



Quarks & Co Braunkohle – Von großen Baggern und dicker Luft

Autoren: Sonja Kolonko, Daniel Münter, Michael Ringelsiep

Redaktion: Anne Preger

Ranga Yogeshwar besteigt einen der größten Bagger der Welt. Im Rheinischen verfolgt er den Weg der Braunkohle von der Baggerschaufel bis zum Kraftwerksschlot. Braunkohle gibt im Rheinland tausenden von Menschen Arbeit, aber sie vertreibt auch tausende aus ihren Dörfern. *Quarks & Co* zeigt, wie Braunkohle entsteht, wie sie abgebaut und verarbeitet wird und welchen Einfluss sie auf die Menschen, die Region und das Weltklima hat.

Wie alles begann – Die Geschichte der Braunkohle im Rheinland

Die Braunkohle hat eine wechselhafte Geschichte: Sie begann als minderwertiger Brennstoff der armen Leute, machte Karriere als Braunkohlenbrikett und liefert heute ein Viertel des deutschen Stroms. *Quarks & Co* erzählt, wie alles begann und wie es heute um die Braunkohle steht.

Wie aus Bäumen Braunkohle wurde – Entstehung der niederrheinischen Braunkohle

Vor rund 18 Millionen Jahren wäre die Niederrheinische Bucht ein traumhaftes Urlaubsziel gewesen: Meer, Strand, viel grüne Landschaft und garantiert warm. Doch damals gab es noch keine Menschen – und die „grüne“ Landschaft von einst ist heute ein Braunkohlenrevier.

Einer Region wird das Wasser abgegraben – Der Tagebau schädigt Natur und Städte für Jahrzehnte

Für den Braunkohle-Tagebau müssen nicht nur Menschen, Häuser, Bäume und Straßen weichen, sondern auch das Wasser unter der Erde. Der Eingriff in den Wasserhaushalt hat für die Natur und die Städte im Umkreis verheerende Folgen. Vor allem die Großstadt Mönchengladbach und der Naturpark Schwalm-Nette leiden unter der Grundwasserabsenkung durch den Tagebau in Garzeiler.

Heizung für das Treibhaus – Wie klimaschädlich ist die Braunkohle?

Braunkohle hat in der Öffentlichkeit kein gutes Image. Der Brennstoff gilt als schmutzig und umweltschädlich. Manche beschimpfen ihn sogar als „Klimakiller“. Wie schädlich ist Braunkohle wirklich?

Der Traum von der sauberen Kohle – Die Speicherung von Kohlendioxid: Irrweg oder Ausweg?

Allein die Braunkohlenkraftwerke in Nordrhein-Westfalen produzieren im Jahr über 100 Millionen Tonnen des Klimakillers Kohlendioxid. Den CO₂-Ausstoß soll nun eine neue Technik drastisch mindern. Die Idee dahinter: Das bei der Kohlenverbrennung entstehende CO₂ wird abgefangen und in Speichern unter der Erde entsorgt.

Die Zukunft der Braunkohle – Müssen und können wir unseren Strom anders erzeugen?

Beim Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen sind Braunkohlenkraftwerke einsame Spitze. Doch als Stromlieferant scheint die Braunkohle unverzichtbar – sie erzeugt rund ein Viertel des deutschen Stroms und ist die größte heimische Energiequelle. Welche realistischen Möglichkeiten gibt es in Deutschland, den Strom in Zukunft klimafreundlich zu erzeugen? Und welche Rolle kann die Braunkohle dabei spielen?

Wie alles begann

Die Geschichte der Braunkohle im Rheinland



Die ersten Kohlengruben waren nicht mehr als flache Kuhlen

Rechte: RWE

Wann die Menschen im Rheinland begannen, die Braunkohle als Brennstoff zu nutzen, lässt sich nicht genau sagen. Dafür gibt es einen einfachen Grund: Lange machte man keinen Unterschied zwischen der bröseligen braunen Kohle und dem Brennstoff Torf, aus dem die Braunkohle vor vielen Millionen Jahren entstanden ist. Wahrscheinlich wurde Braunkohle im Rheinland zuerst im Bereich des Höhenzugs Vile südwestlich von Köln verwendet, denn dort reicht die oberste Kohlschicht direkt bis an die Erdoberfläche. Noch heute kann man dort mit Hacke und Schaufel Braunkohle auf offenem Feld finden. Schon im Mittelalter kam die „braune Erde“ als Farbstoff zum Einsatz, nachweislich ab dem 16. Jahrhundert auch als Brennstoff.

Torf

Torf entsteht, wenn Pflanzenreste in einem Moor nicht vollständig zersetzt werden. Braun- und Steinkohle sind vor vielen Millionen Jahren aus Torf entstanden.

Von Kuhlen und Klütten



Die eimerförmigen Klütten trockneten unter freiem Himmel

Rechte: RWE

Rohbraunkohle ist feucht, brennt nicht besonders gut, qualmt und riecht stark. Lange blieb die Braunkohle deshalb der Brennstoff der armen Leute auf dem Land. Weil die Bevölkerung im Rheinland zu Beginn des 18. Jahrhunderts aber immer stärker wuchs, konnte man auf die Braunkohle zum Heizen und Kochen im größeren Umfang bald nicht mehr verzichten.

Seit etwa 1730 entstanden an vielen Orten der Region kleine Braunkohlengruben. Dort arbeiteten meist nur einige wenige Arbeiter, die oft zugleich als Bauern die umliegenden Felder bewirtschafteten.

Um die oft bröselige Braunkohle besser transportieren und verkaufen zu können, wurde sie in Formen gepresst. Dazu mischte man die Rohbraunkohle mit Wasser, zerstampfte sie und setzte Schmiermittel wie Ton oder auch Kuhmist zu. Dieser Kohlenmatsch wurde dann in kleine eimerähnliche Formen gefüllt, gestürzt und unter offenem Himmel getrocknet. Das Endprodukt – die sogenannten Klütten – brannten zwar nicht viel besser als die rohe Braunkohle, waren aber wesentlich besser zu transportieren und zu lagern.

Nass und trocken gepresst



Erst in getrockneter, gepresster Brikettform setzte sich die Braunkohle großflächig als Brennstoff durch

Rechte: RWE

Die Industrialisierung brachte auch für die Braunkohle einschneidende Veränderungen. Mitte des 19. Jahrhunderts wurden die Braunkohlengruben im Rheinland immer größer, und verschiedene Unternehmer versuchten, mit dampfbetriebenen sogenannten Nasssteinpressen die Klüttenproduktion zu automatisieren. Die Nasspresssteine brannten aber immer noch so schlecht wie die handgeformten Klütten.

Erst die Einführung der dampfbetriebenen Trockenpressen brachte den Durchbruch für die Braunkohlenbriketts. Um 1885 entstand eine Brikettfabrik nach der anderen und von 1890 bis 1910 verzehnfachte sich die Förderung der Braunkohle im Rheinland. Die Klütten aus den neuen Dampfpressen waren nun nicht mehr nur der Brennstoff für arme Leute vom Land, sondern auch für wohlhabende Städter.

Auch der Abbau und Abtransport der Rohbraunkohle wurde damals automatisiert. Dampfbagger hielten in die Tagebaue Einzug, lange Kettenbahnen brachten den Rohstoff direkt in die Brikettfabriken.

