



Manfred Treber\*



Christoph Bals\*\*

## Sind ambitionierte Klimaschutzziele weltweit ohne CCS realisierbar?

### Die Herausforderung: Unter 2 Grad Erwärmung bleiben

Laut dem Weltklimarat IPCC, der weltweit größten Autorität in Klimafragen, bewahrheiten sich die Aussagen der Klimawissenschaft nicht nur mit großer Sicherheit, sondern müssen sogar verschärft werden: Die Folgen der Klimaänderung kommen schneller, und sie sind folgenreicher als noch vor Jahren gedacht (vgl. IPCC 2007). Ein Beispiel: Für 20 bis 30% der Arten steigt das Risiko des Aussterbens, wenn die Weltmitteltemperatur um mehr als 2 bis 3 Grad gegenüber dem vorindustriellen Wert steigt. Die Gefahr, dass Kipp-Punkte mit mindestens kontinentaler Auswirkung überschritten werden, steigt jenseits dieser Temperaturschwelle dramatisch. Die Herausforderung durch den menschengemachten Klimawandel ist noch größer geworden als vorher befürchtet, und sie hat viel bedrohlichere Folgen für die Menschheit als die gegenwärtige Weltfinanz- und -wirtschaftskrise.

Die Staats- und Regierungschefs der Europäischen Union haben auf dem Frühjahrsgipfel 2007 einen ersten wichtigen Schritt zum Erreichen des EU-Klimaziels, wonach die Erwärmung unter 2°C bleiben soll, gesetzt. Sie beschlossen eine Verminderung der Treibhausgasemissionen der EU um 30% gegenüber 1990, wenn es eine Nachfolgeregelung für die Zeit nach 2012, also dem Auslaufen der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls, gibt. Ohne jede Vorbedingung will die EU auf jeden Fall ihre Emissionen um 20% bis 2020 senken. Eine Verminderung um 30% in der EU und im Durchschnitt der Industrieländer wäre nicht nur einigermaßen vereinbar mit

dem Ziel, die Emissionen der Industrieländer bis zum Jahr 2050 um 80% zu senken, sie ist dafür notwendig. Bis 2050 müssen die weltweiten Emissionen mindestens halbiert werden, damit das Risiko nicht zu groß wird, dass die gerade noch tolerierbare Erwärmung um 2 Grad gegenüber vorindustriellem Niveau nicht überschritten wird. Die Industrieländer haben sich beim UN-Klimagipfel in Bali dazu verpflichtet, den Umbau in den Schwellenländern durch eine groß angelegte Technologie- und Finanzkooperation zu unterstützen. Um auf diesen klimaverträglichen Pfad zu schwenken, müssen die Emissionen weltweit Mitte des nächsten Jahrzehnts ihren höchsten Punkt erreichen und sodann zurückgehen.

Das ist ein höchst ambitioniertes Ziel in einem Zeitraum, in dem ein großer Teil der Weltbevölkerung – alleine über 2 Mrd. Menschen in China und Indien – einen besseren Lebensstandard erreichen will, was zu einer steigenden Energienachfrage führt. Gerade der ärmste Teil der Weltbevölkerung ist vorwiegend Opfer der Klimaänderung. Wird keine ambitionierte Klimapolitik umgesetzt, droht beispielsweise für Indien und China in 50 oder 70 Jahren die maßgebliche Wasserquelle zu versiegen. Die Himalaya-Gletscher speisen unter anderem den Oberlauf der größten Flüsse in Indien und China, eine der am dichtesten bevölkerten Regionen der Welt, und die durch die Klimaänderung angestoßene Gletscherschmelze ist auch im Himalaya in vollem Gang. Für Regionen, deren Wasserversorgung von Schmelzwässern (Schnee/Eis) dominiert wird, können Unterbrechungen der Wasserversorgung bei steigender Erwärmung vorhergesagt werden. Die Entwicklung des Monsuns, der die hauptsächlich regengespeiste Landwirtschaft mit Wasser versorgt, ist derzeit nicht abzuschätzen. Denkbar sind einerseits eine Verstärkung durch den Klimawandel, andererseits ein Kollaps durch die lokale Luftverschmutzung.

