

Risiken der Verpressung von Kohlendioxid unter der Nordsee

Zusammenfassung der Geowissenschaftlichen Kurzstudie von Dr. Ralf Krupp zu den Auswirkungen von Offshore-CCS im Auftrag des BUND e.V.

Stand: 19. August 2011

Die Pläne zur Abscheidung und dauerhaften Lagerung von CO₂ mittels des CCS-Verfahrens haben in Deutschland starke Proteste ausgelöst. Mit der CCS-Technologie (Carbon Capture and Storage) soll etwa ab 2030 das Kohlendioxid vor allem aus Kohlekraftwerken abgeschieden und dann für Tausende von Jahren in geeigneten unterirdischen Gesteinsformationen gelagert werden, um es damit „klima-unschädlich“ zu machen. Insbesondere in den Regionen in Norddeutschland, Brandenburg und Sachsen-Anhalt, wo eine Endlagerung von Kohlendioxid geologisch in Frage kommt bzw. Versuche dazu geplant sind, wehrt sich die Bevölkerung. Nach den Protesten von BürgerInnen und Umweltverbänden haben die betroffenen Bundesländer darauf bestanden, für ihr jeweiliges Gebiet CO₂-Lager per Gesetz ausschließen zu können. Eine entsprechende Klausel fand Eingang in das CCS-Gesetz, das am 23. September 2011 im Bundesrat zur endgültigen Entscheidung ansteht.

Die mangelnde Akzeptanz für die unterirdische CO₂-Verpressung an Land rückt die Option der Offshore-Lagerung (vor allem unter der Nordsee) stärker in den Fokus: Würde das Kohlendioxid unter dem Meer gelagert, so hofft man, löst dies das Akzeptanz-Problem und erhöht die Sicherheit, weil die Lagerung dann nicht unter bewohntem Gebiet stattfindet. Zudem liegt die Entscheidungshoheit außerhalb der 12-Meilen-Zone beim Bund, so dass ein Vetorecht der Bundesländer nicht greifen würde. Die EU subventioniert mehrere CCS-Demonstrationsprojekte, die bis 2015 errichtet werden sollen. Viele diese Projekte sehen eine Offshore-Lagerung des Kohlendioxids vor. Auch die Nordsee wird daher in Forschungsprojekten auf ihre Eignung für CO₂-Lagerung und deren mögliche ökologischen Folgen untersucht.¹

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) warnt bereits seit langem vor den Risiken und unkalkulierbaren Nebenwirkungen dieser unerprobten Technologie. CCS wirft Sicherheitsfragen auf, die auf absehbare Zeit nicht zu beantworten oder gar zu lösen sind. Das betrifft zum Beispiel die langfristige Dichtheit der unterirdischen Lagerstätten und die Gefährdung der Grundwasservorkommen. Der Nutzen für den Klimaschutz ist, selbst wenn CCS funktionieren würde, mehr als fraglich. Denn durch den energieintensiven Abscheide-, Transport- und Verpressungs-Prozess wird zusätzliches CO₂ produziert, so dass effektiv nur etwa 60 Prozent weniger Kohlendioxid in die Atmosphäre gelangen würde. Damit sind Kohlekraftwerke mit CCS für die langfristige Energieversorgung immer noch zu emissionsintensiv, um mit den nationalen und internationalen Klimaschutzzielen vereinbar zu sein.²

Dennoch plant die Bundesregierung mit der Verabschiedung des CCS-Gesetzes den Einstieg in diese Risikotechnologie und vernachlässigt dabei die gebotene Vorsorge für Mensch und Umwelt sträflich. Die spezifischen Risiken der Offshore-Lagerung von Kohlendioxid bleiben in dem Gesetzentwurf ebenfalls unberücksichtigt. Es besteht Anlass zur Sorge, dass die CCS-Technologie – ob unter dem Meeresgrund der Nordsee oder an Land – eingeführt wird, ohne mögliche Risiken ausreichend untersucht zu haben. Auch für Offshore-CCS fehlen grundlegende Erkenntnisse zu den möglichen Auswirkungen der CO₂-Verpressung sowie zum Erkennen und Beseitigen von Schäden. Mit der vorliegenden Studie liefert der BUND einen Anstoß für die kritische Auseinandersetzung mit diesem Themenkomplex.

