

Biomasse soll fossile Energieträger wie Öl und Gas ersetzen und so die drohende Klimakatastrophe abwenden.

Die Politik fördert diese Strategie – leider auf unsinnige Weise

Die irdische Tiefe ist ein gemächlicher Produzent. 500 000 Jahre lässt sich der Planet Zeit, bis er jene Menge an Energieträgern erzeugt hat, die wir in einem einzigen Jahr verbrennen. Dass wir die fossilen Produkte Kohle, Gas und Öl viel schneller verbrauchen, als die Erde sie produziert, hat einen Nebeneffekt in der Atmosphäre: Beim Verfeuern der kohlenstoffhaltigen Substanzen setzen wir in kürzester Zeit das CO₂ frei, das die Natur in all den Jahrtausenden eingesammelt hat. Die Folge: Das viele Gas macht die Erde zum Treibhaus.

An der Oberfläche aber produziert die Natur viel schneller als tief in der Unterwelt. »Biomasse« ist der Sammelbegriff für alles Pflanzliche, das in Wäldern und auf Äckern und Wiesen gedeiht und bei dessen Produktion Kohlendioxid aus der Atmosphäre eingesammelt und eingelagert wird. Der entscheidende Unterschied zu den fossilen Brennstoffen: Verfeuern wir Biomasse, kann dabei nicht mehr CO₂ entstehen, als die Pflanzen zuvor in ihrer Wachstumsphase aufgenommen haben.

Deshalb trägt Biomasse das Etikett »klimaneutral«. Der nachwachsende Rohstoff fasziniert gegenwärtig Politiker aller Parteien. Sie schwärmen von der »grünen Energie«. Die ehemalige Landwirtschaftsministerin Renate Künast sah in Deutschlands Bauern gar die »Ölscheichs von morgen«. Biotonne, Biogas und Biodiesel sind zu Schlagwörtern eines in zehn Jahren entstandenen Industriezweigs geworden, der mit Pflanzenverwertung Milliarden umsetzt.

Die größte Begeisterung entfacht derzeit die Vorstellung, Biomasse-Extrakte könnten in Zukunft unseren Fahrzeugpark bewegen. Schon jetzt bepflanzen die Bauern doppelt so viel Fläche mit Raps für den Tank wie mit Roggen für den Teller. An 2000 Zapfsäulen können wir Biodiesel tanken. Auch dem normalen Sprit dürfen bis zu fünf Prozent Ethanol aus Zuckerrüben, Getreide und Zuckerrohr beigemischt werden, aber auch Rapsölmethylester, Palmöl oder andere Pflanzenprodukte.

Daneben wird der stinkende Inhalt von Millionen Biotonnen zu Kompost verarbeitet. Gülle, Schlempe und Pflanzenreste landen in über 2000 Biogasanlagen, die daraus vor allem Strom erzeugen. Manches »Biogasdorf« versorgt sich

sogar komplett mit grüner Energie. Und 50 000 Haushalte haben sich bereits eine Holzpellet-Heizung in den Keller gestellt.

20 Jahre lang mit Sperrmüll heizen – dafür gibt es Bares

Die Vielfalt ist faszinierend. Aber ist sie der richtige Weg zu einer ökologisch und ökonomisch sinnvollen Nutzung unserer Biomasse? Entstanden ist dieser Boom nämlich vor allem, weil Politiker ihn haben wollen. Er ist das Ergebnis eines kaum zu durchdringenden Dickichts an Gesetzen, Verordnungen, Subventionen, Beihilfen, Steuerermäßigungen, Forschungsmitteln und anderen Anreizen. Bauern können beim EU-Agrarministerium eine Prämie von 45 Euro pro Hektar beantragen – wenn sie Energiepflanzen anbauen wollen. Strom aus Biogasanlagen wird über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) mit 12 bis 17 Cent je Kilowattstunde vergütet. Biodiesel war bisher komplett von der Mineralölsteuer befreit; erst seit August wird er schrittweise immer höher besteuert, parallel dazu soll es aber eine Beimischungspflicht geben. Die EU will den Marktanteil der Kraftstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen so bis 2010 auf 5,75 Prozent, bis 2030 sogar auf 25 Prozent steigern. Wer seine Heizungsanlage auf Holzfeuerung umstellt, kann bei Bund oder Land einen Investitionszuschuss bekommen.