### Klimaverträgliche Wege

Um die weltweiten Emissionen bis zur Mitte dieses Jahrhunderts um über die Hälfte zu senken – und danach muss diese Entwicklung fortgesetzt werden –, gilt als langfristiges Ziel bei der Stromerzeugung, die Verbrennung fossiler Energieträger zu stoppen. Im Wortsinne nachhaltig sind über Jahrhunderte lediglich die Erneuerbaren Energien. Dieser Zielzustand der hundertprozentigen Versorgung durch Erneuerbare Energien kann allerdings nur nach einer Übergangszeit erreicht werden. So bleibt zum einen die Frage, ob es Industriegesellschaften gelingt, in Verbindung mit einer drastisch erhöhten Effizienz der Energienutzung schnell genug den Übergang zu Erneuerbaren Energien zu bewerkstelligen und auf diese Weise auf weitere fossile Kraftwerke zu verzichten. Ein erheblicher Umbau der Infrastruktur einerseits in Richtung smart grid, an-

\* Dr. Manfred Treber ist Klimareferent bei Germanwatch e.V., Bonn.

\*\* Christoph Bals ist politischer Geschäftsführer von Germanwatch e.V., Bonn.

dererseits in Richtung super grid ist dabei eine zentrale Voraussetzung. Und zum anderen, ob es Schwellenländern möglich ist, bei der Stromerzeugung das fossile Zeitalter zu überspringen.

Diese Frage ist in jedem Land gesondert zu untersuchen, und die Antwort wird auch von der vorliegenden Ressourcenausstattung abhängen. Liegen große Kohlelagerstätten wie etwa in den USA, in China und in Indien vor und werden bereits abgebaut, fällt ein schneller Übergang zu den Erneuerbaren schwerer.

### CCS ein Teil der Lösung?

Wenn die Klimaziele realisiert werden sollen, kommt für Industrieländer in absehbarer Zeit keine »konventionelle« Kohlenutzung mehr in Frage. Dort hat die Kohle nur eine Zukunft, wenn das CO<sub>2</sub> abgeschieden oder durch andere Verfahren seine Freisetzung verhindert wird (im Folgenden wird dies unter CCS – Carbon Dioxide Capture and Storage – subsumiert). Die entstehenden Mehrkosten von CCS werden dort grundsätzlich auf den Nutzer überwält. Eine sichere CCS kann als (teilweise) Internalisierung der externen Kosten verstanden werden und schützt den Wert der Investition. Nur mit CCS kann es Wettbewerb von Kohle und Braunkohle auf gleicher Augenhöhe mit Erneuerbaren Energien geben. Es bleibt jedoch festzustellen, dass zwar die einzelnen Bestandteile, jedoch noch nicht CCS als Gesamtkonzept den Test bestanden hat, dass es in industriellem Maßstab sicher einsatzfähig ist. Vor diesem Hintergrund fordern die deutschen Nichtregierungsorganisationen ein Moratorium für den Bau von neuen konventionellen Kohlekraftwerken.

Auch in Schwellenländern muss die sich Praxis der Kohlenutzung bei der Stromerzeugung ändern. Dies hat allerdings nur unter Rückgriff auf zusätzliche Ressourcen aus Industrieländern, die bisher den Hauptteil des menschenverursachten CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verursacht haben, Aussicht auf Erfolg. Eine Ko-Finanzierung für CCS-Anlagen in Schwellenländern könnte im Rahmen des Technologie-Kooperations-Mechanismus geschehen, der auf dem Klimagipfel im Dezember 2009 in Kopenhagen beschlossen werden soll. Aufgrund des Zeitbedarfs für die Entwicklung von CCS spielt dieses vor 2020 keine wesentliche Rolle für die europäische, geschweige denn globale Emissionsentwicklung.

Wenn die Möglichkeit und Sinnhaftigkeit von CCS nachgewiesen werden können, würde diese Technologie wohl auch in Europa zum Einsatz kommen, aber der Schwerpunkt sinnvollen Einsatzes wird in Schwellenländern liegen. Dies gilt es, bei entsprechenden Strategien zu berücksichtigen.

### Bewertung der Komponenten von CCS

Die »CCS-Technologie« umfasst die Abscheidung (bzw. die Luftzerlegung beim Oxyfuel-Verfahren), den Transport des CO<sub>2</sub> und schließlich dessen geologische Lagerung. Der erste Schritt ist der (kosten)aufwendigste. Dafür bieten sich drei verschiedene technische Verfahren an, die bisher jedoch noch nicht in großen Kraftwerken zum Einsatz kommen.

i) Beim »Post-Combustion« Verfahren handelt es sich um eine Rauchgaswäsche. Dieses Verfahren lässt sich prinzipiell auch in bestehende Kraftwerke integrieren, wenn genügend Platz vorhanden ist.

ii) Beim integrierten Kohlevergasungsprozess (IGCC, »Integrated Gasification Combined Cycle«) wird Synthesegas erzeugt, dem eine CO<sub>2</sub>-Wäsche integriert ist. Aufgrund der hohen Komplexität ähnelt eine IGCC-Anlage mehr einer chemischen Anlage als einem Kraftwerk.

iii) Beim Oxyfuel-Verfahren findet die Verbrennung der Kohle mit reinem Sauerstoff statt. Das entstehende Rauchgas mit hoher CO<sub>2</sub>-Konzentration wird gereinigt und verdichtet.

