



# oekom Position Paper

## Carbon Capture & Storage

November 2008



### Auf einen Blick

Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Klimawandel und dessen Ursprung in der stark gestiegenen CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre haben das Interesse an Technologien zur Abtrennung und unterirdischen Speicherung von CO<sub>2</sub> (engl. Carbon Capture and Storage – CCS) stark ansteigen lassen.

Diese Technologie ist heute zwar noch nicht marktfähig, ihr wird jedoch das Potenzial zugeschrieben, einen Beitrag zur notwendigen drastischen Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes leisten zu können. Anwendung finden soll sie vor allem in stromerzeugenden Kraftwerken.

Politiker und Unternehmen bewerten die CCS-Technologie in der Mehrheit positiv. Auch zahlreiche Wissenschaftler und NGOs betonen die Potenziale dieser Technologie, verweisen allerdings darauf, dass eine Förderung von CCS nicht zu Lasten anderer Lösungsstrategien, insbesondere der Steigerung der Energieeffizienz, dem Ausbau der erneuerbaren Energien und einem generell sparsamen Umgang mit Ressourcen geschehen darf. Meist wird CCS als Übergangstechnologie diskutiert, die angesichts des akuten Handlungsbedarfs beim Klimaschutz eine Brücke bilden soll, bis kohlenstofffreie Technologien zur Energieerzeugung weltweit flächendeckend und ökonomisch vertretbar verfügbar sind.

Trotz der grundsätzlich positiven Bewertung von CCS werden derzeit zahlreiche kritische Punkte diskutiert. Dazu zählen insbesondere:

- die technische Umsetzbarkeit und Energiebilanz, insbesondere beim Einsatz in Kohlekraftwerken;
- die Sicherheit der Lagerung von CO<sub>2</sub>;
- rechtliche und wirtschaftliche Aspekte der Technologie.

Insgesamt ist heute noch unklar, ob CCS zukünftig einen technologisch machbaren, energetisch sinnvollen und ökonomisch tragfähigen Beitrag zur Lösung des Dilemmas zwischen weltweit zunehmender Kohlenutzung und den gleichzeitig zu senkenden CO<sub>2</sub>-Emissionen darstellen wird.

Daher bewertet oekom research die Entwicklung dieser Technologie bei Unternehmen nur dann als positiv, wenn diese in eine Gesamtstrategie zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Energiegewinnung eingebunden ist. Vorrangiges Ziel muss dabei die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau erneuerbarer Energien sein.

### Fakten

#### 1. Was ist CCS?

Mit Kohlendioxidabtrennung und -lagerung (engl. Carbon Capture and Storage – CCS) werden verschiedene technische Verfahren bezeichnet, die zum Ziel haben, das bei Verbrennungs- oder Umwandlungsprozessen entstehende Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) nicht in die Atmosphäre zu entlassen, sondern es zu isolieren und möglichst langfristig in geeignete Reservoirs einzulagern. Grundsätzlich besteht ein CCS-Prozess aus drei Stufen: CO<sub>2</sub>-Abtrennung, Transport und Speicherung bzw. Einlagerung.

Bei der CO<sub>2</sub>-Abtrennung lassen sich drei Verfahren unterscheiden:

- **Nachgeschaltete Abtrennung** (Post-Combustion oder CO<sub>2</sub>-Rauchgaswäsche): Aus dem Abgasstrom, der bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht, wird das CO<sub>2</sub> ausgewaschen oder -gefiltert (z.B. durch absorptive Wäsche oder Membranverfahren);
- **Oxyfuel-Verfahren**: Die Verbrennung eines fossilen Energieträgers erfolgt mit reinem Sauerstoff anstelle von Luft. Dabei entsteht hoch konzentriertes CO<sub>2</sub> (ca. 80 Vol.-Prozent); das anschließende Auskondensieren des verbleibenden Wasserdampfes ergibt reines CO<sub>2</sub>;
- **Integrated Gasification Combined Cycle** (IGCC): Durch den Prozess der sog. „Kohlevergasung“ wird der fossile Energieträger in einem vorgeschalteten Prozess zuerst in Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und CO<sub>2</sub> umgewandelt. H<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub> werden anschließend getrennt (z.B. durch physikalische Wäsche oder Membranverfahren). Die eigentliche Energieerzeugung erfolgt dann aus der Wasserstoffverbrennung und der Nutzung der Abwärme.

