



Rotor in der Waagerechten: Monteur Stefan Sielmann und sein Team haben ihn für einen Getriebeaustausch abgeschraubt

WINDKRAFT

IM HÖHENFLUG

Stefan Sielmann installiert und wartet Windräder. Weil in denen von allen Erneuerbaren das größte Potenzial steckt, sind schwindelfreie Männer wie er für die Energiewende unentbehrlich

Der Monteur lehnt sich mit seinem ganzen Körper ins Seil. Stefan Sielmann sieht aus, als wollte er einen großen Drachen steigen lassen. Doch am Ende des Seils hängt ein 31 Tonnen schwerer Rotor, der zurück an seinen Platz soll: an eine 80 Meter hohe Windkraftanlage AN Bonus, Leistung 1,3 Megawatt. Getragen wird der riesige Rotor von einem 500-Tonnen-Kran. Mit seinem mehr als hundert Meter langen Seil verhindert Sielmann, dass eines der drei jeweils 4600 Kilogramm schweren Rotorblätter ausbricht. Heute ist es sonnig und windstill – perfekte Bedingungen. Schon nach wenigen Minuten hängt der rotgestreifte Rotor wieder an der Anlage.

Damit sind die Arbeiten an dem sieben Jahre alten Windrad bei Könnern in Sachsen-Anhalt so gut wie abgeschlossen. Vier Tage lang hatte der 40-jährige Servicemonteur mit seinem Team den Getriebeaustausch vorbereitet, ausgeführt, nachbereitet. Alles musste ab und wieder dran: der Getriebestrang und der Rotor. Ab morgen wird sich das Windrad wieder drehen. Das Getriebe zwischen Rotor und Generator steuert die Drehzahl der großen Flügel so, dass möglichst viel Strom entsteht. In armdicken Kabeln fließt er dann im Turm hinab und ins Netz.

Sielmanns Arbeitgeber Prokon betreibt 258 Windanlagen in sechs Bundesländern. Fast jeden Tag ist der Monteur auf einer von ihnen – ein Arbeitsplatz in atemberaubender Höhe. Nur selten gibt es einen Fahrstuhl, meist führt eine Leiter zur Gondel ganz oben hinter dem Rotor. Zum Arbeiten klappen die Monteure deren Dach auf und klettern ins Freie.

Voraussetzung für den Job ist absolute Schwindelfreiheit – die muss sich jeder Arbeiter vorher ärztlich bescheinigen lassen. Sielmann findet die Höhe faszinierend, genauso wie die Größe und das Gewicht seiner Arbeitsgeräte. Bohrer,

ZUR LAGE

Wind ist der Riese unter den Erneuerbaren: 2010 produzierten die deutschen Windräder 36,5 Terawattstunden Strom – etwa sechs Prozent des Strombedarfs.

PROBLEME

Bürgerinitiativen fürchten die „Verspargelung“ der Landschaft, Lärmbelästigung und Gesundheitsschäden durch den Schattenwurf der Rotoren. Die Standort-suche ist deshalb schwierig und der Ausbau limitiert. Gerade die Wind-Neulinge in Süddeutschland geben statt windstarken Bergkämmen lieber wind-schwachen Hängen den Vorrang, damit die Windräder weniger stören.

ZUKUNFT

Die Onshore-Windkraft hat noch viel Potenzial, vor allem in Süddeutschland. Zudem kann mit „Repowering“, also den Austausch alter Windräder gegen moderne Anlagen, die Stromernte deutlich gesteigert werden. 2050 könnten Windräder an Land laut Greenpeace 19 Prozent des Stroms liefern. Das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik hält gar 65 Prozent für möglich.

KOSTEN

Die Kosten fallen stetig, Windkraft wird wohl bald günstigster Energieträger sein. Im letzten Jahr lag der Herstellungspreis bei 8,5 Cent pro Kilowattstunde, 2050 könnte er bei 4,7 Cent liegen.

Schrauben, Kabel – alles wirkt wie eine vergrößerte Ausgabe bekannter Dinge.

Gut 100.000 Menschen sind in Deutschland bereits mit Planung, Bau und Betrieb von Windrädern beschäftigt – es sind längst mehr als im Kohlebergbau oder der Atomwirtschaft. Auf Männern wie Sielmann ruhen große Hoffnungen, denn Windkraft hat das größte Potenzial unter den Erneuerbaren. Schubfaktor sind neue große und leistungsstärkere Anlagen. Sie sollen im windstarken Norden viele kleine und alte Türme ersetzen, „Repowering“ genannt, und im windärmeren Süden starke Höhenwinde einfangen. Dem Vorhaben dürften auch Windkraft-Gegner etwas abgewinnen: Von modernen Anlagen braucht man weniger, sie sind leiser und ihre Rotoren drehen sich langsamer.

SVENJA BELLER



RIESENRÄDER VOR DER KÜSTE

Der Elektriker Roberto Barroso arbeitet an den gigantischen Fundamenten von Offshore-Windanlagen. Er leistet Pionierarbeit

„Ich bin jeden Morgen begeistert von der Aussicht“, schwärmt der 27-jährige Roberto Barroso von seiner Arbeit auf offener See. Zwei Wochen dauert ein Außeneinsatz im Windpark, zwölf Stunden eine Schicht, geschlafen wird auf der Wartungsplattform oder auf dem Errichterschiff. „Es ist toll da: Der Koch ist super und man bringt seine Wäsche gewaschen nach Hause“, erzählt der Elektriker. Das Schiff ist auf vier Beinen aufgebockt und ragt zehn Meter aus dem Wasser, seekrank wird hier keiner. Für die Installation braucht die Mannschaft absolute Ruhe, denn die riesigen Bauteile muss sie haargenau justieren. Mit einer Schablone und großen Rammen treibt sie jeweils drei Röhren tief in den



Der Elektriker Roberto Barroso steht vor Fundamenten in der Cuxhavener Werkhalle. Später werden sie gelb gestrichen

Meeresboden. Der Oberbau muss exakt darauf passen. Die Installation eines Windrades mit Bodenrohren, Fundament, Turm, Gondel und Rotor dauert 50 Stunden. Nur das stürmische Wetter torpediert häufig den straffen Zeitplan.

Barroso ist einer von rund 300 Mitarbeitern der Cuxhaven Steel Construction GmbH, einer Tochter des Offshore-Windpark-Errichters BARD. Letztes Jahr war er zum ersten Mal „draußen“. Damit meint er den Windpark BARD Offshore 1 gut 90 Kilometer nordwestlich der Insel Borkum, den derzeit leistungsstärksten kommerziellen Windpark Deutschlands. Zwölf etwa 150 Meter hohe Anlagen sind hier inzwischen am Netz, 18 aufgestellt und 50 weitere geplant. Jede von ihnen ist fünf Megawatt stark und kann bis zu 5000 Haushalte versorgen. Neben BARD 1 soll ein zweiter identischer Park entstehen – Barrosos Arbeitsplatz dürfte für die nächsten Jahre sicher sein.

An der Elbmündung in Cuxhaven mit Blick auf die Nordsee entstehen die Fundamente der Windanlagen. Über Land lassen sich die Kolosse praktisch nicht transportieren. Seit drei Jahren versorgt Barroso sie hier mit elektrischem Innenleben. Die dreibeinigen Stützkreuze aus Stahl entstehen in einer riesigen Werkhalle, einer wahren Giganten-Manufaktur: Die künftigen Fundamente sind 20 Meter hoch, wiegen 450 Tonnen und bestehen aus sieben Zentimeter dickem Stahl. Wenn sie fertig sind, werden sie mit knallgelber Schutzfarbe gestrichen und erinnern dann an Riesenroboter aus dem Film „Transformers“: groß, stark, schwer. Gerade einmal sechs Millimeter dürfen sie in ihren Maßen voneinander abweichen, sonst gibt es später Probleme mit der Montage.

ZUR LAGE

Der Start der Offshore-Windkraft verläuft langsamer als geplant – Grund sind technische Probleme und zögerliche Investoren. Inzwischen sind drei Windparks am Netz: In der Nordsee das Testfeld Alpha Ventus sowie die ersten zwölf von 80 geplanten Anlagen im Windpark BARD 1 – er soll einmal Strom für 400.000 Haushalte liefern. In der Ostsee drehen sich seit kurzem 21 Anlagen im Windpark Baltic 1. Es gibt Anträge für 71 Windparks.

PROBLEME

Deutsche Windparks werden rund 30 Kilometer vor der Küste gebaut, um die Natur zu schonen, die Schifffahrt nicht zu stören und damit man sie nicht sieht. Das macht Bau, Netzanbindung und Wartung sehr teuer. Naturschützer warnen, der Baulärm mache Schweinswale orientierungslos.

ZUKUNFT

Offshore-Strom hat ein enormes Potenzial – laut Greenpeace kann er 2050 ein Drittel des Bedarfs decken. Allerdings gibt es auch Kritik an den neuen „Großkraftwerken“: Wegen der hohen Investitionen geht es nicht ohne die Stromkonzerne, die aber bisher nicht viel Interesse zeigen. Deshalb ist die Strategie der Bundesregierung, verstärkt Offshore-Wind zu fördern, umstritten.

KOSTEN

Im Moment ist der Herstellungspreis mit 15,2 Cent pro Kilowattstunde noch sehr hoch, bis 2050 soll er aber auf 4,9 Cent fallen. Damit wäre Offshore-Strom mit am günstigsten.



