

Energiewende in Deutschland: Wie das Land nach dem Atomausstieg mit Strom versorgt werden kann und der Umstieg auf erneuerbare Energien bezahlbar bleibt.

Sonderbericht Süddeutsche Zeitung vom 17.03.2011

Verzicht ohne Verlust

Werden Atomkraftwerke abgeschaltet, bedroht das weder den Wohlstand noch die Energieversorgung

Von Michael Bauchmüller, Markus Balsler und Martin Kotynek,

Die Kehrtwende der Bundeskanzlerin war erst ein paar Stunden alt, da liefen im Umweltbundesamt die Rechner heiß. Schon im vorigen Jahr hatten die Experten der obersten deutschen Umweltbehörde einmal überprüft, wann und wie es genügend Strom auch ohne Atom geben könnte. Jetzt fütterten sie ihre Modelle mit den neuesten Daten. Das Ergebnis: Problemlos könnte sich Deutschland bis zum Jahr 2017 auch ohne Kernkraftwerke mit Strom versorgen.

Mehr noch: Nicht nur auf die sieben ältesten Atomkraftwerke könnte die Bundesrepublik sofort verzichten, sondern gleich auf neun. Auch das AKW Krümmel, seit langem nach Zwischenfällen vom Netz, ließe sich damit endgültig abschalten. 'Dies ist ohne Einschränkungen der Versorgungssicherheit und ohne zusätzliche Stromimporte möglich', sagt Jochen Flasbarth, der Präsident des Umweltbundesamtes. Schließlich bestünden im deutschen Kraftwerkspark derzeit Überkapazitäten von 15 Gigawatt Leistung - was gut und gerne 15 Kernkraftwerken entspricht. Zieht man die nötige Reserve ab, bleibe immer noch Spielraum für sofortige Abschaltungen.

Seit dieser Woche geht der Atomausstieg plötzlich ganz schnell. Sieben Atomkraftwerke werden derzeit heruntergefahren oder sind schon vorübergehend vom Netz, mindestens Neckarwestheim I wird nie wieder Strom erzeugen, und die Kanzlerin hat eine Drei-Monats-Frist des Innehaltens ausgerufen. 'Wir werden die Zeit nutzen, um die Energiewende zu beschleunigen', sagt Angela Merkel jetzt. Zwölf Jahre längere Laufzeit für die deutschen Kernkraftwerke? Längst Vergangenheit. Von den sieben Kernkraftwerken, die jetzt vom Netz gingen, so heißt es in Kreisen der Länder, werde wohl kaum eines je wieder ans Netz gehen. Isar I, Philippsburg I, Biblis A und B, Unterweser, Brunsbüttel: Ihre Zeit scheint abgelaufen zu sein.

Aber lässt sich ihre Kraft so einfach ersetzen? Und: Ist die Energiewende überhaupt bezahlbar?

Experten meinen: ja. 'Bis 2050 können wir nach verschiedenen Szenarien den Strom vollständig aus erneuerbaren Energien beziehen', sagt Bundesamt-Chef Flasbarth. 'Und das auch, wenn wir 2017 das letzte Kernkraftwerk stilllegen.' Der Aufwand der Energiewende ist jedoch enorm: Sie erfordert mehr Windenergie und zusätzliche Stromleitungen, um Windstrom Richtung Süden zu bringen; sowie Stromspeicher, die den Strom immer dann aufnehmen, wenn er im Übermaß vorhanden ist, und ihn wieder abgeben, sobald er knapp wird. Hundert Prozent Ökostrom im deutschen Stromnetz - wie das in der Praxis funktionieren soll, haben etwa die Experten des Sachverständigenrates für Umweltfragen in mehreren Szenarien ausgerechnet. Das Ergebnis: Um den Strombedarf künftig allein mit Öko-Anlagen zu decken, reicht es in einer Übergangszeit bis 2050 aus, erneuerbare Energien auszubauen und bestehende Kohle- und Gaskraftwerke vorübergehend am Netz zu lassen.

Da sind sich die Experten von Umweltrat und Umweltbundesamt einig: Auch das Amt hält neue Kohlekraftwerke nicht für nötig - jedenfalls nicht mehr als jene, die schon in Bau sind. Vorübergehend werde allerdings die Auslastung bestehender Kohlekraftwerke steigen, auch bestehe Bedarf an neuen Erdgaskraftwerken im Umfang von fünf Gigawatt. 'Aber das bleibt ohne Effekt für das Klima, denn die Gesamtemissionen der EU sind gedeckelt', sagt Flasbarth. Gaskraftwerke bezeichnet der Sachverständigenrat für Umweltfragen 'als Brücke hin zu einer regenerativen Stromversorgung'. Die wichtigste Energiequelle wird nach den Modellen des Umweltrates in Zukunft aber die Windenergie sein, vor allem Windparks im Meer - keine andere Energiequelle wird bis 2050 billigeren Strom liefern.

