

Teure Empfehlung

Der Weltklimarat sieht in der **Abscheidung von Kohlendioxid in Kohlekraftwerken** eine Schlüsseltechnik im Kampf gegen den Klimawandel. Die hierfür nötigen Verfahren könnten bald marktreif sein, doch hohe Kosten und die ungelöste Speicherfrage erschweren ihren Einsatz.

Von Sascha Rentzing



Ab in den Untergrund! Im brandenburgischen Ketzin testen Forscher in mehr als 700 Metern Tiefe, wie sicher sich Kohlendioxid unterirdisch speichern lässt.

”

Wir rechnen in unseren Szenarien damit, dass die CCS-Technik ab 2020 einsatzbereit sein könnte.“

Stefan Lechtenböhmer,
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

Von wegen: Im Kampf gegen den Klimawandel geht es voran. Der Erfolg der erneuerbaren Energien in Deutschland ist nur ein Tropfen auf den heißen Stein. Der weltweite Energiebedarf wird nach Einschätzung der Internationalen Energieagentur (IEA) bis zum Jahr 2040 um mehr als ein Drittel steigen. Um ihn zu decken, werde der Kohleverbrauch um 15 Prozent, der Erdgasverbrauch sogar um 50 Prozent zunehmen, mit besonders hohen Steigerungsraten in China und Indien. Eine Trendwende bei den gefährlichen Kohlendioxid-Emissionen könnte damit in weite Ferne rücken.

Der Klimarat der Vereinten Nationen (IPCC) mahnt deshalb in seinem neuen Bericht zum Klimawandel radikale Veränderungen an: Wenn die Erderwärmung auf akzeptable zwei Grad begrenzt werden soll, muss der CO₂-Ausstoß um 40 bis 70 Prozent bis 2050 sinken. Die Industriestaaten stehen damit in besonderer Verantwortung, denn sie müssen den kaum noch zu bremsenden Kohleboom in den Schwellenländern kompensieren. Die IPCC-Forscher sehen hierfür nur einen Weg: Ältere Kohlekraftwerke müssen schnell vom Netz, Neubauten oder neuere Kraftwerke müssen die so genannte CCS-Technik (Carbon Capture and Storage) nutzen. Damit ließen sich bis zu 90 Prozent CO₂ aus den Verbrennungsabgasen eines Kraftwerks entfernen und anschließend im Untergrund speichern – doch CCS ist höchst umstritten.

In einigen Staaten wird die Technik bereits im größeren Maßstab getestet. Das Global CCS Institute in Australien zählt derzeit weltweit 22 Industrieprojekte, vor allem in Kanada, den USA und Großbritannien. England etwa plant, bestehende Kohlekraftwerke binnen zehn bis 15 Jah-

ren abzuschalten. Neubauten sollen künftig nur noch mit CCS möglich sein. Auch in Deutschland könnte die CO₂-Abscheidung und -Speicherung Bedeutung gewinnen, sollte sich der Kohleausstieg verzögern. Der Saarbrücker Wirtschaftsprofessor Uwe Leprich weist darauf hin, dass in diesem Fall die Nachrüstung der verbleibenden Kraftwerke mit CCS eine Möglichkeit böte, den CO₂-Ausstoß zu begrenzen.

In fünf bis zehn Jahren könnte die Technik Experten zufolge einsatzbereit sein. „Wir rechnen in unseren Szenarien ab 2020 damit“, sagt Stefan Lechtenböhmer vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Voraussetzung für den kommerziellen Einsatz ist allerdings, dass die Energiekonzerne wieder mehr in CCS investieren. Zuletzt ruhten ihre Pläne für weitere Pilot- und Demonstrationsanlagen, weil die unterirdische CO₂-Speicherung in Deutschland unerwünscht ist. Zwar erlaubt das im Jahr 2012 verabschiedete CCS-Gesetz Testspeicher auf dem Bundesgebiet, doch haben alle Bundesländer mit potenziellen Speicherstätten auf Grundlage der im Gesetz eingebauten Länderklausel die CO₂-Lagerung auf ihrem Gebiet verboten.