Holz in einem Biomassekraftwerk zu verbrennen lohnt sich sogar doppelt, wenn die Genehmigung vor Juni 2004 erteilt und der Betrieb vor Juni 2006 aufgenommen wurde. Unter diesen Voraussetzungen darf nämlich noch 20 Jahre lang mit Sperrmüllholz gefeuert werden. Für die Entsorgung des mit Holzschutzmitteln, Kleber und Farbe belasteten Abfalls gibt es dann Bares, und die Abnahme der dabei erzeugten Elektrizität wird, über das EEG, mit acht bis elf Cent je Kilowattstunde vergütet.

Auch wenn viele Regeln unverständlich erscheinen, Investoren wissen sie durchaus zu nutzen. Und so sind in zwei Jahren 50 Biomassekraftwerke aus dem Boden geschossen.

Alle haben sie eine Leistung von knapp unter 20 Megawatt. Warum? Biomassekraftwerke mit einer Leistung von über 20 Megawatt fallen nicht unter die Förderrichtlinien des EEG.

So lässt sich der Staat nicht nur Kohleförderung und Kernenergie eine Stange Geld kosten. Wer all die finanziellen Anreize für die Biomasseverwertung addiert, landet auch hier bereits bei deutlich über zwei Milliarden Euro – pro Jahr und mit steigender Tendenz. Nicht Angebot und Nachfrage entscheiden darüber, wo und wie die Biomasse genutzt wird, sondern politische Vorgaben. Diese fördern, was sich in der Öffentlichkeit verkaufen lässt: die Umwandlung von Biomasse in Strom und Treibstoff.

Doch mit Pflanzenenergie den Tank zu stopfen ist vermutlich die fragwürdigste Form der Verwertung. »Das ist technisch und ökonomisch Unsinn. Deutschland und die EU haben den falschen Weg eingeschlagen«, sagt Thomas Nussbaumer von der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich. Im Auftrag der Internationalen Energie Agentur (IEA) hat der Schweizer Ingenieur ausgerechnet, auf welchem Weg die Nutzung von Biomasse am meisten fossile Energie ersetzt. Denn auch wenn es beim Blick in die Landschaft anders erscheint: Biomasse ist ein begrenzter Rohstoff. Schon wächst auf zwölf Prozent der deutschen Ackerfläche Raps, fünfmal so viel wie vor 15 Jahren. Dies reicht für einen Biodiesel-Marktanteil von zwei Prozent. Mit großem Abstand ist Deutschland Weltmeister des Biodieselvebrauchs.

Würde der Markt bestimmen, käme kein Kilo Biomasse in den Tank

Bis 2010 verlangt die EU eine Steigerung auf 5,75 Prozent Marktanteil, doch schon dafür reichen Deutschlands Äcker nicht aus. Also muss im großen Stil aus Brasilien und anderen Staaten importiert werden, in denen sich Regenwald abholzen und in Energiepflanzen-Plantagen verwandeln lässt.

Trotzdem schätzt die EU-Kommission in ihrem »Aktionsplan für Biomasse«, dass sich mit nachwachsenden Rohstoffen schon 2010 Europas Abhängigkeit von der Einfuhr fossiler Energieträger von 48 auf 42 Prozent reduzieren ließe. Nebenbei würden der Atmosphäre über 200 Millionen Tonnen CO₂ erspart, 250 000 bis 300 000 Arbeitsplätze geschaffen und die »technologische Führungsstellung der EU auf diesem Sektor« ausgebaut. Mit rund neun

Milliarden Euro, so hat die EU errechnet, müsste dafür die Treibstoff- und Stromerzeugung aus Biomasse unterstützt werden. Finanzieren ließe sich dies durch einen Aufschlag von 1,5 Cent auf jeden Liter Treibstoff und 0,1 Cent pro Kilowattstunde Strom.

»Gegenwärtig haben wir einen gesteuerten Markt«, sagt Bernd Geisen, Geschäftsführer des Bundesverbandes BioEnergie, der die Interessen der Erzeuger und Verwerter von Biomasse vertritt. Die Branche habe die Fördermittel aber gut genutzt und im vergangenen Jahr bereits 3,24 Prozent des deutschen Energiehungerers gestillt. »So etwas geht nicht zum Nulltarif«, meint Geisen. Gerne zitiert er eine Studie, die 2004 für das Bundesumweltministerium erstellt wurde. Danach könnten 2020 bereits 10 und ab 2050 sogar 30 Prozent des heimischen Primärenergieverbrauchs durch Biomasse gedeckt werden. »Mittelfristig« würden dann auch keine Subventionen mehr benötigt.

