

Kohlendioxid in den Untergrund?

Hokus Pokus CO₂- Verpressung

Das Verbrennen von Öl, Kohle und Gas verändert unser Klima. Immer mehr Kohlendioxid (CO₂) reichert sich in der Atmosphäre an und heizt unsere Erde auf. Die Folgen bekommen wir immer häufiger zu spüren: Im Jahr 2002 brachten sintflutartige Regenfälle die Elbe zum Überlaufen. Ein Jahr später drohte die gleiche Elbe aufgrund anhaltender Hitze und Dürre trocken zu fallen.

Der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Sonne, Wind und Geothermie, Steigerung der Effizienz und Energiesparen sind die Werkzeuge zur Minderung der Folgen des Klimawandels. Neben diesen von Greenpeace unterstützten Klimaschutz-Technologien werden von der Industrie und einigen Regierungen eine weitere Technologie voran getrieben: CO₂-Verpressung. Mit ihrer Hilfe soll Kohle „sauber“ werden, soll CO₂ den Schornsteinen großer Kraftwerke entzogen und im Untergrund gelagert werden. Industrie und Regierungen versprechen sich davon, trotz weiterer Kohlenutzung große Mengen CO₂ der Atmosphäre dauerhaft entziehen zu können. Dieser Weg führt in eine Sackgasse, denn die Ursache der Klimaerwärmung wird mit dieser Technologie weiterhin nicht beseitigt.

Hintergrund

Im Jahr 1992 unterschrieben 167 Staaten die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen mit dem Ziel, „die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird“ (Artikel 2 der Klima-

rahmenkonvention). Im Kyoto-Protokoll verpflichten sich die Industrieländer, in der ersten Verpflichtungsperiode 2008-2012 die Emissionen um 5,8% (die Bundesrepublik um 21%) zu verringern. Bislang ist die Vereinbarung noch nicht in Kraft getreten, da Russland und /oder die USA das Protokoll noch nicht unterschrieben haben. Von den sechs im Protokoll aufgenommenen Treibhausgasen - Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid (Lachgas) und drei verschiedene Fluorverbindungen - hat Kohlendioxid mit etwa 64% den größten Anteil. Beim Verbrennen von Öl, Kohle und Gas wird es in riesigen Mengen freigesetzt und reichert sich in der Atmosphäre an. Zur Stabilisierung des Klimas müssten die Industrienationen nach Ansicht führender Klimawissenschaftler den Ausstoß von Treibhausgasen bis zur Mitte dieses Jahrhunderts um 80% verringern.

In Anbetracht der enormen Menge an einzusparendem Kohlendioxid (CO₂) setzt die fossile Energieindustrie auf einen neuen Weg, die sogenannte CO₂- Verpressung (-,sequestration“), oder abgekürzt „CCS“ („carbon capture and storage“): Das bei der Verbrennung oder Vergasung fossiler Energieträger in Kraftwerken entstehende Kohlendioxid wird aufgefangen und konzentriert (CO₂ „capture“), transportiert, und in geeigneten Lagerstätten gespeichert (CO₂ „storage“). Als mögliche Lagerstätten werden geologische Speicher wie leere Öl- und Gasfelder, tiefe Salzwässer führende, durchlässige Gesteinsformationen („salinare Aquifere“) oder tiefe Kohleflöze, aber auch der Ozean untersucht. Die theoretischen Speicherkapazitäten sind enorm. Sie übersteigen die weltweiten CO₂-Emissionen um ein vielfaches.

Geschätzte Kapazitäten* weltweit:

- Leere Öl- Gasfelder 800 Gt CO₂
- Salinare Aquifere bis 10000 Gt CO₂
- Nicht abbaubare Kohleflöze 40 Gt CO₂
- Salzstöcke 15 Gt CO₂

[* Abschätzung der International Energy Agency (IEA) 2001, in Gigatonnen Kohlendioxid]

Das enorme Speicher- Potential von Kohlendioxid wird deutlich, wenn die Kapazitäten in Bezug zu den weltweiten CO₂-Emissionen (24 Gt im Jahr 2001) gesetzt werden. Die CCS- Technologie wird zur Zeit von weltweit führenden Experten evaluiert und in einem Spezialreport des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change der UN) zusammen gefasst. Der Bericht wird 2005 erscheinen.