Roberto Barroso wirkt zwischen den haushohen Stahlriesen wie eine Ameise. Später sollen sie gut 1200 Tonnen schwere Windkraftanlagen auf hoher See tragen. Jedes wird mit Trockennahrung und einem Skat-Kartenspiel ausgestattet – für Schiffbrüchige. Kaum etwas anderes muss so robust sein wie diese Stahlkonstrukte. Sie müssen der rauen Meereshwitterung standhalten, und das für mindestens 20 Jahre – so lange sollen die Windräder laufen.

BARD Offshore 1 ist über ein 120 Kilometer langes Gleichstromkabel mit der Insel Norderney verbunden. Es hat den Durchmesser eines Camemberts. Als der zuständige Netzbetreiber die Leitung ausgerechnet in der Vogelbrutzeit durchs Wattenmeer verlegte, gab es reichlich Protest von Naturschützern. Sie befürchten auch Schäden für die Unterwasserwelt, etwa durch Lärm oder Zerstörung des Meeresgrunds. Das Bundesumweltministerium unterstützt deshalb Forschungsprojekte für eine bessere Umweltverträglichkeit von Offshore-Windparks. Immerhin sollen sie zum Hauptstandbein der Energiewende werden.

SVENJA BELLER

GEO THER MIE



Eine Vision wurde Wirklichkeit: Erwin Knapek, 69, im Maschinenraum des Heizkraftwerks Unterhaching

O'ZAPFT IS!

Erwin Knapek hat als Bürgermeister von Unterhaching den Bau eines Geothermie-Kraftwerks angestoßen. Es gilt als das größte und modernste in Deutschland - und könnte Schule machen

Wo früher eine Kiesgrube war, mitten in einem Gewerbegebiet, stehen heute zwei wohnhausgroße, blechverschaltete Gebäude. Sie sind das Ziel von mehreren tausend Besuchern im Jahr, die aus aller Welt nach Unterhaching bei München pilgern, um Deutschlands größtes Geothermiekraftwerk zu bewundern.

Ohne Erwin Knapek gäbe es die Erdwärmeanlage wohl nicht. Er ist groß, schlank, Physiker, war in den 70er-Jahren Mitarbeiter im inzwischen stillgelegten Forschungsreaktor von Garching, dessen Kuppel als „Atomei“ bekannt ist. Später wechselte er zu Siemens, 1996 machten ihn die Unterhachinger zu ihrem Bürgermeister. Bald danach begann der SPD-Mann die Energieversorgung des 23.000-Einwohner-Städtchens zu revolutionieren. Knapek wusste, dass das Vor-alpenland für die Nutzung der Erdwärme geeignet ist. „In Bayern wurde im letzten Jahrhundert nach Öl gebohrt. Das dabei gesammelte Wissen über die Geologie hat uns auch bei der Suche nach den Wärmequellen geholfen“, sagt er.

In der Region zwischen Alpen und Donau liegt wenige Kilometer unter der Oberfläche eine vor etwa 150 Millionen Jahren entstandene Kalksteinschicht. In ihren Poren befindet sich Wasser, das durch die Hitze aus dem Erdinneren erwärmt wird. Eine von Knapek in Auftrag gegebene Studie ergab, dass das Wasser rund drei Kilometer unter der Kiesgrube mehr als 100 Grad Celsius heiß sein muss. Knapek vergab einen Bohrauftrag. Weil anfänglich mit einem falschen Durchmesser gebohrt wurde, dauerte die auf 90 Tage angesetzte Bohrung letztlich beinahe dreimal so lange. 2007 war es dann endlich soweit.

Seitdem fördert eine Pumpe über ein 3588 Meter tiefes Bohrloch 134 Grad heißes Wasser an die Oberfläche. Im Kraftwerk wird daraus im „Kalina-Verfahren“ Strom erzeugt – mithilfe dieser Methode lässt sich auch Wasser mit relativ niedriger Temperatur nutzen. Das hochgepumpte Wasser erhitzt ein Ammoniak-Wasser-Gemisch, dessen Dampf eine Turbine antreibt, die über einen Generator elektrische Energie erzeugt. Danach wird das abgekühlte Wasser durch ein weiteres Bohrloch, rund vier Kilometer entfernt, wieder in den Boden injiziert. In der Tiefe erwärmt es sich erneut, deshalb gilt Geothermie als „erneuerbar“.

Der heute pensionierte Politiker ist kein Prahlhans. Wenn er redet, setzt er lieber Kommas als Ausrufezeichen. Doch seinen Stolz auf das Kraftwerk kann er nicht verbergen. Wie alle Geothermieanlagen versorgt auch die von Unterhaching die Menschen vor allem mit Wärme. Die reicht für 4000 Haushalte. Doch ein großer Teil der Energie geht auch in die Stromerzeugung: Im vergangenen Jahr flossen elf Millionen Kilowattstunden ins Netz, genug für 2800 Familien. Für die gleiche Menge Strom wären vier Windräder nötig, sagt Knapek.

VITO AVANTARIO

ZUR LAGE

Die bisher vier deutschen Geothermie-Kraftwerke lieferten 2010 gerade mal 28 Millionen Kilowattstunden Strom – 0,01 Prozent des Bedarfs. Wichtiger ist Geothermie als Wärmequelle: Oberflächen-nahe Erdwärmesonden und -kollektoren versorgen jeden zehnten Neubau, auch viele Tiefbohrungen dienen als Wärmequelle.

PROBLEME

Die Injektion von Wasser unter hohem Druck kann leichte Erdbeben auslösen, etwa 2009 nahe des Geothermiekraftwerks Landau in Rheinland-Pfalz. Im badischen Staufen führte eine oberflächennahe Bohrung zu Rissbildungen in vielen Häusern. Die Akzeptanz sank deutlich,

nun soll vorsichtiger gebohrt und injiziert werden.

ZUKUNFT

Erdwärme kann theoretisch die Hälfte des deutschen Strombedarfs decken, Schätzungen über die tatsächliche Entwicklung gehen aber weit auseinander. Greenpeace ist optimistisch und erwartet für 2050 rund 20 Prozent Geothermie-Strom. Da er kontinuierlich fließt, wäre er eine wichtige Ergänzung zu Wind- und Solarstrom.

KOSTEN

Bisher liegen sie relativ hoch und die Bohrkosten sind nur schwer kalkulierbar. Die Herstellung einer Kilowattstunde kostet 23,5 Cent, der Preis wird wohl deutlich sinken.



Andreas Hinsch, 50, mit seiner transparenten Farbstoffsolarzelle:
Sie könnte in Fenster und Gebäudefassaden integriert werden

SONNENENERGIE



LICHTERTE NACH PFLANZENART

Andreas Hinsch hat eine Solarzelle aus Glas entwickelt, die durchsichtig ist und einfach hergestellt werden kann. Das stromerzeugende Glas hat Potenzial – denn die Fotovoltaik muss billiger und flexibler einsetzbar werden

Es sieht aus wie ein Fenster aus bernsteinfarbenem Glas, auffallend ist nur das Mäander-Muster auf der 60 mal 100 Zentimeter großen Scheibe. Andreas Hinsch bewegt seine Hand dahinter auf und ab: Ja, es ist wirklich transparent. Dabei ist dieses Fenster besonders: „Es macht Strom.“ Erst jetzt fallen die Kabel auf, die aus dem Aluminiumrahmen kommen. „Das hier“, sagt Hinsch stolz, „ist die erste Farbstoffsolarzelle dieser Größe“. Im März hat er sie der Öffentlichkeit präsentiert. Mehr als 15 Jahre hat der Forscher vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme in Freiburg an der neuartigen Solarzelle gearbeitet. Sie ahmt die Fotosynthese der Pflanzen nach. Wie das grüne Chlorophyll in den Blättern fängt ein Farbstoff im Inneren des Glases die Sonnenenergie ein und wandelt sie um.

In dem Physiker steckt ein Öko: Nach seinem Studium ließ sich Hinsch zunächst von der fantastischen Idee der Kernfusion anstecken, hoffte, dass sie einmal das Energieproblem lösen würde. Doch dann kam Tschernobyl. „Da verlor ich den Glauben an die Kernfusion“, sagt er, denn auch sie berge Risiken und produziere Atommüll. Solarzellen wurden Hinschs neue Leidenschaft. Allerdings nicht herkömmliche aus Silizium, „deren Prinzip war ja schon recht ausgereift, da gab es nicht mehr so viel zu entwickeln“. Er wollte den Pflanzen näher kommen. 1991 las er in dem Wissenschaftsmagazin „Nature“ von einer Solarzelle, die mithilfe von Farbstoffen funktionierte. Erfunden hatte sie der Deutsche Michael Grätzel. Hinsch war begeistert – „das war die Solarzelle, wie ich sie mir vorgestellt hatte!“ – und ging in die Schweiz, zu Grätzel, wo er eine „sehr kreative Zeit“ hatte.