¹ S. Forschungen im Rahmen des ECO2-Projekts: www.eco2-project.eu

² Vgl. hierzu die BUND-Position zu CCS, die BUND-Stellungnahme zum CCS-Gesetz und die „Geologische Kurzstudie zu den Bedingungen und möglichen Auswirkungen der dauerhaften Lagerung von CO₂ im Untergrund“, Ralf Krupp (2010) im Auftrag des BUND. Abzurufen unter: http://www.bund.net/bundnet/themen_und_projekte/klima_energie/co2_endlagerung/

Die Ergebnisse der Studie

Potentielle Lagerstätten:

Geologisch geeignete Lagerstätten befinden sich vor allem in der Deutschen Bucht, von den Nordfriesischen Inseln rund 150 km seewärts (Abb. 17 der Studie). Neben einem Cluster im Bereich der Wesermarsch sind dies die wichtigsten potentiellen Lagerkapazitäten für CO₂ in Deutschland. Dabei handelt es sich um sogenannte saline Aquifere, also salzwasserführende poröse Gesteinsschichten, die mindestens in etwa 800 Metern Tiefe liegen müssen und eine mächtige Deckschicht als Barriere aufweisen, und damit als mögliche CO₂-Lagerstätten in Frage kommen. In der Nordsee befindet sich rund ein Drittel (1,9 – 4,5 Mrd. t) der bisher insgesamt geschätzten deutschen Lagerkapazitäten. Der deutsche Nordseesektor ist vergleichsweise wenig geologisch untersucht. Abgesehen von der Eignung zur CO₂-Lagerung müssten für diesen Teil der Nordsee auch Nutzungskonkurrenzen durch mögliche vorhandene Gas- und Ölvorkommen in Betracht gezogen werden. Für das Verpressen deutscher CO₂-Abfälle kommen weiter entfernte Lagerstätten wie etwa das norwegische Sleipner-Feld oder britische Offshore-Lager aus Kostengründen (Investitionskosten für das Pipelinenetz und Energieaufwand zum Transport) vermutlich nicht in Frage.