Geologische CO₂- Speicher

Sollen große Mengen CO₂ gelagert werden, müssen diese in Gesteinsschichten verbracht werden, die in mehr als 800 Meter Tiefe unter der Oberfläche liegen. Ist CO₂ erst einmal in solch einer Tiefe, sorgt dichtes, undurchlässiges überlagerndes Gestein im Idealfall für dauerhafte Speicherung.

- Leere Öl- Gasfelder

Öl- und Gasfelder sind von allen möglichen Reservoiren am besten untersucht und charakterisiert. Sie besitzen undurchlässige Deckgesteine und haben bewiesen, dass sie Öl und Gas über geologische Zeiträume effektiv speichern. Nach Beendigung der Öl- und Gasförderung bieten sich die leeren Reservoirs als CO₂-Speicher an. Durch die Förderung von Öl und Gas ist die Infrastruktur für die spätere Verpressung von CO₂ bereits vorhanden. In vielen Ländern wird CO₂ bereits routinemäßig von der Öl- und Gasindustrie zur Erhöhung der Produktionsraten in bestehende Felder injiziert (EO/GR, „enhanced oil/gas recovery“).

Hauptproblem bei der Nutzung leerer Öl- und Gasfelder als CO₂-Speicher sind die vielen Bohrungen, die während der Explorations- und Produktionsphase nieder gebracht wurden. Die-

se mögen zwar versiegelt worden sein, sicherlich jedoch nicht mit säurebeständigem Zement, wie er für die Nachnutzung als CO₂-Speicher notwendig wäre. Es gibt keine Erfahrungen bezüglich der Beständigkeit gegenüber CO₂-Lösungen, die im Gegensatz zu Öl und Gas sehr aggressiv sind. Vor allem alte (verfüllte, aber auch unverfüllte!) Bohrlöcher stellen somit ein Sicherheitsrisiko dar. Sie müssten regelmäßig überwacht und gegebenenfalls neu abgedichtet werden. Für viele Fachleute ist die Frage nicht, ob eine Leckage auftreten kann, sondern wann sie auftreten wird.

- Salinare Aquifere

Die wohl wichtigste Formation, in die CO₂ verpresst werden könnte, sind tiefe salinare Aquifere. Sie bieten das größte Speichervolumen und sind geographisch weit verbreitet. Im Gegensatz zu Öl- und Gasfeldern sind sie im allgemeinen nicht gut geologisch erfasst und charakterisiert, sind aber auch nicht durch frühere Bohrungen gestört.

Beim Einpressen von CO₂ werden die hochkonzentrierten Salzlösungen aus dem durchlässigen Gestein verdrängt. Die Salzlösungen, aber auch Mischungen aus Salzlösung und CO₂ oder reines CO₂ wandern und könnten letztendlich weit entfernt vom Ort der einstigen Einbringung entlang von Störungszonen aufsteigen, in Frischwasserzonen eindringen oder an die Oberfläche gelangen. Vorbeugende Überwachung ist schwierig denn werden CO₂-Austritte an der Oberfläche erst einmal nachgewiesen, ist der Schaden bereits lange eingetreten.

Salinare Aquifere sind ebenfalls potentielle geothermale Ressourcen. Einspeisung von CO₂ in einen salinaren Aquifer erschwert eine spätere geothermische Nutzung, denn das enthaltene CO₂ müsste erneut entsorgt werden.

- Nicht abbaubare Kohleflöze

Große Mengen Methan sind an Kohle gebunden und werden beim Abbau frei gesetzt. Methan (CH₄) ist ein Gas, das in höheren Konzentrationen zum Ausbruch von schlagartigen Explosionen führen kann und daher im Kohlebergbau gefürchtet ist. Im aktiven Bergbau wird Methan deshalb abgesaugt und an die Oberfläche abge-

leitet wo es als Treibhausgas zur Klimaerwärmung beiträgt.

Methan ist aber auch ein Energieträger. Deshalb wird er immer häufiger aus tiefen, nicht abbaubaren Kohleflözen gefördert. Diese Technik heißt abgekürzt CBM („coal bed methane“). Zur Erhöhung der Methangewinnung kann CO₂ in die Kohleflöze eingeleitet werden (ECBM = „enhanced coal bed methane“). CO₂ hat die Eigenschaft, dass es gegenüber Methan (CH₄) bevorzugt an Kohle gebunden wird. Das ursprünglich an der Kohle angelagerte Methan wird dabei frei gesetzt und zur weiteren Nutzung abgesaugt.

