

Kohle im Rahmen einer zukunftsfähigen Energiepolitik

Eckdaten der Kohleverstromung in Deutschland

Braun- und Steinkohle sind zusammengekommen derzeit die mit Abstand wichtigsten Energiequellen für Elektrizität in Deutschland. Im Jahr 2007 lieferten Kohlen mit insgesamt 301 Mrd. Kilowattstunden elektrische Leistung (kWh_{el}) gut 47 Prozent der deutschen Bruttostromerzeugung (insgesamt 636,5 Mrd. kWh_{el}). Auch wenn man den gesamten Primärenergieverbrauch in Deutschland (also incl. Wärme und Verkehr) betrachtet, spielen Braun- und Steinkohle mit 26 Prozent derzeit noch eine bedeutsame Rolle.

Klimaziele und Emissionsbilanz

Für eine zukunftsfähige Energiepolitik ist das aktuelle Ausmaß der Kohlenutzung den zentralen Zielen der Klimapolitik gegenüberzustellen: Anerkannten wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge müssen die *globalen* Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 im Vergleich zu 1990 mindestens halbiert werden. Der Treibhausgasausstoß der Industrieländer muss bis dahin sogar um 80 bis 95 Prozent sinken. Nur so kann der Anstieg der weltweit durchschnittlichen Jahrestemperatur auf maximal zwei Grad über dem vorindustriellen Niveau limitiert und damit der globale Klimawandel so begrenzt werden, dass die Folgen noch beherrschbar erscheinen. Aus der globalen Klimaschutzvorgabe leiten sich die folgenden, ambitionierten Ziele für Deutschland ab:

- Reduktion der gesamten Treibhausgasemissionen um mindestens 40 Prozent (entspricht umgerechnet der Menge von 486 Mio. t Kohlendioxid (CO_{2eq})) bis 2020 – wie bereits von der Bundesregierung beschlossen –
- sowie um 80 bis 95 Prozent (972 bis 1.154 Mio. t CO_{2eq}) bis 2050 (jeweils im Vergleich zum Emissionsniveau von 1.215 Mio. t CO_{2eq} im Basisjahr 1990).

Dies ist selbst bei einer voraussichtlich leicht sinkenden Bevölkerungszahl eine enorme Herausforderung. **Neben einer drastischen Senkung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen und eines weiter konse-**

quenten Ausbaus der Erneuerbaren Energien haben die klimapolitische Ziele daher Konsequenzen für die künftige Nutzung von fossilen Energiequellen.

Unter den fossilen Energieträgern hat Kohle die schlechteste Klimabilanz. Bei Berücksichtigung der vorgelagerten Erzeugungsstufen verursacht die Verstromung von Steinkohle im aktuellen deutschen Kraftwerkspark pro Kilowattstunde (kWh) ca. 950g CO_{2eq} – bei Braunkohle sind es sogar 1.150g CO_{2eq}/kWh . Wird Erdgas in durchschnittlichen Gas- und Dampf-Kraftwerken verwendet, entstehen in der gesamten Prozesskette dagegen „nur“ 430g CO_{2eq}/kWh . Bei Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung verringern sich die Werte jeweils (bei Gas-Blockheizkraftwerken beispielsweise auf ca. 50g CO_{2eq}/kWh). Bei Erneuerbaren Energiequellen sieht die Klimabilanz ebenfalls deutlich besser aus. Aus diesen Erkenntnissen folgt, dass die weitere Entwicklung der Kraftwerksstruktur so gesteuert werden muss, dass die Kohlenstoffintensität der Stromerzeugung massiv verringert und eine möglichst zukunftsfähige Energieversorgung ermöglicht werden kann.

Entwicklung des Kraftwerksparks

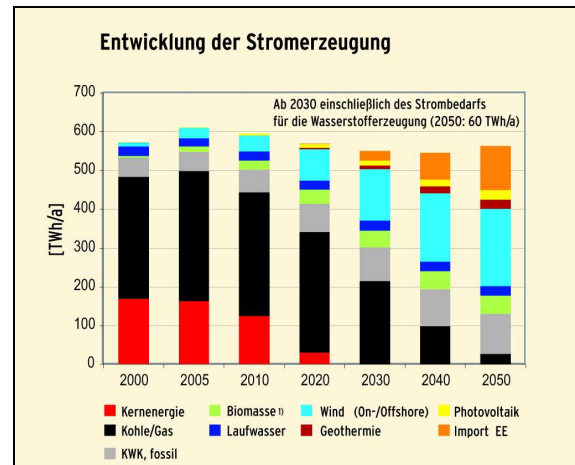
Aus diesem Grund ist ein Blick auf die aktuelle fossile Kraftwerksstruktur in Deutschland erforderlich: Derzeit sind Kohlekraftwerke mit ca. 53 Gigawatt (GW) elektrischer Bruttoleistung bzw. deutlich höherer Feuerungswärmeleistung (als der Heizwert der je Zeiteinheit zugeführten Brennstoffe) installiert. Zahlreiche der großen Kohlekraftwerke in Deutschland sind überaltert. Gleichzeitig befinden sich ca. 25 neue Braun- und Steinkohlekraftwerke mit einer (elektrischen) Leistung von insgesamt ca. 23 GW in Bau oder in Planung. Diese Konstellation birgt neben der Chance für einen zügigen Strukturwandel in der Energieversorgung auch große Risiken: Falls viele neue Kohleprojekte ans Netz gehen, würde die dann existierende fossile Kraftwerksstruktur auf Jahrzehnte