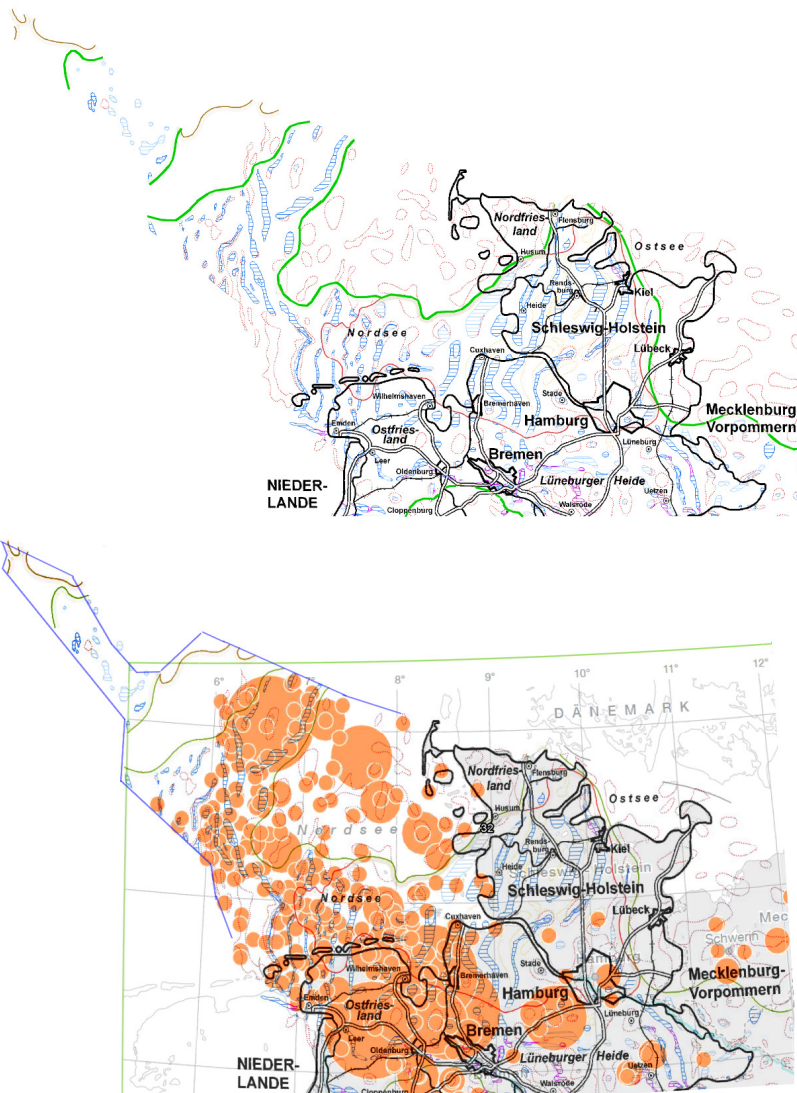


Abb. 17 – Oben: Salzstrukturen und potentielle CO₂-Speicher in der deutschen Nordsee. Die grüne Linie grenzt die potentiell geeigneten Salzstrukturen (sog. Salzkissen, braun gepunktete Umrisse) von ungeeigneten ab.

Unten: Karte überlagert mit Darstellung bisher identifizierter Lagerstätten (orangene Kreise) nach Daten des BGR.
 Kartenquellen: LBEG (2011) und Greenpeace (2011 b)

Rechtliche Rahmenbedingungen – Natur und Umweltschutz:

In der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), das heißt dem Gebiet jenseits der 12-Meilen-Zone, gelten vor allem internationale Rechtsabkommen. Das sind u.a. das internationale Seerechtsübereinkommen, die OSPAR-Konvention und die europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Deren Anforderungen an den Schutz der Meeresumwelt müssen bei der Anwendung von CCS in der Nordsee berücksichtigt werden. Insbesondere die FFH- und die Vogelschutz-Richtlinie der EU haben im Gebiet der deutschen Nordsee eine herausragende Bedeutung, sind sie doch die Rechtsgrundlage für die ausgewiesenen Natura-2000-Schutzgebiete. Anhand der Abbildungen (Abb. 17 und 22) wird deutlich, dass die möglichen CO₂-Lagerstätten vor allem in ausgewiesenen Natura-2000-Gebieten (östliche Deutsche Bucht und Sylter Außenriff) liegen würden. Aufgrund der großflächigen unterirdischen Druckausbreitung bei der CO₂-Verpressung könnte auch das Wattenmeer, zugleich UNESCO-Weltnaturerbe und deutscher Nationalpark, betroffen sein.