Es ist noch unklar, welches dieser Verfahren das günstigste ist. Aufgrund dessen werden alle erprobt. Die dabei auftretenden Risiken für die umliegende Bevölkerung bewegen sich im Rahmen auch sonst üblicher großtechnischer Anlagen.

Der Transport von CO<sub>2</sub> wird, wenn es in dem Ausmaß abgeschieden wird, über das hier diskutiert wird, zu Lande über Pipelines und auf dem Meer mit Hochseeschiffen abgewickelt. Als vergleichbare Anwendung kann der Transport von Erdgas herangezogen werden, wobei dieses durch mögliche exotherme Reaktionen als gefährlicher einzustufen ist.

Für die Lagerung von CO<sub>2</sub> kommen vor allem geologische Lagerstätten (ausgebeutete Erdöl- und Erdgasfelder) und saline Aquifere in Frage. Allen Lagerstätten ist gemein, dass ihre Eignung (vor allem für einen langzeit-sicheren CO<sub>2</sub>-Einschluss) im Einzelfall untersucht werden muss, und dass auch während der Einlagerung und dann der dauerhaften Lagerung ein Monitoring der Lagerstätte geschehen muss. Es muss sichergestellt werden können, dass die abgetrennten CO<sub>2</sub>-Mengen dauerhaft sicher in tiefen geologischen Formationen gelagert werden können. Wenn CCS global in großem Maßstab zur Anwendung kommt, sollte die Leckagerate kleiner als 0,01% pro Jahr sein, damit CCS einen wirkungsvollen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. CCS wird nutzlos, wenn die Leckagerate 1% überschreitet. CCS, bei dem das Leckage Risiko nicht in den Griff gebracht wird, ist völlig unakzeptabel. Problematisch ist allerdings, dass die Nachweisgrenze von Experten auf etwa 1% pro Jahr eingeschätzt wird,

obwohl Plausibilitätsannahmen für sichere Lagerstätten weit geringere Leckagen erwarten lassen.

Um niedrige Leckagen zu gewährleisten, wäre zu überprüfen, ob folgender vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung ins Spiel gebrachte Mechanismus (vgl. Edenhofer, Held und Bauer 2005) zur Sicherung geringer Leckagen von CO<sub>2</sub>-Speichern anwendbar ist: Jeder, der CO<sub>2</sub> zu lagern beabsichtigt, muss eine entsprechende Menge »Sequestration Bonds« erwerben. Diese Bonds werden verzinst und auf dem Markt gehandelt, und sie werden abgewertet, wenn die dazugehörige CO<sub>2</sub>-Lagerstätte nicht dicht ist. Damit wird ein Anreiz geschaffen, Speicherstätten zu nutzen, die weitgehend leckagefrei sind. Für Deutschland ist noch ein Kataster für Lagerstätten von CO<sub>2</sub> aufzustellen. Weltweit betrachtet, sieht der Weltklimarat IPCC in seinem Sonderbericht zu CCS (2005, 442 ff.) genug CO<sub>2</sub>-Speicherpotential.

Die absehbaren direkten Sicherheitsrisiken von geologisch gelagertem CO<sub>2</sub> sind begrenzt und liegen damit in einer anderen Größenordnung als die der Atommülllagerung. Die Lagerung von CO<sub>2</sub> im Meer wird von praktisch allen Staaten abgelehnt. Offen ist weiterhin, ob nicht andere Verfahren gefunden werden, mit denen CO<sub>2</sub> eleganter von der Atmosphäre ferngehalten werden kann.

### Politische Wege

Am 17. Dezember 2008 wurde die CCS-Richtlinie der EU verabschiedet. Bei der Umsetzung in nationales Recht geht unter den EU-Mitgliedstaaten Deutschland das Thema beschleunigt an, das CCS-Gesetz soll bereits am 18. Februar 2009 im Kabinett behandelt werden. Ziel ist, dass es noch in dieser Wahlperiode verabschiedet werden kann, das BMU hat dabei die Federführung. Die Haftungsfragen werden allerdings nicht in diesem Jahr abgeschlossen und später über eine Verordnungsermächtigung geregelt.