Was in den Szenarien nicht vorkommt, ist die Kernkraft. Die Meiler würden von 2020 an sogar Probleme im Stromnetz verursachen: Bläst stärkerer Wind und scheint die Sonne, so erzeugen Windparks und Solaranlagen so viel

Strom, dass die Atomkraftwerke noch viel häufiger als bisher heruntergeregelt werden müssen - im Jahr 2020 schon bis zu 120 Mal pro Jahr, schätzt der Umweltrat. Darauf sind die Meiler jedoch nicht ausgelegt. Ihr Wirkungsgrad sinkt, das Material wird schneller defekt, die Kosten für die Stromerzeugung steigen. Von 'Brückentechnologie' hin zu 100 Prozent Ökostrom, wie die Bundesregierung die Atomkraft bisher gesehen hat, kann den Experten zufolge also keine Rede sein.

Die Technologie für die Energiewende ist also längst da, doch das Problem sind Kosten und Akzeptanz. Der Umbau zum atomkraftfreien Öko-Stromnetz wird ein Milliardenprojekt. Denn Voraussetzung ist, dass die bestehenden Netze umgebaut und neue Technologien zur Stromspeicherung entwickelt werden. Mehr als 3500 Kilometer an 380-Kilovolt-Stromtrassen fordert etwa

die Deutsche Energie-Agentur bis zum Jahr 2020. Sie sollen vor allem den Windstrom vom Norden des Landes in die Zentren im Süden und Westen bringen. Denn nirgendwo weht der Wind stärker als vor der Küste. Doch die meisten Verbraucher leben Hunderte Kilometer davon entfernt.

Dem hält die bestehende Infrastruktur nicht mehr lange stand. Deutsche Netze waren nie für den dauerhaften Transport großer Strommengen über weite Distanzen gedacht. Denn herkömmliche Energielieferanten wie Kohle-, Gas- oder Atomkraftwerke sind über das ganze Land verteilt. Mit schwerwiegenden Folgen: Längst produzieren Deutschlands Windmühlen bei günstigen Wetterlagen mehr, als die Netze aufnehmen können. Nicht selten müssen Parks abgeschaltet werden, weil die Stromleitungen überlastet sind.

Das Netz wird zum Risiko bei der Energiewende. Politikern und Experten wird klar: Der Umbau in Deutschland wäre erst der Anfang. Wenn der Plan funktionieren soll, darf er an nationalen Grenzen nicht enden. Der für Energie zuständige EU-Kommissar Günther Oettinger wünscht sich bereits einen europäischen Stromverbund. Ein neues deutsches Höchstspannungsnetz müsste Bestandteil einer europäischen Lösung werden und darüber hinaus noch Länder in Nordafrika und Nahost einschließen. Erst dann könnte der Kontinent sich unabhängig machen von den Launen der Natur.

Pläne dafür gibt es bereits. Neun Anrainer-Staaten der Nordsee, darunter die Niederlande, Belgien, Deutschland, Dänemark, Frankreich und Großbritannien wollen unter dem Namen Seatec ein Netz aus Unterseekabeln in der Nordsee bauen. Es soll Windparks auf hoher See mit Wasserspeichern in Norwegen und Gezeitenkraftwerken vor der dänischen und belgischen Küste verbinden. So ließe sich Windstrom erstmals im großen Stil speichern und abrufen, wenn er gebraucht wird. In einem zweiten Schritt könnte das Netz mit den Kraftwerken der Solar-Initiative Desertec in Nordafrika verbunden werden. Erst dann kann grüner Strom tatsächlich zuverlässig aus jeder Steckdose kommen.

Welche dieser gewaltigen Vorhaben realisiert werden, ist noch unklar. Fest steht nur: Den Umbau der Stromversorgung zahlen die Stromkunden. Sie finanzieren den Netzausbau über die sogenannten Netzentgelte, die ein Teil des Strompreises sind. Und auch die garantierte Vergütung für erneuerbare Energien, die sogenannte EEG-Umlage, wird auf alle Stromkunden umgelegt - derzeit sind das 3,5 Cent je Kilowattstunde. Insgesamt rechnet eine Studie des Umweltministeriums für die Energiewende bis zum Jahr 2020 mit notwendigen Investitionen von insgesamt 202 Milliarden Euro, ähnlich hoch bleibe das Niveau in den folgenden Jahren.