ECBM ist eine noch nicht ausreichend erforschte Technologie. Der Austausch von CO₂ durch CH₄ kann ein Aufquellen der Kohle verursachen und zu Brüchen in den überlagernden führen. Technisch problematisch ist die häufig geringe Durchlässigkeit der Kohle, die die Injektion ausreichender Mengen CO₂ verhindert. Viele Bohrungen wären nötig, sollten größere Mengen Kohlendioxid gespeichert werden.

- Salzstöcke

Salz wird aufgrund seiner großen Barrierequalitäten seit langem als Medium zur Lagerung unterschiedlichsten (auch radioaktiven) Abfalls beworben. Verschwiegen wird meist, dass unkontrollierte Wassereinträge auch in Salzbergwerken vorkommen können. Werden darüber hinaus noch Hohlräume in Salzkavernen geschaffen, generiert dies zusätzlich problematische Abwässer. Salzbergwerke lassen sich weitaus sinnvoller, zum Beispiel für Dokumentenarchive, nutzen.

Spezialfall Ozeanspeicherung

Ozeane sind natürliche Speicher für Kohlendioxid. Sie stehen in direktem Kontakt und Austausch mit der Atmosphäre. Die globale Speicherkapazität der Meere wird auf etwa 1000-10.000 Gt Kohlenstoff geschätzt. Prognosen gehen davon aus, dass die Speicherdauer bis zu 1000 Jahre betragen kann, das heißt, die Speicherung ist nicht dauerhaft und CO₂ gelangt zurück in die Atmosphäre.

Gegenwärtig werden zwei Formen von CO₂-Speicherung im Meer untersucht: A) Bei der physikalischen Speicherung wird CO₂ direkt in das Meer eingeleitet. B) Bei der biologischen Speicherung wird mithilfe von Düngezugaben (vorwiegend Eisensulfatlösungen, also Dünn säure) auf die Meeresoberfläche die natürliche biologische Kohlenstoffaufnahme durch einzellige Algen (Phytoplankton) genutzt.

Die Umweltfolgen beider Technologien sind katastrophal. Die direkte Einleitung von Kohlendioxid führt zu einer Versauerung des Meerwassers. Insbesondere in der Nähe der Injektionsstellen kann der pH-Wert auf bis zu 4 absinken. Ein Wert, der für viele marine Organismen tödlich ist. Besonders marines kalkschaliges Plankton, das am Anfang von Nahrungsketten steht, reagiert sehr empfindlich auf Änderungen des pH-Wertes. Durch die große Wassersäule ließen sich auch CO₂-Seen an Tiefseeböden anlegen. Bodenlebende Organismen würden ersticken.

Im Falle der Ozeandüngung führt explosionsartiges Wachstum von Algen auf großen Flächen zu einer extremen Störung des ökologischen Gleichgewichtes der oberflächennahen Meeresschichten. Sinken die abgestorbenen Algenteppiche später auf den Meeresboden ab, zersetzen Bakterien das organische Material. Dabei wird dem Meerwasser Sauerstoff entzogen, Methan bildet sich. Auch hier gilt: am Boden lebende Organismen, die auf Sauerstoff angewiesen sind, ersticken.

Die rechtliche Situation der Ozeanspeicherung ist noch ungeklärt. Nach der „London Dumping Convention“ ist das Verbringen von Abfällen und Chemikalien in die Meere, auf oder unter den Meeresboden verboten. Die entsprechenden Gesetze müssten für die Lagerung von Kohlendioxid geändert werden. Bestrebungen dazu sind im Gange.

Lagerung nicht ohne Risiko

Das größte Risiko bei der Lagerung von CO₂ in der Tiefe sind Leckagen, die zu einem Freisetzen von Kohlendioxid führen.