Die nachgeschaltete Abtrennung (Post-Combustion) ist insbesondere aufgrund ihrer Bedeutung für die Nachrüstung bestehender Kraftwerke interessant. Nachteilig ist bei dieser Technik allerdings, dass die großen anfallenden Mengen an Abluft mit nur niedriger CO<sub>2</sub>-Konzentration aufwändige Abtrennungsverfahren notwendig machen, die viel Raum und Energie beanspruchen.

Diese Probleme werden beim Oxyfuel-Verfahren entschärft, da bei diesem Prozess vergleichsweise weniger Abgase mit deutlich höherer Kohlendioxidkonzentration anfallen. Nachteil des Verfahrens: Im Vorfeld des Verbrennungsprozesses wird viel

Energie für die Erzeugung des reinen Sauerstoffs benötigt. Insgesamt ist beim IGCC-Verfahren der geringste Effizienzverlust zu erwarten. Das IGCC-Verfahren bietet zudem den Vorteil zusätzlicher Nutzungsmöglichkeiten des universell einsetzbaren Energieträgers Wasserstoff. Allerdings sind hier noch größere technische Probleme bei einzelnen Bauelementen zu lösen, wie beispielsweise der Wasserstoffturbine.

Für Transport und Lagerung wird das CO<sub>2</sub>-Gas verflüssigt. Über Pipelines oder Tanker erreicht es die Einlagerungs- und Speicherstätten. Zu den derzeit diskutierten Speicherstätten gehören unterirdische geologische Formationen sowohl an Land als auch unter dem Meeresboden, wozu vor allem erschöpfte Öl- und Gaslagerstätten und salzhaltige Grundwasserleiter zählen. Weitere Speicherungsoptionen, z.B. in Form von CO<sub>2</sub>-Seen im Meer, wurden inzwischen aufgrund unüberschaubarer Risiken und mangelnder Überwachungsmöglichkeiten verworfen. Eine industrielle Verwendung des abgetrennten CO<sub>2</sub> ist aufgrund des vergleichsweise geringen Bedarfs keine relevante Alternative zur geologischen Speicherung.

## 2. Bedeutung/Relevanz von CCS

In der Wissenschaft besteht ein breiter Konsens, dass der Ausstoß an CO<sub>2</sub> bis 2050 um 50 bis 85 Prozent gegenüber dem Stand des Jahres 2000 gesenkt werden muss, um den mittleren Temperaturanstieg im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf +2°C zu begrenzen (IPCC 2007).

Gleichzeitig wird für diesen Zeitraum eine stark steigende Energienachfrage und ein weiter zunehmender Anteil des fossilen Brennstoffs Kohle am weltweiten Energiemix prognostiziert (IEA 2006). Derzeit sind weltweit 800 neue Kohlekraftwerke in der Planung, wobei insbesondere China und Indien ihren Energiebedarf zukünftig zu großen Teilen mit Kohle decken werden. Die Internationale Energieagentur (IEA) geht davon aus, dass 2050 bis zu 70 Prozent des weltweiten Energiebedarfs aus fossilen Brennstoffen gedeckt werden wird.

Die CCS-Technologie wird als potenzieller Beitrag zu Lösung dieses Dilemmas angesehen. Nach Schätzungen der IEA könnten etwa 20 Prozent der bis 2050 erreichbaren Verringerungen der weltweiten Treibhausgasemissionen auf die CCS-Technik entfallen. CCS-Verfahren eignen sich in erster Linie für große, stationäre CO<sub>2</sub>-Quellen. Dazu zählen Strom erzeugende Kraftwerke und bestimmte Industrieprozesse (z.B. in der Ammoniak- oder Zementindustrie). Die Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> wird besonders im Zusammenhang mit Kohlekraftwerken diskutiert, da diese, bezogen auf die Stromproduktion, am meisten CO<sub>2</sub> emittieren. CCS kommt prinzipiell auch für andere fossile Energieträger und Biomasse in Frage. Durch CCS soll eine CO<sub>2</sub>-Minderung im Abgas von Kraftwerken von 75 bis über 90 Prozent erreicht werden. Analysen, welche auch Treibhausgasemissionen mit einbeziehen, die vor und nach den Prozessen in den Kraftwerken entstehen, kommen auf Minderungen in der Größenordnung von 65 bis 80 Prozent.

## 3. Entwicklungsstand und politische Unterstützung

Derzeit beschränkt sich der Einsatz von CCS auf wenige Pilotanlagen. So gibt es weltweit drei große CO<sub>2</sub>-Speicherprojekte – in Algerien, Norwegen und Kanada –, bei denen das CO<sub>2</sub> in Öl- und Gaslagerstätten gepumpt wird und damit gleichzeitig zur Erhöhung der Ausbeute der fossilen Energieträger dient. Es sind vier kommerzielle IGCC Anlagen im Betrieb, allerdings bisher ohne CO<sub>2</sub>-Speicherung.