Doch die Experten machen Mut: 'Mit wesentlich höheren Kosten durch die Energiewende müssen wir nicht rechnen', sagt Umweltbundesamt-Präsident Flasbarth.

Schon von 2025 an, schätzen Fraunhofer-Institut und Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, könnten die positiven Wirkungen überwiegen: 'Danach werden der Volkswirtschaft durch die Nutzung der erneuerbaren Energien Aufwendungen erspart, die andernfalls für die zusätzliche Versorgung mit fossilen Energien aufgewandt werden müssten', heißt es einer Studie für das Umweltministerium. Und auch die EEG-Umlage dürfte kaum mehr weiter steigen, sondern werde vielmehr auf lange Sicht sinken, heißt es in der Untersuchung. Gleichzeitig ließen sich dadurch die Kohlendioxid-Emissionen massiv senken, auch die Umweltgefährdungen nähmen ab - ganz zu schweigen von den Risiken der Kernkraft. (SZ vom 17.03.2011)

Hektische Wende

Warum die Bundesregierung plötzlich Atommeiler abschalten will - und dabei rechtliche Risiken in Kauf nimmt

Von Michael Bauchmüller und Stefan Braun

Alle reden über das Moratorium. Aber kaum einer weiß, wer es wirklich erfunden hat. Norbert Röttgen, behaupten einige, habe es ins Spiel gebracht. Andere erzählen, der Kanzlerin sei die Idee gekommen. Und wieder andere meinen, FDP-Chef Guido Westerwelle sei in Wahrheit Pate für die atompolitische Wende gewesen. Wirklich gesichert ist deshalb nur eines: Dass mancher in der Koalition bereits am Wochenende darüber nachdachte, und der Gedanke am Montag im CDU-Präsidium quasi öffentlich wurde.

Dort haben Merkel und Röttgen die Debatte über die Wende eingeleitet. Ihre Botschaft: Die Welt habe sich fundamental verändert durch das Drama in Japan. Von einem 'Weltereignis' sprach Röttgen, Merkel nannte es eine Zäsur. Mancher Teilnehmer bekam den Eindruck, dass die CDU-Chefin die Debatte lenken wollte. 'Sie wollte, dass wir alle gemeinsam erkennen, wie wichtig es ist, unserer Atompolitik eine Wende zu geben', berichtet einer, der dabei war. Was als gruppendynamische Strategie gedacht war, fiel jedoch in sich zusammen, als die Meldung in die Sitzung platzte, der Vizekanzler Guido Westerwelle könne sich ein Moratorium auch sehr gut vorstellen. Von da an war klar, dass die Idee - am Abend davor mit Westerwelle schon besprochen - gar nicht mehr neu war und also auch nicht mehr abgelehnt werden konnte.

Nur: Wie soll so ein Moratorium aussehen? Schließlich lässt sich ein bestehendes Gesetz nicht einfach ignorieren. Glaubt man Beteiligten, dann hatte Bundesumweltminister Röttgen die zündende Idee. Demnach könnte der Bund zwischen den älteren und den neuen Reaktoren unterscheiden - wie es schon bei der Laufzeitverlängerung geschehen war. Damals hatten die sieben ältesten Reaktoren nur acht Jahre Zusatz-Laufzeit erhalten, die jüngeren dagegen 14 Jahre.

Den nötigen Paragraphen habe er zur Hand, erklärte Röttgen, er stehe im Atomgesetz. Sieben alte Kernkraftwerke für eine Zeit des Innehaltens und der Prüfung abschalten - die Runde im Kanzleramt war einverstanden. Doch schnell brach in den Koalitionsfraktionen eine Debatte los, ob Röttgens Vorschlag als Absicherung reichen würde. Anders als die Ministerpräsidenten der Länder fanden Rechtspolitiker der Unionsfraktion seinen Weg keineswegs akzeptabel. Die geplante vorübergehende Stilllegung basiert auf einer Art Notstandsparagraphen, der eigentlich für akute Gefahren gedacht ist. Ob Richter das nach der Katastrophe in Japan auch für deutsche Reaktoren gelten lassen, ist zumindest fraglich. Insbesondere der Vorsitzende des Rechtsausschusses des Bundestages, Siegfried Kauder (CDU), hält dies für sehr unwahrscheinlich. Und Bundestagspräsident Norbert Lammert lässt schon mal prüfen, ob es nicht ein richtiges neues Gesetz braucht.