Die bunte Zelle bietet neue Möglichkeiten: Weil sie durchsichtig ist, können Architekten sie in Fenster und Fassaden integrieren. Zudem ist ihre Herstellung simpel – in seinem Laborkeller hat Hinsch eine Produktionsanlage zusammengebaut. Er öffnet einen Schrank und zeigt die Rohlinge in den verschiedenen Produktionsstadien: „Die Leitungsbahnen werden einfach mit dem Siebdruck-Verfahren auf Glasscheiben gedruckt“, sagt er. Dann werden zwei Scheiben miteinander verschmolzen, anschließend der Farbstoff und die Leiterlösung durch kleine Löcher eingefüllt – fertig ist die Solarzelle. Alles Low-Tech, alles keine

ZUR LAGE

Fast zwei Prozent des Stroms stammten 2010 aus Sonnenkraft – doppelt so viel wie im Vorjahr. In sonnigen Mittagsstunden erzeugen Solarzellen bereits bis zu zwölf Gigawatt – mehr als alle Atommeiler. Sie puffern so die Verbrauchsspitze zur Mittagszeit ab. Grund des Booms: das Erneuerbare-Energien-Gesetz, über das die Kosten auf alle Stromverbraucher umgelegt werden.

PROBLEME

Die Höhe der Solarförderung steht in der Kritik und wurde nun gesenkt. Allerdings erhielten Kohle und Atom jahrzehntlang ein Vielfaches. Kritisiert werden Solaranlagen auch aus ästhetischen Gründen.

ZUKUNFT

Wichtige Säule der Energiewende. Weil Fotovoltaik dezentral ist, senkt ihr Ausbau den Bedarf an neuen Stromnetzen. Anteil 2050: elf Prozent (Greenpeace). Kritischer Punkt bei Solarzellen: der Wirkungsgrad. Er muss steigen und zugleich müssen die Produktionskosten sinken. Zukünftig werden Solarthermie-Großkraftwerke eine wichtige Rolle spielen. Laut Desertec-Projekt sollen sie in Nordafrika einmal viel Strom erzeugen, auch für Europa.

KOSTEN

Tendenz stark fallend – Halbierung seit 2006. Herstellungspreis 2010: 29,2 Cent pro Kilowattstunde. Prognose für 2050: 9,2 Cent.

Hexerei. Statt Glas kann man sogar Plastik verwenden, dann werden die Zellen noch billiger und biegsam. Derzeit sucht Hinsch Investoren. „Nach der nun laufenden Demonstrationsphase könnte man sofort mit der Massenproduktion beginnen.“ Das Interesse sei enorm. Eine englische Firma verkauft sogar schon Rucksäcke, beklebt mit Grätzel-Zellen.

Ihre einfache Produktion macht Farbstoffsolarzellen auch umweltfreundlicher als ihre Vettern aus Silizium. In weniger als einem Jahr hat Hinschs Zelle ihre Herstellungenergie eingespielt, insgesamt soll sie 25 Jahre lang halten. Doch einen Nachteil hat sie. Während moderne Solarzellen Wirkungsgrade von bis zu 20 Prozent haben, schafft die Farbstoffsolarzelle bisher gerade mal sieben Prozent. Experten trauen ihr aber eine Steigerung auf 15 Prozent zu. Ein höherer Wirkungsgrad ist wichtig, damit die Zellen wirtschaftlich werden. Auf der Jagd nach noch mehr Prozentpunkten hat Hinsch aber immer die Nachhaltigkeit im Blick: „Was bringt es, mehr Punkte mit einem umweltschädlicheren Farbstoff zu erkaufen?“ Tatsächlich ist der Farbstoff schon jetzt ein Kompromiss, denn er enthält das seltene Edelmetall Ruthenium. Zwar nur sehr geringe Mengen, und der Farbstoff ist recycelbar, aber dennoch: Hinsch würde am liebsten darauf verzichten. Die Chancen dafür stehen gut. Firmen wie Sony und mehrere Labors, erzählt er, erprobten schon einfachere Farbstoffe – die beinahe genauso gut sind.

JENS LUBBADEH

WAS SER KRAFT

FREISCHWIMMER

Antje Goedeking hat in der Eifel eine Fischtreppe bauen lassen, nun können die Tiere eine Staumauer mit Turbine umschwimmen. Das Potenzial der Wasserkraft ist nahezu ausgeschöpft – jetzt muss sie umweltfreundlicher werden

Von der Terrasse des Café Flink schaut man auf ein Flüsschen. Kurvenreich fließt es aus einem Stausee kommend knapp 200 Meter einen Hang hinab. Das Wasser überwindet Gesteinsformationen, die das Bachbett in kleine Becken unterteilen, und mündet in das Flüsschen Rur – nicht zu verwechseln mit seiner großen Namensvetterin Ruhr. In ein paar Jahren, hofft Antje Goedeking, werden hier Lachse zu sehen sein, die aus dem Wasser emporspringen und flussaufwärts wandern. Die Biologin beim Wasserverband Eifel-Rur hat die 2007 eingeweihte Fischtreppe am Stausee Obermaubach in der Nordeifel mit erschaffen.

Fast alle deutschen Flüsse sind von Wehren und Staumauern zerschnitten. Sie dienen oft – wie an der Rur – zugleich dem Hochwasserschutz, der Trinkwassergewinnung und der Stromversorgung. In Obermaubach erzeugt eine Turbine des Stromriesen RWE rund 3,3 Millionen Kilowattstunden im Jahr – CO₂- und atommüllfreier Strom für rund 800 Haushalte. Doch Querbauwerke in Flüssen haben Nebenwirkungen: Für wandernde Fische wie Lachse und Aale stellen sie ein unüberwindliches Hindernis dar. Weil der Eingriff in die Natur so groß ist, gelten neue Wasserkraftwerke als kaum noch durchsetzbar. Allenfalls können ältere Anlagen mit effizienteren Turbinen ausgestattet werden.

Die Europäische Union hat ihre Mitgliedsstaaten verpflichtet, die Flussläufe wieder in einen möglichst natürlichen Zustand zu versetzen. Wichtigstes Ziel ist die Durchlässigkeit für Fische. Bauwerke wie in Obermaubach können die Folgen der Verbauung zumindest abmildern. Die 1,6 Millionen Euro teure Fischtreppe hat Pilotcharakter für Nordrhein-Westfalen. Bislang passieren allerdings nur rund 250 Fische im Jahr die Anlage, meist Bachforellen. Den Lachsen wird der Weg noch von mehreren anderen Querbauwerken versperrt. „Im Flussunterlauf müssen noch an acht weiteren Wehren Durchgangsanlagen gebaut werden, damit die Fische überhaupt bis Obermaubach kommen“, erzählt Goedeking.

Damit sie dort ihren Weg in den Fischpass finden, werden die Tiere von einer konstanten Strömung angelockt. Dann steigen sie Becken für Becken das Bachbett empor – mit jedem Sprung überwinden sie etwa 15 Zentimeter Höhenunterschied. Der kräftezehrende Aufstieg dauert ein bis zwei Tage.

Leben retten Fischtreppen aber besonders, wenn die Tiere flussabwärts unterwegs sind. Vor allem für Aale, die zum Laichen ins Meer wandern, sind die Kraftwerke eine tödliche Gefahr. „Geraten sie in eine Turbine, werden sie geschreddert“, sagt Antje Goedeking. Als sie sah, dass fast alle Fische über die Lockströmung den Weg in den Fischpass finden, sei das „schon ein tolles Gefühl“ gewesen, erzählt sie stolz. „Und das Flüsschen ist ja auch was fürs Auge“.

KURT STUKENBERG



Mit ihrer Fischtreppe macht Antje Goedeking, 44, das Wasserkraftwerk Obermaubach naturverträglicher

BEWÄHRT,
ABER
KAUM
AUSBAU-
FÄHIG

ZUR LAGE

Die älteste und weltweit wichtigste erneuerbare Stromquelle wurde in Deutschland inzwischen von der Windkraft überholt. Rund 7300 Wasserkraftanlagen erzeugten 2010 rund 20 Terawattstunden Strom, 3,2 Prozent der gesamten Stromproduktion (ohne Pumpspeicherkraftwerke)

PROBLEME

Staumauern – egal ob für Hochwasserschutz, Trinkwassergewinnung oder zur Stromerzeugung – beeinträchtigen die Flussgesundheit: Sie versperren Wanderfischen den Weg, auf Fließgewässern spezialisierte Kleinlebewesen können in Stauseen nicht überleben, weil sich Temperatur und Sauer-

stoffgehalt ändern und mehr Algen wachsen.

ZUKUNFT

Aus ökologischen Gründen ist nur noch ein geringer Zubau möglich. Künftig steht die umweltverträgliche Modernisierung von Wasserkraftwerken im Mittelpunkt. Bei kleineren Anlagen können Fischtreppen Störungen mildern. Weil Wasserkraft durchgehend Strom liefert, aber auch als Stromspeicher fungieren kann, bleibt sie im erneuerbaren Strommix wichtig.

KOSTEN

Wasserkraft ist in der Herstellung besonders günstig (6,2 Cent/Kilowattstunde). Der Preis wird aber nicht weiter sinken.