Der Pilotbetrieb von CCS-Kraftwerken hat begonnen, etwa durch Vattenfall im Braunkohle-Kraftwerk Schwarze Pumpe (Deutschland). Weitere Kraftwerke sind in Planung, z. B. Halten (Norwegen) durch Shell und Statoil (geplante Inbetriebnahme 2011), durch E.ON in Großbritannien (2011) und durch RWE in Hürth bei Köln (Deutschland) (2014).

Im Juni 2008 haben sich die **G8-Staaten** zum Ziel gesetzt, bis Ende 2020 zwanzig große Anlagen zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> in Betrieb zu nehmen. Die **Europäische Kommission** hat vorgeschlagen, bis 2015 zehn bis zwölf großtechnische CCS-Demonstrationsprojekte zu realisieren. Sie sollen die verschiedenen Technologien der Abtrennung und Speicherung an unterschiedlichen Standorten testen. Dafür will die EU bis zu 10 Milliarden Euro aus dem europäischen Emissionshandel zur Verfügung stellen. Die **norwegische Regierung** hat angekündigt, 2009 225 Millionen Euro für die Entwicklung von CCS-Technologien bereitzustellen.

In den USA berät das **U.S. Department of Energy (DOE)** darüber, Kreditbürgschaften über insgesamt acht Milliarden US-Dollar für sog. „Clean Coal Technologies“ zur Verfügung zu stellen. Davon sollen sechs Milliarden US-Dollar CCS-Projekten zugute kommen, die restlichen zwei Milliarden sollen in Projekte im Bereich Kohlevergasung und Wasserstoff fließen.

Die **japanische Regierung** will bis 2020 im Energiebereich bis zu 100 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch CCS-Technologien einsparen.

## ■ Argumente

### 1. Grundsätzliche Bewertung

Regierungen, Industrie und Teile der Wissenschaft bewerten CCS überwiegend positiv. So wird CCS vom **Weltklimarat IPCC** als Schlüsseltechnologie zur Emissionsminderung im Energieversorgungsbereich bezeichnet. Das IPCC räumt CCS das Potenzial ein, einen wichtigen Beitrag zur Emissionsminderung bis 2030 zu leisten und bis zum Ende des Jahrhunderts zwischen 15 und 55 Prozent zur notwendigen Reduktion beizutragen.

Aus den Reihen der Wissenschaftler lassen sich allerdings auch kritische Stimmen vernehmen, insbesondere was die Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit von CCS betrifft. Verschiedentlich wird auf die Gefahr verwiesen, sich zu sehr auf die zukünftige Realisierbarkeit einer Technologie zu ver-

lassen und dabei große ökologische Schäden zu riskieren, die eintreten könnten, wenn die Technik scheitern sollte.

Die **EU Kommission** sieht in CCS eine notwendige komplementäre Klimaschutzmaßnahme zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2050, und auch die **US-amerikanische Umweltbehörde EPA** (Environmental Protection Agency) empfiehlt der Regierung, CCS-Projekte zu fördern.

Die **Öl- und Gasindustrie** befürwortet das Verfahren, da es zur Erhöhung der Ausbeute von Öl- und Gaslagerstätten beitragen kann und sich ihr in der CO<sub>2</sub>-Speicherung ein neues Geschäftsfeld erschließen könnte.

Die internationale Umweltorganisation **WWF** schließt sich der positiven Einschätzung grundsätzlich an, wie ein Statement von James Leape, Generaldirektor des WWF International, belegt: „Der WWF ist überzeugt, dass CCS über das Potenzial verfügt, einen wesentlichen Beitrag zur Begrenzung der Erderwärmung auf unter 2°C und zur weltweiten Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um mehr als 50 Prozent zu leisten.“

Die Mehrheit der NGOs hingegen steht der nachsorgenden „End of Pipe“-Technologie CCS grundsätzlich skeptischer gegenüber, auch wenn nur sehr wenige dieser Organisationen CCS kategorisch ablehnen. Sie befürchten, dass CCS die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und die zentralisierte Energieversorgungsstruktur weiter stärken und Investitionen in anderen Forschungsbereichen wie Wind- und Solarenergie verhindern wird.