Die Unsicherheit schlägt sich auch in dem Entschließungsantrag nieder, mit dem die Fraktionen von FDP und Union den neuen Kurs der Koalition unterstützen möchten. Weil in beiden Fraktion Zweifel an diesem Weg bestehen, fehlt ein konkreter Verweis auf Paragraf 19 des Atomgesetzes. Die Suche nach einer adäquaten rechtlichen Grundlage ist also nicht wirklich beendet. Und in den Ländern, die Röttgens Weg umsetzen sollen, sind die Bedenken an seinem Verweis auf eine Gefahrenabwehr groß. 'Man muss froh sein, wenn die Betreiber ihre Kraftwerke freiwillig herunterfahren', sagt der Atom-Verantwortliche eines der betroffenen Länder. Merkel im Übrigen ahnt längst, dass da manches auf wackeligen Beinen stehen könnte. Sie hat intern erklärt, dass der Kurs auch an möglichen Schadenersatzklagen der Betreiber nicht scheitern werde.

Die rechtliche Substanz des Moratoriums wird so nicht größer. Es handle sich, erklärt Röttgen inzwischen, 'um einen politischen Begriff', der nun 'seine rechtliche Form gefunden hat', nämlich Paragraph 19. 'Ein Moratorium ist denkbar, aber nur im Wege der Gesetzesänderung', sagte dagegen Ex-Verfassungsgerichtspräsident Hans-Jürgen Papier dem Handelsblatt. Das Laufzeitverlängerungsgesetz gelte aber nach wie vor.

Und auch die AKW-Betreiber sehen das Moratorium mittlerweile mit neuen Augen. Etwa Eon: Am Dienstag noch betonte der Konzern, er werde seinen Reaktor Isar 1 während des Moratoriums vom Netz nehmen - freiwillig. Am Mittwoch verlangte Eon eine amtliche Verfügung aus dem bayrischen Umweltministerium. Wer weiß, ob sich die nicht noch für eine Klage verwenden lässt.

(SZ vom 17.03.2011)

Die große Rechnung

Beim Strom können die Deutschen viel sparen, doch dafür müssen sie erst einmal investieren

Von Alexandra Borchardt

Wenn Politiker und Wirtschaftsführer das Wort Zukunft verwenden, nutzen sie es oft wie eine Prise Salz, die eine fade Suppe würziger machen soll. Aus Investitionen werden dann Zukunftsinvestitionen, aus Technologien Zukunftstechnologien - ein Signal dafür, dass hier etwas besonders Innovatives entstehen soll. Und tatsächlich passt der Vergleich: Würde man der Energieversorgung der Zukunft eine Geschmacksrichtung zuweisen, käme sie wohl eher salzig als süß daher. Denn wenn moderne Industriegesellschaften aus der Atomkraft aussteigen und dabei zusätzlich das Verbrennen von Öl und Kohle lassen, wie es der Klimaschutz gebietet, ist der Preis zunächst hoch.

Wer volkswirtschaftlich rechnet, tut sich dabei leichter, denn der Umstieg auf erneuerbare Energien wird sich auf längere Sicht auszahlen. Investitionen in sparsame Maschinen und Geräte, in Häuser, die sich selbst mit Energie versorgen, und technologische Fortschritte in den grünen Industrien, die jetzt schon wichtige Arbeitgeber und weltweit Vorreiter sind, werden unter dem Strich mehr einbringen, als sie verschlingen - irgendwann. 'Man kann Deutschland zu 100 Prozent über erneuerbare Energien versorgen und dabei den heutigen Lebensstandard halten', sagt Harry Lehmann, der beim Umweltbundesamt (UBA) die Abteilung für Nachhaltigkeitsstrategien leitet.

Das UBA peilt die 100 Prozent für das Jahr 2050 an - vier Jahrzehnte also, in denen sich viel bewegen kann. Das ändert aber nichts daran, dass die dafür notwendigen Investitionen für viele Betriebe und Privathaushalte trotz staatlicher Subventionen heute noch jenseits dessen liegen, was sie sich leisten können und wollen. Um 50 Euro pro Monat könnte allein die Stromrechnung zunächst einmal steigen, schätzt der Sachverständigenrat für Umweltfragen. Hinzu kommt, dass Produzenten ihre höheren Belastungen auf die Konsumenten abwälzen werden. Außerdem lassen sich manche Kosten nicht in Euro und Cent berechnen: Viele Menschen protestieren bereits dagegen, wenn Strommasten, Windräder und Solarparks vor ihrer Haustür gebaut werden sollen. Es gehört also politische Phantasie dazu, die Übergangszeit verträglich zu gestalten.