Strom und Briketts



Mit der steigenden Nachfrage nach Braunkohle werden Tagebaue und Bagger immer größer

Rechte: RWE

Der letzte entscheidende Schritt für die Braunkohle war die Elektrifizierung. Schon ab 1900 tauchten die ersten elektrisch betriebenen Braunkohlenbagger in den Gruben auf. Ihren Strom bekamen sie aus den Brikettfabriken. Dort standen kleine Kraftwerke, die vor allem den Dampf für die Brikettpressen lieferten, aber auch Strom für Maschinen und Beleuchtung. Nach und nach ersetzen elektrische Lokomotiven die Dampfloks der Grubenbahnen.

1910 begann endgültig eine neue Ära, als die Stadt Köln einen langfristigen Vertrag über die Lieferung von Strom abschloss. Vertragspartner war die neu gegründete „Rheinische Electricitätswerk im Braunkohlenrevier Aktiengesellschaft“ (REW), eine Tochter der erst 1908 aus einem Zusammenschluss verschiedener kleinerer Gesellschaften entstandenen „Rheinischen Aktiengesellschaft für Braunkohlenbergbau und Brikettfabrikation“ (RAG). Die RAG sollte innerhalb der folgenden Jahrzehnte zur mächtigsten Organisation des rheinischen Braunkohlenreviers aufsteigen. Das erste Großkraftwerk wurde an der Grube Fortuna nahe Niederaußem gebaut und liefert ab dem 1. April 1912 Strom in das nur wenige Kilometer östlich gelegene Köln. Ab diesem Zeitpunkt hatte die Braunkohlenindustrie zwei Standbeine: Briketts und Strom. Über die Jahrzehnte verschob sich das Gewicht immer weiter in Richtung Strom.

Braunkohle heute



Im Braunkohlentagebau arbeiten die größten Bagger der Welt

Rechte: Anne Preger

Heute landet der größte Teil der Braunkohle im Kraftwerk. Im Jahr 2008 wurden in Deutschland insgesamt 175 Millionen Tonnen abgebaut, davon rund 96 Millionen Tonnen im Rheinland und der Rest in der Lausitz, im Mitteldeutschen Revier und im Revier um Helmstedt. Rund 159 Millionen Tonnen wurden in Kraftwerken verbrannt, 1,6 Millionen Tonnen Briketts und 4 Millionen Tonnen Braunkohlenstaub produziert. 23,5 Prozent des deutschen Stroms werden aus Braunkohle erzeugt.

Im Rheinland gibt es noch drei Tagebaue: Hambach, Inden und Garzweiler. Der Tagebau Hambach ist der größte von ihnen – jedes Jahr fördert die RWE hier 40 Millionen Tonnen Braunkohle. Die Erweiterung des Tagebaus Garzweiler war lange umstritten. Anfang 2006 haben die Bagger begonnen, das 48 Quadratkilometer große Gebiet abzubauen. Bis in das Jahr 2045 will RWE hier, in Garzweiler II, 1,3 Milliarden Tonnen Braunkohle fördern.

Autor: Daniel Münter

Wie aus Bäumen Braunkohle wurde

Entstehung der niederrheinischen Braunkohle



Die Nordsee reichte vor 18 Millionen Jahren bis ins Rheinland

Die Nordsee hatte sich gerade erst aus der Niederrheinischen Bucht zurückgezogen und von dort, wo heute Düsseldorf oder Mönchengladbach liegen, war es nicht weit bis zum Strand. Vor rund 18 Millionen Jahren, mitten im Tertiär, wäre die Niederrheinische Bucht ein traumhaftes Urlaubsziel gewesen. Es war warm und feucht, durchschnittlich elf Grad wärmer als heute. Viele kleine Flüsse durchzogen das Land und in der Nähe der Küste entstand eine Moorlandschaft, wie man sie heute etwa aus dem Mississippi-Flussdelta kennt. Krokodile, Mastodonten (kleine Elefanten) und Riesenschildkröten fühlten sich hier wohl. Das subtropische Klima sorgte für eine große Artenvielfalt, auch in der Pflanzenwelt: Sumpfyzypressen, Sequoia-Bäume, Palmen und Lorbeer-bäume fanden hier ideale Wachstumsbedingungen. Aber es gab auch Arten, die wir heute noch im Rheinland finden: viele Nadelbäume zum Beispiel oder auch urzeitliche Ulmen, Pappeln und Ahorn-gewächse. Von vielen Pflanzen finden sich heute noch Überreste in der Braunkohle.

Der Stoff, aus dem die Braunkohle entstand



An manchen Stellen entstand eine 270 Meter dicke Torfschicht

Die dicht bewachsene Küsten- und Flusslandschaft bietet ideale Bedingungen für die Entstehung der Braunkohle: Denn wenn abgestorbene Pflanzen direkt von Wasser überdeckt werden – zum Beispiel wenn ein Baum umkippt und in einen Fluss fällt oder in sumpfig, hoch stehendes Grundwasser einsinkt – dann werden sie dadurch luftdicht abgeschlossen und können nur unvollständig zersetzt werden. Mikroorganismen wandeln stattdessen den Baum zu Torf um. Darauf können wieder neue Pflanzen wachsen, die wieder absterben, von Wasser bedeckt werden und zu Torf werden.

Das Meer drang noch zweimal in die Niederrheinische Bucht ein, zeitweise sogar bis an den Rand der heutigen Eifel. So mischte sich in die Torfschicht stellenweise Sand aus dem Meer. Zog sich das Meer wieder zurück, setzte sich die Torfbildung fort und so entstand über viele Millionen Jahre eine stellenweise sogar bis zu 270 Meter dicke Torfschicht.

Wie aus Torf Braunkohle wurde



Die Erdkruste der Niederrheinischen Bucht besteht aus vier Schollen

Selbst der üppigste Regenwald muss keine dicken Torfschichten hinterlassen und auch aus Torfmooren entsteht nicht automatisch Braunkohle. Nur unter dauerhaftem Luftabschluss, also unter Wasser, war die Entstehung von Braunkohle möglich. Und das wiederum konnte über so viele Millionen Jahre nur gelingen, weil sich währenddessen das Gebiet der Niederrheinischen Bucht ganz allmählich absenkte. Gleichzeitig hob sich das rheinische Schiefergebirge, quasi als

natürliche Beckenbegrenzung, empor. Diese tektonischen Verschiebungen sorgten für einen hohen Grundwasserspiegel und damit stetige Wasserzufuhr. Das sicherte die Torfbildung. Gleichzeitig gab es in der Niederrheinischen Bucht nur wenig Erosion durch Wind und Regen, sodass die Torfschicht immer dicker wurde. Im Laufe der Jahrtausende wurde der Torf von Sanden, Kies, Ton und Geröllschichten überdeckt. Durch den Druck wurde der Torf wie ein Schwamm ausgepresst und so entstand ein bis zu 100 Meter dickes Braunkohlenflöz – das heutige Hauptflöz.

Tektonik

Forschungsgegenstand der Tektonik sind Bewegungen der Erdkruste. Dazu gehören zum Beispiel Brüche in der Erdkruste (Bruchtektonik) oder die Falten tektonik, wenn sich einzelne Schollen oder Erdplatten horizontal oder vertikal verschieben.

Braunkohlenflöz

Braunkohle war früher einmal Torf und besteht damit wie andere Kohlesorten aus Pflanzenresten. Über viele Millionen Jahre wurde der Torf abgelagert und zusammengepresst – so entstand eine dicke Schicht Braunkohle. Diese Schicht bezeichnet man als Flöz. Heute muss man im Rheinland 25 bis 280 Meter tief bohren, um an ein Braunkohlenflöz zu gelangen. Das dickste Flöz im rheinischen Revier war stellenweise einmal 100 Meter dick, bevor es abgebaut wurde.

