

ENERGIE

# Wankelmut des Windes

Die launische Windkraft wird zur Gefahr für die Stromleitungen. Forscher sinnen auf Abhilfe – mit Riesenbatterien, virtuellen Kraftwerken oder dem Bau eines europäischen Gleichstromnetzes.

**W**enn ein jäher Sturm von der Nordsee ins Land fegt, geraten Tausende Windräder mächtig ins Kurbeln. Binnen Minuten schießt eine gewaltige Menge Strom zusätzlich ins Netz. Und vor einer riesigen Kontrolltafel in Berlin-Marzahn haben es ein paar Techniker plötzlich eilig.

Der Energiekonzern Vattenfall betreibt in Marzahn eine Art Stellwerk, genannt Netzwerke, für seine Fernleitungen. Unverhoffter Windstrom aus der Küstenregion zwingt hier zu schnellem Handeln – es gilt, den Überschuss sofort loszuwerden. Zum Ausgleich schalten die Techniker ein Gaskraftwerk in Sachsen ab, oder sie werfen einen Pumpspeicher im Schwarzwald an. Oft genug müssen auch Windräder gedrosselt werden.

Denn der Schutz des empfindlichen Netzes hat Vorrang. Wenn zu viel Strom abtransportiert werden muss, werden die Überlandleitungen warm und wärmer; bald hängen sie bedrohlich durch, und irgendwann bricht das Netz zusammen.

Die wetterwendische Windkraft ist zur Last geworden. Umso gefragter sind nun neue Ideen, wie sie sich bändigen lässt. Schon heute können die gut 19000 Windräder in Deutschland mehr als 20 Gigawatt bereitstellen – etwa so viel wie die 17 noch laufenden Atomkraftwerke. Und der Beitrag der Windenergie zum Strommix steigt weiter. Bis 2013, schätzt der Verband der Netzbetreiber, dürfte sich die Leistung der Windanlagen noch einmal verdoppeln.

Die Grundversorgung muss aber nach wie vor Kohle oder Kernkraft sichern. Weil auf den Wind kein Verlass ist, stehen stets Schattenkraftwerke von annähernd gleicher Kapazität bereit, die bei Flaute einspringen können. Bläst andererseits der Wind zu heftig, wird viel Energie vergeudet. Denn die Betreiber der großen Überlandleitungen – neben Vattenfall noch E.on, EnBW und RWE – können den Überschuss nicht immer durch Ausgleichskunststücke auffangen. „Bis zu 25 Prozent der Kraftwerksleistung müssen wir notfalls drosseln“, sagt Wolfgang Neldner, bei Vattenfall zuständig fürs Fernleitungsnetz.

Eine ganze Schar von Erfindern und Visionären müht sich, Abhilfe zu schaffen: Der Windstrom, so schlagen sie vor, könnte riesige Schwungräder in Gang setzen

oder auch Druckluft in Höhlen pressen, die später wieder über Turbinen abgelassen wird. Nichts davon stimmt zukunfts-froh; denn beim Hin und Her geht jeweils sehr viel Energie verloren.

Eine Technik, bei der die Verluste noch vergleichsweise glimpflich sind, wird gerade in Irland, Grafschaft Donegal, erprobt: Der Windpark Sorne Hill bekommt eine riesige Batterie, die bei Sturmgebraus die überschüssige Energie aufnehmen kann. Zum Speichern des Stroms dient eine Säure, in der das Metall Vanadium gelöst ist. An der Menge wird nicht gespart: Die Batterie fasst umgerechnet die Ladung von etwa 30 Tanklastern.

Bis zu zwölf Megawattstunden kann der neuartige Riesenakku abzweigen, wenn der Wind wütet – genug, um später rund 5000 Haushalte sechs Stunden lang mit Strom zu versorgen. Das reicht zwar nicht für längere Flauten, doch wichtiger ist ohnehin, dass der Speicher die kurzfristigen Ausschläge abfangen kann; sie sind es vor allem, die die Windkraft so schwer kalkulierbar und damit unnötig teuer machen.