Konzerne hoffen wieder

Das CCS-Plädoyer des Klimarats nährt jedoch die Hoffnung der Energiekonzerne auf ein Umdenken der politisch Verantwortlichen. „Der Bericht bestätigt, dass CCS eine Schlüsseltechnik ist. Was fehlt, sind geeignete gesetzliche Rahmenbedingungen“, sagt RWE-Sprecherin Laura Hoeboer-Schneider. Noch köchelt das Thema bei dem Essener Unternehmen. Wie die meisten Energieproduzenten setzt RWE inzwischen auf die CO₂-Abtrennung nach der Stromproduk- ▶

tion, da die „Post Combustion“ die einzige Technik ist, mit der sich bestehende Kohlekraftwerke nachrüsten lassen. Eine Pilotanlage am RWE-Braunkohlekraftwerk Niederaußem zweigt seit 2009 geringe Mengen des Rauchgases aus dem Kraftwerk ab und wäscht das CO₂ mit einer speziellen, auf Aminen basierenden Lösung heraus. Durch Erhitzen des Waschmittels wird das CO₂

wieder frei und lässt sich einfangen. Derzeit arbeitet RWE mit seinen Partnern BASF und Linde an Lösungen für Demonstrations- und Großkraftwerke, heißt es bei dem Konzern.

Seine frühere CCS-Schwerpunkttechnik, die integrierte Kohlevergasung (IGCC), hat RWE dagegen weitgehend aufgegeben. Sie kommt nur für neue Kohlekraftwerke in Betracht, die

Übertriebene Ausbaupläne

In Deutschland droht trotz vehementer Kritik renommierter Wissenschaftler noch immer ein überdimensionierter und überteuerter Netzausbau. Obwohl Kohlekapazitäten abgeschaltet werden sollen, halten die Netzbetreiber auch in ihrem zweiten, im November veröffentlichten Entwurf des Netzentwicklungsplans (Nep) für den Ausbau des Stromnetzes an den drei großen Stromtrassen nach Süddeutschland fest. Die westliche Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Leitung (HGÜ) soll von Osterath aus dem rheinischen Braunkohlerevier nach Philippsburg bei Karlsruhe, die mittlere von Brunsbüttel nach Wendlingen bei Stuttgart und die östliche von Wolmirstedt bei Magdeburg nach Gundremmingen in Bayern laufen. Die drei neuen Leitungen sollen die Bedarfsgebiete in Bayern und Baden-Württemberg künftig besser an die Erzeugungsgebiete im Norden anbinden.

Das Problem: Kohle wird hierzulande wahrscheinlich eine wesentlich geringere Rolle spielen, als ihr in der Netzplanung zugesprochen wird. Um die in Gefahr geratenen Klimaziele der Bundesregierung nicht zu verfehlen, sollen die Energieversorger nach neuesten Planungen des Wirtschaftsministeriums in den kommenden fünf Jahren mindestens 22 Millionen Tonnen Kohlendioxid einsparen (aktuellster Stand zum Redaktionsschluss, siehe Seite 20). Die Vorgaben könnten das kurzfristige Aus für etwa acht alte Braun- und Steinkohlekraftwerke bedeuten. Damit könnten die West- und Osttrasse überflüssig werden. Wissenschaftler hatten diese sowie weitere Trassen bereits in der Vergangenheit in Frage gestellt (neue energie 01/2013).

Die Netzbetreiber argumentieren, die Trassen seien vor allem nötig, um den Windstrom von der Küste in den Süden zu bekommen. „Das ist falsch“, sagte der Infrastrukturexperte Christian von Hirschhausen von der Technischen Universität Berlin in der ARD-Sendung Monitor. „Unsere Rechnungen zeigen, dass sie aus energiewirtschaftlicher Perspektive gar nicht notwendig sind.“ Auch der Ökonom Lorenz Jarass von der Fachhochschule Wiesbaden glaubt, dass ein beträchtlicher Teil der jetzigen Netzausbauplanungen Fehlinvestitionen sein werde: „Wenn diese Netze gebaut werden, müssen diese Investitionen vom Verbraucher gezahlt werden, obwohl sich später herausstellen wird, dass diese Leitungen gar nicht erforderlich sind.“