Und es geht noch weiter

Später bildeten sich noch weitere Braunkohlenflöze: Zwar zog sich das Meer vor etwa acht Millionen Jahren endgültig aus dem Rheinland zurück, aber im Westen entstanden neue Moore, neuer Torf, der erneut überspült wurde. Diesmal von urzeitlichen Flüssen, die den Torf mit gewaltigen Mengen an Ton, Sand und Kies zu deckten. Wieder entstand durch den Druck ein – allerdings nur bis zu 38 Meter dickes – Braunkohlenflöz, das sogenannte Oberflöz. Heute liegen also mehrere Flöze übereinander, von verschiedenen Erd- und Gesteinsschichten getrennt und abgelagert. Um eine Tonne Braunkohle abzubauen, müssen im Tagebau Garzweiler beispielsweise fünf Tonnen dieses sogenannten Abraums bewegt werden.

Die niederrheinischen Schollen



Das Rheinland war zur Eiszeit eisfrei – aber trotzdem ungemütlich

Um an ein und dasselbe Flöz zu kommen, muss man heutzutage an verschiedenen Stellen unterschiedlich tief graben. Denn die Erde in der Niederrheinischen Bucht senkte sich nicht gleichmäßig ab, sondern die gewaltigen Bewegungen der Erdkruste führten dazu, dass die Erde in vier Schollen zerbarst: die Rur-, die Venloer-, die Erft- und die Köln-Scholle. Bei diesen Einbrüchen zerrissen auch die Braunkohlenflöze. Für das Hauptflöz musste man zum Beispiel im Ostteil des früheren Tagebaus Bergheim 25 Meter tief, im Westteil dafür rund 160 Meter tief baggern! Auf der Köln-Scholle baggert man gar ganz vergeblich: Denn da hat der Ur-Rhein die Torfschichten in den vergangenen Jahrtausenden einfach weggespült.

Die heutige Landschaft in der Niederrheinischen Bucht mit den gemäßigteren Temperaturen und den nicht mehr sumpfigen, fruchtbaren Ackerböden verdanken wir übrigens einem Klimawandel: Vor circa 2,6 Millionen Jahren wurde es plötzlich immer kälter. Vier Eiszeiten brachen über das Land und ein Großteil Mitteleuropas war von Gletschern bedeckt. Deren Schmelzwasser brachte erneut dicke Kies- und Sandschichten ins Rheinland. Später fegte der Wind große Staubmassen

über die rheinische Grassteppe und bedeckte das Land mit einer dicken, gelben Lössschicht. Genau dieser Löss sorgt dafür, dass die rheinischen Ackerböden zu den fruchtbarsten in Deutschland zählen.

Löss

Löss bildet die oberste und sehr fruchtbare Bodenschicht in der Niederrheinischen Bucht. Während der Eiszeit haben eisige Winde den Löss kilometerweit vom Rand der fast vollständig vergletscherten Alpen oder des skandinavischen Inlandeises ins Rheinland geweht und als großflächige Lössdecke abgelagert.

Autorin: Sonja Kolonko

Einer Region wird das Wasser abgegraben

Der Tagebau schädigt Natur und Städte für Jahrzehnte

Für den Tagebau müssen nicht nur Menschen, Häuser, Bäume und Straßen weichen, sondern auch das Wasser unter der Erde. Das Grundwasser am Niederrhein sammelt sich seit Jahrhunderten an vielen Stellen nur wenige Meter unter der Erdoberfläche. Die rheinischen Braunkohlenflöze dagegen liegen in einer Tiefe von bis zu 450 Metern. Damit die Tagebau-Grube nicht vollläuft, muss in der gesamten Region das Grundwasser künstlich abgesenkt werden. Diese „Sümpfung“ ist ein großer Eingriff in den Wasserhaushalt und hat für die Natur und die Städte im Umkreis verheerende Folgen.

Braunkohlenflöze

Braunkohle war früher einmal Torf und besteht damit wie andere Kohlesorten aus Pflanzenresten. Über viele Millionen Jahre wurde der Torf abgelagert und zusammengepresst - so entstand eine dicke Schicht Braunkohle. Diese Schicht bezeichnet man als Flöz. Heute muss man 25 bis 280 Meter tief bohren, um an ein Braunkohlenflöz zu gelangen. Das dickste Flöz im rheinischen Revier war stellenweise einmal 100 Meter dick, bevor es abgebaut wurde.

Sümpfung

Um die bis zu 450 Meter tief liegende Kohle zu gewinnen, muss zunächst eine enorme Menge Abraum beseitigt werden. Da Löcher in diesen Tiefen unweigerlich voll Grundwasser laufen würden, muss parallel hierzu das Grundwasser abgepumpt werden bis auf eine Tiefe unterhalb der Tagebausohle, also unter die unterste Arbeitsebene im Tagebau. Das erledigen Pumpen in Entwässerungsbrunnen.

Pumpen arbeiten jahrzehntelang rund um die Uhr



Pumpen halten wie Staumauern das Wasser zurück

Braunkohle kann nur trocken gefördert werden. Das Grundwasser rund um den Tagebau muss deshalb bis unter die tiefste Abbaustufe gesenkt werden. Hunderte von Pumpen bilden mehrere Ringe um die Gruben. Die äußeren Pumpen saugen zunächst das Oberflächenwasser ab. Je näher sie am Bagger stehen, desto tiefer müssen sie saugen - in Garzweiler bis in eine Tiefe von 230 Metern und in Hambach sogar bis zu 450 Meter tief. Zum Einsatz kommen dort meist Tauchpumpen, die pro Minute 32.000 Liter Wasser fördern können. Sie bilden zusammen einen sogenannten Sümpfungstrichter, der weit über den Tagebau hinaus das Grundwasser beeinflusst. Allein in Garzweiler werden Jahr für Jahr weit über 100 Millionen Kubikmeter Wasser abgepumpt, Tendenz steigend. Das entspricht etwa dem sechsfachen Wasserbedarf der Großstadt Mönchengladbach.

Mönchengladbach sackt im Süden ab



Biegsame Gasanschlüsse schützen vor Explosionen

Die Pumpen graben auch der Stadt Mönchengladbach das Wasser ab. Das Wasserschloss Wickrath wäre ein Landschloss, wenn nicht der Wassergraben mit abgesenktem Wasser aus dem Tagebau künstlich gespeist würde. Mönchengladbach grenzt im Süden an die Tagebaugrube Garzweiler II. Aber die Stadt profitiert nicht von dem Tagebau, sondern ihr entstehen nur Kosten. Die Senkung des Grundwasserspiegels führte zum Beispiel dazu, dass das Wasserwerk Hoppbruch mit teuren Filtern nachgerüstet werden musste. Das Trinkwasser sammelt sich dort nicht mehr ausschließlich in der unbebauten und umzäunten Schutzzone, sondern auch außerhalb, in einem Gebiet, dessen Erdreich durch eine chemische Reinigung verseucht wurde. Durch die Sümpfung im Tagebaubereich hat das Grundwasser nämlich seine Fließrichtung verändert.

Auch Risse an Gebäuden, die auf Böden mit einem hohen Humusanteil stehen, machen der Stadt zu schaffen. Durch die Entwässerung schrumpfen diese Bodenschichten. Die Häuser sacken und das Mauerwerk reißt. Besonders drastisch zeigt sich das entlang des Rheindahlener Sprungs – einem circa zehn Kilometer langen Riss in der Erdkruste, der von West nach Ost quer durch Mönchengladbach verläuft. Im Tagebau-nahen Südteil der Stadt sinkt der Boden stärker ab als im Nordteil. Das führt zu Bergschäden. Deswegen musste hier schon ein Haus abgerissen werden. In der Talstraße, die direkt über dem Rheindalener Sprung liegt, tauschte der Gasversorger sicherheitshalber die starren Rohre gegen biegsame aus. Es soll so verhindert werden, dass im Falle einer Senkung ein Gasrohr reißt und eine Explosion auslöst.