Die Umweltorganisation **Greenpeace** kritisiert die CCS-Projekte als gesetzeswidrig, da CO<sub>2</sub> Abfall sei und als solcher nicht einfach im Untergrund „vergraben“ werden dürfe.

Andere Organisationen, wie das **Climate Action Network**, befürworten, dass CCS weiter erforscht wird, um zu klären, ob es langfristig sicher sei und somit als Handlungsoption in Betracht kommen könne. Allerdings wird generell angemahnt, dass die Förderung der CCS-Technologie nicht auf Kosten der erneuerbaren Energieträger und der rationellen Energieverwendung gehen dürfe. Eine Berücksichtigung von CCS-Projekten im Rahmen von CDM-Projekten („Clean Development Mechanism“) des Kyoto-Protokolls wird abgelehnt.

Auch die deutsche NGO **Germanwatch** sieht zwar die Gefahr der Konkurrenz von CCS zur Entwicklung erneuerbarer Energien und Effizienzerhöhungen, fordert aber, den Einsatz insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern zu prüfen. Gleichzeitig spricht sich die deutsche NGO für den Verzicht auf den Bau neuer Kohlekraftwerke bis zur Einsatzfähigkeit von CCS aus.

## 2. Technische Umsetzbarkeit

Die großtechnische CO<sub>2</sub>-Abscheidung befindet sich in der **Forschungs- und Entwicklungsphase**. Die Verfahrensschritte werden entweder einzeln oder in Kombination in verschiede-

nen Anwendungen bereits realisiert: Die Isolierung einzelner Gase aus dem Rauchgasstrom ist aus der Abgasreinigung bekannt, die Kohlevergasung, also die Umwandlung in CO<sub>2</sub> und Wasserstoff, wird seit mehreren Jahrzehnten durchgeführt. Die Komprimierung und Verflüssigung sowie der Transport von Gasen sind für Erdgas erprobt und die Injektion von Gasen in unterirdische Hohlräume wird schon seit längerem zur Steigerung der Ausbeute von Öl- und Gasvorkommen angewendet. Bisher nur in Demonstrationsprojekten realisiert worden ist dagegen die CO<sub>2</sub>-Abscheidung in Kraftwerken, die im industriellen Maßstab arbeiten.

Der **Zeithorizont** bis zur großtechnischen Reife der CCS-Technologie beträgt nach Einschätzung vieler Experten etwa 15 bis 20 Jahre (Deutscher Bundestag 2008). Der Weltklimarat IPCC geht davon aus, dass es technisch machbar wäre, 20 bis 40 Prozent des globalen Kohlendioxidausstoßes bis 2050 durch CO<sub>2</sub>-Abscheidung zu vermeiden.

Kritiker wie Greenpeace bezweifeln allerdings, dass CCS vor 2030 in großtechnischem Rahmen zur Verfügung stehen wird.

Intensiv diskutiert wird die Möglichkeit, neue Kraftwerke bereits heute so auszulegen, dass sie mit CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlagen nachrüstbar sind, sobald die Technologie und entsprechenden Lagerstätten zur Verfügung stehen („capture-ready“-Konzept). Die EU-Kommission befürwortet, zukünftig nur noch fossil befeuerte Kraftwerke zu genehmigen, die „capture-ready“ sind. Da die Technik sich aber noch in der Entwicklung befindet, ist unklar, welche technischen Voraussetzungen man zukünftig benötigen wird. Die Möglichkeiten für den Einbau von „capture-ready“-Komponenten in heute zu errichtende Kraftwerke beschränken sich daher auf wenige Maßnahmen wie z. B. das Vorhalten freier Flächen für die CO<sub>2</sub>-Abscheidungsanlage, das Ermöglichen eines einfachen Zugangs zu Komponenten und das Einplanen möglicher Schnittstellen mit neuen Komponenten.

## 3. Energiebilanz

CCS benötigt selbst Energie und führt daher zu einer Verringerung des Wirkungsgrads der Kraftwerke. Dies gilt insbesondere für die CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus den Abgasen (Post-Combustion-Verfahren), die bis zu 30 Prozent Wirkungsgradminderung mit sich bringt. Greenpeace rechnet sogar mit Effizienzverlusten bis zu 40 Prozent. Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung durch Kohlevergasung hat den geringsten Wirkungsgradverlust (weniger als 10 Prozent Effizienzverlust).