Im nächsten Schritt der Transformation von CCS als einer Technologie spekulativen Charakters zu einer einsetzbaren Technik müssen Demonstrationsanlagen erstellt werden. Die EU plant bis zu zwölf CCS-Demoanlagen bis zum Jahr 2015. Da die Unternehmensseite dafür nicht allein aufkommen will, wurden im Rahmen des EU-Beschlusses 300 Mill. Emissionserlaubnisse dafür beiseite gelegt, und weiter 1,5 Mrd. € sollen über bisher nicht ausgegebenes Geld dafür zusätzlich mobilisiert werden.

Wenn sich CCS als einsatzbereite Technik erweist, bedarf es Anreize, damit sie zur Anwendung kommt. Anspruchsvolle »Emissions performance standards« könnten das leisten und zudem den Netzanschluss weiterer konventioneller fossiler Kraftwerke verzögern: Anstatt jetzt neue Kraftwerke (ohne CCS) zu bauen, ist die Klimabilanz günstiger, wenn existierende Kraftwerke – eventuell nach einer Modernisie-

rung, welche zu höheren Wirkungsgraden führt – einige Jahre länger laufen gelassen werden.

Auch die Nachrüstung bestehender, nicht zu alter Kraftwerke, ist vorzusehen. Eine Schwelle von etwa zwölf Jahren Laufzeit könnte sich hier anbieten. Eine PR-Strategie für »CCS-ready«-Kohlekraftwerke und Pilotprojekte darf allerdings kein Feigenblatt für nicht verpflichtend nachzurüstende Kohlekraftwerke und kein Schmiermittel für ein »weiter so« sein. Viele Beobachter haben derzeit den Eindruck, dass verschiedenen Akteure eine PR-Strategie umsetzen, die CCS zur Legitimationsgewinnung für *konventionelle* Steinkohle- und Braunkohlekraftwerke generell dienen soll. Dies ist klimapolitisch völlig kontraproduktiv, für ambitionierten Klimaschutz müssen als nächstes die notwendigen Rahmenseetzungen (z.B.: 100%ige Versteigerung im Emissionshandel; effektive CCS-Richtlinie; wirkungsvolle Schwellenländer-Strategie (z.B. über UN FCCC)) gesetzt bzw. umgesetzt werden. Solange solche Rahmenseetzungen von den CCS-Verfechtern nicht unterstützt oder gar aktiv bekämpft werden, fehlt die Glaubwürdigkeit, dass CCS tatsächlich umgesetzt und nicht nur als Argument für neue konventionelle Kraftwerke missbraucht wird. Daraus kann ein erhebliches Akzeptanzproblem in der Bevölkerung erwachsen.

### Zusammenfassung

Nach der Festlegung des gesetzlichen Rahmens sind im nächsten Schritt zügig mehrere CCS-Demonstrationsanlagen zu errichten und Lagerstätten zu identifizieren, mit denen gezeigt werden kann, dass CCS den Status der »spekulativen« Technologie verlassen hat und real im erwarteten Umfang zur Minderung der Treibhausgasemissionen beitragen kann. Dann erst kann entschieden werden, ob CCS zum Erreichen der Klimaziele beitragen wird und ob es den erhofften Beitrag für Energie- und Klimasicherheit leisten kann. Um dazu zu kommen, muss diese Technik mit großen Anstrengungen zum Einsatz gebracht werden. Kohlekraftwerke ohne CCS sollten keine Betriebsgenehmigung mehr erhalten. Für alle Kraftwerke der letzten zwölf Jahre sollten Nachrüstungen vorgeschrieben, die Laufzeit älterer Kraftwerke aber deutlich begrenzt werden.

### Literatur

- Edenhofer, O., H. Held und N. Bauer (2005), »A regulatory framework for carbon capturing and sequestration within the post-Kyoto process«, in: E.S. Rubin, D.W. Keith und C.F. Gilboy (Hrsg.), *Proceedings of the 7th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies* (5–9 September 2004, Vancouver, Canada), Elsevier, Amsterdam, 989–997.
- IPCC (2005), *IPCC special report on Carbon dioxide Capture and Storage*, prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- IPCC (2007), »Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability«, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, New York.