zementiert, da ein – einmal errichtetes und unbefristet genehmigtes – fossiles Großkraftwerk üblicherweise mindestens 40 Jahre lang betrieben wird. Zudem lehrt die Erfahrung, dass für die Inbetriebnahme eines neuen Großkraftwerks nicht einmal zwangsläufig ineffizientere Bestandskraftwerke mit entsprechenden Kapazitäten stillgelegt werden – selbst wenn dies zuvor von den Betreibern versprochen wurde. Prognosen über die exakten Auswirkungen einer Realisierung der o. g. Neubaupläne sind daher mit Unsicherheiten behaftet.

Dennoch lassen sich einige Aussagen mit relativ hoher Gewissheit treffen: Unter den Annahmen des Leitszenarios der Leitstudie 2008 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ des BMU ist nach 2007 ein Zubau von nicht in Kraft-Wärme-Kopplung genutzten Kohlekraftwerken mit einer Leistung von lediglich maximal 9 GW klimapolitisch vertretbar. Von den aktuell geplanten zusätzlichen Kohlekraftwerken waren im Herbst 2008 jedoch bereits Anlagen mit mehr als 9 GW bestandskräftig genehmigt. **Würden die Kohle-Ausbaupläne der Energieversorgungsunternehmen weitgehend realisiert, dann würden – selbst bei Ersatz zahlreicher ineffizienterer alter Kohlemeiler – die deutschen Klimaziele bereits für 2020 klar verfehlt:** Der Stromsektor würde dann voraussichtlich 25 Mio. t CO₂ mehr emittieren als im Leitszenario angestrebt. Die gesamten nationalen CO₂-Emissionen würden 2020 voraussichtlich nur um 33 statt um 40 Prozent unter den Werten von 1990 liegen.

Dass sich ein umfangreicher Neubau großer Kohlekraftwerke auf die langfristigen Klimaziele noch verheerender auswirken würde, zeigt die folgende Berechnung: **Allein die derzeit geplanten bzw. in Bau befindlichen Kohlekraftwerke würden zusammen mindestens 140 Mio. t CO₂ emittieren, während die BMU-Leitstudie 2008 dem gesamten Stromsektor im Jahr 2050 – wenn diese Anlagen voraussichtlich immer noch in Betrieb sind – lediglich Treibhausgasemissionen in Höhe von 32 Mio. t CO₂/a einräumt.** Der deutsche CO₂-Reduktionspfad (minus 80 Prozent bis 2050) wäre so ein für allemal verbaut. Das Leitszenario 2008 geht daher von einem Rückgang des Kohleanteils in

der Stromerzeugung von derzeit 47 Prozent auf 39 Prozent in 2020 und auf lediglich vier Prozent in 2050 aus.



Quelle: Erneuerbare Energien in Zahlen 2008

Weitere Umweltauswirkungen

Doch nicht nur wegen der hohen CO₂-Emissionen ist Kohle als Energieträger der Zukunft denkbar ungeeignet. Großkraftwerke auf Braun- oder Steinkohlebasis werden meist allein zur Stromerzeugung genutzt und lassen die entstehende Wärme ungenutzt in die Umwelt entweichen (so genannte Kondensationskraftwerke). Und selbst wenn bei der Kohleverstromung auch die Abwärme genutzt wird (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK), wird die eingesetzte Energie wesentlich weniger effizient genutzt als bei Erdgas.

Hinzu kommt, dass sich sowohl kohle- als auch atombasierte Kondensationskraftwerke nicht flexibel genug steuern lassen, um die wechselnde Strombereitstellung aus Erneuerbaren Energiequellen wie Wind und Sonne auszugleichen. Während bei Atomkraftwerken bereits Sicherheitsaspekte gegen häufiges Hoch- und Runterfahren sprechen, sind es bei Kohlekraftwerken v. a. ökonomische Gründe: Bei häufigen Lastwechseln sinken der Wirkungsgrad und die notwendigen Erträge, um die hohen Investitionskosten zu refinanzieren. Deshalb rechnen sich die meisten Kohlekraftwerke bei derzeit voraussehbaren Strompreisen schlicht und einfach nur, wenn sie fast durchgängig Vollast fahren. Bleibt der schlecht regelbare Kohle- und Atomanteil in unserem Energiemix auf dem heutigen Niveau, kann der beständig wachsende Anteil regenerativer Energieträger daher schon

bald nicht mehr ohne erhebliche Verluste und Stillstandszeiten integriert werden.