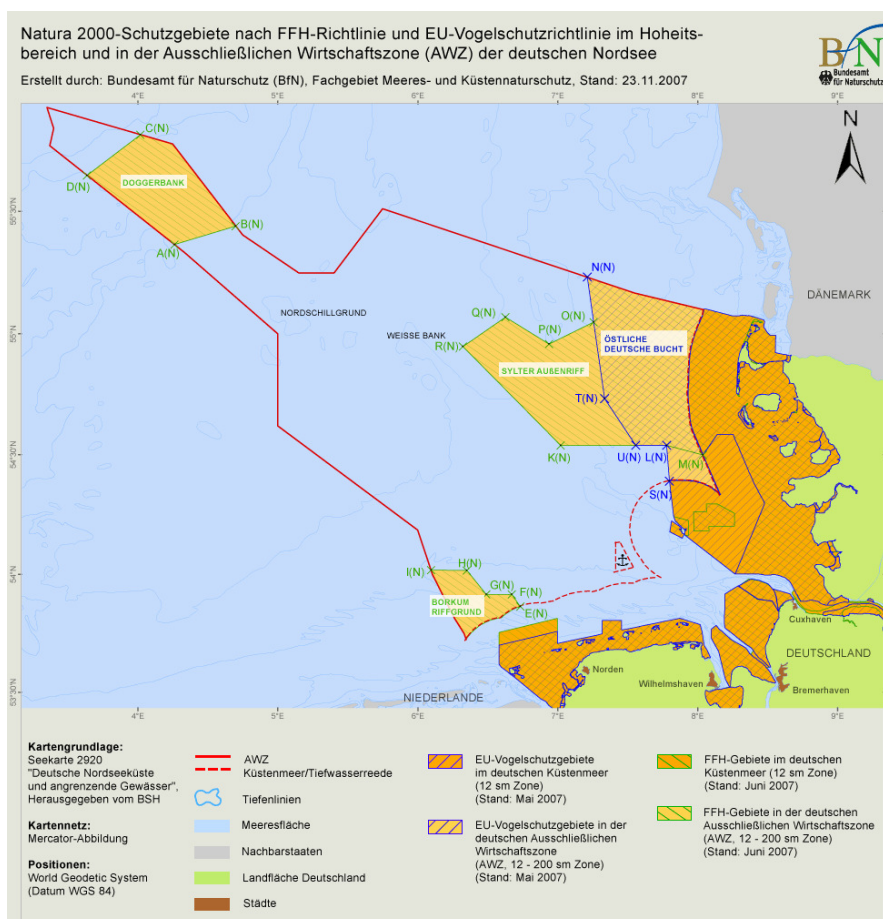


Abb. 22 – Natura 2000 Schutzgebiete in der Nordsee (BfN, 2011)

Mögliche Umweltauswirkungen:

Verdrängung von Formationswasser bedroht Meeresumwelt

Das zentrale Problem bei der Kohlendioxid-Verpressung besteht in der Verdrängung des salzhaltigen Formationswassers aus dem Speichergestein. Wird das CO₂ mit hohem Druck in die unterirdischen Gesteinsformationen injiziert, wird das dort vorhandene Salzwasser zwangsläufig verdrängt. Diese Formationswässer würden, um einen Druckausgleich herzustellen, zum Meeresboden aufsteigen und könnten so in

das Meerwasser gelangen. Der Druck im Untergrund wird durch die CO₂-Verpressung noch in einem Radius von größenordnungsmäßig 100 km signifikant erhöht, so dass auf dieser Fläche ein Austreten der Formationswässer möglich ist. Pro 0,6 Tonnen verpresstem CO₂ wird rund ein Kubikmeter dieser hochkonzentrierten (bis zu 350 kg Salz pro Kubikmeter) und dichten (1.200 kg/ m³) Formationswässer verdrängt. Dieses Formationswasser entspricht im Wesentlichen dem Lagerstättenwasser, das auch bei der Öl- und Gas-Förderung anfällt und welches trotz Reinigungsgängen bereits in erheblichem Maße zur Verschmutzung der Nordsee beiträgt. Würde CCS in großem Maßstab angewendet und – dem Potential der Nordseelagerkapazitäten entsprechend – ein Drittel des CO₂ aus den deutschen Kohlekraftwerken Offshore verpresst, würden pro Jahr rund 430 Millionen Kubikmeter Formationswasser verdrängt. Das entspricht fast dem jährlichen Volumen des in der gesamten Nordsee anfallenden Lagerstättenwassers aus der Öl- und Gasförderung. Die Formationswässer unterscheiden sich allerdings erheblich vom Meerwasser, denn sie enthalten deutlich mehr organische Stoffe, Salze, Schwermetalle und natürliche Radionuklide. Diese anoxischen, d.h. weitgehend sauerstofffreien Wässer würden (im Gegensatz zu Lagerstättenwasser aus der Ölförderung) völlig unbehandelt am Meeresboden austreten. Sie würden den dort lebenden Pflanzen und Organismen schweren Schaden zufügen, der den Auswirkungen der Eutrophierung (d.h. der durch menschlichen Nährstoffeintrag bedingten Sauerstoffreduzierung) gleichkommt. Der durch Eutrophierung bereits kritische Zustand der Deutschen Bucht könnte sich also durch CCS deutlich verschlechtern, wenn sich anoxische Formationswässer am Boden ausbreiten. Bodennahe Lebewesen, aber auch Fische, deren Laichgründe sowie andere geschützte Habitate wie Riffe und Sandbänke wären potentiell gefährdet.