BIOENERGIE



Inmitten glücklicher Schweine: Martin Schulz, 36, engagiert sich in der Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft

DAS MAIS- UND MISTKRAFTWERK

Martin Schulz, Landwirt im Wendland, produziert Schweinefleisch, Strom und Heizwärme. Seine Biogasanlage möchte er zum Öko-Vorbild machen

Als Bauer im Wendland hat Martin Schulz natürlich stets das Ziel im Blick, Atommülltransporte in seine Heimat zu verhindern. Sein Trecker ist blockadenprobt, und in den Bäumen vor seinem Hof hängt das gelbe X als Zeichen des Widerstands. Im Sommer 2009 riss er mit einem Bagger die Asphaltdecke der Castor-Strecke auf, die direkt an seinem Wohnzimmer vorbeiführt, und hob einen tiefen Graben aus. Doch für die vermeintlich radikale Aktion hatte er eine amtliche Genehmigung. Schulz hat nämlich nur ein Rohr verlegt, durch das er ökologisch erzeugte Heizwärme in sein Heimatdörfchen Quickborn leiten kann. Die Straße ließ er anschließend wieder flicken.

„Für mich gehört das alles zusammen“, sagt er. Im Jahr 1994 übernahm der Jungbauer den Hof vom Vater, 19 war er da. Ein Jahr später rollte der erste Castor heran. „Seitdem habe ich immer wieder darüber nachgedacht, wo unsere Energie herkommen soll, wenn wir aus der Atomkraft aussteigen.“ Bis er schließlich selbst ein Kraftwerk baute.

Schulz fährt mit einem klapprigen Fahrrad zu seiner Biogasanlage, die ein paar Minuten vom Dorf entfernt am Rand eines Kiefernwaldes steht. Über drei Betonbecken, sechs Meter hoch und 18 Meter im Durchmesser, wölben sich Gummipflanzen, deren Blähung schon von außen den aktuellen Gasdruck verrät. Drinnen gärt und brodeln es, Bakterien zersetzen unter Sauerstoffabschluss Biomasse, es entsteht Methan. Ein Riesen-Quirl hält die blubbernde Soße in Bewegung. Sie fließt vom „Fermenter“ in den „Nachgärer“ und von da ins „Endlager“, was im Wendland natürlich witzig klingt. Dort bleibt der Gärrest aber nur ein paar Monate, im Frühling wird er als Dünger auf die umliegenden Felder gebracht.

Von den Riesenbottichen führt eine Gasleitung zu zwei schallsolierten Containern mit kleinen Schornsteinen, den Blockheizkraftwerken. In ihrem Innern erzeugen blitzsaubere Motoren einen ohrenbetäubenden Lärm. Sie verwandeln das Biogas über einen Generator in rund 11.000 Kilowattstunden Strom am Tag, genug für etwa 1000 Haushalte – Schulz' Beitrag zur Energiewende. Doch die Gretchenfrage, der sich jeder Biogas-Unternehmer heute stellen muss, lautet: Mit welchem Rohstoff wird die Anlage betrieben?

Schulz' Mitarbeiter und Freund Jörg Deward ist gerade dabei, mit einem Trecker Schweinemist in einen Spezialcontainer zu füllen. Eine Förderschnecke bringt das Material von dort aus in den Fermenter, den ersten und produktivsten Gärbehälter. „Wir füttern die Anlage mit sieben bis acht Tonnen Festmist und mit drei Tonnen Gras-Silage pro Tag“, erklärt Schulz. Und fügt etwas verdreht hinzu: „Und zwölf bis 14 Tonnen Mais kommen auch noch rein.“

ZUR LAGE

Bienergie boomt – 2010 lieferte sie 4,6 Prozent des Stroms. Die Hälfte davon kam aus Biogasanlagen, deren Zahl sich seit 2006 auf rund 6000 verdoppelt hat. Zur Wärmeversorgung steuert Biomasse neun Prozent bei.

PROBLEME

Der Mais-Anbau für Biogas explodiert. 2010 wuchs die Pflanze auf der siebenfachen Fläche Berlins. Mais-Monokulturen führen aber zu Humusabbau, Artenschwund und Wasserverschmutzung. Energiepflanzen stehen zudem in der Kritik, weil ihr Anbau mit Naturschutz und Lebensmittelproduktion konkurrieren kann. Schlimmstenfalls werden Wälder oder Grünland verdrängt.

ZUKUNFT

Biogas liefert stetig Strom oder kann flexibel eingesetzt werden – wichtig im Energiemix der Zukunft. Doch der Zuwachs ist limitiert. Greenpeace erwartet für 2050 zehn Prozent Bioenergie-Strom, nur nachhaltiges Biogas dürfte gefördert werden. Grünland-Umbruch und die Industrialisierung der Branche müssen enden. Unstrittig ist die Nutzung von Klär- und Deponiegas sowie von Reststoffen wie Mist, Gülle (nicht aus Massentierhaltung), Kompost, Lebensmittel-, Holzresten.

KOSTEN

Die Herstellung einer Kilowattstunde kostet 11,3 Cent. Der Preis wird aber anders als bei Wind- und Solarstrom kaum sinken.

Biogasanlagen stehen derzeit in der Kritik. Viele sehen darin nicht mehr eine saubere Alternative zu Atom und Kohle, sondern einen neuen Umweltfrevler. Denn Reststoffe wie Gülle, Mist und Kompost reichen längst nicht mehr aus für die rund 6000 Anlagen im Land. Immer mehr von ihnen laufen mit eigens angebauten Energiepflanzen, vor allem mit Mais, der besonders ergiebig ist. Doch dessen Anbau hat Nebenwirkungen: Monokulturen der hochwachsenden Pflanzen verändern die Landschaft, verschlechtern die Bodenqualität und verringern die Artenvielfalt. Fatal ist es, wenn Grünland, also Wiesen oder Weiden, in Maisäcker umgewandelt werden – dann kippt die Klimabilanz ins Negative. Umweltschutzverbände wie Greenpeace und der WWF warnen deshalb vor den Folgen der zunehmenden „Vermaisung“.

Für Martin Schulz ist die Kritik eine neue Erfahrung – schließlich will er es besser machen als andere. Den Hof hat er auf die artgerechte „Neuland“-Haltung umgestellt, seine 600 Schweine haben also viel Auslauf und können im Stroh wühlen. „Natürlich müssen wir auf die Kritik reagieren“, sagt er. „Schon allein, weil die Gesellschaft den Biogas-Boom über das Erneuerbare-Energien-Gesetz finanziert.“ Also versucht er, seine Anlage so umweltverträglich wie möglich zu betreiben. Den Mais-Anteil will er „unter 50 Prozent drücken“, und die Pflanzen werden in einer dreistufigen Fruchtfolge angebaut, damit der Humus im Boden erhalten bleibt. „Außerdem experimentieren wir mit Blühstreifen um die Maisfelder. Die nützen Vögeln wie Kiebitzen und Ortolanen, und sie sehen schön aus.“

Die Nahwärmeleitung ins Dorf macht die Anlage nun zum ökologischen Vorzeigebau. Denn wenn die Abwärme des Blockheizkraftwerks ungenutzt verpufft, ist das ineffizient. Zusammen mit Jörg Deward hat Schulz eine alte Garage zum Heizhaus umgebaut, von dem aus die überschüssige Wärme der Biogasanlage ins Dorf geleitet wird. Wenn es draußen sehr kalt ist, hilft ein Holzhackschnitzelofen aus.

Technisch alles kein Problem, erklärt Deward. Viel schwieriger sei es gewesen, die Leute im Dorf dazu zu bringen, sich von ihren gewohnten Heizungen zu verabschieden. So lief der Elektriker von Haus zu Haus und leistete Überzeugungsarbeit. „Ich musste erstmal herausfinden, dass man individuell argumentieren muss“, erzählt er und lacht. „Bei den Atomkraftgegnern war es einfach, denen musste man nur mit der Energiewende kommen. Aber es gibt hier auch Leute, die eher national eingestellt sind – da half dann der Hinweis, dass wir mit deutschem Gas aus deutschem Mist von den Putin-Importen wegkommen.“

Das beste Argument war aber am Ende doch der Preis. Der liegt garantiert 20 Prozent unter dem örtlichen Gastarif. Inzwischen sind 70 Haushalte mit angeschlossen.

WOLFGANG HASSENSTEIN



Michael Sterner auf dem Dach des Fraunhofer-Instituts in Kassel: Sterner will Strom als Gas speichern

ZUR LAGE

Bisher gibt es keine Möglichkeit, auch nur annähernd so viel Strom zu speichern wie in Zukunft nötig. Ziel ist eine sichere Versorgung, auch wenn Wind und Sonne als Stromlieferanten ausfallen. Denn im Winter kann es wochenlange Flaute bei wenig Sonnenschein geben. Pumpspeicher, die Energie in Form von emporgepumpten Wasser speichern, das bei Bedarf Turbinen antreibt, haben hierzulande zu wenig Kapazität. Sie könnten den deutschen Bedarf nur 40 Minuten lang decken.

PROBLEME

Für neue Pumpspeicher ist kaum Platz; gegen Neubauten protestieren Bürger – wie zurzeit im Schwarzwald. Andere Ideen wie Batterien oder Druckluftspeicher haben nicht genug Potenzial.

ZUKUNFT

Energieplaner sehen derzeit nur zwei Wege, um Strom in ausreichender Menge zu speichern: Entweder man leitet Überschüsse nach Norwegen und nutzt dortige Pumpspeicher. Das Potenzial des bergigen Landes ist groß – aber auch andere Länder

Europas sind interessiert. Oder man wandelt den Strom per Elektrolyse in Gas, das in Gaskraftwerken wieder zu Strom wird. Doch die Umwandlung kostet viel Energie. Abhängig ist der Bedarf vom Netzausbau: Je besser Europa sich vernetzt, desto weniger Speicher sind nötig.