Neben der erheblichen CO₂-Belastung der Atmosphäre ist die Energiegewinnung aus Kohle auch mit erheblichen Emissionen von Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxiden (NO_x), Staub, Schwermetallen wie Quecksilber, Dioxinen und weiteren organischen Verbindungen verbunden. Diese Schadstoffe belasten die Natur und können beim Menschen verschiedenste Erkrankungen und Allergien auslösen. Im Jahr 2006 haben die deutschen Kohlekraftwerke u. a. 235.000 t SO₂, 211.000 t NO_x, 10.600 t Staub, 2,18 t Quecksilber und 4 g Dioxine ausgestoßen. Auch die Entnahme und Einleitung von Kühlwasser für die Kraftwerke belastet die Gewässer durch Tötung von Kleinfischen, Wassererwärmung und Sauerstoffentzug in erheblichem Maße. So vermindert warmes Kühlwasser den Sauerstoffgehalt der Gewässer, während enthaltene Schadstoffe wie z.B. Chloride, Fluoride, Sulfate oder Schwermetalle die Gewässerqualität weiter verschlechtern.

Auch die Gewinnung der Kohlen – unabhängig davon ob in Deutschland oder anderswo – ist mit erheblichen Belastungen der Umwelt verbunden. So ist der Braunkohletagebau verantwortlich für die Zerstörung von Natur- und Kulturlandschaften und damit einhergehende Verluste an Artenvielfalt und bestehenden Ökosystemen, für die langfristige Beeinträchtigung des natürlichen Grundwasserhaushaltes und

der Fließgewässerdynamik, für ein verändertes Regionalklima, für Versteppung und Waldbrandgefahr, für Lärm- und Feinstaubbelastungen aus dem Tagebaubetrieb sowie für die zwangsweise Umsiedlung Tausender Menschen und Wertverlust von Eigentum. Viele dieser natürlichen, gesundheitlichen, kulturellen, ideellen und finanziellen Folgeschäden sind weiträumig und irreversibel.

Beim *Steinkohle*abbau im In- und Ausland entstehen ebenfalls Folgeschäden. Hinzu kommen Importabhängigkeit und Energieaufwand beim Transport von Kohlen aus dem Ausland (v. a. von Nord- & Südamerika, Südafrika, Australien, Russland und Polen nach Deutschland). Anders als häufig behauptet, sind Ausmaß und Verteilung der globalen Kohlereserven nicht unproblematisch. So liegen 85 Prozent der globalen Reserven in gerade einmal sechs Staaten. Diese Länder gehören jedoch gleichzeitig zu den größten Kohleverbrauchern, so dass weltweit nur 15 Prozent der geförderten Kohle überhaupt exportiert werden kann.

Aufgrund dieser zahlreichen Nachteile ist einer hoher Kohleanteil in der Stromversorgung mit einer zukunftsfähigen Energieerzeugung langfristig unvereinbar. Es ist daher dringend erforderlich, die weitere energetische Nutzung der Kohle wirksam und effizient zu begrenzen, wenn neue Technologien zur Reduzierung der CO₂-Emissionen aus Kohlefeuerung die Faktenlage nicht entscheidend verändern.

Kohlenutzung weltweit

Global ist Kohle – nach Erdöl – der zweitwichtigste Energieträger, bei der Stromerzeugung liegt sie sogar auf Platz eins. Über 40 Prozent aller energiebedingten Treibhausgasemissionen stammen aus der Verbrennung von Kohle. Sie ist damit der weltweit größte „Klimakiller“.

Zudem sind Braun- und Steinkohle die Energieträger mit dem weltweit stärksten Wachstum. In den vergangenen zehn Jahren ist die globale Kohlenachfrage um mehr als ein Drittel gestiegen. Unter unveränderten Rahmenbedingungen wird die globale Kohlenachfrage jährlich um zwei Prozent weiter ansteigen. 85 Prozent die-

ses globalen Nachfragebooms ist auf die zunehmende Kohleverstromung in Indien und China zurückzuführen. Beide Länder haben riesige Kohlevorkommen und planen, sie zu nutzen. 200 neue Kohlekraftwerke sind in den nächsten zehn Jahren allein in Indien geplant. China will sogar 500 neue Kraftwerke bauen – im Schnitt eins pro Woche. Zwar hat das bevölkerungsreichste Land der Welt aufgrund einer starken Betroffenheit von Klimawandel und Luftverschmutzung ehrgeizige Programme zur Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbarer Energien auf den Weg gebracht. Diese reichen aber voraussich-

tlich allein nicht aus, den Energiehunger der schnell wachsenden Volkswirtschaft zu decken und gleichzeitig die CO₂-Emissionen wirksam zu begrenzen.

Zwar gibt es zahlreiche Anzeichen, dass die weltweite Kohleproduktion dem enormen Nachfragezuwachs nicht angepasst werden kann und die Vorräte schneller zuneige gehen als erwartet. Doch darauf zu hoffen, verbietet sich aus klimapolitischen Gründen: **Aktuelle Studien zeigen, dass nicht mehr als ein Viertel der wirtschaftlich förderbaren Brennstoff-**

Reserven der Welt (und damit nur ein geringer Bruchteil sämtlicher bekannter Vorkommen von Erdöl, Erdgas und Kohle) verbraucht werden dürfen, um die durchschnittliche globale Erwärmung unter zwei Grad zu halten. Werden die globalen Kohleausbaupläne hingegen ohne gravierende technologische Veränderungen realisiert, steigen die CO₂-Emissionen der Kohlenutzung allein bis 2030 um 60 Prozent.

