherung – Quo vadis CCS?. *ew - das magazin für die energiewirtschaft* 19:54 -57 .

Dietrich, L., S. Bode. 2005. *CO₂-Abscheidung und Ablagerung (CAA): Ordnungsrechtliche Aspekte und ökonomische Implikationen im Rahmen des EU-Emissionshandels*. HWWA Discussion Paper No. 327.

Figueres, C., K. Newcombe. 2007. *Evolution of the CDM: Toward 2012 and beyond*. ClimateChangeCapital. London.

Fischedick, M. et al. 2008. *Sozioökonomische Begleitforschung zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Carbon Capture and Storage (CCS) auf nationaler und internationaler Ebene*. www.wupperinst.org/de/projekte/proj/index.html?&beitrag_id=841&projekt_id=150&bid=42&searchart (abgerufen am 20.07.2009).

Greenpeace. 2008. *Falsche Hoffnung. Warum CO₂-Abscheidung und -Lagerung das Klima nicht retten werden*. www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/CCS_Studie_False_Hope_2008_d.pdf (abgerufen 20.07. 2009).

Grünwald, R. 2009. CO₂-Abscheidung und -Lagerung im Überblick. Technik, Potenziale, Risiken, Kosten und Regulierung. *GAIA* 18/3: 211-220.

Ha-Duong, M., A. Nadaï, A.S. Campos. 2008. *A survey on the public perception of CCS in France*. Washington.

Haines, M., D. Reeve, D. Russell, A. Ribas, M. Varilek. 2007. *Use of the clean development mechanism for CO₂ capture and storage*. *Greenhouse Gas Control Technologies* 7. Proceedings of the 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies. Vancouver. 1547–1552.

IEA. 2005. *Legal Aspects of storing CO₂*. www.iea.org/textbase/nppdf/free/2005/CO2_legal.pdf (abgerufen am 20.07. 2009).

IEA (International Energy Agency). 2007. *Carbon Capture and Storage in the CDM*. Paris: OECD and IEA, Greenhouse Gas R&D Programme.

IPCC 2005. Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. IPCC Special Report. www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#2 (abgerufen am 20.07.2009).

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. V2, Chapter 5 (CCS). www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html (abgerufen am 24.07.2009).

Michaelowa, A. et al. Unveröffentlicht. A review of the current state and options for reform of the CDM.

Reiner, D., J. Gibbins, S. Holloway. 2008. Bridging technologies: Can carbon capture and storage offer bridge to a sustainable energy future in the UK? In: *Delivering a Low-Carbon Electricity System*. Herausgegeben von M. Grubb, T. Jamasb und M. Pollitt. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 414–442.

RL 85/337/EWG. Richtlinie 85/337/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten. Amtsblatt der EU L 175: 40-48.

RL 2009/29/EG. Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU- Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten vom 23. April 2009. Amtsblatt der EU L 140: 63-87.

RL (EG) 2009/31/EG. Richtlinie (EG) Nr. 2009/31/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid und zur Änderung der Richtlinien 85/ 337/EWG und 96/61/EG des Rates sowie der Richtlinien 2000/60/EG, 2001/80/EG, 2004/35/EG, 2006/12/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006. Amtsblatt L 140/114-135.

Schneider, L. 2007. *Is the CDM fulfilling its environmental and sustainable development objectives? An evaluation of the CDM and options for improvement*. Berlin: Öko-Institut.

Schumann, D. 2009. Public acceptance of carbon dioxide capture and storage – Research approaches for investigating the impact of communication. *GAIA* 18/3: 261–263.

Smid, K. 2009. Carbon dioxide capture and storage – eine Fata Morgana. *GAIA* 18/3: 205–207.

SRU (Sachverständigenrat für Umweltfragen) (Hrsg.). 2009. *Abscheidung, Transport und Speicherung von Kohlendioxid – Der Gesetzentwurf der Bundesregierung im Kontext der Energiedebatte*. Stellungnahme Nr. 13.

UN (United Nations). 1992 *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York, NY: UN. http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/2853.php (abgerufen 05.11.2009)

UNFCCC. 2006. *Recommendation on CO₂ capture and storage as CDM project activities based on the review of cases NM0167, NM0168 and SSC_038, EB 26*. Meeting report, Annex 13. <http://cdm.unfccc.int/EB/index.html#026> (abgerufen 20.07.2009).

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2008. *Synthesis of views on issues relevant to the consideration of carbon dioxide capture and storage in geological formations as clean development mechanism project activities*. FCCC/SBSTA/2008/INF.1.

Wiedemann, P. 2006. Gesellschaftliche Aspekte einer CCS-Strategie: Akzeptanz, Risikowahrnehmung und –bereitschaft. Vortrag auf der *STE/gste-Tagung CO₂-Abscheidung und -Speicherung: Eine Zukunftsoption für die deutsche Klimaschutzstrategie?* Jülich, 11. November.

CV

Sven Bode

Geboren 1974 in Augsburg. Studium des Wirtschaftsingenieurwesens in Hamburg, danach wissenschaftliche Mitarbeit am Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archiv (Schwerpunkt internationale Klimapolitik). 2004 Promotion an der Universität Hamburg über die Ausgestaltung des internationalen Klimaregimes. Seit 2007 Head of Research am arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik, Hamburg. Expert Reviewer des *IPCC Special Reports on CCS*.