Aus einem Speicher austretendes CO₂ oder durch CO₂ verdrängte salzreiche Lösungen

können unterirdisch transportiert werden und auch Frischwasserreservoirs gefährden. Solche Prozesse verliefen über sehr lange Zeiträume von mehreren Tausenden bis Zehntausenden von Jahren. Im Gegensatz dazu kann ein CO₂-Freisatz aus einem defekten oder unversiegelten Bohrloch sehr schnell vonstatten gehen.

An und für sich ist Kohlendioxid ein ungiftiges Gas, das mit etwa 0,04 Prozent in unserer Atemluft enthalten ist. Mit steigenden Konzentrationen jedoch nimmt der für uns lebenswichtige Sauerstoffgehalt der Luft ab. Und das ist die eigentliche Bedrohung. Luft mit Konzentrationen von 7-8 Volumenprozent CO₂ führt nach 30 bis 60 Minuten zum Tode durch Erstickten.

Gesundheitsgefährdungen treten besonders dann auf, wenn große Mengen CO₂ schlagartig frei gesetzt werden. Obwohl Kohlendioxid sich nach dem Austritt schnell verteilt, kann es sich dennoch in landschaftlichen Senken, oder unter Wohngebieten, in Kellern von Häusern anreichern, da Kohlendioxid-Gas schwerer ist als Luft.

Die Gefahren solcher Austritte sind von natürlichen vulkanischen CO₂ Entgasungen zum Beispiel in Süditalien oder am Mammoth Mountain in den USA bekannt. Dort starben in einer Hütte übernachtende Skiläufer durch austretendes Kohlendioxid.

Austritt von CO₂ ob explosionsartig in kurzer Zeit oder diffus über lange Zeiträume, führt letztendlich auch zu Klimaschäden, die durch die Lagerung eigentlich verhindert werden soll.

Politisches Zögern beim Klimaschutz hilft CCS

Immer deutlicher wird, dass die im Kyoto-Protokoll eingegangenen Reduktionsverpflichtungen mit dem Ausbau erneuerbarer Energien und Steigerung der Effizienz und Energiesparen von vielen Staaten nicht erreicht werden. Mangelnder politischer Wille und der Druck der Kohle- und Öllobby verhindern den dringend notwendigen Umbau der Energiewirtschaft.

In Deutschland werden derzeit die Weichen für den zukünftigen Kraftwerkspark gestellt. 20.-40.000 MW Kraftwerksleistung müssen in den

kommenden Jahren altersbedingt erneuert werden. Bei einer durchschnittlichen Betriebsdauer von etwa 40 Jahren wird die Ausgestaltung des Energiemixes über unser zukünftiges Klima mitentscheiden. Setzt die Bundesregierung weiter auf Kohle, werden zukünftige Klimaschutzziele nicht erreicht. Es sei denn, die Industrie setzt auf die Lagerung von Kohlendioxid. Die Zeche zahlen künftige Generationen, die das Risiko dieser Technologie tragen.

Momentan ist die CCS-Technologie noch weit davon entfernt, einsetzbar zu sein. Eine ganze Reihe von Technologie- und Sicherheitsfragen sind noch ungeklärt, die Kosten sind hoch.

- Die Rückhaltung und Aufkonzentration von CO₂ in einem Kraftwerk ist sehr teuer und erhöht die Stromgestehungskosten um etwa 40-80%.
- Die Rückhaltung und Aufkonzentration von CO₂ reduziert den Wirkungsgrad eines Kraftwerkes um acht bis 14%, das heißt, für eine konstante Menge Strom erhöht sich der Einsatz fossiler Brennstoffe um bis zu 30%.
- Die Lagerung von CO₂ erzeugt Kosten, die Generationen übergreifend fortauern. CO₂-Speicher müssen langfristig überwacht und überprüft werden.

Die Einführung dieser Technologie würde noch mindestens zehn bis 15 Jahre Entwicklungszeit mit enormen Kosten erfordern. Weiterhin werden fossile Energierohstoffe verschwendet, werden große Mengen CO₂ in die Atmosphäre entweichen.

CCS und Emissionshandel

Mitentscheidend für die Einführung der CCS-Technologie wird auch die Entwicklung des Emissionshandels sein. Der Preis, der zukünftig für eine Tonne CO₂ zu zahlen / zu erzielen ist, wird die Entwicklung der Technologie beschleunigen oder bremsen.