Feuchtgebiete hängen am Tropf



Sickergruben verhindern das weitere
Absinken des Grundwasserspiegels

Auf die Grundwasserabsenkungen reagieren besonders empfindlich Feuchtgebiete und Moore, die in den Niederungen der Flüsse und Bäche liegen. Die Pflanzen dort sind auf hohe Wasserstände angewiesen. Sinkt der Grundwasserspiegel nur um wenige Zentimeter, kippt das Ökosystem. Der Boden trocknet aus. Der Naturpark Schwalm-Nette ist ein solches Biotop. Er liegt nördlich von Garzweiler und muss wegen des Tagebaus inzwischen künstlich bewässert werden. Das in Garzweiler abgepumpte Wasser wird dazu über ein weitverzweigtes und rund 125 Kilometer langes Rohrleitungssystem in die Feuchtgebiete zurückgeführt. Über Sickerbrunnen und -schlitze gelangt es wieder in den Boden und sorgt dafür, dass der ehemalige Wasserpegel künstlich aufrechterhalten wird. Selbst wenn in Zukunft die Braunkohle schon längst abgebagert ist, wird das Feuchtgebiet noch am Tropf hängen. Ökologen rechnen damit, dass die Natur rund 50 Jahre braucht, um sich vollkommen von der Senkung des Grundwasserspiegels zu erholen.

Entschädigungen sind einkalkuliert

Weil der Eingriff in den Wasserhaushalt so weitreichende Folgen hat, überwachen der Braunkohlentagebaubetreiber, das Landesumweltamt und die betroffenen Kreise und Städte gemeinsam die betroffenen Gebiete. An rund 3.400 Messstellen kontrollieren Techniker regelmäßig Wasserstand und -qualität. Biologen zählen an ausgewählten Flächen die Pflanzenarten und beobachten ihre Entwicklung. Das Warnsystem dient dazu, auch die kleinsten Veränderungen zu erkennen und rechtzeitig gegenzusteuern. Die Kosten dafür übernimmt, genauso wie im Falle von nachweisbaren Bergschäden, der Braunkohlentagebaubetreiber. Er hat die Kosten im Strompreis einkalkuliert. Insofern ist unsere Stromrechnung streng genommen auch eine Wasserrechnung.

Autor: Michael Ringelsiep

Heizung für das Treibhaus

Wie klimaschädlich ist die Braunkohle?



Die Braunkohle muss sich daran messen lassen, wie viel CO₂ bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom entsteht

In Nordrhein-Westfalen werden jährlich etwa 292 Millionen Tonnen des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) ausgestoßen. Mehr als ein Drittel davon stammen aus der rheinischen Braunkohle - die Kraftwerke der RWE Power AG setzten 2007 etwa 100 Millionen Tonnen CO₂ frei. In der Diskussion um den vom Menschen gemachten Klimawandel hat die Braunkohle deshalb einen schweren Stand. Bei keinem anderen Brennstoff wird bei der Stromerzeugung soviel Kohlendioxid frei wie bei der Braunkohle.

Ab 2013 werden die Betreiber von Kraftwerken für jede Tonne CO₂, die aus ihren Schornsteinen quillt, im Rahmen des europäischen Emissionshandels bezahlen müssen. Deshalb ist die Menge von CO₂, die pro Kilowattstunde erzeugtem Strom frei wird, auch ein wichtiges Entscheidungskriterium beim Bau neuer Kraftwerke. Braunkohle steht dabei in direkter Konkurrenz zu den anderen fossilen Brennstoffen Steinkohle und Erdgas.

Treibhausgase

Gasförmige Stoffe wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas, die zwar in der Atmosphäre natürlicherweise vorkommen, deren vom Menschen verursachte Zunahme aber zur Aufheizung der Erdatmosphäre führen. Dieser Treibhauseffekt wird nach Meinung der meisten Klimaforscher gravierende Auswirkungen auf Landwirtschaft und die Verfügbarkeit von Trinkwasser haben und extreme Wetterereignisse verursachen.

Emissionshandel

Das Emissionshandelssystem schafft eine wirtschaftliche Basis, den Ausstoß des klimaschädlichen Gases CO₂ dort zu reduzieren, wo die Vermeidung am kostengünstigsten ist. Dazu legt die Bundesregierung für Kraftwerke sowie die größeren Anlagen der energieintensiven Industrie, wie Stahlwerke, Raffinerien und Zementwerke eine gemeinsame Obergrenze für den Ausstoß an Treibhausgasen fest.

Fossile Brennstoffe

Brennstoffe wie Kohle, Erdgas und Mineralöl, die in geologischer Vorzeit aus Abbauprodukten von toten Pflanzen und Tieren entstanden sind. Fossile Brennstoffe gelten als nicht-erneuerbar, weil ihre Entstehung Millionen von Jahren dauert und ihre Vorräte deutlich langsamer neu gebildet als sie momentan durch den Menschen abgebaut werden.

Energieverbrauch beim Transport



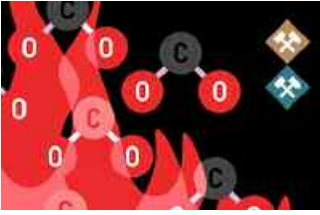
Braunkohlenkraftwerke stehen direkt neben den Tagebauen. Steinkohle kommt per Schiff, Erdgas per Pipeline

Die Förderung von Kohle und Gas kostet Energie – Bagger müssen angetrieben, Pipelines gebaut, Stollen in den Untergrund getrieben werden. Für jeden der Brennstoffe lässt sich genau analysieren, wie viel CO₂-Äquivalente (CO₂-Äqu) schon in diesen sogenannten Vorketten entsteht. Braunkohle hat einen kurzen Transportweg, die Kraftwerke stehen direkt neben den Tagebauen. Deshalb belastet die Vorkette jede Kilowattstunde Strom aus Braunkohle mit nur 31 Gramm CO₂-Äqu. Bei Erdgas schlagen 59 Gramm zu Buche, bei importierter Steinkohle 106 Gramm. Beim Transport schneidet die Braunkohle also am besten ab.

CO₂-Äquivalente (CO₂-Äqu)

Um eine einheitliche Grenze für die Summe aller Treibhausgase angeben zu können, wird deren Menge auf die Menge Kohlendioxid (CO₂) umgerechnet, die ihrem Treibhauspotenzial entspricht. Lachgas trägt zum Beispiel 298 Mal so stark zum Treibhauseffekt bei wie CO₂. Ein Gramm Lachgas entspricht deshalb 298 Gramm CO₂-Äqu.

Die Auswirkung der chemischen Zusammensetzung



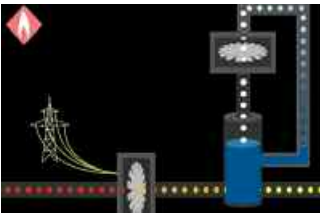
In Steinkohle und Braunkohle trägt praktisch nur Kohlenstoff zur Verbrennung bei

Die chemische Zusammensetzung der Brennstoffe spielt eine entscheidende Rolle für die Menge des CO₂, die bei der Verbrennung ausgestoßen wird. Erdgas schneidet hier am besten ab. Es besteht zum größten Teil aus Methan. Bei der Verbrennung verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlendioxid. Aber auch der Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff und liefert dabei Wärme – das Verbrennungsprodukt ist am Ende harmloses Wasser.