Dies allerdings, davon ist Thomas Nussbaumer überzeugt, wäre das Ende des Biosprits. Ginge es allein nach den Kräften des Marktes, würde kein Kilo Biomasse im Tank landen, sondern das meiste in der Heizung. Auch aus ökologischen Gründen wäre es besser so. Denn die nachwachsenden Rohstoffe sollten dort eingesetzt werden, wo sie am meisten fossile Energie ersetzen. Feuchte Pflanzenreste wären am besten in Biogasanlagen aufgehoben. Deren Produkt sollte jedoch nicht von Tausenden Kleinstgeneratoren in Strom umgewandelt, sondern lieber direkt als Erdgasersatz genutzt werden. Im Tank, davon ist Nussbaumer überzeugt, hat Biomasse schon gar nichts zu suchen.

Energetisch betrachtet, hat Biomasse im Auto nichts verloren

Ein halbes Dutzend Verfahren zur Umwandlung von Energiepflanzen wie Raps, Sonnenblumen, Zuckerrüben oder Kartoffeln sind heute im Einsatz. Heraus kommen Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol, ein Alkohol. Zwar führt der Ersatz von Benzin und Diesel durch diese so genannten Biokraftstoffe der ersten Generation zu einer Verminderung der Treibhausgasemissionen. Die ist jedoch wesentlich geringer, als man erwarten könnte. Da nur das Öl aus den Samenkapseln verwendet wird, ist schon die Energieausbeute eines Hektars Raps mit rund 1000 Litern Biodiesel äußerst bescheiden. Außerdem schlucken Pflug, Trecker und andere landwirtschaftliche Geräte Treibstoff. Und die gelben Rapsmonokulturen, wie sie vor allem aus

der mecklenburg-vorpommerschen Ebene leuchten, benötigen große Mengen Schädlingsbekämpfungs- und Düngemittel. Die müssen energieaufwändig hergestellt werden und setzen Distickstoffoxid frei. Das als Lachgas bekannte Oxid ist ein gefährliches Treibhausgas, das zudem zum Abbau der Ozonschicht beiträgt. Wird Bioethanol im Motor verbrannt, kommt mehr Schwefeldioxid aus dem Auspuff als bei der Verbrennung von Benzin. Insgesamt zeigt die Ökobilanz für die Biokraftstoffe der ersten Generation keine Vorteile. Zu diesem Fazit ist das Umweltbundesamt schon vor Jahren gekommen.

Deshalb setzen alle optimistischen Szenarien auf die Biokraftstoffe der zweiten Generation, die unter dem Namen SunDiesel oder BtL (Biomass to Liquid) propagiert werden. Aus trockener Biomasse wie Maispflanzen, Holz oder Stroh wird ein Synthesegas erzeugt, das wie bei der Kohle- oder Erdgasverflüssigung zu Treibstoff umgewandelt werden kann. Eine Versuchsanlage im sächsischen Freiberg nährt die Hoffnung, dass sich mit BtL gegenüber Biodiesel der drei- bis vierfache Hektarertrag erzielen lässt. So könnte BtL im Jahr 2020 mit der Biomasse von einem Drittel des Ackerbodens für ein Viertel des deutschen Gesamtverbrauchs von 44 Millionen Tonnen Kraftstoff sorgen.

Noch hat der von Shell, VW und DaimlerChrysler unterstützte Bau einer ersten Großanlage zur Herstellung von 200 000 Tonnen BtL im Jahr gar nicht begonnen. Doch selbst wenn sich die optimistischen Erwartungen erfüllen sollten, hielte Thomas Nussbaumer nichts von BtL. Denn jeder Umwandlungsschritt verbraucht einen Teil der in der Biomasse gebundenen Energie. Am Ende enthält Biosprit der zweiten Generation nur noch 36 bis 52 Prozent dessen, was ursprünglich in Stroh und Holz steckte. Wird die Biomasse dagegen als Ersatz für Heizöl und Erdgas verbrannt, werden rund 70 Prozent ihres ursprünglichen Energieinhalts genutzt. »Erneuerbare Energie kann stationär wesentlich effektiver eingesetzt werden als im Verkehr«, sagt Nussbaumer. Erst wenn keine einzige Heizungsanlage und kein einziges Kraftwerk mehr Erdöl oder Erdgas verbrennen, hätte es Sinn, auch über eine mobile Nutzung von Biomasse nachzudenken.