in Deutschland nicht mehr benötigt werden. In einem IGCC-Kraftwerk wird die Kohle nicht direkt verbrannt, sondern zunächst in ein Brenngas umgewandelt. Dieses wird dann von CO₂ gereinigt, ehe es in einer Turbine verfeuert wird. Auch Eon und Vattenfall konzentrieren sich mittlerweile nahezu ausschließlich auf Post-Combustion-Verfahren. Eon betreibt seit 2008 eine CO₂-Wäsche-Pilotanlage an dem niederländischen Steinkohlekraftwerk Maasvlakte bei Rotterdam (neue energie 08/2008), Vattenfall hat im Frühjahr in einer Kooperationsvereinbarung den Wissenstransfer mit dem kanadischen Stromproduzenten Saskpower vereinbart, der in Kanada an der weiteren Erprobung und Entwicklung von CCS beteiligt ist.

Speicher unter der Nordsee

Im Oktober installierte Saskpower das nach eigenen Angaben weltweit erste kommerzielle CCS-System. Das Unternehmen rüstete sein Braunkohlekraftwerk Boundary Dam mit 110 Megawatt Leistung in ein CO₂-armes Kraftwerk um. Mittels Kohlewäsche werden laut Saskpower nun 90 Prozent des Treibhausgases aus dem Rauchgas der Anlage entfernt, das entspricht rund einer Million Tonnen pro Jahr. Das abgefangene CO₂ wird bei diesem Projekt allerdings nicht sicher im Untergrund gespeichert, sondern in Öllagerstätten injiziert, um die Fördermenge zu steigern. Durch den Verkauf des CO₂ rechnet sich CCS, erklärt Saskpower. Der Nachteil dieser Fördermethode ist jedoch, dass ein Teil des eingepressten CO₂ mit dem Öl zurück an die Oberfläche gelangt, wo es erneut abgetrennt und in die Tiefe gedrückt werden muss. Dennoch erhofft sich Vattenfall wichtige Erkenntnisse von dem Projekt. „Wir gehen davon aus, dass in einigen

Jahren Speicherstätten außerhalb von Deutschland und eine geeignete Infrastruktur zum Transport von CO₂ zur Verfügung stehen werden, die auch wir nutzen können“, sagt Vattenfall-Sprecher Thoralf Schirmer.

Weitere Erkenntnisse können CCS-Anlagen in den USA und Großbritannien liefern. Energieversorger Mississippi Power will im gleichnamigen Bundesstaat Anfang 2016 ein neues IGCC-Kraftwerk mit integrierter CO₂-Abscheidung mit 582 Megawatt Leistung in Betrieb nehmen. Der Klimanutzen des Projekts ist allerdings vergleichsweise gering: Die integrierte Kohlevergasung schafft es nur, zwei Drittel des CO₂ abzutrennen. Außerdem soll das Klimagas auch bei diesem Vorhaben in Öllagerstätten gepumpt werden, aus denen es relativ leicht wieder entweichen kann. Das soll in den beiden geplanten britischen CCS-Projekten Peterhead und White Rose auf jeden Fall vermieden werden. Vorgesehen ist, das abgetrennte CO₂ beider Kraftwerke – eines Gaskraftwerks mit 385 Megawatt Leistung und eines

426-Megawatt-Kohlekraftwerks – tief unter der Nordsee in einem ausgebeuteten Erdgasfeld sowie salzwasserführenden Gesteinsschichten zu speichern. Mit der Realisierung der Projekte unter der Ägide der beiden Konzerne Shell und Alstom wird ab 2016 gerechnet.