In Stein- und Braunkohle verbrennt dagegen fast ausschließlich Kohlenstoff und wird zu klimaschädlichem Kohlendioxid.

Der Vergleich: Pro Kilowattstunde erzeugter thermischer Energie werden bei Erdgas nur 223 Gramm CO₂-Äquivalente frei, während bei Steinkohle 383 Gramm und bei Braunkohle sogar 432 Gramm frei werden. Kein gutes Ergebnis für die Braunkohle also.

Schlechte Umwandlung von Wärme zu Strom



Wird Erdgas im Kraftwerk verbrannt, kann die Wärme doppelt genutzt werden

Kohlekraftwerke funktionieren nach einem einfachen Grundprinzip: Kohle wird verbrannt und mit der Verbrennungswärme wird Wasser verdampft. Der heiße Dampf strömt unter hohem Druck in eine Turbine und versetzt diese in schnelle Drehung. Die Turbine ist direkt mit einem Generator verbunden, in dem durch die Drehung Strom erzeugt wird.

Auch im besten Fall lässt sich nur ein Teil der Wärmeenergie in elektrische Energie umwandeln. Der sogenannte Wirkungsgrad eines Kraftwerkes gibt an, wie effektiv die Umwandlung abläuft. Heute betriebene Steinkohlenkraftwerke haben im Durchschnitt einen Wirkungsgrad von 37,5 Prozent. 62,5 Prozent der Energie gehen als Abwärme durch Kühlturm und Schornstein verloren! Braunkohle steht sogar noch etwas schlechter da. Weil Rohbraunkohle zu mehr als der Hälfte aus Wasser besteht, muss sie vor dem Verbrennen erst getrocknet werden – dabei geht wertvolle Energie verloren. Durchschnittlich haben Braunkohlenkraftwerke nur einen Wirkungsgrad von 34,5 Prozent. Selbst die modernsten Anlagen erreichen nur knapp 43 Prozent.

Auch hier ist Erdgas im Vorteil. Weil bei seiner Verbrennung keine Asche und kein Ruß entsteht, können die Verbrennungsgase direkt in eine Turbine geleitet werden. In einem zweiten Schritt wird die Restwärme hinter der ersten Turbine dazu genutzt, Wasser zu verdampfen und so eine zweite Turbine anzutreiben. Diese sogenannten Gas- und Dampfkraftwerke haben einen Wirkungsgrad von 55 Prozent und mehr und sind deshalb wesentlich klimafreundlicher.

Braunkohle auf dem letzten Platz

In der zusammengefassten CO₂-Bilanz schneidet Braunkohle schlechter als Steinkohle und viel schlechter als Erdgas ab. Selbst wenn man nur die modernsten Braunkohlenkraftwerke betrachtet, so liegt deren Ausstoß an CO₂-Äquivalenten bei rund 1000 Gramm pro erzeugte Kilowattstunde Strom. Die Durchschnittswerte aller bestehenden Braun- und Steinkohlenkraftwerke liegen sogar bei 1250 und 1090 Gramm CO₂Äqu pro Kilowattstunde. Die neuesten Steinkohlenkraftwerke stoßen immerhin nur rund 890 Gramm pro Kilowattstunde Strom aus.



Braunkohle schneidet beim CO₂-Ausstoß am schlechtesten ab

Neue Gas-und-Dampfkraftwerke dagegen landen in der CO₂-Bilanz bei den Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen auf dem ersten Platz: Pro Kilowattstunde Strom qualmen nur rund 430 Gramm CO₂-Äquivalente aus ihren Schornsteinen. Eine ähnliche Rechnung lässt sich auch für Kraftwerke auf der Grundlage erneuerbarer Energien und für die politisch umstrittene Atomkraft aufmachen. In einer Studie gibt das unabhängige Öko-Institut für Atomkraftwerke einen durchschnittlichen Ausstoß von 32 Gramm CO₂-Äquivalenten je Kilowattstunde Strom an – hauptsächlich durch den Uranabbau verursacht. Der Wert für Windstrom liegt noch niedriger: 24 Gramm CO₂-Äquivalente je Kilowattstunde erzeugtem Strom.

Autor: Daniel Münter

Der Traum von der sauberen Kohle

Die Speicherung von Kohlendioxid: Irrweg oder Ausweg?



Mit dem Wasserdampf entweicht das CO₂

In Deutschland stehen die meisten Braunkohlenkraftwerke Europas. Bei der Verfeuerung von Braunkohle entstehen pro Kilowattstunde erzeugtem Strom durchschnittlich rund 1,2 Kilogramm des Klimakillers Kohlendioxid (CO₂). Ein Spitzenwert, der Braunkohle zum schmutzigsten Energieträger macht und der Politikern ein schlechtes Klimagewissen bereitet. Ab 2020 soll sich das ändern. Die Europäische Union, die Bundesregierung und die Stromkonzerne fördern mit Milliarden von Euro die Entwicklung von Verfahren, die es ermöglichen sollen, CO₂ zu entsorgen. Die Rede ist von der sogenannten CCS-Technologie, „Carbon Capture and Storage“, das heißt: CO₂-Abtrennung und -Speicherung. Drei Techniken stehen zur Auswahl, um CO₂ zunächst erst einmal zu sammeln: Man kann das CO₂ aus der Braunkohle vor, während oder nach der Verbrennung herauslösen.

Kohlendioxid (CO₂)

Kohlendioxid ist ein Gas. Es besteht aus den Elementen Wasserstoff und Sauerstoff. Es ist farb- und geruchlos, brennt nicht und ist ein natürlicher Bestandteil der Atemluft. Der Richtwert für frische Luft in Innenräumen liegt bei 0,15 Prozent. Ab 8 Prozent wirkt CO₂ tödlich. Auf das Klima wirkt sich CO₂ aber schon bei deutlich geringeren Konzentrationen spürbar aus. Die CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre lagen 2007 mehr als ein Drittel über der vorindustriellen, bei 0,038 % statt 0,028 %. Dieser scheinbar kleine Unterschied in der zweiten Nachkommastelle trägt mit dazu bei, dass allein seit 1990 die Wärmerückstrahlung auf der Erde durch Treibhausgase um ein Viertel zugenommen hat, d.h. die Erde wird wärmer.

CCS

Das englische Kürzel CCS steht für Carbon Capture and Storage - Kohlendioxid Abtrennung und Speicherung. Das bei der Verbrennung von Energieträgern entstehende CO₂ soll abgefangen und in Speichern unter der Erde entsorgt werden, um die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre nicht weiter zu erhöhen und dadurch zur Erderwärmung beizutragen. Die Technik ist noch nicht marktreif. Sie soll in Zukunft vor allem in Braun- und Steinkohlekraftwerke zum Einsatz kommen.

Wie CO₂ aufgefangen wird



Eine kleine Chemiefabrik ist notwendig, um das CO₂ einzusammeln

Bei dem sogenannten IGCC-Verfahren („Pre-Combusting“) wird das CO₂ durch eine Vergasung vor der Verstromung gesammelt. Bei dieser Technik wird die Braunkohle nach der Entschwefelung in einem Vergaser bei Temperaturen von 1.400 bis 1.800 Grad Celsius und unter Druck in ein brennbares Rohgas umgewandelt. Übrig bleibt ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid. In einem zweiten Prozess wird das Kohlenmonoxid durch die Zugabe von Sauerstoff in Kohlendioxid umgewandelt, das man nun mit Hilfe von Filtern absaugen und einsammeln kann. Der Wasserstoff wird währenddessen in einer Gasturbine verbrannt und treibt die Stromgeneratoren an. Die Vorteile dieser Technik: IGCC-Kraftwerke können nicht nur mit Braun- und Steinkohle, sondern auch mit Biomasse und Reststoffen betrieben werden.