Doch so rational geht es in der Politik nicht zu. »Auch der Verkehrsminister will sagen können, dass er etwas für den Klimaschutz tut«, meint Nussbaumer. Und so kommt es, dass die Biomasse mit finanziellen Anreizen in alle Energiesektoren gelockt wird. Sehr zur Freude der Automobilindustrie. Deren europäischer Verband ACEA hatte sich 1998 zur Abwendung harter Vorschriften gegenüber Europas Umweltministern, unter ihnen auch Angela

Merkel, verpflichtet, den durchschnittlichen CO₂-Ausstoß aller Neuwagen zu senken – von 185 auf 140 Gramm pro Kilometer im Jahr 2008. Doch daraus wird nichts. Bei VW wurde der 3-Liter-Lupo wieder ausgemustert, stattdessen kamen modische Spritfresser wie der Touareg ins Programm. Mit ihren 294 Gramm CO₂ pro Kilometer belasten sie die Umweltbilanz. »Die Kundschaft verlangt halt danach«, heißt es in der Konzernzentrale von VW.

Der Motorenchef schwärmt schon von 5 Meter hohen Maispflanzen

Jürgen Leohold, Forschungsleiter im Wolfsburger Konzern, hat ausgerechnet, dass der Klimaschutz ohnehin viel preiswerter durch den Umstieg auf Biokraftstoffe zu erzielen sei. 350 Euro koste die Vermeidung einer Tonne CO₂ durch den Wechsel von Diesel zu Biodiesel. Mit dem Wundersprit BtL sei der gleiche Effekt für 170 Euro zu haben. Mit 480 Euro je eingesparte Tonne CO₂ sei der Aufbau einer sparsameren Fahrzeugflotte bei weitem am teuersten. Erst auf Nachfrage räumt Leohold ein, was er da eigentlich berechnet hat: nicht die Kosten der Umstellung auf energetisch optimierte Fahrzeuge, sondern den Ersatz von billigem Blech durch teures Magnesium mit dem Ziel, die Autos ohne jede Änderung an Design und Ausstattung leichter und damit sparsamer zu machen.

Auch Wolfgang Steiger, Leiter der Motoren-Forschung bei VW, ist ein »ausgesprochener Fan« von synthetischem Biosprit. Er sagt nicht Ethanol oder BtL, sondern »Designerkraftstoff«. Dem Motor sei es schließlich egal, ob der aus Biomasse, aus Kohle, Erdgas oder einer beliebigen Mischung hergestellt wird: »Hauptsache, die chemische Zusammensetzung stimmt.« Eine glasklare Flüssigkeit, nur noch aus zwölf verschiedenen Molekülen zusammengesetzt, wünscht sich Steiger als Nachfolger für trübes Benzin und Diesel – schwefelfrei, aromafrei und mit einer Verbrennung, die so sparsam und schadstoffarm abläuft, dass sich das Thema Umweltschutz quasi nebenbei erledigt.

An Wundermitteln dieser Art wird überall in Deutschland geforscht. Für Furore sorgt die hydrothermale Karbonisierung des Potsdamer Max-Planck-Forschers Markus Antonietti. Dabei wird eine fast beliebige Biomasse mit etwas Zitronensäure unter hohem Druck über zwölf Stunden auf 180 Grad erhitzt. Übrig bleiben Wasser und feines Kohlepulver, das sich leicht herausfiltern lässt. »Zauberkohle aus dem Dampfdrucktopf«, jubelt die Max-Planck-

Pressestelle. »Ich bezweifle nicht, dass das funktioniert«, sagt Nikolaos Boukis, der als Chemiker am Forschungszentrum Karlsruhe an ähnlichen Verfahren arbeitet, »aber ist es auch sinnvoll?« Wirtschaftlich werde so ein Prozess erst, wenn er kontinuierlich betrieben werden könne – »zwölf Stunden unter hohem Druck sind dafür viel zu viel«. Und Kohle sei als Endprodukt unattraktiv. Der in Biomasse gebundene Wasserstoff gehe verloren, und auf dem Weltmarkt sei Kohle zu niedrigen Preisen schon reichlich vorhanden.