Begrenzung der CO₂-Emissionen aus Kohle durch CCS

Die einzige Möglichkeit, die Treibhausgasemissionen bei der Kohleverstromung deutlich zu reduzieren, besteht durch Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung des entstehenden CO₂ (Carbon Dioxide Capture and Storage, CCS). Mithilfe verschiedener, großtechnisch noch nicht ausgereifter Verfahren (Verbrennung in Sauerstoffatmosphäre (Oxy-fuel), Integrierte Kohlevergasung (IGCC) und Rauchgaswäsche (Post-combustion)) kann das bei der Kohleverstromung entstehende Kohlendioxid weitgehend abgetrennt werden. In den weiteren Prozessschritten muss es dann (vorzugsweise per Pipeline oder Schiff) zu einem geeigneten Speicherort transportiert, in unterirdische geologische Formationen eingebracht und dort langfristig und sicher deponiert werden.

Risiken und offene Fragen

Der größte Nachteil der CCS-Technologie ist ihre technische Unausgereiftheit. Obwohl einzelne Prozessschritte bereits erprobt sind (Rauchgaswäsche, CO₂-Injizierung in Erdöllagerstätten), ist die Gesamttechnologie noch weit von der kommerziellen, großtechnischen Umsetzung entfernt. Damit ist kaum vor dem Jahr 2020 zu rechnen. Effektive Maßnahmen zur CO₂-Reduktion in Deutschland und weltweit müssen jedoch bereits deutlich vorher greifen.

Mit dem frühen technologischen Entwicklungsstadium verbunden sind Unsicherheiten über die finanzielle Rentabilität von CCS. Für das Jahr 2020 ist mit CO₂-

Vermeidungskosten durch CCS zwischen 30 und 60 €/t CO₂ bzw. Stromgestehungskosten (Gesamtkosten geteilt durch umgewandelte Energiemenge) von ca. 7 Cent/kWh zu rechnen. Dieses Stromkostenniveau könnte 2020 auch der charakteristische Mix der Erneuerbaren Energien erreichen, wobei einzelne Technologien wie Windkraft sogar deutlich günstiger sein werden. Es ist daher völlig unklar, ob CCS sich jemals rechnet – zumindest in Deutschland und Europa. Hohe Investitionen für CCS-Anlagen könnten zudem eine flexible Regelung der Kraftwerke noch unwirtschaftlicher machen, als es bei der konventionellen Kohleverstromung ohnehin der Fall ist, sodass CCS-Kohlekraftwerke möglicherweise mit der künftigen fluktuierenden Energieerzeugungslandschaft noch weniger kompatibel sind.

Weitgehend unerforscht ist zudem die Sicherheit potenzieller CO₂-Deponien. Denkbare Ablagerungsstätten sind ausgeförderte Erdöl- bzw. Erdgasfelder sowie saline Aquifere (poröse, salzwasserführende Gesteinsschichten). Doch die unterirdische Lagerung von CO₂ ist riskant. So ist bei der CO₂-Verpressung in saline Aquifere noch weitgehend ungeklärt, in welchem Ausmaß und mit welchem Folgen das dort vorhandene stark salzhaltige Grundwasser verdrängt wird. Noch bedeutsamer sind die Risiken möglicher Leckagen des injizierten CO₂ – womöglich zusammen mit darin gelösten Schwermetallen oder aggressiven Säuren – in andere Untergrundschichten oder gar in die

Atmosphäre. Ein plötzlicher, massiver Austritt von CO₂ in die Atmosphäre hätte lokal gefährliche Auswirkungen auf Mensch und Natur. Und selbst gesundheitlich unbedenkliche, geringe Leckagen würden klimapolitisch die gesamte CCS-Technologie ad absurdum führen. So wäre bei einer jährlichen Leckagerate von einem Prozent nach 40 Jahren bereits wieder ein Drittel des deponierten Treibhausgases in die Atmosphäre entwichen!

Darüber hinaus ist die Speicherverfügbarkeit völlig ungeklärt: Die Schätzungen *prinzipiell* geologisch geeigneter CO₂-Ablagerungsstätten in Deutschland variieren in großem Umfang (zwischen 14 und 46 Milliarden Tonnen CO₂ Speicherkapazität). Rein rechnerisch könnten so die gesamten CO₂-Emissionen des Stromsektors für 45 bis 150 Jahre unterirdisch deponiert werden – die Emissionen der Kohlekraftwerke sogar entsprechend länger. Dieser theoretische Wert hat mit den tatsächlich nutzbaren Kapazitäten jedoch wenig gemein, da zahlreiche Faktoren zusätzlich beachtet werden müssen: So wird bei Schätzungen zur technischen Kapazität häufig pauschal davon ausgegangen, dass das gesamte Porenvolumen eines Speichers zur Lagerung von CO₂ genutzt werden kann, was meist nicht der Realität entsprechen dürfte und daher zu weit überhöhten Zahlen führt. Zudem bleibt bei geologischen Kapazitätsberechnungen völlig unberücksichtigt, dass zahlreiche einzelne Ablagerungsstätten bzgl. ihrer Kapazität und ihrer geographischen Entfernung zu den größten Kohlekraftwerken kaum rentabel erreichbar und erschließbar sind. Erdöl- und Erdgasfelder sind ohnehin erst nutzbar, wenn sie fast ausgefördert sind. Ferner ist zu beachten, dass einige potenzielle Speicher klimapolitisch relevanten Nutzungskonkurrenzen unterliegen, etwa für die geothermische Energiegewinnung oder als Zwischenspeicher für Erdgas oder Druckluft. Diese Nutzungsformen müssen im Rahmen einer nachhaltigen Energieversorgung Vorrang haben gegenüber der CO₂-Ablagerung.