KOSTEN

Experten halten Herstellungskosten um sieben Cent pro Kilowattstunde für gespeicherten Norwegen-Strom bis 2050 für möglich. Strom aus e-Gas soll dann auch nur noch etwa acht Cent kosten.

STROM SPEI- CHER



AUS STROM MACH GAS

Michael Sterner hat einen Plan entwickelt, wie man Strom aus unzuverlässigen Quellen wie Wind und Sonne langfristig speichern kann. Seine Idee besticht – und weist einen Weg zur sicheren Stromversorgung der Zukunft

Spätestens seit der Katastrophe von Fukushima ist Michael Sterner ein gefragter Mann. Jetzt, wo es auf einmal gar nicht schnell genug gehen kann mit der Energiewende, wird händeringend nach Lösungen für das alte Problem gesucht: Woher soll zukünftig der Strom kommen, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht?

Sterner hat darauf eine Antwort gefunden, und nun hetzt der 33-jährige Wissenschaftler, der ein wenig aussieht wie der junge Gérard Depardieu, von Termin zu Termin. Wie gerade zu diesem in Hamburg. Der Autokonzern Audi hat eingeladen und verkündet seine neueste Ökostrategie, die auf Sterners Konzept basiert: Strom in Form von Gas zu speichern. „Wind und Sonne alleine können Deutschlands Stromversorgung nicht sicherstellen“, sagt Sterner in seinem Vortrag, den er in den letzten Monaten schon sehr oft gehalten hat. „Da würden wir uns in die Tasche lügen. Wir brauchen Integrationstechnologien wie Energiespeicher.“ Das Problem: Strom ist flüchtig. Es muss immer genauso viel verbraucht werden, wie produziert wird. Darauf ist der konventionelle Kraftwerkspark ausgerichtet, Windkraftanlagen und Solarzellen jedoch nicht: Mal bläst zu wenig Wind, mal zu viel – immer öfter müssen Windräder vom Netz genommen werden. Könnte man diesen Überschuss doch nur speichern!

Leider gibt es keine Riesen-Akkus, die dazu in der Lage wären. Auch die vielbeschworenen Elektroautos, die nicht nur fahren, sondern später einmal als Stromspeicher dienen sollen, werden das nicht leisten können. Sterner rechnet vor: „Selbst wenn alle Deutschen einmal elektrisch fahren sollten – der Strom aus den heute 42 Millionen Pkws würde nur sechs Stunden lang reichen, wenn wir die halbe Batteriekapazität nutzen.“ Er schmunzelt: „Und natürlich müssten die Autos dann alle stehen und angestöpselt sein.“ Nächste Möglichkeit: Pumpspeicher. Doch auch ihr Potenzial reicht längst nicht aus. Sie sind wichtig, um kurzfristige Lastspitzen über Tage auszugleichen, aber langandauernde Flauten können sie nicht überbrücken.

Sterner suchte eine andere Lösung – und fand sie: „erneuerbares Gas.“ Deutschland verfügt über riesige unterirdische Erdgasspeicher, die größten europaweit. Sie können so viel Energie speichern, dass sich damit zwei Monate lang Strom für ganz Deutschland erzeugen ließe. Nur – wie macht man Windstrom zu Gas? Seine Idee geht so: Man nimmt den überschüssigen Strom und spaltet damit per Elektrolyse Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff. In letzterem steckt die Energie. Den kann man bis zu einer gewissen Grenze direkt ins Gasnetz einspeisen. Greenpeace Energy bietet seinen Kunden bald die Möglichkeit, dieses „Windgas“ zu beziehen. Zuhause können sie damit heizen und kochen – oder aber

hocheffiziente Mini-Blockheizkraftwerke betreiben, die zugleich Strom und Wärme erzeugen. Damit will Greenpeace Energy die Technologie anstoßen.

Um aber die Speicher vollständig nutzen zu können, muss man den Wasserstoff nochmals mit CO₂ reagieren lassen. Es entsteht Methan, das auch der Hauptbestandteil von Erdgas ist. Braucht man Strom, verbrennt man das künstlich erzeugte Methan in Gaskraftwerken, der Kreis schließt sich. Der entscheidende Unterschied aber ist: Das mit Windstrom erzeugte Methan ist klimaneutral. „e-Gas“ nennt Sterner es, das „e“ steht für „erneuerbar“.

Sein Konzept entwickelte er 2008 mit Kollegen vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung in Stuttgart und baute eine Versuchsanlage mit Elektrolyseur und Methanisierer. Dann wurden auch Journalisten auf die Idee aufmerksam, und seit Fukushima auch immer mehr Politiker und Industrievertreter, erzählt Sterner. Das Konzept ist auch deswegen so reizvoll, weil es viele Möglichkeiten bietet. Man kann die bestehende Infrastruktur nutzen: Das Erdgasnetz ist riesig und reicht bis in jeden Winkel der Republik, neue Stromnetze bräuchte man gar nicht. Überflüssig würden langfristig auch russische Gasimporte. Und mit dem e-Gas kann man natürlich nicht nur Strom speichern, sondern auch heizen und Autofahren. Audi war von dem Konzept so fasziniert, dass der Konzern nun vier Windräder, eine Methanisierungsanlage und Erdgas-Autos bauen will.

Klingt fast zu schön, um wahr zu sein – aber wo ist der Haken? Es gibt gleich zwei: den Wirkungsgrad und die Kosten. Bei jedem Umwandlungsschritt von Strom zu Gas und wieder zu Strom geht Energie verloren. Nur noch ein Drittel der eingesetzten Energie bleibt nach der Rückverstromung des e-Gases übrig. Viel zu wenig, monieren Kritiker. Sie favorisieren als große Lösung für die Speicherfrage, den Strom in norwegischen Pumpspeichern zu parken. Diese hätten weitaus größere Kapazitäten als die deutschen, ihr Wirkungsgrad beträgt rund 70 Prozent.

Das Problem: „Norwegens Wasserkraftwerke müssen erst noch zu Speichern umgerüstet werden“, sagt Sterner. Das, entgegnet Olav Hohmeyer, Mitglied des Umweltrats der Bundesregierung, sei aber billiger als Sterners Lösung. Es koste nur etwa ein Fünftel ihres Neupreises.

Die erste Methanisierungs-Anlage, die von Audi finanziert 2013 in Niedersachsen stehen soll, wird laut der mit dem Bau beauftragten Firma Solarfuel 20 bis 30 Millionen Euro kosten, Betrieb inklusive. Viel Geld. Sterner ist optimistisch, er hält acht Cent pro Kilowattstunde bis zum Jahr 2050 für möglich. Wahrscheinlich wird es bis dahin auch mehrere Lösungen geben, denn „nur auf ein System zu setzen, ist nie gut“, sagt Hohmeyer.

JENS LUBBADEH

„DEUTSCHLAND KANN VORREITER SEIN“

Die amerikanische Umweltpolitik-Expertin Miranda Schreurs über die deutsche Reaktion auf Fukushima und die Chancen des beschleunigten Atomausstiegs

Frau Schreurs, Deutschland will als einziges Land der Welt nach der Katastrophe von Fukushima aus der Atomkraft aussteigen. Sind die Deutschen besonders ängstlich oder besonders weit vorne? Man hört das Wort „Angst“ in Bezug auf die Deutschen zurzeit sehr oft, aber ich denke, es ist das falsche Wort. Ich sehe hier eine Gesellschaft, die sehr viel nachdenkt, die an Entscheidungsprozessen bewusst teilnimmt und sich stark für den Schutz der Umwelt interessiert.

Ist der Atomausstieg ein Fortschritt? Ja, wenn man ihn als Chance nutzt, ein anderes System aufzubauen. Deutschland hat schon viel investiert, zum Beispiel in Windenergie und Fotovoltaik, aber man steht noch am Anfang. Der Fortschritt kann eintreten, wenn man sagt: Wir nutzen das Geld, das wir in Kernenergie investiert hätten, für erneuerbare Energien, den Ausbau der Netze und neue Technologien, die eine energieeffiziente Lebensweise fördern.

Hat sich in Japan durch Fukushima die Einstellung zur Atomkraft geändert? Einen schnellen Ausstieg wird es dort nicht geben, aber Veränderungen in der Politik sehe ich schon. Auch in Japan gibt es Parlamentarier, die besorgt sind. Sie fragen, warum die Erneuerbaren nicht stärker gefördert wurden, obwohl man doch die Technologie hat! Aber die Verbindungen der großen Energiekonzerne wie Tepco zu den Ministerien sind sehr eng. Es heißt zum Beispiel, dass Windräder ungeeignet seien, weil sie den heftigen Taifunen nicht standhielten. Ich glaube, das ist nur ein Vorwand. Ein technologisch so hoch entwickeltes Land wie Japan kann solche Probleme lösen. Immerhin gibt es seit November 2009 ein Einspeisegesetz für Erneuerbare. Ich erwarte, dass deren Ausbau nach Fukushima zunimmt.

Wie verläuft die Atomkraft-Debatte in Ihrem Heimatland, den USA? Betrachtet man die einzelnen Bundesstaaten, zeigt sich dasselbe Bild wie in Europa: Mehr als 30 Staaten haben Kernenergie, 19 haben keine. In Kalifornien zum Beispiel gibt es ein starkes Bewusstsein, dass das Erdbebenrisiko hoch ist. Dort sind nur noch vier Atomkraftwerke in Betrieb, aber es gibt jetzt Pläne möglicherweise neue zu bauen. Die USA sind aber auch ein Atomwaffenstaat, und viele sind der Ansicht, dass man die zivile Nutzung braucht, um die nukleare Expertise zu behalten.