Nicht nur an der Umwandlung, auch an der Produktion möglichst großer Mengen Biomasse pro Hektar wird landauf, landab getüftelt. VW-Motorenchef Steiger schwärmt bereits von der Züchtung fünf Meter hoher Maispflanzen für die BtL-Produktion. Doch ganz so einfach ist das nicht, wie die Erfahrung mit dem Import von chinesischem Schilfgras zeigt. Nicht 30 Tonnen Biomasse pro Hektar, wie anfangs erwartet, sondern nur 10 bis 12 warf die Wunderpflanze auf deutschen Versuchsfeldern ab. Das ist zwar noch immer mehr als die 4 bis 6 Tonnen Holz, die pro Jahr auf einem Hektar nachwachsen, dafür verbraucht Schilfgras aber sehr viel Wasser und Dünger und verbrennt schlechter. Inzwischen ist es still geworden um die von Franz Alt postulierte »neue Energie für eine friedliche Welt«.

Ähnlich mager fällt die Bilanz eines Großvorhabens aus, das der Hälfte aller Deutschen in den vergangenen 20 Jahren eine gebührenfinanzierte Biotonne beschert hat. Acht Millionen Tonnen stinkender Küchenabfall landen jedes Jahr in einer der 885 Kompostieranlagen. Deren Endprodukt lässt sich aber kaum verkaufen, da die Böden in Deutschland bereits durch Gülle und Stickstoffdünger reichlich mit Nährstoffen versorgt sind und Überdüngung gesetzlich verboten ist. Außerdem setzt die Kompostierung einer Tonne Biomasse rund 250 Kilogramm CO₂ frei. Rechnet man den Energiebedarf für Transport und Betrieb der Anlagen hinzu, zeigt sich, dass die Kompostierung dem Klima mehr schadet als unkontrollierte Verrottung. Durch die Vergärung in Biogasanlagen könnte der Ausstoß an Treibhausgas zwar auf ein Viertel reduziert werden, doch die Betreiber scheuen vor der Verwertung von Biomüll zurück. Seine Zusammensetzung ist ihnen zu unberechenbar. Außerdem unterlägen sie plötzlich dem Abfallwirtschaftsrecht mit unangenehmen Konsequenzen, etwa der Auflage, keine Überreste der Vergärung mehr auf dem Acker zu verteilen. Biomüll gehört zur feuchten Biomasse, die nur ein Fünftel der Gesamtmenge ausmacht. Der Rest ist trockener und besteht vor allem aus Lignozellulose, dem chemischen Baustoff für

Holz und Stroh. Hier gibt es tatsächlich noch ungenutztes Potenzial. So pflügen die Bauern bisher die Hälfte des Strohs nach der Ernte einfach unter. Auch im Wald ist noch allerhand zu holen, vor allem in Tausenden kleinen und kleinsten Privatforsten. Die sind jedoch schwer zu bewirtschaften. Der Markt für leicht erschließbares Holz ist so leer geputzt, dass Möbel- und Spanplattenindustrie schon über mangelnden Nachschub klagen.

Auf gut 400 Petajoule, knapp drei Prozent des gesamten deutschen Energieverbrauchs, schätzt Guido Reinhardt vom Heidelberger Institut für Energie- und Umweltforschung das Potenzial, das derzeit noch ungenutzt in deutscher Lignozellulose schlummert. Ohne den gezielten Anbau von Energiepflanzen kann dieser Anteil kaum erhöht werden. Denn besser als Getreide, Raps oder Mais eignen sich dafür schnell wachsende Hölzer. Ökologisch und ökonomisch optimal verwertet werden sie in mittelgroßen Heizkraftwerken. Nur dort lohnt sich die dringend erforderliche Installation einer gut funktionierenden Feinstaubwäsche. Langfristig, davon ist der Schweizer Ingenieur Nussbaumer überzeugt, dürfte die zentrale Stromerzeugung und anschließende dezentrale Heizung mit Wärmepumpen sogar noch etwas effizienter sein. Gefördert wird all das kaum. Stattdessen treibt die Subventionslandschaft unserer Energiepolitik merkwürdige Blüten. Eine der skurrilsten: »Heizen mit Weizen«. Tatsächlich haben findige Landwirte herausgefunden, dass sie mehr verdienen, wenn sie ihr mit hohen Subventionen erzeugtes Getreide verbrennen, statt es als Lebensmittel zu verkaufen. Das ist zwar ökologischer Unsinn und nach der Bundesimmissionsschutzverordnung auch unzulässig – Sondergenehmigungen wurden trotzdem erteilt. Auch der Protest mehrerer Landeskirchen unter dem Motto »Brot für die Welt und nicht für den Ofen« hat die hessische Landesregierung nicht daran gehindert, im März 2005 ganz offiziell beim Bundesrat die Zulassung von Getreide als Brennstoff zu beantragen.