## 4. Sicherheit

CO<sub>2</sub> ist ein Bestandteil der Atmosphäre. Derzeit enthält die Atmosphäre 380 ppm CO<sub>2</sub> (0,038 Prozent). Bis zu 0,4 Prozent

*„CCS ist keine Wunderwaffe, aber es kann uns einen Zeitvorsprung geben, bis wir auf längere Sicht kohlenstofffreie Technologien entwickelt haben.“*

Chris Davies, Verhandlungsführer für CCS im Europaparlament

(4.000 ppm) CO<sub>2</sub> in der Atemluft gelten als gesundheitlich unbedenklich. Bei einer Konzentration von acht Prozent ist CO<sub>2</sub> tödlich. Diese Konzentrationen treten aber nur sehr selten auf, da sich lokal freigesetztes CO<sub>2</sub> normalerweise sofort mit der Umgebungsluft vermischt.

Bei allen CCS-Prozessschritten besteht die Möglichkeit, dass CO<sub>2</sub> entweicht und sich negativ auf die lokale Umwelt und auf das Klima auswirkt. Das Risiko technischer Anlagen (z.B. Abscheidungsanlagen, Kompressoren, Pipelines) wird als klein bzw. mit den üblichen technischen Maßnahmen und Kontrollen handhabbar eingeschätzt. Die Risikodiskussion konzentriert sich daher auf die geologischen Speicher. Zu den Prozessen, die die Sicherheit der CO<sub>2</sub>-Lagerung beeinträchtigen könnten, zählen:

- geochemische Prozesse (v.a. Auflösung von Kalkstein durch das CO<sub>2</sub>-Wasser-Gemisch);
- druckinduzierte Rissbildung in den Lagerstätten;
- Entweichen des CO<sub>2</sub> durch bestehende Bohrungen in erschöpften Erdöl- und Erdgaslagerstätten;
- Entweichen des CO<sub>2</sub> über undichte Stellen im Deckgestein.

Es ist umstritten, wie lange das CO<sub>2</sub> mindestens im Untergrund verbleiben muss, damit CCS einen wirksamen Beitrag zur Minderung von Treibhausgasen in der Atmosphäre erbringen kann; diskutiert werden Zeiträume von 1.000 bis 10.000 Jahren. Der Weltklimarat IPCC schätzt die Risiken für Menschen, Umwelt und Klima insgesamt als gering ein und betrachtet die Chancen eines dauerhaften Verbleibs des CO<sub>2</sub> in geologischen Formationen über 1.000 Jahre und mehr als hoch (IPCC 2007). Bisher gibt es nur wenig praktische Erfahrungen zu dieser Thematik. Seit 1996 werden an der Gasförderplattform Sleipner der norwegischen Firma Statoil täglich 2.800 Tonnen Kohlendioxid vom Erdgas abgetrennt, verflüssigt und anschließend in eine 800 Meter tiefe Sandsteinschicht gepumpt. Seismische Messungen eines EU-Forschungsprojekts an dieser Sandsteinschicht im Jahr 1999 fanden nach drei Jahren der Befüllung keinerlei Hinweise auf ein Austreten des Gases aus der Sandsteinschicht. Über die langfristige Dichtigkeit des Speichers ist damit allerdings noch nichts besagt. Insgesamt besteht Einigkeit darüber, dass der Wissensstand über potenzielle Standorte, Kapazitäten, Erdbeben- und Leckagerisiken derzeit noch gering ist und hier Forschungsbedarf besteht.

## 5. Rechtliche Aspekte

Eine wichtige Rolle spielen die rechtlichen Rahmenbedingungen für CCS. Derzeit gelten mehrere internationale Abkommen über Meeresschutz und Klimawandel (u. a. UNCLOS – das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen, das London-Protokoll, das Kyoto-Protokoll), die die Durchführung von CCS-Projekten beeinflussen könnten. Eigentumsrechte und die Frage der Haftungspflicht werden in diesem Kontext vermutlich zu den größten Herausforderungen zählen. Die offenen Fragen beziehen sich insbesondere auf Zuständigkeiten im Falle

von Leckagen. Kritiker sehen hier die potenzielle Gefahr der Abwälzung späterer Kosten, die durch Leckagen und damit verbundene Umweltschädigungen entstehen, auf die Regierungen bzw. die Steuerzahler.

In der EU ist eine Richtlinie über die geologische Speicherung von Kohlendioxid in Planung, die in Zusammenarbeit zwischen Umwelt- und Industrieausschuss verhandelt wird. Abgeordnete des EU-Parlaments fordern, dass ab 2015 neue Kraftwerke nicht mehr als 500 g CO<sub>2</sub>/kWh emittieren dürfen – de facto eine verpflichtende Einführung der CCS, da neue Braunkohlekraftwerke mit rund 950 g CO<sub>2</sub>/kWh und Steinkohlekraftwerke mit rund 750 g/kWh ohne CCS deutlich höhere Emissionen aufweisen.