Auch die Trinkwassergewinnung in Küstennähe kann gefährdet werden

Die Druckauswirkungen in der Größenordnung eines 100 km-Radius könnten auch das Festland erreichen. Saline Formationswässer könnten so auch in Richtung Festland abgedrängt werden und dort aufsteigen. Dies gefährdet küstennahe Trinkwasservorkommen, die durch Untergrundwässer versalzen könnten.

Folgen von CO₂-Austritten

Die möglichen Folgen von CO₂-Austritten auf die Meeresumwelt sind bislang kaum erforscht. CO₂-Leckagen können nicht ausgeschlossen werden, da Wissenschaft und Technik bis heute keine Methoden kennen, um die dauerhafte Dichtheit potentiell geeigneter Gesteinsformationen zu ermitteln. Die für das Klima kritische CO₂-Austritts-Grenze durch Leckagen liegt bei 0,01 Prozent des Speicherinhalts pro Jahr. Für die Meeresumwelt wird das Entweichen noch geringerer CO₂-Mengen bereits als potentiell gefährdend gesehen. Demnach darf der natürliche CO₂-Fluss am Meeresboden nicht um mehr als zehn Prozent ansteigen, woraus sich eine deutlich niedrigere tolerierbare Leckageschwelle als an Land ergibt.

Zusätzliche Gefahr droht durch Schadstoffe, die in dem verpressten Kraftwerks-Kohlendioxid enthalten sind sowie zusätzlich durch die Anreicherung des CO₂ im Untergrund mit dort natürlich vorhandenen Gasen. Dieses Gemisch würde bei CO₂-Leckagen ebenfalls austreten. Aufgrund des hohen Drucks im Lagergestein ist das Risiko möglicher CO₂-Blowouts während der Speichertätigkeit am größten. Wie Erfahrungen in anderen Bereichen zeigen, ist auch das sichere Verschließen von Bohrlöchern eine große Herausforderung. Beispiele wie das Desaster der „Deep Water Horizon“ im Golf von Mexiko oder des immer noch aktiven Gas-Blowouts in der britischen Nordsee zeigen, dass das Beenden großer Blowouts mehr als schwierig ist.

Lärmeintrag durch Erkundung und Errichtung der Anlagen

Die Errichtung der Infrastruktur für CO₂-Verpressstationen ähnelt dem Aufwand für Erdöl- oder Erdgas-Plattformen auf See. Ein weiträumiges Pipelinennetz müsste verlegt werden, um das CO₂ von den Emissionsquellen (Kraftwerke, evtl. Industrieanlagen) in die Offshore-Lagerstätten zu transportieren. Der Lärmpegel in den CCS-Bereichen der Nordsee würde während der Erkundungsphase mit seismischen Verfahren und bei der Errichtung der Anlagen deutlich ansteigen. Der Lärmeintrag hat bereits ein für Meerestiere kritisches Niveau erreicht. Insbesondere geschützte Arten wie Schweinswale und Robben könnten gestört und vertrieben werden.