Brisant ist die Frage, wer für die spätere Überwachung eines Speichers aufkommen wird und mit seinem CO₂-Budget für mögliche Leckagen haftet. Freisatz von CO₂ kann nach Hunderten von Jahren auftreten, den Verursacher gibt es dann vermutlich bereits lange nicht mehr.

„End of Pipe“ Technologie CO₂-Speicherung

Greenpeace setzt sich im Kampf gegen den Klimawandel für die Verringerung des Treibhausgases Kohlendioxid ein, also für die Vermeidung. Erst wenn die Prioritäten in der Energiewirtschaft klar bei der Reduzierung der Treibhausgase und dem Ausbau der Erneuerbaren Energien liegen, können bestimmte Formen der CO₂-Speicherung als zusätzliche Klimaschutzmaßnahme akzeptiert werden. Die Diskussion um die CO₂-Speicherung zielt momentan noch darauf ab, das Verbrennen fossiler Energieträger in die Länge zu ziehen.

Greenpeace sagt **NEIN** zu einer „End of Pipe“ Technologie, denn

- Weiterhin werden damit Öl, Gas und Kohle ohne Rücksicht auf Umwelt und Natur auch noch aus den letzten Winkeln der Erde gewonnen, werden Naturschutzgebiete zerstört und Menschenrechte verletzt.
- Zukünftige Generationen erben den Abfall Kohlendioxid, der aufwändig überwacht und gesichert werden muss.

Greenpeace sagt **JA** zu nachhaltigem Klimaschutz, denn

- Erneuerbare Energien stehen bereits heute und zum Teil auch preiswerter zur Verfügung. Sie gilt es vorrangig, zusammen mit Effizienz steigernden Maßnahmen und Energiesparmaßnahmen auszubauen, damit das Verbrennen von fossilen, endlichen, Energieträgern wie Kohle, Öl und Gas schnellst möglich beendet wird.
- Die Reserven fossiler Energieträger sind begrenzt. Es führt kein Weg am Ausbau erneuerbarer Energien vorbei.

Die Nutzung erneuerbarer Energien brems nicht nur den Klimawandel, sie schont darüber hinaus natürliche (fossile) Ressourcen und reduziert Umweltschäden, zum Beispiel durch sauren Regen, die mit dem Verbrennen von Kohle, Öl und Gas einher gehen.

Sollte die Speicherung von CO₂ als Brückentechnologie hin zu sauberen Energien – zum Einsatz kommen, müssten essentielle Bedingungen erfüllt sein:

- CO₂ müsste sicher, ohne Leckagen und dauerhaft, über mehrere Jahrtausende gelagert werden. Leckageraten, auch wenn sie noch so klein sein sollten, sind nicht tolerabel.
- Speicher, wie Ozeane, der Meeresboden, Salzstöcke, Kohleflöze, sowie Techniken die zur weiteren Förderung von Öl, Gas oder Methan dienen sind keine Speicher für CO₂ im Sinne des Klimaschutzes und werden daher abgelehnt. Sie sind entweder nicht sicher oder dienen der weiteren Förderung jener Energieträger derentwegen die Speicher „gebaut“ werden müssten.
- Leere Öl- und Gasfelder könnten als Speicher genutzt werden, sollten jedoch möglichst wenig Bohrlöcher aufweisen. Die Überwachung, als auch die Regelung der Kostenübernahme bei Schadensfällen, muss geklärt sein.
- Im Rahmen der flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls – Emissionshandel, CDM und JI Projekte - könnte CCS in Zukunft eine Rolle als CO₂-Vermeidungsoption spielen. In welchem Maße für diese Technologie Zertifikate ausgegeben werden, muss diskutiert werden. Dies ist besonders vor dem Hintergrund von China und Indien zu sehen, deren Kohlenutzung – mit veralteter Technologie - stark zugenommen hat und weiterhin zunehmen wird.
- Verantwortliche Klimapolitik darf nicht eine neue Technologie bevorzugen. Das Ziel der Wirtschaft, die Kosten für CCS zu reduzieren muss ebenso für Geothermie und Solarthermie gelten. Dies muss bei der Vergabe von Forschungs- und Entwicklungsgeldern beachtet werden.

Greenpeace e.V.
22747 Hamburg
Tel.: 040-30618-0
mail@greenpeace.de
www.greenpeace.de