Allerdings lässt sich schon durch den effizienteren Einsatz von Energie viel gewinnen. Nach Einschätzung des Umweltbundesamts sind Einsparungen von etwa einem Prozent pro Jahr ohne weiteres möglich. Dabei gilt: Wo viel verschwendet wird, lässt sich auch besonders viel sparen - und noch gehen die Deutschen vor allem mit Strom achtlos um. Anders als der Energieverbrauch insgesamt, der sich schon lange von Wirtschaftswachstum und Schadstoffausstoß entkoppelt hat, ist der Stromverbrauch in den vergangenen zwei Jahrzehnten rasant gestiegen. Die Verantwortung dafür trägt vor allem die Industrie. Würde man dort nur die Elektromotoren auf den neuesten Stand bringen, ließen sich zehn Prozent des gesamten deutschen Stromverbrauchs einsparen, hat das UBA errechnet.

Aber auch die privaten Haushalte und der Dienstleistungssektor gehören zu den Verschwendern. Zwar sind Kühlschränke und Waschmaschinen sparsamer geworden und vielerorts brennen Energiesparlampen, aber die steigende Zahl elektronischer Geräte hat diese Erfolge schon lange zunichte gemacht. So wird für jede Internetabfrage nicht nur ein Computer oder ein Mobiltelefon

gebraucht, sondern zusätzlich sorgen riesige Serverparks im Hintergrund dafür, dass die Suchmaschine auch sekundenschnell alles findet. Handys, Laptops und Lesegeräte für elektronische Bücher müssen permanent aufgeladen werden. Und dank moderner LED-Leuchten werden statt wie früher eine Lampe ganze Lichtsysteme installiert.

Dabei liegen im intelligenten Einsatz von Informationstechnologie auch ungeheure Möglichkeiten, Energie optimal zu nutzen. Küchengeräte, Heizungen, alle Arten von Maschinen können so programmiert werden, dass sie nur bei Bedarf laufen. Geräte ließen sich per Zeitschalter dann aufladen, wenn Kraftwerke oder Wind- und Solaranlagen besonders viel überschüssigen Strom produzieren. Auch die Hersteller von Unterhaltungs- und Haushaltselektronik sind gefragt. Würden sich Fernseher oder moderne Kaffeemaschinen automatisch abschalten, statt in den Stand-by-Modus zu gehen, ließen sich in Deutschland bis zu zwei Großkraftwerke einsparen, hat das UBA ausgerechnet. 'Aber viele Geräte haben ja gar keinen Ausschalter mehr', schimpft Strategie Lehmann.

Weiteres Sparpotential schlummert in der Gebäudetechnik und im Städtebau. Die EU gibt vor, dass von 2020 an alle Neubauten in der Union Passivhäuser sein müssen. Schon heute sind solche Bauten möglich. Aber die noch sehr hohen Investitionen in Materialien und Anlagen schrecken viele Bauherren ab. Im Städtebau sollten Wege für Menschen und Energie kurz gehalten werden. Lassen sich Wohnen, Arbeiten, Freizeit und Versorgung innerhalb weniger Straßenzüge verwirklichen, sinkt der Verbrauch für Transportmittel. Blockheizkraftwerke versorgen Siedlungen effizient.

Das Ausmaß der Fortschritte in der Energieeffizienz wird auch davon abhängen, wie teuer Strom wird und wie bewusst den Verbrauchern der Grad der Verschwendung ist. Die Politik kann viel tun: verpflichtende Energieberatung, Standards für Elektrogeräte, gut sichtbare Stromzähler mit Signalwirkung für jeden Haushalt,

vorbildliches Verhalten bei eigenen Gebäuden und Projekten, Schulung von Architekten, ökologischer Städtebau - all dies muss in die Energiepolitik einfließen, wenn sie zukunftsweisend sein soll.

(SZ vom 17.03.2011)