Aus diesen Erwägungen folgt, dass bislang keine belastbare Abschätzung des ökologisch und ökonomisch vertretbaren CO₂-Speichervolumens in Deutschland vorgenommen werden kann. Bestenfalls reichen die Ablagerungskapazitäten ver-

mutlich, um die Treibhausgasemissionen der klimaschädlichsten Kohlekraftwerke in Deutschland eine Kraftwerksgeneration lang aufzunehmen. Mehr als eine Brückentechnologie auf dem Weg in eine weitgehend auf Erneuerbaren Energien basierende Energieversorgung kann CCS schon deshalb nicht darstellen.

Ein weiterer Nachteil der CO₂-Abscheidung betrifft den Energieaufwand. Je nach Verfahren steigert die gesamte CCS-Prozesskette den Energieverbrauch der Kohleverstromung um 20 bis 40 Prozent. Dementsprechend steigen die mit dem erhöhten Rohstoffbedarf und -abbau verbundenen Umweltbelastungen. Die Wirkungsgradverbesserungen der letzten Jahrzehnte werden auf einen Schlag aufgefressen. Nicht zuletzt dadurch sinkt auch das theoretische Klimaschutzpotenzial der Technologie: Unter Berücksichtigung des Aufwands aller zusätzlichen Prozesse werden durch CCS lediglich 65 bis 80 Prozent der ursprünglichen Treibhausgas-Emissionen vermieden. Von einem CO₂-freien Kraftwerk kann daher keinesfalls die Rede sein.

Pragmatische Abwägung

Angesichts dieser Nachteile sollten Potenziale und Perspektiven der CCS-Technologie nüchtern und realistisch betrachtet werden. Dass sie in Deutschland einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten wird, ist angesichts des Zeitrahmens, der Kosten und der unklaren Speicherverfügbarkeit eher unwahrscheinlich.

Allein aus globaler Perspektive wäre es jedoch klimapolitisch unklug, frühzeitig auf die Option CCS komplett zu verzichten. Es ist derzeit kaum vorstellbar, dass kohlereiche, schnell wachsende Volkswirtschaften wie Indien und China ihre – weiter rasant wachsende – Kohlenutzung ohne CCS auf ein klimapolitisch vertretbares Maß reduzieren können. Es erscheint derzeit sinnvoll, die hochkomplexe Technologie in Deutschland und Europa weiterzuentwickeln und zu erproben. Sollte die sichere, langzeitstabile CO₂-Speicherung im Untergrund möglich sein, kann CCS mittels geeigneter Technologietransfermechanismen zumindest in einigen wichtigen Kohleländern zum Einsatz kommen. Und eventuell kann auch in Deutschland die vorü-

bergehende Nutzung von CCS klimapolitisch geboten sein – beispielsweise um auf dem Weg zu einer weitgehenden Dekarbonisierung von Wirtschaft und Energieversorgung die Prozessemissionen kohlenstoffintensiver Industrien wie die Aluminium- und Stahlherstellung zu minimieren oder mithilfe von Biomasse-CCS der Atmosphäre CO₂ zu entziehen.

Der NABU befürwortet daher die weitere Erforschung und Erprobung der CCS-Technologie. Die finanziellen Aufwendungen dafür müssen in erster Linie von der Industrie getragen werden. Eine öffentliche finanzierte Begleitforschung kann die Gewinnung interessenunabhängiger Erkenntnisse gewährleisten – insbesondere im Bereich der Speichersicherheit. Keinesfalls dürfen diese Aufwendungen jedoch zu Lasten der öffentlichen Forschungs- und Fördermittel für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz gehen.

Anforderungen für CCS-Projekte

Zentrale Anforderung an alle CCS-Projekte ist es, die Langzeitsicherheit der Speichersysteme nachvollziehbar nachzuweisen und – durch die Betreiber langfristig haftungsrechtlich abgesichert – zu garantieren. Denn ein nachhaltiger Klimaschutzeffekt von CCS wäre nur dann erreicht, wenn die Treibhausgase praktisch vollständig für sehr lange Zeit im Untergrund verbleiben, bis eine weitgehend kohlenstofffreie Energieversorgung etabliert und die überhöhte CO₂-Konzentration in der Atmosphäre abgebaut worden ist. Daraus folgt, dass die jährliche Leckagerate aus einem CO₂-Speicher 0,01 Prozent nicht überschreiten darf, so dass nach 1.000 Jahren immerhin noch 90 Prozent des CO₂ innerhalb des vorgesehenen Speicherkomplexes verbleiben. Verunreinigungen des Grundwassers durch unterirdische Leckagen und die unterirdische Verdrängung großer Salzwassermassen müssen ebenfalls verhindert werden. Die CO₂-Speicherung darf zudem nicht zur Benachteiligung konkurrierender Nutzungen des Untergrunds zur geothermalen Energiegewinnung oder als Gas- oder Druckluftspeicher führen. Die Deponierung in Ökosystemen wie beispielsweise Ozeanen ist aufgrund der massiven Versauer-

ung des Wassers prinzipiell auszuschließen. Die mit Bau und Betrieb der Transportinfrastruktur (v. a. Pipelines) verbundenen immensen Eingriffe in die Natur sowie nicht auszuschließenden Sicherheitsrisiken müssen so weit wie möglich minimiert werden.