Dass die CO₂-Speicherung unter der Nordsee eine Option sein könnte, zeigt das so genannte ►

”
Wir rechnen damit, dass in einigen Jahren Speicherstätten für CO₂ außerhalb von Deutschland zur Verfügung stehen.“

Thoralf Schirmer, Vattenfall

Sleipner-Projekt des norwegischen Ölkonzerns Statoil. Auf seiner Gasförderplattform Sleipner im norwegischen Teil der Nordsee fallen fast 3000 Tonnen CO₂ pro Tag an, die normalerweise einfach in die Luft abgegeben werden. Statoil trennt das Kohlendioxid auf der Bohrinselfrom geförderten Gas ab, verflüssigt es und pumpt es anschließend wieder in den Untergrund, wo es in 800 Metern Tiefe in einer mehrere hundert Kilometer langen und 150 Kilometer breiten Sandsteinschicht landet. Seit dem Start des Projekts im

bringung. Durch den Reinheitstest lassen sich Rückschlüsse auf etwaige schädliche chemische Wechselwirkungen zum Beispiel mit dem Salz in der Lagerstätte ziehen. Das Experiment sei jedoch erfolgreich verlaufen, erklärt GFZ-Forscher Axel Liebscher: „Im Bohrloch herrschen stabile Bedingungen, und auch das CO₂ zeigt nur geringe Änderungen, sodass wir von der Integrität des Speichers und des Deckgesteins ausgehen können.“ Spätestens 2018 soll das Ketzin-Projekt abgeschlossen sein. Die Daten sollen den beiden britischen CCS-Projekten Peterhead und White Rose zur Verfügung gestellt werden.

Hinter der Kommerzialisierung der Technik in Deutschland stehen indes große Fragezeichen. Das Thema habe sich hierzulande erledigt, noch bevor die technischen Probleme gelöst wurden, sagt Carsten Pfeiffer vom Bundesverband Erneuerbare Energie. „CCS ist inzwischen nur noch eine Scheindebatte. Die Akzeptanz fehlt und es lohnt sich nicht. Viel sinnvoller wäre es, auf erneuerbare Energien zu setzen, um die Klimaziele zu erreichen.“ Ähnlich äußert sich Bundesumweltministerin Barbara Hendricks: „CCS mag für manche Länder ein gangbarer Weg sein für mehr Klimaschutz. In Deutschland arbeiten wir mit unserer Energiewende an besseren Lösungen für eine klimaneutrale Energieversorgung.“

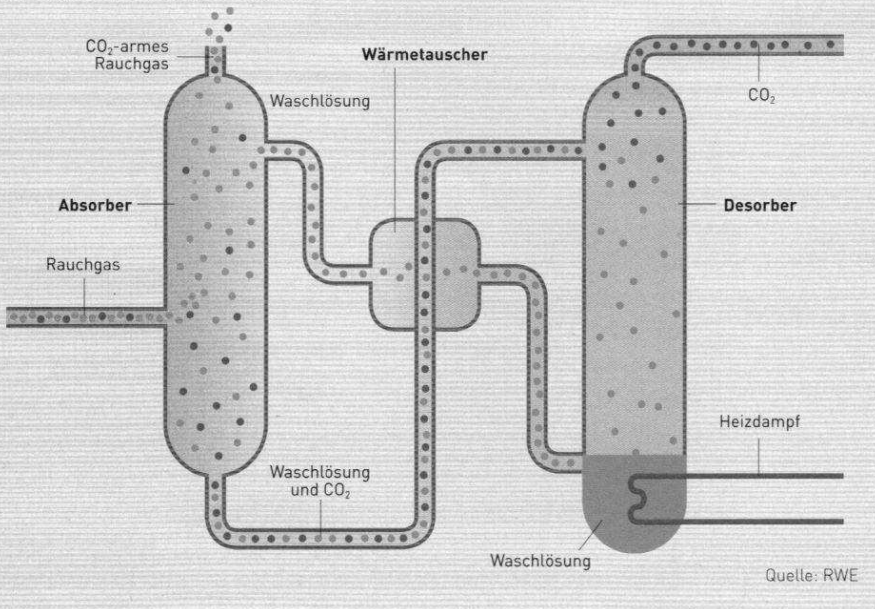
In der Tat müssten die Kraftwerksbetreiber ihr abgeschiedenes CO₂ wohl weit entfernt unter dem Meer deponieren, denn ein poli-

tischer Stimmungswandel pro CO₂-Lagerung ist in Deutschland nicht absehbar. „Selbst die Union hat das Thema inzwischen fallengelassen“, sagt Pfeiffer. Der weite Abtransport des Treibhausgases würde jedoch Milliarden verschlingen und dürfte sich von einzelnen Unternehmen allein kaum stemmen lassen.