Manche ihrer Landsleute finden den Atomausstieg der Deutschen verantwortungslos, viel wichtiger sei derzeit der Klimaschutz. Wenn man gegen Kernenergie ist und deshalb für Kohle eintritt, landet man tatsächlich in einer ethischen Falle. Neue Kohlekraftwerke wären noch 2050 in Betrieb – ein großes Problem für das Klima. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen hat ein Gutachten veröffentlicht, das zeigt, wie Deutschland bis 2050 auf 100 Prozent Erneuerbare kommt – mithilfe von Windparks in der Nordsee und mehr Speicherkapazität zum Beispiel.

Macht ein deutscher Alleingang beim Atomausstieg überhaupt Sinn? Wenn man glaubt, dass kein anderes Land folgt, ist die Skepsis berechtigt. Aber



MIRANDA SCHREURS leitet seit 2007 das Forschungszentrum für Umweltpolitik der Freien Universität Berlin. Die US-Amerikanerin, die auch in Japan gelebt hat, erforscht die Umwelt- und Energiepolitik sowie soziale Bewegungen in Fernost, Europa und den USA. Sie ist Mitglied des Sachverständigenrats für Umweltfragen und hat als Mitglied der 17-köpfigen Ethikkommission der Regierung Merkel Empfehlungen zum Atomausstieg gegeben.

man kann auch Vorreiter werden. Wenn ein großes Industrieland wie Deutschland es schafft, sich mit erneuerbaren Energien zu versorgen, können andere das auch. Deutschland war schon oft unter den ersten, die neue Wege gingen, zum Beispiel mit dem Erneuerbare-Energien-Einspeisegesetz, das zum Modell für viele Länder wurde.

Wie soll ein beschleunigter Atomausstieg funktionieren? Die Probleme sind jetzt schon groß – Schwankungen bei Wind- und Sonnenenergie, zu wenig Speicher, schleppender Netzausbau... Es wird nicht einfach werden. Ich glaube, es muss eine Debatte in Gang kommen, welcher Ausbau sinnvoll ist. Man kann zentral ausbauen – große Offshore-Windparks, Fotovoltaikfarmen in Bayern, die Energiekonzerne als Investoren. Oder man geht dezentral vor – da wählt zum Beispiel ein Dorf seinen Mix aus Biomasse, Biogas, Fotovoltaik und Solarthermie. Man muss sehen, welche Möglichkeiten intelligente Stromnetze bieten, und wie man Netze so effizient gestaltet, dass nicht mehr gebaut werden als man braucht. Allerdings wird man ohne einen Ausbau des Hochspannungsnetzes kaum genügend Windenergie einspeisen können.

Der Ausbau ist schwierig, weil Naturschutz in Deutschland ernstgenommen wird und Bürgerinitiativen Einspruch erheben. Deshalb muss man sich zusammensetzen und diskutieren. Wie gehen wir damit um? Vielleicht kann man Erdkabel verwenden oder die Trasse anders legen. Die Naturschützer wollen ja auch einen Ausbau der Erneuerbaren. Aber sicher gibt es auch Menschen, die sagen: Not in my backyard – nicht vor meiner Haustür. Große Infrastrukturprojekte sind schwierig, weil sie Menschen direkt betreffen. Deshalb ist es wichtig, dass diejenigen, die die Nachteile tragen, dafür entschädigt werden. Das macht es oft leichter, etwas zu akzeptieren.

Glauben Sie, dass der Anti-Atom-Widerstand auf die Erneuerbaren überspringen könnte? Das ist eine interessante Frage (lacht). Man sah das jetzt auch in den Medien: Erst ging es nur um Fukushima. Und dann fing es an mit Protesten gegen die Windenergie und neue Stromleitungen – just, als die Debatte sich in Richtung Atomausstieg und Ausbau der Erneuerbaren bewegte. Aber ich finde das nicht schlecht. Die Bevölkerung tut, was man in einer Demokratie haben möchte: Sie beteiligt sich.

Manche behaupten ja auch, die Energiewende sei sowieso nicht bezahlbar. Es ist richtig, dass sie nicht kostenlos ist. Aber es ist eine Investition in die Zukunft. Man muss sich doch fragen, wo die Potenziale der deutschen Wirtschaft liegen. Ist die Industrie, die wir heute haben, in 30 Jahren noch konkurrenzfähig? Ich fürchte nicht.

INTERVIEW: WOLFGANG HASSENSTEIN
UND KATJA MORGENTHALER

EFFI ZIENZ



DIE SCHLAUSTE STROMQUELLE

Claudia Häpp macht Haushalte fit für die Zukunft – mit effizienten und vernetzten Geräten. Denn die Energiewende ist nur zu schaffen, wenn der Stromverbrauch sinkt

„Mein Kühlschrank ist schon 30 Jahre alt und läuft immer noch!“ – Anrufe wie dieser bringen Claudia Häpp in die Bredouille. Zwar freut sich die Innovationsmanagerin von „Bosch und Siemens Hausgeräte“ (BSH) in München über so viel Kundenzufriedenheit. Doch sie weiß ganz genau, wie viel Wasser und Energie diese Produkte von einst verschleudern – große Haushaltsgeräte machen in Privathaushalten bis zu 60 Prozent des Stromverbrauchs aus.

Allein in den vergangenen 15 Jahren sind die Bosch-Kühlgeräte um mehr als 70 Prozent effizienter geworden – ohne Komforteinbußen. Dass sich etwas teurere, aber effizientere A+++-Geräte finanziell bald amortisieren, komme dank des Energielabels langsam auch beim Verbraucher an. „Effizienz und Preis sind wesentliche Kriterien für die Kaufentscheidung“, sagt Häpp. Um diesen Prozess zu beschleunigen, wünscht sich die promovierte Ernährungswissenschaftlerin eine Abwrackprämie wie in Italien, den Niederlanden oder Spanien. Dort erhält man beim Kauf eines ressourcenschonenden und effizienten Kühlschranks einen Bonus von bis zu 150 Euro vom Staat. Wenn alle Stromfresser im Haushalt ersetzt werden würden, könnten in Europa nach Häpps Berechnungen rund 22 Millionen Tonnen Kohlendioxid eingespart werden.

„Energie zu sparen ist die unerkannte Brückentechnologie“, sagt die 32-Jährige, die schon heute daran arbeitet, wie der vernetzte, komplett aus regenerativen Energien gespeiste Haushalt von morgen aussehen könnte. In Zukunft sollen sich Wasch- oder Spülmaschine automatisch erst dann einschalten, wenn der Strom besonders günstig ist, zum Beispiel nachts. Erste Pilotprojekte laufen bereits. Für Häpp steht außer Frage, dass diese Art des Energiemanagements kommen wird: „Wenn wir uns ranhalten, könnte der intelligente Haushalt ein deutscher Exportschlager werden.“

Bis dahin muss sie sich aber auch mit realen Altlasten herumplagen. Zum Beispiel der Entsorgung ausgedienter Geräte, die oft noch die äußerst klimaschädlichen Treibhausgase FCKW oder FKW enthalten. Die Hersteller, erklärt die Deutsche Umwelthilfe, seien verpflichtet, mindestens 90 Prozent des Klimakillers zu recyceln, de facto liege die Quote aber nur zwischen 40 und 60 Prozent. Häpp erklärt dieses Manko damit, dass bei Sperrmüllsammelungen oft Kompressoren geklaut würden, dadurch entweiche das Gas in die Atmosphäre. „Das ist schlimm, aber wie sollten wir Hersteller das unterbinden?“

Im Keller ihrer Mutter konnte sie mehr ausrichten: „Als wir den Verbrauch ihrer alten, halbleeren Tiefkühltruhe gemessen haben, ist meine Mutter richtig erschrocken.“ Beim nächsten Besuch war die Truhe weg. ANDREA HÖSCH

Kühlschränke sollen sparsam sein, findet Claudia Häpp. Riesenmodelle wie dieses brauchen nur Großfamilien

ZUR LAGE

Die Deutschen sehen sich als Energiespar-Weltmeister. Doch durch ineffiziente Geräte und Maschinen, Standby-Verluste oder ungedämmte Gebäude wird viel Energie verschleudert. Die „Energieproduktivität“ (Wirtschaftsleistung im Verhältnis zur eingesetzten Energie) steigt nur um 1,6 Prozent pro Jahr.

PROBLEME

Der „Rebound-Effekt“ schmälert die Erfolge: Die Menschen nutzen immer mehr Elektrogeräte, größere Fernseher und leistungsstärkere Computer. Die Gebäudedämmung gerät in die Kritik, wenn schöne Fassaden unter den Dämmplatten verschwinden.

ZUKUNFT

Die Unternehmensinitiative Energieeffizienz (DENEFF) und das Wuppertal-Institut schlagen ein 10-Punkte-Sofortprogramm vor, mit dem sich durch effizienzfördernde Maßnahmen jährlich 68 Terawattstunden Strom (zehn Atomkraftwerke) und 155 Terawattstunden Wärme einsparen ließen. Mit den technologischen Fortschritten muss ein veränderter Konsum- und Lebensstil einhergehen.