Die Kraft der Sonne Solarenergie

Deutschland gehört nicht gerade zu den besonders sonnigen Ländern. Doch nirgendwo auf der Welt gibt es so viele Solaranlagen wie bei uns. Auf einer Million deutschen Dächern wird die Energie der Sonne genutzt. 800 000 Anlagen erwärmen Wasser zum Duschen, Baden und Heizen, 200 000 Anlagen erzeugen Strom. Im sonnigen Süden gehört die Solaranlage inzwischen fast zur Normalausstattung von Neubauten. Die Jahre

ständig steigender Wachstumsraten hat die deutsche Solarbranche allerdings hinter sich. Inzwischen wächst die installierte Leistung nur noch um gut zehn Prozent im Jahr. Dafür steigt der Exportanteil der 150 deutschen Hersteller; bei Solarzellen liegt er schon über einem Drittel. Die in Deutschland installierten Solarzellen stammen allerdings zur Hälfte aus dem Ausland. Die Sonnenenergie hat ein gutes Image. Solaranlagen stören kaum und gelten als saubere High-Tech-Anwendung. Mit einer neuen Dünnschichttechnologie können sie in Zukunft sogar unauffällig in Fassaden integriert werden. In Umfragen geht ein Großteil der Bevölkerung davon aus, dass wir uns in 50 Jahren vor allem mit Sonnenenergie versorgen.

Theoretisch wäre das kein Problem. Praktisch ist Solarenergie – trotz der unübersehbaren Anlagen auf unseren Dächern – aber noch bedeutungslos. Solarstrom deckt nicht einmal zwei Tausendstel des deutschen Verbrauchs. Selbst unter den erneuerbaren Energien ist ihr Anteil mit zwei Prozent minimal. Enorm sind dagegen die Kosten des Solarbooms. Mit mehr als 500 Millionen Euro werden die deutschen Stromverbraucher in diesem Jahr die Einspeisung von Solarstrom bezuschussen. Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) garantiert eine Vergütung von 40 bis 50 Cent pro Kilowattstunde. Damit ist die Elektrizität aus den blau schimmernden Zellen fünfmal teurer als Windenergie und zehnmal so teuer wie Strom aus konventionellen Kraftwerken.

Auch die energetische Amortisation ist bisher schlecht. Ein deutscher Solarkollektor hat erst nach ein bis zwei Jahren die Energie erzeugt, die zu seiner Herstellung und Montage nötig war, ein Fotovoltaik-Modul sogar erst nach drei bis fünf Jahren. Bei Windrädern dauert es – je nach Standort – nur vier bis sieben Monate. Deshalb liefert der Solarboom keinen merklichen Beitrag gegen den Klimawandel. Wird die energieaufwändige Produktion eingerechnet, setzt jede Kilowattstunde Fotovoltaik-Strom im Durchschnitt 100 bis 200 Gramm CO₂ frei, das entspricht dem Viertel der Emissionen eines Gaskraftwerks. Die CO₂-Bilanz von Windenergie fällt zehnmal besser aus.

Effizienter arbeiten solarthermische Kraftwerke. Sie bündeln das Sonnenlicht mit Spiegeln und erzeugen Dampf, der wie bei einem konventionellen Kraftwerk eine Turbine antreibt. In Südspanien entstehen gerade die ersten europäischen Anlagen, geplant werden sie auch in Nordafrika. Deutschland ist als Standort nicht geeignet. Während die Sonne in der Sahara an bis

zu 4300 und in Andalusien über 3000 Stunden im Jahr scheint, sind es in Deutschlands Sonnenhauptstadt Freiburg 1800.