Solarenergie

Solarenergie ist der Liebling der Deutschen, wenn es um Stromerzeugung geht: Drei von vier Deutschen sind der Meinung, dass die Sonne einen Großteil zur Versorgung mit erneuerbaren Energien beitragen kann. Darin steckt eine Portion Wunschdenken, denn Deutschland ist eher sonnenarm. Im Prinzip gibt es zwei Wege, um die Wärme der Sonne in elektrischen Strom umzuwandeln: den direkten, bei dem Solarzellen Licht in elektrische Spannung ('Photovoltaik') umwandeln und den indirekten ('Solarthermie'): Dabei sammelt man mit Hilfe von Spiegeln Sonnenstrahlen und erhitzt eine Flüssigkeit oder direkt Wasser, aus dessen Dampf eine Turbine angetrieben wird. Solche Kraftwerke liefern in Kalifornien seit Jahrzehnten zuverlässig Strom - derzeit werden dort weitere gebaut, wie auch in Spanien. Hierzulande aber lässt sich wegen der geringen Sonneneinstrahlung Strom nur mittels Solarzellen erzeugen. Selbst wenn die in Deutschland installierte Leistung rasant steigt - mit zwölf Milliarden Kilowattstunden wurde 2010 82 Prozent mehr Strom als im Vorjahr erzeugt - tragen sie gerade einmal zwei Prozent zur gesamten Stromerzeugung bei. Dafür wird die Bundesregierung bis 2020 um die 75 Milliarden Euro an Subventionen ausgegeben haben. Dann soll der Solarstromanteil bei zehn Prozent liegen. Will Deutschland mehr Strom aus der Sonne beziehen, wird man diesen importieren müssen - etwa aus solarthermischen oder photovoltaischen Kraftwerken in Südspanien oder Nordafrika. Das ist der Kern des Desertec-Projekts, das mehrere große Unternehmen vor gut einem Jahr gestartet haben: Mit solarthermischen Kraftwerken in Nordafrika und Windrädern an den Küsten des Mittelmeers soll ein gigantischer Strompark entstehen, der über Hochspannungsleitungen Strom nach Mitteleuropa liefern könnte. Nach Berechnungen des US-Energieministeriums und der Internationalen Energieagentur müsste ein Solar-Kraftwerk, das 2015 ans Netz ginge, die Kilowattstunde für 25 US-Cent verkaufen, um alle Kosten zu decken. Bei Solarzellen wären es 39 Cent. Zum Vergleich: Bei einem effizienten Kohlekraftwerk liegt der (kostendeckende) Preis einer Kilowattstunde bei deutlich weniger als zehn Cent. Darin sind allerdings Folgeschäden durch den Klimawandel nicht enthalten. Und bei den Solarkraftwerken kann man durchaus davon ausgehen, dass die Technik noch Fortschritte macht. Jeanne Rubner

(SZ vom 17.03.2011)

Biomasse

Fast sechs Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms stammen derzeit aus Biomasse. Etwa 36 Prozent davon entfallen auf feste Biomasse, das ist vor allem Holz, das in Biomasse-Heizkraftwerken verbrannt wird. Im Jahr 2009 waren 249 solche Biomasse-Heizkraftwerke am Netz. Daneben wächst die Stromerzeugung aus Biogas: 38 Prozent des Biomasse-Stroms, 12,8 Milliarden Kilowattstunden, wurden 2010 schon aus Biogas gewonnen - 19 Prozent mehr als 2009. Biogas entsteht bei der Vergärung von Gülle, Schlacht- und Küchenabfällen oder Energiepflanzen. Je nach verwendetem Rohstoff besteht das Gasgemisch zu etwa 50 bis 75 Prozent aus dem Energieträger Methan, der Rest ist größtenteils CO₂. In einem Blockheizkraftwerk lassen sich aus Biogas Strom und Wärme gewinnen; aus dem Gasgemisch kann das Methan auch herausgefiltert und ins Erdgasnetz eingespeist werden. Solche Anlagen gibt es derzeit noch sehr wenige; nur etwa 50 von derzeit ungefähr 6000 deutschen Biogasanlagen produzieren Biomethan. Etwa ein Viertel der Biogas-Stromproduktion stammt aus Abfällen, für den Rest werden Energiepflanzen angebaut; in erster Linie ist das Mais. Ein Hektar Mais produziert über das Jahr gerechnet im Durchschnitt etwa 2500 Watt elektrische Leistung. Die Gülle, die eine Kuh produziert, liefert dagegen nur 150 Watt, gerade einmal genug für zwei ältere starke Glühlampen.

Kritiker beklagen, dass die Energiemaisproduktion in Konkurrenz zur Nahrungsmittelherstellung steht. Die Branche hält dagegen, dass der Nahrungsmittelbedarf in Deutschland auch gedeckt werden könnte, wenn die Biogas-Anbauflächen verdoppelt würden - derzeit sind es 650000 Hektar, fünf Prozent der Ackerfläche. Noch 2009 waren es nur 530000 Hektar. Für Landwirte lohnt es sich, für Biogas eigens Energiepflanzen anzubauen, weil es einen gesetzlichen Aufschlag für nachwachsende Rohstoffe auf die Einspeisevergütung gibt. Zum Grundpreis von 11,44 Cent, der bei kleineren Anlagen seit dem Jahr 2010 pro Kilowattstunde gezahlt wird, kommen damit noch einmal 6,86 Cent Zuschlag. Der Gülle-Zuschlag beträgt dagegen nur 3,92 Cent pro Kilowattstunde. Zwei weitere Cent lassen

sich verdienen, wenn die Abwärme aus der Anlage zum Heizen genutzt wird. Deshalb werden immer mehr Bauern in Deutschland neben- oder hauptberuflich zu Stromproduzenten.