„No-regret“-Strategie

Öffnet die Technologieperspektive CCS damit den Weg für den sofortigen Neubau von Kohlekraftwerken in Deutschland? – Nein. Denn die CCS-Nachrüstung bereits errichteter Kohlekraftwerke ist finanziell und technisch sehr aufwendig. Das großspurig verliehene Label „CCS ready“ bedeutet nicht viel mehr, als dass neben einem Kraftwerk Flächen für die späteren Abscheidungsanlagen vorgehalten werden – eine Garantie bietet es nicht. Die Wirkungsgradverluste fallen bei nachgerüsteten Kraftwerken noch wesentlich drastischer aus als bei CCS-Neuanlagen. Die Zusatzaufwendungen bzw. CO₂-Vermeidungskosten steigen dadurch weiter. Daher ist es – selbst bei CO₂-Zertifikatpreisen von 25 bis 30 €/t CO₂ im europäischen Emissionshandel – unwahrscheinlich, dass sich nachträglich mit CCS ausgestattete Kohlemeiler in Deutschland und Europa finanziell rechnen würden.

CCS darf daher nicht als Vorwand für einen massiven Ausbau der Kohleenergie in Deutschland und Europa herhalten. Schließlich bleibt die Möglichkeit bestehen, dass die Abscheidung und Speicherung von CO₂ *nicht* wie erhofft funktioniert. **Angesichts unklarer technologischer Entwicklungen muss sich jede Energiepolitik an einer „No-regret“-Strategie orientieren. Dies bedeutet in Bezug auf CCS: Nicht vorzeitig auf diese Technologieoption verzichten, aber auch keine Fakten (d. h. neue Kohlekraftwerke) schaffen, die sich zu teuren Investitionsruinen wandeln, falls CCS nicht funktioniert.**

Die bloße Technologie-Hoffnung „CCS“ beantwortet daher noch nicht die Frage, wie sich die klimaverträgliche Entwicklung der Kohleverstromung effektiv begrenzen lässt.

Ökonomische Anreize durch Emissionshandel

Der EU-Emissionshandel wirkt grundsätzlich als Steuerungsinstrument für die weitere Entwicklung der Kohleverstromung. Schließlich ist er die zentrale Maßnahme, um die bei der Stromerzeugung emittierten Treibhausgase zu begrenzen. Dazu stellt die EU der Energiewirtschaft eine begrenzte Menge an Zertifikaten für Treibhausgasemissionen zur Verfügung. Die Anzahl der Emissionsrechte wird jährlich abgesenkt. Bis 2012 werden die Zertifikate den Kraftwerksbetreibern weitgehend kostenlos zugeteilt. Ab 2013 müssen die Stromerzeuger in Westeuropa die erforderlichen Zertifikate komplett ersteigern, während der Auktionsanteil für Kraftwerke in einigen neuen EU-Ländern erst schrittweise bis 2020 auf 100 Prozent steigt. Die Emissionsrechte können unter den Kraftwerksbetreibern frei gehandelt werden, solange jedes Kraftwerk mindestens so viele Zertifikate hält, wie es CO₂ emittiert. Das Instrument des Emissionshandels verleiht dem CO₂-Ausstoß so einen Preis und setzt damit Anreize, diesen Ausstoß zu reduzieren.

Unzureichende Lenkungswirkung

Trotz dieses klaren Mechanismus' ist der EU-Emissionshandel in seiner jetzigen Form allein nicht geeignet, die weitere Entwicklung der Kohleverstromung in Deutschland in klimaverträgliche Bahnen zu lenken: Schließlich erlaubt das Ende 2008 beschlossene EU-Klimapaket, dass bis zur Hälfte der gesamten CO₂-Reduktionen in den vom Emissionshandel betroffenen Branchen zwischen 2008 und 2020 mittels so genannter CDM-Projekte in Entwicklungsländern und damit außerhalb der EU realisiert werden. „Zuhause“ müssen die Emissionen dadurch weit weniger stark gesenkt werden. Auf absehbare Zeit werden so ausreichend viele und relativ kostengünstige Emissionszertifikate – auch für den Neubau von klimaschädlichen Kohlekraftwerken – zur Verfügung stehen. Zudem ist es den EU-Mitgliedsstaaten vorübergehend erlaubt, aus den nationalen Versteigerungserlösen

im Emissionshandel neue fossile Kraftwerke mit bis zu 15 Prozent der jeweiligen Investitionskosten zu subventionieren. Die gewünschte Lenkungswirkung des Emissionshandels – weg von der Kohle hin zu klimaverträglicheren Energiequellen – wird deshalb nicht in ausreichendem Maße greifen.