Auftrieb für den Export Windenergie

Auf den Hochlagen der deutschen Mittelgebirge und an der Küste drehen sich inzwischen mehr als 18 000 Windräder. 26 500 Gigawattstunden, das sind 4,3 Prozent unseres Stromverbrauchs, lieferte der Wind 2005. In 20 Jahren sollen es 25 Prozent sein, ein Großteil davon außer Sichtweite der Küste in riesigen Offshore-Windparks erzeugt. Die weltweit installierte Leistung hat sich in den vergangenen drei Jahren verdoppelt und beträgt heute knapp 60 000 Megawatt. Wenn der Wind kräftig bläst, können so 50 Atomkraftwerke ersetzt werden. Bleibt es bei den derzeitigen Wachstumsraten, wird schon 2020 mehr Strom mit Windrädern als mit Atomkraftwerken erzeugt. Setzt sich auch der bisherige Trend sinkender Kosten pro erzeugter Kilowattstunde fort, wird der Windstrom um das Jahr 2015 herum billiger sein als Elektrizität aus konventionellen Kraftwerken.

Unter den erneuerbaren Energiequellen ist Wind- neben der klassischen Wasserkraft am weitesten entwickelt. Dänemark deckt bereits ein Viertel des Stromverbrauchs mit Windenergie und hat damit eine natürliche Ausbaugrenze erreicht. Ein noch höherer Anteil ist wirtschaftlich nicht sinnvoll. Den Bau konventioneller Kraftwerke ersetzen die Windräder nämlich kaum. Schließlich darf das Stromnetz auch an Flaутetagen nicht zusammenbrechen. Nur sechs Prozent der installierten Windleistung stehen permanent zur Verfügung. Neue Pumpspeicherkraftwerke, der Einsatz von Druckluftspeichern oder Schwungrädern könnten den Windanteil etwas erhöhen. Auch ein hoher Solarstromanteil wäre günstig. Wenn der Wind schwächelt, strahlt meist die Sonne; die beiden erneuerbaren Energiequellen ergänzen sich deshalb gut.

Die weltweit höchsten jährlichen Wachstumsraten hat die Windenergie derzeit mit mehr als 40 Prozent in China, Indien und den USA. Dort ist ebenso wie in Afrika der Nachholbedarf besonders groß. Noch aber stehen 70 Prozent aller Windräder in Europa. Hier sind es jetzt die Mittelmeerländer, die für schnelles Wachstum sorgen. Spanien ist auf Platz zwei direkt hinter Deutschland gerückt. Hierzulande steigert sich die installierte Leistung nur noch um rund zehn Prozent im Jahr. Die besten Standorte

sind vergeben, der Ersatz älterer durch leistungsfähigere moderne Anlagen, das so genannte Repowering, kommt erst langsam in Gang, und Offshore-Windparks gibt es noch immer nur auf dem Papier. Ende Oktober hat der Bundestag ein Gesetz verabschiedet, das die großen Netzbetreiber zur Übernahme der Kosten für den teuren Stromanschluss auf See verpflichtet. 2008 sollen die ersten Offshore-Windräder in Betrieb gehen.

Mit dem Abflauen des Windkraftbooms im Inland ist gleichzeitig die Exportquote der Windbranche in die Höhe geschneit. 71 Prozent aller in Deutschland produzierten Windkraftanlagen werden ins Ausland verkauft. Marktführer Enercon hat Montagewerke in Brasilien und Indien aufgebaut. 40 Prozent des Weltmarkts mit der Windkraft sind in deutscher Hand und sichern hierzulande rund 70 000 Arbeitsplätze.

Von Dirk Asendorpf

Wachstumszahlen Biomasse

So viel Biomasse wächst jährlich in Deutschland heran: Der Zuwachs an **Holz** beträgt 48 Millionen Tonnen pro Jahr (erfasst werden Stämme und Äste ab sieben Zentimeter Durchmesser). 29 Millionen Tonnen **Gülle** erzeugt der Tierbestand in deutschen Ställen. 101 Millionen Tonnen **Getreide, Ölfrüchte, Gemüse und Obst** werden jährlich von den deutschen Bauern geerntet. **Grünschnitt und Stroh** ergeben 17,9 Millionen Tonnen. In den Biotonnen der Republik werden acht Millionen Tonnen **Bioabfälle** aus Privathaushalten gesammelt. Welche Menge an **Baum- und Grünschnitt** aus Gartenbau und Landschaftspflege anfallen, hat noch niemand genau berechnen können.

DIE ZEIT Nr. 48 vom 23. November 2006