Marlene Weiss

(SZ vom 17.03.2011)

Wind- und Wasserkraft

Die Versprechen sind groß, die Ziele der Bundesregierung ehrgeizig. Windparks mit einer Leistung von zehn Gigawatt soll die deutsche Stromindustrie bis zum Jahr 2020 vor den Küsten Deutschlands in Nord- und Ostsee installieren. Acht große Atomkraftwerke könnten so ersetzt und die Windkraft zur zentralen deutschen Energiequelle werden. Bis 2050, so der Plan, soll sogar ein Viertel des Strombedarfs auf hoher See erzeugt werden. Insgesamt 25 Seeparks haben deutsche Behörden in Nord- und Ostsee inzwischen genehmigt. Doch passiert ist zuletzt in Deutschland wenig. Zwar errichten internationale Energiekonzerne im Ausland einen Windpark nach dem anderen. In Deutschland ringen sie aber bislang vor allem noch um Lizenzgebiete. Mit Baltic 1 hat die Branche in diesem Jahr den ersten kommerziellen Windpark in Betrieb genommen. 21 Rotoren liefern einige Kilometer vor der Halbinsel Darß Strom für knapp 50000 Haushalte. Nach Angaben des Betreibers EnBW wird das Pionierprojekt Erfahrungen für die Windkraft auf hoher See liefern. Auch wenn der Ausbau vor der Küste noch nicht in Fahrt kommt: Die Bedeutung des Windstroms in Deutschland nimmt Jahr für Jahr zu. Vor allem die Windräder an Land haben die Wasserkraft als wichtigsten Produzenten grüner Energie abgelöst. Die Branche liefert nach Angaben des Bundesverbands Windenergie rund acht Prozent des Stromverbrauchs in Deutschland. Insgesamt gibt es 21300 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von 26400 Megawatt. Eine Kilowattstunde Windstrom zu produzieren kostet an Land derzeit etwa sechs Cent - ein relativ niedriger Preis, der auch das Wachstum der Branche erklärt. Die deutschen Stromnetze stellt dieses Wachstum allerdings vor Probleme. 'Die Nutzung der Offshore-Windenergie in Deutschland steht zwar erst am Anfang', sagt auch Bundesumweltminister Norbert Röttgen (CDU). 'Aber das große wirtschaftliche Potential zeigt sich bereits jetzt.' Besonders in den Bundesländern an der Küste - Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern - schafft die Branche Jobs. Schon jetzt finden nach Angaben des Umweltministeriums fast 90000 Menschen Arbeit rund um die Windkraft. Hersteller und Zulieferer erwirtschaften einen Gesamtumsatz von etwa 6,5 Milliarden Euro. Angesichts solcher Zahlen gerät die Kraft des Wassers schon mal in den Hintergrund. Ihr Anteil liegt in Deutschland bei 3,3 Prozent an der gesamten Strommenge. Unter den Erneuerbaren reicht es nur zu Rang drei, doch als Speichermedium ist sie unverzichtbar. Markus Balsler

(SZ vom 17.03.2011)