## 6. Wirtschaftliche Aspekte

Der ausschlaggebende Kostenfaktor bei den CCS-Verfahren sind die Aufwendungen für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung. Verglichen mit einem Kraftwerk desselben Typs aber ohne Abscheidung werden Mehrkosten zwischen 26 und 37 Euro pro Tonne vermiedenen CO<sub>2</sub> geschätzt. Die insgesamt anfallende Kosten pro erzeugter kWh Strom (Stromgestehungskosten) erhöhen sich damit um schätzungsweise 50 Prozent bei einem Kohlekraftwerk und bis 100 Prozent bei einem Erdgaskombikraftwerk. Zusätzlich muss der Wirkungsgradverlust der Kraftwerke, der durch die zusätzlichen technischen Prozesse entsteht, und der damit einhergehende erhöhte Verbrauch an Primärenergieträgern berücksichtigt werden. Aus den bislang vorliegenden Kostenanalysen lässt sich keine eindeutige Präferenz für eine bestimmte Technik (z. B. Oxyfuel versus Pre-Combustion) ableiten.

Bei Betrachtung der Gesamtkosten für CCS, bei der neben der o. g. Abscheidung auch der Transport des CO<sub>2</sub> und seine Speicherung berücksichtigt werden, erhöhen sich die prognostizierten Kosten – unter der Annahme einer Markteinführung um das Jahr 2020 – auf zwischen 35 und knapp unter 50 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>.

Damit CCS-Kraftwerke gegenüber fossilen Kraftwerken ohne CO<sub>2</sub>-Abscheidung konkurrenzfähig sind, muss der Preis für emittiertes CO<sub>2</sub> – wie er z. B. für CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate gebildet wird – mindestens so hoch sein, wie die zusätzlichen Kosten für ein CCS. Derzeit liegt der Preis für eine Tonne CO<sub>2</sub> an der Leipziger Strombörse bei ca. 18 Euro und damit weit unterhalb der o. g. durch CCS entstehenden Kosten. Wo der Preis für CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate tatsächlich in Zukunft liegen wird, hängt maßgeblich von den Ergebnissen der Klimagipfel in Poznan (2008) und Kopenhagen (2009) zum Klimaregime für die Zeit nach 2012 ab.

Der Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages prognostiziert, dass im Jahr 2020 die insgesamt anfallende Kosten pro erzeugter kWh Strom (Stromgestehungskosten) von CCS-Kraftwerken mit den meisten anderen CO<sub>2</sub>-armen – v. a. regenerativen – Erzeugungsoptionen auf dem selben Niveau liegen werden (im Bereich von 0,05 bis 0,07 Euro/kWh).



## oekom Standpunkt bei Unternehmensbewertungen

Angesichts des schnell voranschreitenden Klimawandels sollten die Möglichkeiten und Grenzen von CCS schnell und intensiv weiter erforscht und erprobt werden, damit klar wird, welchen Beitrag CCS bei der Erreichung der Klimaziele leisten kann. Dabei sollten Förderungen von CCS aber nicht zu Lasten der Entwicklung hin zu erneuerbaren Energien, Energieeinsparung und Energieeffizienz erfolgen.

Zudem ist eine differenzierte Betrachtung der nationalen und der internationalen Relevanz von CCS notwendig. In Deutschland und in vielen anderen industrialisierten Ländern sind die Klimaziele auch ohne CCS erreichbar, wenn alle Optionen der Energieeinsparung und -effizienz genutzt werden und komplementär der Ausbau der erneuerbaren Energien konsequent vorangetrieben wird.

In einigen Entwicklungs- und Schwellenländern wie China liegen andere Rahmenbedingungen vor: Der rasant ansteigende Energiebedarf wird perspektivisch nicht in erster Linie mit erneuerbaren Energien gestillt werden, sondern vermehrt auf den Kohleressourcen des Landes aufbauen. Die IEA gibt an, dass Indien und China wachstumsbedingt allein für ca. 60 Prozent der globalen Zunahme an Treibhausgasemissionen zwischen 2005-2030 verantwortlich sein werden. Energieeffizienzmaßnahmen können diese Zunahme höchstens dämpfen. Daher kann CCS in diesen Ländern besonders notwendig werden, um die globale Erwärmung einzudämmen. Damit der Einsatz der CCS-Technologie in Schwellenländern möglich wird, müsste diese zunächst erfolgreich weiterentwickelt und erprobt werden. Hierfür kommen in erster Linie die Industrieländer mit ihren technischen und finanziellen Möglichkeiten in Betracht. Ein zukünftiger Technologietransfer hat dabei große Bedeutung.