Außerdem lehrt die politische Erfahrung, dass selbst ein ausreichend verschärfter Emissionshandel nicht alles richten würde: Wenn zahlreiche neue Kohlekraftwerke gebaut sind, würde ein konsequent angewandter Emissionshandel lange vor der üblichen Lebensdauer von Kohlekraftwerken deren vorzeitiges Abschalten ökonomisch erzwingen. Unwirtschaftliche Investitionsruinen wären die Folge, die durch eine kluge, langfristig angelegte Energiepolitik hätten verhindert werden können. In einer solchen Situation würden die großen Energiekonzerne zweifellos ihren politischen Einfluss und die normative Kraft des Faktischen nutzen: Mit dem Argument andernfalls exorbitant steigender Strompreise würden die Lobbyisten darauf drängen, die Vorschriften im Emissionshandel aufzuweichen, damit einmal gebaute Kohlewerke weiter am Netz bleiben können. **Der Neubau von Kohlekraftwerken würde den Emissionshandel also mehr einschränken, als der Emissionshandel den klimaschädlichen Kraftwerksneubau.** Und die europäischen Klimaziele wären nicht mehr zu erreichen.

Zwar haben die jüngst beschlossenen Verschärfungen im EU-Emissionshandel wie die 100-prozentige Auktionierung der CO₂-Zertifikate in Westeuropa – zusammen mit den teilweise massiven lokalen Protesten – durchaus bewirkt, dass einzelne Investitionen in Kohlekraftwerke geprüft, zurückgestellt oder aufgegeben werden. Dennoch sind offensichtlich über den EU-Emissionshandel hinaus zusätzliche Instrumente zur klimaverträglichen Steuerung der Energieerzeugungsstruktur erforderlich.

Ordnungsrechtliche Vorgaben bei der Anlagenzulassung

Aufgrund der o. g. Mängel des Emissionshandels sollte daher das System ökonomischer Anreize durch ordnungsrechtliche Vorgaben ergänzt werden. Der naheliegendste Weg, die gesetzliche Begrenzung des spezifischen CO₂-Ausstoßes eines Kraftwerks (beispielsweise auf maximal 400g CO₂/kWh), ist nach dem derzeitigen europäischen Recht den einzelnen Mitgliedstaaten verbaut und nur auf EU-Ebene möglich.

Solange die EU keine europaweiten Emissionsgrenzen für fossile Kraftwerke erlässt, sollte daher der Bundesgesetzgeber im Anlagenzulassungsrecht (BlmSchV sowie BlmSchG) eigene, EU-Recht konforme Genehmigungsanforderungen formulieren, um den maximalen CO₂-Ausstoß indirekt zu begrenzen. In Frage kommen hierfür die Verpflichtung zur Nutzung von KWK und die Festschreibung eines Mindestwirkungsgrads für neue fossile Kraftwerke. Anders als die direkte Begrenzung der Treibhausgasemissionen wären derartige Regelungen europarechtlich zulässig.

Zulassungsstandards für fossile Kraftwerke

Als Vergleichsmaßstab für genehmigungsfähige fossile Anlagen sollten die klimapolitisch beste Technologie dienen: Hocheffiziente Gaskraftwerke der neusten Generation, die entweder mit Kraft-Wärme-Kopplung oder – bei Regelkraftwerken – als Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke betrieben werden, sowie möglichst Strom und Wärme produzierende Kohlekraftwerke, deren CO₂-Emissionen abgeschieden und langfristig sicher entsorgt werden. Das bedeutet: **Ab sofort soll ein fossiles Großkraftwerk nur noch genehmigt werden können, wenn es die eingesetzten Brennstoffe so effizient zur Bereitstellung von Strom und Wärme nutzt, wie dies hochmoderne Gaskraftwerke tun – oder wenn es so wenig CO₂ emittiert, wie dies bei einem Kohlekraftwerk mit effizient funktionierender CCS-Technologie der Fall wäre.** Zulassungsvoraussetzung wäre damit ein elektrischer Wirkungsgrad von 58 Prozent (abzüglich einer Gutschrift für das Ausmaß der Wärmeauskopplung, die zwar den Brennstoffnutzungsgrad insgesamt erhöht, aber den

elektrischen Wirkungsgrad senkt) sowie von ca. 34 Prozent für Kraftwerke mit CCS-Technologie (ggf. mit Wärmeabschlag). Diese Zulassungsanforderungen müssten selbstverständlich entsprechend dem jeweiligen Stand der Technik schrittweise angepasst werden. Die Lockerung des Grenzwerts für CCS-Anlagen ist *erforderlich*, da Abscheidung, Transport und Speicherung von CO₂ den Wirkungsgrad der Gesamtanlage reduzieren (um bestenfalls ca. 8 bis 15 Prozentpunkte von bei Kohlekraftwerken derzeit realisierbaren 46 Prozent) – gleichzeitig ist sie *sinnvoll*, da CCS die spezifischen Treibhausgasemissionen von Kohlekraftwerken unter das Niveau hocheffizienter Gaskraftwerke verringern kann.

Ein so gesetzter Zulassungsgrenzwert würde nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand effektiv bewirken, dass nur hocheffiziente Gas- und CCS-Kohlekraftwerke genehmigungsfähig wären, die zudem – wo immer dies möglich und effizient ist – auch die entstehende Wärmeenergie nutzen. Er wäre damit deutlich „eleganter“ und besser mit dem existierenden Genehmigungsrecht vereinbar als ein politisch angreifbares Kohle-Moratorium, das dem bloßen Abwarten auf technische Entwicklungen gleichkommt.