Erdöl und Erdgas

Für eine Industrienation wie Deutschland sind Öl und Gas von geradezu schicksalhafter Bedeutung. Im Jahr 2008 lag die Bundesrepublik mit einem Verbrauch von 118 Millionen Tonnen auf Rang sechs der weltgrößten Ölkonsumenten. Die Rezession führte zwar zu einem Rückgang des Verbrauchs. Doch 2010 wuchs mit der wirtschaftlichen Erholung auch der Mineralölabsatz in Deutschland wieder. An der Abhängigkeit vom Energieträger Öl hat sich auch 38 Jahre nach dem ersten Preisschock von 1973 nichts geändert. Nur noch die Älteren erinnern sich an Sonntagsfahrverbote und leere Autobahnen. Öl wird aber nicht nur in Fahrzeugmotoren und Heizungen verfeuert. Der wertvolle Rohstoff dient als Grundlage für die chemische Industrie: In fast jedem Produkt der modernen Welt - vom Kugelschreiber bis hin zur Wärmedämmplatte - steckt als Ausgangsstoff Erdöl. Ähnlich sieht es beim Erdgas aus, das nicht nur zum Heizen, sondern unter anderem zur Herstellung von Kunstdünger benötigt wird. Doch selbst optimistische Szenarien wie das der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe kommen zum Ergebnis: In den nächsten Jahrzehnten wird die Nachfrage nach Öl das Angebot übersteigen. Schon heute stagnieren oder sinken die Fördermengen. Neue Lagerstätten in der Tiefsee sind allenfalls mit großem Aufwand zu erschließen. Beim Erdgas ist die Situation zwar nicht ganz so dramatisch. Doch hier verfügen drei Länder zusammen über die Hälfte der Reserven: Russland, Iran und Katar. In Deutschland haben Energieunternehmen deshalb mit der Erkundung 'nicht-konventioneller' Vorkommen von Schiefer- und Flözgas begonnen. Ob sie überhaupt nutzbar sind, ist noch offen. Der nächste Preisschock kommt bestimmt, wie verheerend seine Auswirkungen sein werden, darüber debattieren die Fachleute: 'Ich sehe keinen leichten Ausweg', sagt Werner Zittel, der Energieexperte beim Ludwig-Bölkow-Institut für Systemtechnik in Ottobrunn. Doch die buchstäbliche Entschleunigung des Post-Öl-Zeitalters, glaubt er, werde den Menschen auch Vorteile bringen. Andere sehen für die Zukunft tiefschwarz: Der amerikanische Umweltautor Richard

Heinberg kommt in seiner Analyse zum Schluss: Mit dem Versiegen der Öl- und Gasquellen werde in diesem Jahrhundert das Industriesystem zusammenbrechen. Sebastian Beck

(SZ vom 17.03.2011)

Kohle

Kohle nimmt in der deutschen Energiewirtschaft zurzeit eine herausragende Rolle ein. Sie ist - gleich nach dem Erdöl - der zweitwichtigste Energieträger, wenn man die Primärenergie betrachtet. Kohle ist auch der bedeutendste Rohstoff für Kraftwerke. Bei ihrer Verbrennung wird mehr vom Treibhausgas CO₂ freigesetzt als bei jeder anderen Energiequelle; in manchen Jahren erreicht der globale Ausstoß den aller anderen Quellen zusammen. Fast die Hälfte des Stroms in Deutschland wird aus Kohle gewonnen: 25 Prozent der Elektrizität stammen aus Braunkohle, weitere 18 Prozent aus Steinkohle - das ist nahe am weltweiten Durchschnitt. Kohle ist der fossile Energieträger mit den größten Vorräten. Die gesicherten, zu aktuellen Preisen wirtschaftlich förderbaren Reserven reichen bei heutigem Produktionsniveau noch weit länger als hundert Jahre. Die vorhandenen Mengen werden in zehntausend Milliarden Tonnen gemessen, ihr Energieinhalt ist viermal so hoch wie der von allen anderen Rohstoffen zusammen. Allerdings gibt es auch Kritik an diesem Bild. Gerade weil Kohle so üppig vorhanden zu sein scheint, werden die Statistiken nicht immer sauber geführt. Der große Boom beim Kohleverbrauch findet zurzeit vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern statt. China hat mit seinen Kohlekraftwerken entscheidenden Anteil daran, dass der Ausstoß von CO₂ pro erwirtschaftetem Dollar wieder ansteigt, nachdem er lange Zeit gefallen war. Die Internationale Energieagentur erwartete in ihrem Jahresgutachten von 2010, dass die Kohlewirtschaft bis 2035 etwa 720 Milliarden Dollar investiert - ein gutes Drittel davon allein in China. Das Land werde seinen Verbrauch von Kohlestrom verdoppeln, in Industrieländern wie Deutschland soll er um ein gutes Drittel fallen. Dass Kohlestrom so beliebt ist, liegt am Preis. Auch in Deutschland ist es die in der Erzeugung billigste Elektrizität, hat das Stuttgarter Institut für Energiewirtschaft 2008 berechnet: 2,8 Cent pro Kilowattstunde aus Braun- und 3,3 Cent pro Kilowattstunde aus Steinkohle. Die nötigen Emissionszertifikate aber treiben die Kosten auf über sechs Cent, wenn der Ausstoß einer Tonne CO₂ 38Euro kostet. Wenn in Zukunft das Treibhausgas abgeschieden und im Boden verpresst wird, was allerdings weder technisch noch politisch gesichert ist, könnte der Preis auf Werte um fünf Cent pro Kilowattstunde Strom fallen, rechnen die Forscher vor. Christopher Schrader

(SZ vom 17.03.2011)