Wenn in den industrialisierten Ländern – ungeachtet der notwendigen erforderlichen Neuausrichtung der Energieversorgung – aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen neue Kohlekraftwerke gebaut werden sollten, sind solche mit CCS bzw. „CCS-fähige“ denen ohne CCS vorzuziehen.

Ungeachtet dieser Überlegungen geht oekom research davon aus, dass CCS nur als befristete und komplementäre Brückentechnologie angesehen werden kann und nur in diesem Kontext zum Einsatz kommen sollte. Ziel muss es bleiben, kohlenstofffreie Technologien zur Energieerzeugung weltweit flächendeckend und ökonomisch vertretbar zur Verfügung zu stellen.

### Grundsätze im Rating von oekom research

Bei der Bewertung von CCS orientiert sich oekom research an folgenden Grundsätzen:

- CCS ist nur ein Bestandteil einer umfassenden Energie- und

Klimaschutzstrategie der Unternehmen. Im Vordergrund der Bewertung insbesondere von Energieversorgern steht nach wie vor der Energiemix, wobei grundsätzlich der Einsatz von Kohle zur Energiegewinnung schlechter bewertet wird als die Nutzung erneuerbarer Energieträger.

- Aktivitäten zur Entwicklung von CCS müssen eingebunden sein in eine Gesamtstrategie, die vorrangig auf die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau erneuerbarer Energien zielt.
- Die Forschung und Entwicklung von CCS wird positiv bewertet, solange damit keine erkennbare Einschränkung oder Reduzierung der Aktivitäten in anderen Bereichen (Energieeffizienz, erneuerbare Energien) verbunden ist. Aktivitäten im Bereich CCS werden dabei deutlich geringer gewichtet als Investitionen in erneuerbare Energien und Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz.
- Maßnahmen, die geeignet sind, einen Technologietransfer in Schwellen- und Entwicklungsländer zu fördern, z. B. Joint Ventures mit Unternehmen aus diesen Ländern, werden positiv bewertet.
- Der Bau neuer Kohlekraftwerke, die nicht „capture-ready“ sind, wird negativ bewertet. Neue Kraftwerke, bei denen der Einsatz der entsprechenden Technologie vorgesehen wird, werden neutral bewertet. Positiv bewertet wird ein Verzicht auf den Bau zusätzlicher<sup>1</sup> neuer Kohlekraftwerke, solange CCS noch nicht einsatzfähig ist.
- Durch CCS abgetrennte und geologisch eingelagerte CO<sub>2</sub>-Volumina werden grundsätzlich als „nicht-emittiert“ angesehen. Es erfolgt jedoch eine Abwertung im Rating des Unternehmens, wenn die CO<sub>2</sub>-Reduktionsmaßnahmen überwiegend auf dieser Technologie beruhen.
- Die durch den Energieaufwand für die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung bedingten Effizienzverluste führen nicht automatisch zu einer schlechteren Bewertung der Kohlekraftwerke mit CCS-Technologie gegenüber solchen ohne CCS. Für Kraftwerke, die die CCS-Technologie einsetzen, werden daher andere Effizienzanforderungen zugrunde gelegt werden als für solche, die das Kohlendioxid mit dem Abgas in die Atmosphäre entlassen.

### Berücksichtigung in einzelnen Branchen

Die CCS-Thematik ist primär relevant in der Bewertung der Unternehmen in den Branchen Öl und Gas und Energieversorgung und kann für weitere Branchen mit eigener Stromerzeugung eine Rolle spielen. Dazu zählen die Bergbau- und Metallindustrie, die Baustoffindustrie (insbesondere die Zementherstellung), die chemische Industrie und die Papierherstellung.

<sup>1</sup> Unter zusätzlichen Kohlekraftwerken verstehen wir solche, die nicht direkt als Ersatz für die Abschaltung älterer ineffizienterer Kraftwerksblöcke gleicher Kapazität errichtet werden.