Beim sogenannten Oxyfuel-Verfahren verbrennt die Braunkohle im Kessel nicht mit Luft, sondern mit reinem Sauerstoff. Dadurch kann das CO₂ relativ leicht abgetrennt werden. Die Bereitstellung von reinem Sauerstoff ist allerdings teuer.

Bei der dritten Trenntechnik - der „CO₂-Wäsche“ („Post-Combusting“) - wird Kohlendioxid nach der Verfeuerung aus dem Rauchgas mit Hilfe von Lösungsmitteln herausgewaschen. Der Vorteil dieser Technik gegenüber den anderen beiden Verfahren: Bereits bestehende Kraftwerke können mit dieser Technik nachgerüstet werden.

Alle drei Techniken filtern das CO₂ allerdings nicht vollständig aus der Abluft heraus. Zwischen zehn und zwanzig Prozent des CO₂ gelangen je nach Verfahren auch trotz der CCS-Technologien noch in die Atmosphäre.

Neue Kraftwerkstechnik



Die meisten möglichen CO₂-Speicher liegen in Norddeutschland. Erzeugt wird das Treibhausgas aber meist woanders. Deswegen werden lange Pipelines nötig

Im Kraftwerk „Schwarze Pumpe“ in Brandenburg testet der schwedische Energiekonzern Vattenfall die CO₂-Abtrennung. Diese erste deutsche Pilotanlage ging 2008 in Betrieb. Die 30-Megawatt-Anlage arbeitet nach dem Oxyfuel-Verfahren, trennt also das CO₂ während der Verbrennung ab. Das abgefangene CO₂ wird mit Tankwagen in der Altmark in Sachsen-Anhalt in einem ehemaligen Erdgasfeld unter der Erdoberfläche entsorgt. Auch in Holland, Kanada, Norwegen, Australien, Algerien gibt es ähnliche Testanlagen. Sie sind aber alle recht klein.

RWE plant das erste größere CO₂-arme Braunkohlenkraftwerk. Es soll 2014 in Köln-Hürth mit einer Leistung von 450 Megawatt ans Netz gehen. RWE setzt auf das IGCC-Verfahren. Eine kleine Chemiefabrik soll die Braunkohle vor der Verstromung reinigen. Das abgetrennte CO₂ wird gesammelt, per Pipeline nach Norddeutschland transportiert und soll dort unter der Erde in CO₂-Speicher entsorgt werden. Der genaue Standort für das Endlager ist noch nicht bekannt. Das Unternehmen führt aber trotzdem schon erste Tests durch.

Die Frage nach dem Endlager



Gasundurchlässige Deckgesteine ummanteln die CO₂-Speicher

Auch die Bundesregierung sucht nach geeigneten CO₂-Speichern und lässt gerade eine Deutschlandkarte mit möglichen Endlagern erstellen. Neben leergepumpten Erdgas- und Erdölfeldern eignen sich besonders salzwasserführende Sandsteinschichten mit dichtem Deckgestein für die CO₂-Einlagerung. Die größten und besten Lager liegen alle im Norden, vor allem in Nordfriesland und Ostholstein. Die großen Braun- und Steinkohlenkraftwerke stehen dagegen tief im Westen und Osten. Mehrere Hundert Kilometer lange CO₂-Pipelines sollen den Transport übernehmen. Die EU und die Bundesregierung bereiten gerade ein Gesetz vor, dass die Genehmigung, Haftung und Kontrolle des CO₂-Transportes sowie die Speicherung regelt. Angedacht ist, dass die Bundesnetzagentur für die Pipelines und die Landesregierungen für die Lager zuständig sind. Die Geologen schätzen, dass die deutschen Speicher zwischen 12 und 28 Milliarden Tonnen CO₂ aufnehmen können. Das reicht gerade, um 50 Jahre den CO₂-Abfall der deutschen Kohlekraftwerke zu aufnehmen. Dann wären die Speicher voll – und müssten mindestens 1000 Jahre dicht halten. Denn sonst lohnt sich der ganze Aufwand fürs Klima gar nicht.

CO₂-Speicherung im Test



Die CO₂-Entsorgung (CCS) kostet Energie. Dafür muss rund 25 Prozent mehr Kohle abgebaut werden

Forscher vom Geoforschungsinstitut in Potsdam untersuchen, mit welchen Methoden man die CO₂-Einspeicherung am besten überwachen kann. Sie pumpen dafür mit einem Druck von 200 bar Kohlendioxid aus der Lebensmittelindustrie in ein altes Erdgasfeld. In 800 Meter Tiefe befindet sich dort eine poröse, mit Salzwasser gefüllte Sandsteinschicht. Die bei der CO₂-Speicherung verwendete Technik ist die gleiche wie bei der Erdgas- und Erdölförderung. Das CO₂ strömt gasförmig ein, verdrängt das Salzwasser und sammelt sich unterhalb des

Deckgesteins. Mit elektrischen Messungen und Schallwellen prüfen die Forscher, wie sich das CO₂ ausbreitet und ob das Lager dicht ist. Bislang haben sie noch kein Leck gefunden, aber die Potsdamer pumpen auch erst seit einem halben Jahr das Treibhausgas in die Erde.

Höchstens eine Zwischenlösung

Das eigentliche Manko der CO₂-Entsorgung: Sie kostet viel Energie.

Um eine Kilowattstunde Braunkohlenstrom CO₂-arm zu gewinnen, muss ein Viertel mehr Kohle verbrannt werden. Dadurch reichen die Kohlevorräte in den genehmigten Tagebauen für deutlich weniger Strom. Die Frage nach einem neuen Tagebau stellt sich so schneller – verbunden mit all den Problemen, die der für die Menschen und die Natur in einem Braunkohlenrevier mit sich bringt.

Trotzdem fördert die EU gleich zwölf große Forschungsprojekte zur CO₂-Speicherung. Die CCS-Technik könnte nämlich zu einem Exportschlager werden. In China geht jede Woche ein neues Kohlekraftwerk ans Netz und auch Indien deckt seinen Energiehunger größtenteils mit eigener Kohle. Schon heute geht mehr als die Hälfte des weltweiten CO₂-Ausstoßes auf das Konto der Schwellenländern, zu denen neben China und Indien auch Südafrika, Mexiko, Brasilien, Malaysia, die Philippinen, Thailand, Russland und die Türkei zählen. Nur wenn es gelingt, auch in diesen Ländern den Kohlendioxid-Ausstoß zu drosseln, kann die Erderwärmung gemindert werden.

Die CO₂-Abtrennung und Speicherung löst nicht das Klimaproblem. Sie kann eine Überbrückungstechnologie sein, mit der man Zeit gewinnt, um Strom effizienter zu nutzen und alternative Energien weiter zu entwickeln, die die Kohle langfristig ersetzen können. Doch vor 2020 wird die CCS-Technologie nicht auf dem Markt sein.

Autor: Michael Ringelsiep

Die Zukunft der Braunkohle

Müssen und können wir unseren Strom anders erzeugen?