Zudem könnten analog nachträgliche Effizienzanforderungen im Anlagenzulassungsrecht für *bestehende* fossile Großkraftwerke formuliert werden. Diese Grenzwerte sollten so gesetzt werden, dass existierende Kohlekraftwerke noch für einen Übergangszeitraum in Betrieb gehalten werden können, um den Neubau von Kohlemeilern ohne CCS überflüssig zu machen, die die unverantwortlich hohen CO₂-Emissionen der Kohleverstromung für weitere 40 Jahre zementieren. Eine verpflichtende Nachrüstung mit KWK-Technik bei bestehenden Kraftwerken ist – anders als bei Neuplanungen – nicht sinnvoll, da die Standortentscheidung dort längst gefallen ist. Und wenn im Kraftwerksumfeld nicht ausreichend Wärmeabnehmer existieren, die entstehende Wärme also nicht genutzt werden kann, dann verliert KWK ihren klimapolitischen Nutzen.

Schlussfolgerungen

- ⇒ Oberstes Ziel einer zukunftsfähigen Energiepolitik ist die Reduzierung der deutschen CO₂-Emissionen um mindestens 40 Prozent bis 2020 sowie um 80 bis 95 Prozent bis 2050 (jeweils im Vergleich zu 1990).
- ⇒ Würden die aktuellen Kohle-Neubaupläne der Energieversorgungsunternehmen auch nur teilweise realisiert, wären – selbst bei Ersatz zahlreicher ineffizienterer alter Kohlekraftwerke – die deutschen Klimaziele für 2020 und 2050 nicht mehr erreichbar.
- ⇒ Die Kohlenutzung muss dringend auch weltweit in klimapolitisch verträgliche Bahnen gelenkt werden. Der Zubau an Kraftwerkskapazitäten in den Schwellenländern sollte durch die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau Erneuerbarer Energien so weit wie möglich begrenzt werden. Daneben spricht sich der NABU ausdrücklich für die ernsthafte Prüfung und Erprobung der CCS-Technologie als wichtige Option für den internationalen Klimaschutz aus.
- ⇒ Die Potenziale und Perspektiven der CCS-Technologie sollten allerdings angesichts zahlreicher offener Fragen und Nachteile nüchtern und realistisch betrachtet werden. Dass sie in Deutschland einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz leisten wird, ist angesichts des Zeitrahmens, der Kosten und der unklaren Speicherverfügbarkeit eher unwahrscheinlich.
- ⇒ Der Umgang mit CCS muss sich an einer „no-regret“-Strategie orientieren: Nicht vorzeitig auf diese Technologieoption verzichten, aber auch nicht verfrüht Fakten schaffen (d. h. Kohlekraftwerke bauen), die sich zu teuren Investitionsruinen wandeln, falls CCS nicht funktioniert.
- ⇒ Der EU-Emissionshandel ist in seiner jetzigen Form allein nicht ausreichend, den Neubau von Kohlekraftwerken in Deutschland klimaverträglich zu begrenzen.
- ⇒ Daher sollten das ökonomische Anreizsystem durch ordnungsrechtliche Zulassungsaufgaben ergänzt werden: Ab sofort sollten fossile Kraftwerke nur noch genehmigt werden, wenn sie die eingesetzten Brennstoffe so effizient zur Bereitstellung von Strom und Wärme nutzen, wie dies hochmoderne Gaskraftwerke tun – oder wenn sie so wenig CO₂ emittieren, wie dies bei einem Kohlekraftwerk mit effizient funktionierender CCS-Technologie der Fall wäre.

Literatur zum Weiterlesen

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

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Leitstudie 2008. Berlin 2008.

Deutsche Umwelthilfe: Klimaschutz, Kohle und UGB. Berlin 2008.

Deutscher Bundestag: Technikfolgenabschätzung: CO₂-Abscheidung und -Lagerung bei Kraftwerken. Berlin 2008.

Energy Watch Group: Coal – Resources and Future Production. Ottobrunn 2007.

Greenpeace International: Falsche Hoffnung – Warum CO₂-Abscheidung und Lagerung das Klima nicht retten werden. Amsterdam 2008.

Greenpeace International: The True Cost of Coal – How people and the planet are paying the price for the world's dirtiest fuel. Amsterdam 2008.

International Energy Agency: World Energy Outlook 2008. Paris 2008.

Oekom Research: Carbon Capture & Storage. München 2008.

Öko-Institut: Treibhausgasemissionen und Vermeidungskosten der nuklearen, fossilen und erneuerbaren Strombereitstellung. Arbeitspapier. Darmstadt 2007.

Umweltbundesamt: Technische Abscheidung und Speicherung von CO₂ – nur eine Übergangslösung. Dessau 2006.

Wuppertal Institut für Umwelt, Klima, Energie: RECCS. Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS). Wuppertal, Stuttgart, Potsdam 2007.

Impressum

© **NABU - Naturschutzbund Deutschland e.V.** (05/2009)

Redaktion: Elmar Große Ruse, Carsten Wachholz

NABU-Bundesverband • Charitéstraße 3 • 10117 Berlin

Telefon: 030. 28 49 84 – 1611 • Fax: 030. 28 49 84 – 3611

E-Mail: Elmar.Grosse-Ruse@NABU.de