# oekom Position Paper: Carbon Capture & Storage

## ■ Quellen

### Studien und Positionspapiere

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2007)  
Entwicklungsstand und Perspektiven von CCS-Technologien in Deutschland

BMWi, BMU und BMBF (2007)  
Entwicklungsstand und Perspektiven von CCS-Technologien in Deutschland, Gemeinsamer Bericht des BMWi, BMU und BMBF für die Bundesregierung

Deutsche Bank Advisors (2008)  
Investing in Climate Change 2009, Necessity and Opportunity in Turbulent Times

Deutscher Bundestag (2008)  
Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung (18. Ausschuss) gemäß § 56a der Geschäftsordnung Technikfolgenabschätzung (TA). CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken. Sachstandsbericht zum Monitoring „Nachhaltige Energieversorgung“

European Commission (2008)  
Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates 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, 2004/35/35, 2006/12/EG und der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006

Germanwatch (2008a)  
CCS: Ablenkungsmanöver oder Brückentechnologie ins Solarzeitalter?

Germanwatch (2008b)  
Moratorium für Neubau von Kohlekraftwerken, bis CCS sicher funktioniert

McKinsey (2008)  
Carbon Capture and Storage: Assessing the Economics

International Energy Agency (2006)  
World Energy Outlook 2006

IPCC (2007)  
IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

OECD/IEA (2007)  
World Energy Outlook: China and India Insights

OECD/IEA (2008)  
CO<sub>2</sub> Capture & Storage in the Future Energy Mix

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, DLR – Institut für Technische Thermodynamik, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (2007)  
Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS) Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

### Links

Clean-energy.us  
[www.clean-energy.us](http://www.clean-energy.us)

Climate Action Network  
[www.climateactionnetwork.org](http://www.climateactionnetwork.org)

U.S. Department of Energy  
[www.fossil.energy.gov](http://www.fossil.energy.gov)

Greenpeace International  
[www.greenpeace.org/international](http://www.greenpeace.org/international)

RWE  
[www.rwe.com](http://www.rwe.com)

StatoilHydro  
[www.statoil.com](http://www.statoil.com)

Vattenfall  
[www.vattenfall.de](http://www.vattenfall.de)

WWF  
[www.wwf.org](http://www.wwf.org)

## Kontakt

oekom research AG, Goethestr. 28, D-80336 München  
[info@oekom-research.com](mailto:info@oekom-research.com); Tel.: +49-89-544184-90  
[www.oekom-research.com](http://www.oekom-research.com)

### Disclaimer:

oekom analysiert und bewertet die ökologische und soziale Performance von Unternehmen und Ländern auf der Basis eines wissenschaftlich fundierten Rating-Konzepts. Dabei orientiert oekom sich an den höchsten Qualitätsstandards, die im Bereich des Nachhaltigkeits-Research weltweit üblich sind. Dennoch weist oekom darauf hin, dass sämtliche Informationen, die oekom in Form von Beratungsleistungen, Rating-Reports, Empfehlungslisten oder anderen Research-Tools herausgibt, aufgrund der durch oekom subjektiv festgelegten Kriterien und Gewichtungen keinerlei Anspruch auf Objektivität haben, sondern als Meinungsäußerung verstanden werden müssen. Eine Garantie für die Richtigkeit dieser Beurteilungen kann oekom deshalb naturgemäß nicht geben. Alle im Nachhaltigkeits-Research enthaltenen Informationen stammen aus Quellen, die oekom als präzise und verlässlich ansieht. Menschlicher Irrtum oder technisches Versagen oder weitere nicht auszuschließende Faktoren können jedoch die Verlässlichkeit der Informationen beeinträchtigen. Insbesondere weist oekom darauf hin, dass jede Beurteilung oder Information nur als einer von mehreren Faktoren in eine Anlageentscheidung einfließen darf, die der Nutzer dieser Informationen trifft. Der Nutzer hat in jedem Fall eine eigene Analyse und Bewertung der Informationen vorzunehmen. Die Haftung von oekom für vertragliche Pflichtverletzungen sowie aus Delikt ist auf Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit beschränkt. Dies gilt nicht bei Verletzung von Leben, Körper und Gesundheit des Kunden, bei Ansprüchen wegen der Verletzung wesentlicher Vertragspflichten sowie bei Verzugsschäden (§ 286 BGB). Insoweit haftet oekom für jeden Grad des Verschuldens. Soweit es um Schäden geht, die nicht auf der Verletzung von Leben, Körper und Gesundheit des Kunden resultieren, haftet oekom aber nur für die typischerweise entstehenden Schäden.

Abbildungsnachweis:  
Kurt F. Dominiki /pixelio; Diemar Grummt /pixelio; Kurt F. Dominiki /pixelio; franzernst /photocase