Allein die Braunkohlenkraftwerke in NRW stoßen jedes Jahr rund 100 Millionen Tonnen CO₂ aus

Braunkohle ist ein mächtiger Wirtschaftsfaktor. Rund ein Viertel des in Deutschland verbrauchten Stroms stammt aus Braunkohlenkraftwerken. Gut 11.000 Menschen gibt die Braunkohle allein im Rheinland Arbeit, bundesweit sind es rund doppelt so viele Arbeitsplätze. Braunkohle ist auch ein gutes Geschäft. Der RWE-Konzern, zu dem auch die rheinischen Braunkohlentagebaue gehören, machte nicht zuletzt wegen des billigen Stroms aus Braunkohle im Jahr 2007 einen Gewinn von rund drei Milliarden Euro.

Doch die Stromerzeugung aus Braunkohle steht wegen der hohen Emissionen von klimaschädlichen Treibhausgasen unter politischem Druck. Sowohl die Europäische Union als auch die deutsche Bundesregierung haben beschlossen, den Ausstoß von Kohlendioxid (CO₂) und anderen Treibhausgasen drastisch zu senken. Um das zu erreichen, werden erneuerbare Energiequellen wie Wind, Sonne und Biomasse und die Nutzung der Abwärme zur Heizung von Wohnungen (Kraft-Wärme-Kopplung) gefördert. In Zukunft werden die Energieerzeuger außerdem für jede Tonne CO₂, die aus ihren Schornsteinen strömt, im Rahmen des europäischen Emissionshandels bezahlen müssen.

Treibhausgase

Treibhausgase sind gasförmige Stoffe wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas, die zwar in der Atmosphäre natürlicherweise vorkommen, deren vom Menschen verursachte Zunahme aber zur Aufheizung der Erdatmosphäre führen. Dieser Treibhauseffekt wird nach Meinung der meisten Klimaforscher gravierende Auswirkungen auf Landwirtschaft und die Verfügbarkeit von Trinkwasser haben und extreme Wetterereignisse verursachen.

Emissionshandel

Das Emissionshandelssystem schafft eine wirtschaftliche Basis, den Ausstoß des klimaschädlichen Gases CO₂ dort zu reduzieren, wo die Vermeidung am kostengünstigsten ist. Dazu legt die Bundesregierung für Kraftwerke sowie die größeren Anlagen der energieintensiven Industrie wie Stahlwerke, Raffinerien und Zementwerke eine gemeinsame Obergrenze für den Ausstoß an Treibhausgasen fest.

Klimaschutzpolitik und Braunkohle



Braunkohlenkraftwerke wie der Neubau in Neurath werden in Zukunft weniger rentabel sein

Rechte: RWE

Welche Auswirkung die politischen Rahmenbedingungen auf Neubau und Betrieb von Kraftwerken haben und welche Maßnahmen nötig sind, um die langfristigen Klimaschutzziele zu erreichen, lässt die Bundesregierung regelmäßig durch unabhängige wissenschaftliche Studien überprüfen. In diesen Gutachten werden auch die Auswirkungen des europäischen Emissionshandels auf die Verstromung von Braunkohle untersucht. Auf dem EU-Gipfel in Brüssel im Dezember 2008 haben die europäischen Staats- und Regierungschefs nämlich beschlossen, dass die Stromerzeuger ab 2013 für jede freigesetzte Tonne CO₂ Erlaubnisscheine ersteigern müssen – dahinter verbirgt sich der sogenannte Emissionshandel. Bis jetzt bekommen die Konzerne diese sogenannten Zertifikate kostenlos zugeteilt. Ab 2013 wird das anders. Wenn die Berechnungen der Experten stimmen, wird jede Tonne CO₂ dann zwischen 15 und 30 Euro kosten. Blicke es beim heutigen CO₂-Ausstoß, würde das allein für RWE Kosten von 1,5 bis 3 Milliarden Euro im Jahr bedeuten.

Deshalb gehen die Wissenschaftler davon aus, dass etliche Braunkohlenkraftwerke in Zukunft heruntergefahren oder ganz geschlossen werden. Sie rechnen mit einem Rückgang der Braunkohlenverstromung um rund 30 Prozent – von netto 140 Terawattstunden heute auf nur noch 100 Terawattstunden im Jahr 2020.

Studien

Neben der „Energiewirtschaftlichen Referenzprognose“, die das letzte Mal im Jahr 2005 für das Bundeswirtschaftsministerium erstellt worden ist, untersucht vor allem die Studie „Politiksznarien für den Klimaschutz“ im Auftrag des Umweltbundesamtes die Entwicklung auf den Energiemärkten. Die fünfte Ausgabe der „Politiksznarien“ -gemeinsam erstellt vom Öko-Institut, dem Forschungszentrum Jülich (IEF-STE), dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung und dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung- wird es 2009 geben.

Terawattstunden

Eine Terawattstunde Strom entspricht dem durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von 250.000 vierköpfigen Familien.

Die Alternativen zur Braunkohle



Erneuerbare Energien wie die Windkraft sind eine Alternative zum Kohlestrom

Die deutsche Stromerzeugung und der -verbrauch werden sich verändern. Abzusehen sind folgende Entwicklungen:

Strom sparen: Trotz aller Anstrengungen wird in Deutschland immer noch viel Energie verschwendet – bei der Erzeugung von Strom, aber auch bei dessen Nutzung in Industrie und Gewerbe und in privaten Haushalten.

Zweitens fördert die Bundesregierung den Ausbau der erneuerbaren Energien und plant, durch Wind, Sonne, Wasser und Biomasse im Jahr 2020 rund 30 Prozent des benötigten Stroms zu erzeugen.

Als dritte Option wird wahrscheinlich der Anteil von Erdgas in der Verstromung steigen. Gas setzt bei der Verbrennung weniger CO₂ frei als Kohle. Moderne Gaskraftwerke arbeiten zudem wesentlich effizienter als Kohlekraftwerke. Außerdem lassen sich die kleineren Gaskraftwerke in unmittelbarer Nähe von Wohngebieten und Industrieanlagen errichten, wodurch die Abwärme der Stromerzeugung genutzt werden kann, um Gebäude zu heizen und Fabriken mit Strom zu versorgen. Diese sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung ist mit heutigen Braunkohlenkraftwerken praktisch nicht möglich. Da sich die feuchte Braunkohle nur mit viel Geld über längere Strecken transportieren lässt, stehen die Kraftwerke direkt neben den Tagebauen – weit weg von möglichen Abnehmern der Wärme.

Ob eine vierte Option marktreif wird, ist im Moment noch unklar. Wenn die großen Energieversorger die Technologie der CO₂-Abtrennung und -Ablagerung schnell in den Griff bekommen, wäre es möglich, dass Kohle in einem zukünftigen, klimafreundlichen Strommix doch noch eine größere Rolle spielt.

Die langfristigen Klimaschutzziele



Um seine Klimaschutzziele zu erreichen, muss Deutschland weitgehend auf Strom aus Braunkohle verzichten

Aktuelle Gutachten kommen auch mit Blick auf die langfristigen Klimaschutzziele von Bundesregierung und EU zu einer eindeutigen Aussage: Um wie geplant den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2050 auf 80 Prozent des Wertes von 1990 zu senken, muss das Energiesystem in Deutschland schneller und radikaler als bisher umgebaut werden. Für Strom aus Braunkohle bleibt dann kaum noch Platz. Im besten Fall sehen die Experten noch 30 Terawattstunden für das Jahr 2030 voraus – das wären nur noch rund 20 Prozent der Braunkohlenverstromung des heutigen Niveaus. Dafür müsste die Politik aber schon heute deutliche Entscheidungen treffen, denn es sind einige Braunkohlenkraftwerke und noch mehr Steinkohlenkraftwerke in Planung und Bau. Diese Kraftwerke sind technisch in der Lage, auch 2050 noch Strom zu erzeugen.