KOSTEN

Laut DENEFF müssten pro Jahr 11,8 Milliarden Euro plus 6,9 Milliarden öffentliche Mittel investiert werden. Dadurch könnten jährlich 19,3 Milliarden Euro Energiekosten eingespart werden.

STROM NETZE



STÜRMISCHE ZEITEN

Yvonne Saßnick plant beim Netzbetreiber 50Hertz in Berlin den Bau von Höchstspannungsleitungen. Sie muss mit immer mehr Windstrom im Netz fertig werden – und mit Bürgerinitiativen, die neue Stromtrassen verhindern wollen

Die Chefplanerin sieht die Dinge realistisch. „Donaumasten sind zweifellos hässlich“, sagt Yvonne Saßnick über die mattgrünen Stahlriesen, deren Bau sie selbst organisiert. Zwar werden die typischen, scheinbar allgegenwärtigen Strommasten mit den zwei Querträgern meistens kaum wahrgenommen. Doch im Zuge der Energiewende sollen nun im ganzen Land zusätzliche Stromtrassen gebaut werden. Und plötzlich ist aus dem Experten- ein Aufregerthema geworden.

Saßnick leitet den Bereich Großprojekte bei 50Hertz Transmission, dem Betreiber des Übertragungsnetzes in den östlichen Bundesländern und Hamburg. Sie ist verantwortlich für den Bau neuer Höchstspannungsleitungen und ließ auch das Kabel verlegen, durch das seit April Strom aus Deutschlands erstem Offshore-Windpark „Baltic 1“ zur Küste fließt. Es ist oberschenkeldick, der Meter wiegt 120 Kilo.

50Hertz ist einer von vier Netzbetreibern, die das Bundesgebiet unter sich aufgeteilt haben. Ihre Netze sind untereinander und mit den Nachbarstaaten verbunden, aber jeder Betreiber muss in seiner „Regelzone“ die störungsfreie Energieversorgung sicherstellen – und das wird schwieriger, seitdem immer mehr Wind- und Fotovoltaikanlagen ans Netz gehen. Denn die erzeugen nicht kontinuierlich Strom wie Kohle- und Atomkraftwerke, sondern wetterabhängig. Für 50Hertz ist die Herausforderung besonders groß. In den neuen Bundesländern sind 41 Prozent der Windkraftleistung Deutschlands installiert, es wird aber nur ein Fünftel des Stroms verbraucht.

Saßnick zeigt eine Karte ihres Netzes – 9700 Kilometer Höchstspannungsleitungen mit 220 oder 380 Kilovolt, die große Strommengen überregional verteilen, dazu 69 Umspannwerke. Direkt angeschlossen sind neben Braunkohlekraftwerken einige große Windparks. Die meisten Windräder speisen aber in die 110-Kilovolt-Hochspannungsleitungen der lokalen Netzbetreiber ein. Immer häufiger dreht sich der Stromfluss um: Wenn viel Wind weht und wenig verbraucht wird, fließt Energie aus den lokalen Netzen in die Strom-Autobahnen von 50Hertz. „In der Spitze haben wir schon mehr als 9000 Megawatt Windstrom im Netz“, sagt Saßnick, so viel wie acht Atommeiler erzeugen. „Diesen Strom müssen wir irgendwie nach Süden und Südwesten transportieren, denn dort liegen die Verbrauchszentren.“

Ihre Kollegen in den Leitstellen kommen an solch stürmischen Tagen immer häufiger ins Schwitzen. Sie müssen dann Stromflüsse aus besonders belasteten Verbindungen umleiten oder konventionelle Kraftwerke anweisen, ihre Produktion herunterzufahren. Im Notfall müssen auch Windkraftanlagen abgeschaltet werden – im vergangenen Jahr bereits an sechs Tagen. Doch schon bis 2020 soll sich der Anteil erneuerbarer Energien im 50Hertz-Netz mehr als verdoppeln.

ZUR LAGE

Das überalterte deutsche Stromnetz ist nicht auf die Einspeisung stark schwankender Wind- und Solarkraft ausgelegt.

PROBLEME

Es gibt immer öfter Not-Abschaltungen von Windrädern bei Netzüberlastung. Der Ausbau kommt nur schleppend voran. Bei vier von 24 Vorrang-Projekten starker Widerstand vor Ort, oft langwierige Genehmigungsverfahren.

ZUKUNFT

Laut „dena-Netzstudie II“ sind bis 2020 bis zu 3600 Kilometer neue Stromleitungen nötig, andere Prognosen liegen deutlich niedriger. Der „Plan N“ des Forums Netzintegration der Deutschen Umwelthilfe

zeigt Lösungswege für Konflikte beim Netzausbau – transparente Planung, Berücksichtigung von Anwohnerinteressen und Naturschutz, Trassenbündelung, wenn möglich Einsatz alternativer Technologien. Erdkabel steigern die Akzeptanz, sind aber bei Höchstspannungstrassen nur bedingt geeignet. Für die Langstreckentransporte von Wüsten-Solarstrom oder Offshore-Windstrom sind verlustarme Gleichstrom-Leitungen nötig.

KOSTEN

Investitionsbedarf laut dena II 9,7 Milliarden Euro bis 2020. Erdkabel und Alternativtechnologien sind teurer, die Kosten relativieren sich aber angesichts ohnehin hoher Wartungs- und Baukosten.

Auf der Netz-Karte fällt noch etwas ins Auge: Die „elektrische Wiedervereinigung“ ist unvollendet. Zwar wurden kurz nach der Verschmelzung der beiden großen Stromverbände in den 90er-Jahren drei sogenannte Kuppelleitungen gebaut, die das 50Hertz-Gebiet mit dem Westen Deutschlands verbinden. „Aber das reicht nicht“, sagt Saßnick. Deshalb sind zwei der vier von 50Hertz geplanten Leitungen Ost-West-Verbindungen. Genau die machen die meisten Probleme.

Bei der „Nordleitung“, die Mecklenburg-Vorpommern mit Schleswig-Holstein und Hamburg verbinden soll, ist der östliche Teil längst fertig – während der Bau im Westen noch nicht einmal begonnen hat. Seit Jahren verzögere sich die Genehmigung, klagt Saßnick, weil die Behörden bei den Ausgleichsflächen für den Naturschutz immer wieder Nachforderungen stellten. „Aber wir brauchen die Verbindung“, sagt sie. „Windfronten ziehen oft von West nach Ost oder umgekehrt durch, und bisher kann der Strom nur über wenige Leitungen nach Süden fließen.“ Die Querverbindung sei nötig, damit er sich besser verteile. „Jede zusätzliche Leitung stabilisiert das ganze Netz.“

Und dann ist da noch die „Thüringer-Wald-Brücke“. Bisher hat Deutschlands wohl berühmtestes Stromleitungsprojekt nicht den Ost-West-Energiefluss, sondern nur den länderübergreifenden ➤



Die Elektrotechnikerin Yvonne Saßnick
im Umspannwerk Wustermark bei Berlin

ÖKO STROM

VON ANDREA HÖSCH



Widerstand gestärkt. Bürgerinitiativen aus Thüringen und Bayern haben sich zur Interessengemeinschaft „Achtung Hochspannung“ zusammengeschlossen, die den „massiven Eingriff in Natur, Landschaft und Lebensqualität“ verhindern will. Viele Menschen in der Region fürchten negative Folgen für den Tourismus oder Gesundheitsschäden durch Elektrosmog. Ein Gutachten im Auftrag der Trassengegner hatte ergeben, dass es vorerst ausreiche, bestehende Verbindungen aufzurüsten. Bei Windspitzen, die nur wenige Stunden im Jahr ausmachten, solle die Einspeisung gekappt werden. „Wir fordern, dass die Alternativen ernsthaft und nachvollziehbar geprüft werden“, sagt Peer Schulze, BI-Sprecher aus dem thüringischen Ilmtal. „In der geplanten Form ist die Freileitung unnötig und unwirtschaftlich.“

Yvonne Saßnick, sonst nüchtern und kontrolliert, kann angesichts der Vorwürfe ihre Ungeduld nicht verbergen. „Es mussten etwa 1300 Einwendungen beantwortet werden“, sagt die 58-Jährige. Die Alternativ-Technologien, die die Gegner vorschlugen, seien noch nicht Stand der Technik. Man habe schon ein Viertel der geplanten Freileitung „umtrassiert“, also neue Streckenverläufe gesucht – das koste viel Zeit und Geld, für das über den Strompreis letztlich die Verbraucher aufkommen müssten. „Irgendwann muss man sagen, so, das ist es jetzt. Die ideale Trasse, die niemanden stört, gibt es nicht.“ Saßnick hofft, mit dem Bau trotz anhaltender Proteste bald beginnen zu können.

Die aktuelle politische Situation stärkt ihre Position. In der Vergangenheit hatten Kritiker oft gegargewöhnt, die Netzbetreiber wollten mit den neuen Leitungen vor allem den Weiterbetrieb der Kohle- und Atomkraftwerke sicherstellen. Die von Schwarz-Gelb geplante Laufzeitverlängerung hat diesen Anschein noch verstärkt. Tatsächlich gehörte das ostdeutsche Stromnetz dem Vattenfall-Konzern mit seinem fossilatomaren Kraftwerkspark. Doch vor gut einem Jahr wurde 50Hertz an den belgischen Netzbetreiber Elia verkauft. Beobachter bestätigen, dass sich die Ziele des Unternehmens durch den Besitzerwechsel verändert haben und es nun tatsächlich so viel Windstrom wie möglich durchleiten will. Bei anderen Projekten hat sich gezeigt, dass neue Trassen eher akzeptiert werden, wenn sie nachweislich für den Ausbau der erneuerbaren Energien benötigt werden.