YEAR 2050 - 20374km network - 28.9 billion EUR cumulative investment

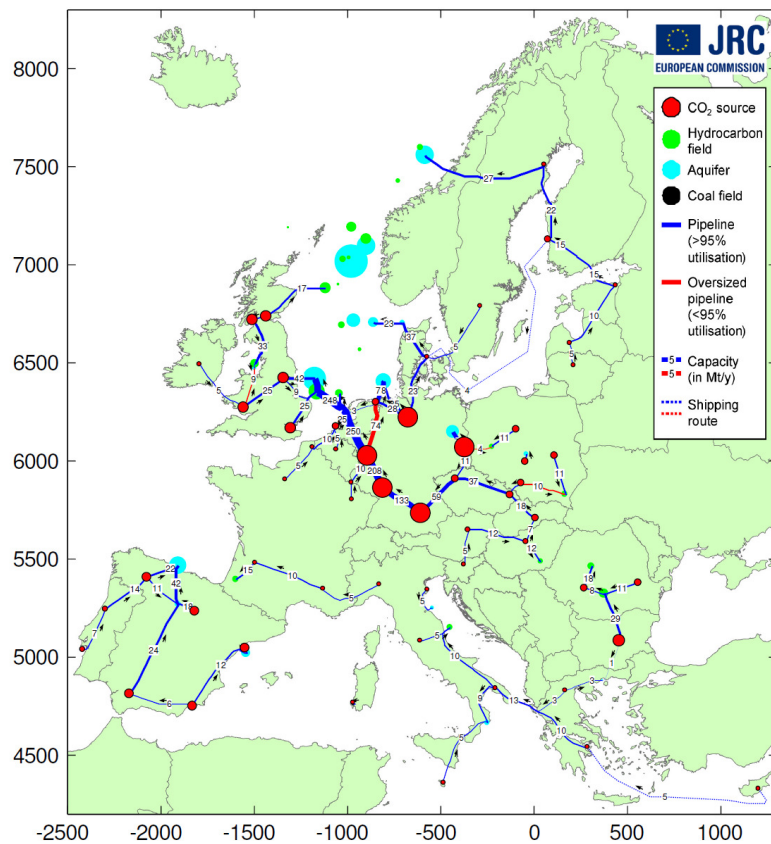


Abb. 21 – Vision der Europäischen Kommission für ein CO₂-Pipeline-System im Jahr 2050. (Morbee et al. 2010)

BUND-Fazit

Auf Grund der möglichen Risiken darf der Sicherheit von CO₂-Lagerstätten unter dem Meer nicht weniger Gewicht beigemessen werden als an Land. Die Folgen eines Austritts von Formationswässern und CO₂ auf die Meeresumwelt wären potentiell gravierend. Dies müsste vor jeglicher Anwendung von Offshore-CCS grundsätzlich ausgeschlossen werden. Wie auf dem Festland fehlen jedoch geeignete Methoden, um die langfristige Dichtheit von Speichern prognostizieren zu können. Ebenso fehlen die Instrumente, um CCS-Lagerstätten ausreichend überwachen zu können und so das Austreten von CO₂ und Untergrundwässern zu erkennen. Ebenso fehlen Methoden, um mögliche Störfälle beheben zu können. Die wahrscheinlichen Beeinträchtigungen der Meeresumwelt und Gefährdung der Naturschutzziele in der Deutschen Bucht und darüber hinaus durch Offshore-CCS verbieten daher die Anwendung dieser Technologie in der Nordsee.

Kontakt und weitere Informationen:

BUND für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
 Bundesgeschäftsstelle
 Tina Löffelsend
 Leiterin Klima, Wirtschaft und Finanzen
 Am Köllnischen Park 1
 10179 Berlin
 Tel.: 030/2 75 86-481
tina.loeffelsend@bund.net
www.bund.net

BUND-Projektbüro Meeresschutz
 Nadja Ziebarth
 Meeresschutzreferentin, Leiterin des Projektbüros
 Am Dobben 44
 28203 Bremen
 Tel: 0421/ 79002-32
nadja.ziebarth@bund.net