Ein radikaler Umbau des Systems ist eine Herkulesaufgabe. Neben technologischen Herausforderungen – der Ausbau der Off-Shore-Windkraft hängt schon jetzt dem ambitionierten Zeitplan hinterher – ist es vor allem die Struktur des heutigen Energiesystems, die einen klimafreundlichen Umbau bremst. Die Stromnetze sind auf eine Versorgung durch zentrale Großkraftwerke ausgelegt. Ein Übergang zu einer dezentralen Energieversorgung durch viele kleine unabhängige Erzeuger mit erneuerbaren Energien erfordert einen Ausbau des Netzes. Das muss nach heutiger Lage von den vier großen Energiekonzernen in Deutschland geleistet werden. Deren Geschäftsmodell beruht aber gerade darauf, Strom aus Kohle und Atom zu erzeugen.

Off-Shore-Windkraft

Der Ausbau der Windkraft hat in Deutschland an Land seine Grenzen bald erreicht. Deshalb sind große Windparks auf dem offenen Meer (Off-Shore = fern der Küste) geplant - vor allem in der windreichen Nordsee.

Autor: Daniel Münter

Lesetipps

Braunkohlenbergbau im Rheinland

Autor: Walter Buschmann, Norbert Gilson, Barbara Rinn
Verlagsangaben: Wernersche Verlagsgesellschaft, Worms, 2008
ISBN: 3884622692
Sonstiges: 754 Seiten, 58,00 Euro

Sehr ausführliche, vom Landschaftsverband Rheinland herausgegebene Darstellung der Geschichte des Braunkohlenbergbaus im Rheinland. Die erste Hälfte des Buches widmet sich der Geschichte von den Anfängen im Mittelalter bis zur modernen Braunkohlenindustrie in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Die zweite Hälfte ist eine akribische Auflistung von denkmalwerten Gebäuden, Produktionsstätten und Kohleinfrastruktur im Rheinland.

Der Braunkohlentagebau

Herausgeber: Rolf Dieter Stoll, Christian Niemann-Delius,
Carsten Drebenstedt, Klaus Müllensiefen
Verlagsangaben: Springer Verlag, Berlin 2009, 1. Auflage, ISBN 978-3-540-78400-5
Sonstiges: 606 Seiten, 129,95 Euro

Wer sich tiefer mit Braunkohlentagebau, insbesondere dem in Deutschland, beschäftigen will, bekommt durch dieses Fachbuch umfassende Einblicke. Das Buch betrachtet den Braunkohlentagebau in erster Linie aus der Perspektive der Braunkohle-Förderer. Es liefert Informationen dazu, welche Aspekte bei der Planung und bei dem Betrieb eines Tagebaus zu beachten sind: Von der Erkundung von Braunkohlelagerstätten, über die Abbautechnik, das Grundwasser-Management und die Rekultivierung bis zum Bergrecht. Zu vielen Themen werden konkrete Betriebs-Beispiele aus dem Rheinland und der Lausitz gegeben.

Die Zukunft der Energie – Die Antwort der Wissenschaft

Herausgeber: Peter Gruss, Fredi Schüth
Verlagsangaben: C.H. Beck Verlag, München, 2008, ISBN: 978-3406576393
Sonstiges: 333 Seiten, 16,90 Euro

Ein lesenswertes Buch der Max-Planck-Gesellschaft. Forscher stellen Konzepte vor, mit denen die Wissenschaft unsere Energieversorgung sichern will. Ein Kapitel ist auch der CCS-Technologie gewidmet.

Linktipps

Informationen rund um die Braunkohle

<http://www.debriv.de>

Zahlen und Fakten rund um die Braunkohle vom Bundesverband Braunkohle.

Eigendarstellung der RWE Power AG

<http://www.rwe.com/generator.aspx/rwe-power-icw/standorte/braunkohle/language=de/id=9470/braunkohle-home.html>

Informationen der RWE rund um Braunkohle, Tagebaue und Kraftwerke.

Kritische Positionen zur Braunkohle

http://www.bund-nrw.de/themen_und_projekte/braunkohle/

Umfangreiche Sammlung kritischer Positionen zum Thema Braunkohle des Bundes für Umwelt- und Naturschutz (BUND).

WDR Mediathek - Bergbauopfer kämpfen

http://www.wdr.de/tv/westpol/beitrag/2009/02/20090201_bergbaugeschaedigte.jhtml

Der Beitrag aus der WDR-Sendung „Westpol“ zeigt, warum es für Braunkohlen-Bergbauopfer so schwierig ist, eine Entschädigung zu bekommen.

Wuppertal Institut für Klimaforschung

http://www.wupperinst.org/de/projekte/themen_online/carbon_capture_and_storage/index.html

Das Wuppertaler Institut hat eine der wenigen, unabhängigen Studien über die CO₂-Abtrennung und Speicherung verfasst. Man kann sie sich unter der Rubrik „Klima/Energie“ als pdf-Dokument herunterladen.

Informationszentrum klimafreundliches Kohlekraftwerk e. V.

<http://www.iz-klima.de/publikationen/broschueren.html>

Der Verein betreibt Lobbyarbeit und wirbt für die CCS-Technologie. Wer sich aber in erster Linie für die Technik interessiert, findet hier anschauliche Broschüren zum Thema.

Die Klimaschutzziele der Bundesregierung und der EU

<http://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/ThemenAZ/Klimaschutz/klimaschutz-2006-07-27-die-nationale-strategie.html>

Die Bundesregierung beschreibt hier kurz und knapp ihre Ziele im Klimaschutz.

„Energiewirtschaftliche Referenzprognose“ für das Bundeswirtschaftsministerium (2005)

<http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=65014.html?view=renderPrint>

Gutachten im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums. Im Jahr 2005 sagte diese Studie noch eine leichte Zunahme des Stroms aus Braunkohle voraus.

Studie „Politiksznarien für den Klimaschutz IV“ (2008)

http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3361

In dieser Studie wird die Wirkung der Klimaschutzpolitik in der Vergangenheit bewertet und die Entwicklung bis 2030 fortgeschrieben. Im Laufe des Jahres 2009 wird eine aktualisierte Fassung erscheinen.

„Leitstudie 2008“ – Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ (2008)

http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/42383.php

Die Leitstudie zeigt auf, durch welche Politik die langfristigen Klimaschutzziele der Bundesregierung erreicht werden können.

Otzenrath-Spenrath: Bilder aus einem umgesiedelten Dorf

<http://www.geschichtskreis-otzenrath-spenrath.de/home.htm>

Der Geschichtskreis der Dorfgemeinschaft hat es sich zum Ziel gesetzt, die Erinnerung an das alte Dorf zu bewahren und die Entwicklung des neuen Dorfes zu dokumentieren.

Zwangsumsiedlung für Tagebau verfassungskonform?

<http://www.wdr.de/themen/politik/nrw/garweilerII/081205.jhtml>

Darüber muss das höchste Gericht entscheiden. Im Dezember 2008 haben der Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND) und ein Privatmann aus Immerath Beschwerde beim Bundesverfassungsgericht in Karlsruhe eingereicht.

Impressum:

Herausgegeben
vom Westdeutschen Rundfunk Köln

Verantwortlich:
Quarks & Co
Claudia Heiss

Redaktion:
Anne Preger

Gestaltung:
Designbureau Kremer & Mahler

Bildrechte:
Alle: © WDR

außer:
angegeben

© WDR 2009