Wenn die Bundesregierung nun doch schon den Atomausstieg bis 2022 will, steigt der Druck, die Lücken im Netz zu stopfen. Für 50Hertz hatte bereits das dreimonatige Moratorium Folgen. Yvonne Saßnick kramt eine Grafik hervor. „Seit der Abschaltung der acht Reaktoren fließt immer häufiger und immer mehr Strom aus unserem Gebiet Richtung Südwesten“, erklärt sie. „Mit jedem abgeschalteten Reaktor und jedem neuen Offshore-Windpark wird es enger im Netz.“

WOLFGANG HASSENSTEIN

AUF EINEN BLICK

Auf die Politik muss niemand warten: Der persönliche Atomausstieg geht einfach, schnell – und bringt auch die große Energiewende ein Stück voran

JETZT WECHSELN

Wer Ökostrom bezieht, produziert keinen Atommüll und erleichtert seinen ökologischen Fußabdruck in nur wenigen Minuten um rund eine Tonne CO₂ pro Jahr. Mehr als drei Millionen Haushalte sind inzwischen auf sauberen Strom umgestiegen – allerdings gibt es Unterschiede.

MOGELPACKUNGEN ERKENNEN

Für Ökostrom gibt es – anders als bei Biolebensmitteln – keine geschützte Produktbezeichnung. Anbieter können wechselwillige Kunden ungestraft mit „100 Prozent erneuerbar“ oder „Klimastrom“ locken. Beispielsweise wird seit Jahrzehnten in alten Wasserkraftwerken produzierter Strom von Konzernen plötzlich grün vermarktet. Solche Tarife, die meist das RECS-Zertifikat haben, bringen jedoch keinen Nutzen für die Umwelt, weil sie nicht zum Ausbau beitragen.

AUF SERIÖSE GÜTESIEGEL ACHTEN

Echter Ökostrom setzt voraus, dass der Anteil der erneuerbaren Energien ausgeweitet wird. Ein Teil der Erlöse muss in den Zubau von Kraftwerken fließen, denn nur so trägt der Anbieter zur Energiewende bei. Dieser Zusatznutzen für die Umwelt und die Unabhängigkeit von Atom- und Kohlekonzernen sind entscheidende Kriterien für sauberen Strom. Diese liegen den Labeln „ok-power“ und „Grüner Strom“ sowie den TÜV-Siegeln zugrunde.

ANGEBOTE VERGLEICHEN

Mittlerweile gibt es sehr viele Vergleichsportale im Internet. Beispielsweise bietet das Umweltbundesamt die Möglichkeit, Stromtarife und Leistungen zu vergleichen. Die Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt ermittelt zugleich, ob eigentumsrechtliche Verflechtungen mit Energiekonzernen bestehen, die Atom- oder Kohlekraftwerke betreiben oder mit Strom aus diesen Quellen handeln. Ökostrom muss im Übrigen nicht zwangsläufig teurer sein: Die Preise für Ökostrom sind im Vergleich zum Vorjahr um durchschnittlich

38 Euro für einen Zwei-Personen-Haushalt gestiegen, herkömmlicher Strom kostete im Schnitt 68 Euro mehr. Wer vom konventionellen Regionalversorger zum preiswertesten Ökostromanbieter wechselt, kann nach Berechnungen der Verbraucherzentrale Sachsen-Anhalt bei einem Jahresverbrauch von 3600 Kilowattstunden bis zu 150 Euro sparen.

- www.naturvolt.de
- www.stromwechseln-hilft.de
- www.uba.klima-aktiv.de
- www.vz-nrw.de/oekostrom
- www.toptarif.de/oekostrom

DIE KLEINEN VIER

Die Kampagne „Atomausstieg selber machen“, ein Zusammenschluss vieler Umweltverbände, empfiehlt Greenpeace Energy, Naturstrom, Lichtblick und die Elektrizitätswerke Schönau. Die kleinen Vier sind unabhängig, transparent und liefern bundesweit ausschließlich grünen Strom – inzwischen an mehr als eine Million Kunden.

GREENPEACE ENERGY

Die Genossenschaft gehört 20.000 Mitgliedern und versorgt mehr als 100.000 Kunden. Die Tochter „Planet Eney“ baut selbst Ökostromanlagen. Greenpeace Energy wird vom TÜV Nord überprüft. Die nicht gewinnorientierte wirtschafternde Energiegenossenschaft erfüllt die besonders anspruchsvollen Greenpeace-Kriterien – und ist damit erste Wahl. Der Verbraucher kann jederzeit nachverfolgen, woher sein Strom kommt; Einkäufe an Strombörsen sind tabu. Jeder neue Kunde wird nach spätestens fünf Jahren mit Strom aus Neuanlagen versorgt. Ab Herbst 2011 bietet Greenpeace Energy auch eine Gasversorgung an – ein Teil des Gases wird aus überschüssiger Windkraft gewonnen.

www.greenpeace-energy.de

ELEKTRIZITÄTWERKE SCHÖNAU

Die EWS Schönau sind aus einer Bürgerinitiative hervorgegangen, die sich nach dem GAU in Tschernobyl gegründet hatte. Zunächst übernahmen die „Stromrebell“ das Stromnetz ihres eigenen Schwarzwaldstädtchens. Inzwischen beliefert die Genossenschaft rund 100.000 Kunden. Mit einem „Sonnencent“ werden gezielt Neuanlagen gefördert. Die EWS werden vom TÜV Nord zertifiziert.

www.ews-schoenau.de

NATURSTROM AG

Das Düsseldorfer Unternehmen, das von Mitgliedern verschiedener Umweltverbände gegründet wurde, ist der billigste Anbieter unter

den unabhängigen Vier. Der Ökostrom ist mit dem Label Grüner Strom zertifiziert. Beliefert werden 150.000 Kunden. 1,25 Cent pro verkaufter Kilowattstunde fließen in Neubauten. Die Firma gehört 850 Kleinaktionären und zu 27 Prozent der eco eco AG.

www.naturstrom.de

LICHTBLICK

Mit mehr als 500.000 Kunden ist dieses Hamburger Privatunternehmen der größte Ökostromlieferant. In etlichen Gerichtsprozessen gegen herkömmliche Energiekonzerne hat Lichtblick den Wettbewerb auf dem Energiemarkt maßgeblich befördert. Seit 2007 ist die vom TÜV Nord geprüfte Firma auch als Gaslieferant tätig. Um wetterabhängige Flauten auszugleichen, begann Lichtblick 2010 die ersten Gasminikraftwerke mit hocheffizienter Kraftwärmekopplung in Privathaushalten zu installieren.

www.lichtblick.de

DIE VIELEN REGIONALEN

Der Löwenanteil beim Boom der erneuerbaren Energien stammt von Regionalversorgern wie Stadtwerken, Bürgerwindparks oder von Privathaushalten. Laut einer aktuellen Greenpeace-Studie tragen sie zusammen mit 32 Prozent zur Stromgewinnung aus Erneuerbaren bei. Doch nicht alle kommunalen Stromversorger engagieren sich glaubwürdig und wirkungsvoll für die Energiewende, manche gehören auch anteilig zu einem Atomstromkonzern. Deshalb lohnt es sich, genau hinzuschauen. Ambitioniert betreiben die Energiewende zum Beispiel die Stadtwerke München, Hamburg Energie oder auch der Darmstädter Ökostromversorger Entega.

- www.swm.de
- www.hamburgenergie.de
- www.entega.de

JETZT WECHSELN

Den Vertrag mit dem neuen Ökostromanbieter kann man online ausfüllen oder per Post schicken. Der Ökostromlieferant veranlasst daraufhin alle notwendigen Schritte wie etwa die Kündigung des alten Vertrages. Bei einem Stromwechsel entsteht garantiert keine Versorgungslücke.

WEITERE INFOS ZUM STROMWECHSEL BIETEN:

- www.atomausstieg-selber-machen.de
- www.ecotopten.de (das Öko-Institut berücksichtigt auch Energieversorger, die mit der Atomwirtschaft verflochten sind)

PREISVERGLEICH

ÖKOSTROMANBIETER	GRUNDGEBÜHR pro Jahr	PREIS pro Kilowatt- stunde (kWh)	GESAMTKOSTEN 1300 kWh pro Jahr (Single)	GESAMTKOSTEN 2400 kWh pro Jahr (2-3 Personen)	GESAMTKOSTEN 3600 kWh pro Jahr (3-4 Personen)
Greenpeace Energy	106,80 Euro	24,80 Cent	429,20 Euro	702,00 Euro	999,60 Euro
EWS	82,80 Euro	23,90 Cent	393,50 Euro	656,40 Euro	943,20 Euro
Lichtblick	107,40 Euro	23,64 Cent	414,72 Euro	674,76 Euro	958,44 Euro
Naturstrom	95,40 Euro	22,50 Cent	387,90 Euro	635,40 Euro	905,40 Euro