Schon ohne Investitionen in die nötige Infrastruktur wäre CCS ein kostspieliges Vorhaben. Experten beziffern die CO₂-Vermeidungskosten durch den Einsatz von Abscheidetechnik auf 60 bis 90 Euro pro Tonne CO₂, der Wert der Emissionszertifikate, über deren Handel die Konzerne CCS in Europa finanzieren könnten, liegt der-

CO₂-Rauchgaswäsche

Mit einer speziellen Lösung wird Kohlendioxid nach der Kohleverbrennung aus dem Rauchgas des Kraftwerks ausgewaschen. Durch Erhitzen des Waschmittels lässt sich das CO₂ wieder freisetzen und anschließend auffangen.



Jahr 1996 wird das Reservoir von Wissenschaftlern untersucht. Bisher soll die Deckschicht halten und noch kein CO₂ wieder entwichen sein.

Selbst in Deutschland könnte eine unterirdische CO₂-Speicherung aus geologischer Sicht in Frage kommen. Im Rahmen des Pilotprojekts CO₂ Sink pumpften Forscher des Deutschen Geoforschungszentrums (GFZ) in Ketzin bei Berlin fünf Jahre lang insgesamt fast 70 000 Tonnen CO₂ in eine 800 Meter Tiefe Sandsteinschicht. Im November entließen sie einen Teil des Gases wieder, um zu testen, wie der Speicher auf Druckveränderungen reagiert und ob das Gas die gleiche Reinheit besitzt wie vor der Ein-

zeit aber nur bei fünf bis zehn Euro pro Tonne CO₂. Unter diesen Bedingungen dürften die wenigsten Unternehmen Interesse an einer Investition in ein CO₂-armes Kraftwerk haben, es sei denn, sie können das Kohlendioxid als Ölfördergas verkaufen.

Trotz der erheblichen Einwände wollen die Protagonisten von CCS nicht aufgeben. Die europäische Technologieplattform Zero Emissions Platform (Zep) glaubt, dass die Technik bei weiterer Forschung doch noch mit anderen emissionsarmen Energiequellen mithalten kann. So haben Forscher der Technischen Universität (TU) Darmstadt ein Verfahren namens „Calcium Carbonate Looping“ entwickelt, das die Kosten der CO₂-Abscheidung erheblich senken soll. Denn die Darmstädter Wissenschaftler nutzen statt teurer chemischer Lösungen natürlich vorkommenden Kalkstein, um das CO₂ aus dem Abgasstrom eines Kraftwerks zu binden. In einer Versuchsanlage wurden so laut der TU-Wissenschaftler über 90 Prozent des Kohlendioxids

abgeschieden. Gleichzeitig seien die bisher zur CO₂-Abscheidung nötige Energie sowie die Kosten auf weniger als die Hälfte reduziert worden.

Der Klimarat sieht einen weiteren Weg, CCS zu ermöglichen. Er empfiehlt, den nur zäh funktionierenden Handel mit Emissionsrechten

durch eine wirkungsvollere CO₂-Steuer zu ersetzen und die Höhe der Abgaben so zu bemessen, dass sich CCS für die Unternehmen rechnet. Die Europäische Union beurteilt diesen Vorschlag kritisch, könnte die Steuer aber erwägen, sollte der schlecht funktionierende Zertifikatehandel in Europa ganz zum Erliegen kommen. Die kommenden Monate werden zeigen, ob die Politik die Tür für CCS noch einmal öffnet oder das Thema endgültig begraben wird – zumindest in Deutschland. ◀

”

In Deutschland arbeiten wir mit unserer Energiewende an besseren Lösungen für eine klimaneutrale Energieversorgung als CCS.“

Barbara Hendricks, Bundesumweltministerin

Rückzieher: Das Förderband transportiert Braunkohle zum Kraftwerk Jämschwalde in Brandenburg. Der Energiekonzern Vattenfall wollte dort eine CCS-Demonstrationsanlage errichten, hat das Vorhaben aber wegen mangelnder politischer Unterstützung wieder fallen lassen.