Der Trick mit der Vanadiumlösung hat enorme Vorteile: Solche Batterien können beliebig groß werden. Wer mehr Kapazität braucht, schließt einfach einen weiteren Säuretank an. Außerdem nehmen „Flow-Batterien“, wie die Fachwelt sie nennt, un-aufhörliches Auf- und Entladen nicht übel. 15000 Ladezyklen hat die kanadische Herstellerfirma VRB Power Systems in Versuchen bereits erreicht, gut zehnmal mehr als bei herkömmlichen Batterien.

Trotzdem wird es wohl dauern, bis die Vanadiumtechnik auch andernorts die Windkraft verlässlicher macht. Denn für den Einsatz im Großmaßstab ist sie auf absehbare Zeit schlicht zu teuer.

Deshalb greifen die Stromversorger, soweit möglich, lieber auf den altbewährten Pumpspeicher zurück. Hier wird der überschüssige Strom genutzt, um Wassermassen in Stauseen emporzupumpen. Bei Bedarf schießt das Wasser wieder herab, treibt Turbinen an und speist so den Strom zurück ins Netz. Die eingesetzte Energie bleibt dabei zu über 70 Prozent erhalten – ein Spitzenwert, dem nur die Vanadium-batterie nahekommt.

Der schlichten Pumptechnik jedoch steht oft die Topografie der Landschaft entgegen: Gerade im Flachland, wo der Wind kräftig



Vattenfall-Netzwerke in Berlin-Marzahn: Vor einer

bläst, steht meist kein hochgelegener See als Speicher zur Verfügung.

Wegen solcher Widrigkeiten gilt die Windenergie bei vielen noch immer eher als Luxus, den man sich um des Klimas willen leistet. Wie soll es da möglich sein, den Anteil erneuerbarer Energien im Strommix wie geplant weiter zu steigern? Die Bundesregierung spricht von 20 Prozent im Jahr 2020. Eine Studie der Deutschen Energie-Agentur, kurz Dena, befand



## Windräder in Ostfriesland

Der Schutz der Leitungen hat Vorrang

dend ist eine intelligente Fernsteuerung. Zumindest in einer ersten Simulation gelang das recht gut. Die Steuerzentrale dirigierte den Ausstoß der 25 Kraftwerke einigermaßen entlang der tatsächlichen Kurve des Strombedarfs.

Der Ausgleich zwischen teils weit entfernten Stromerzeugern geht freilich auch zu Lasten des Netzes. Sollte das virtuelle Gesamtkraftwerk Schule machen, sind erst recht leistungsfähige Leitungen nötig.

„Wenn wir den Klimaschutz ernst nehmen, müssen wir riesige Energiemengen quer durch ganz Deutschland transportieren“, sagt Wolfgang Neldner von Vattenfall. „Das geht nicht ohne eine breite Akzeptanz für den Bau neuer Leitungen.“ Der Netzexperte denkt schon über die deutschen Grenzen hinaus. „Noch besser“, sagt er, „wäre ein gesamteuropäisches Netz.“

Diese Vision, auf den ersten Blick reichlich verwegen, gewinnt unter Fachleuten immer mehr Anhänger. Der Grundgedanke lautet: Das Netz selbst ist der Speicher, und je weiträumiger es sich erstreckt, desto besser. Gibt es erst entsprechende Fernleitungen von Spanien bis Russland, von Norwegen bis Nordafrika, dann gleichen sich die Schwankungen auf wundersame Weise von selbst aus. Denn irgendwo bläst immer der Wind.

„Ein europaweites Netz kommt unausweichlich auf uns zu“, prophezeit Jürgen Schmid, Professor für Elektrotechnik an der Universität Kassel und Leiter des Instituts für Solare Energieversorgungstechnik. „Das Speichern ist viel zu teuer.“

Das Konzept für ein europäisches Supernetz hat Schmid's Mitarbeiter Gregor Czisch ausgeheckt. In jahrelanger Arbeit rechnete der Physiker durch, was herauskommt, wenn alles in ein gemeinsames Netz eingespeist wird: Energie aus Erdwärme und Biomasse von deutschen Kraftwerken, Sonnenstrom aus Spanien und Marokko, Windstrom aus der westsibirischen Steppe, aus Kasachstan und den Küstengegenden Mauretaniens.

Als Puffer für Zeiten höchsten Bedarfs hat Czisch die gewaltigen Wasserspeicherkraftwerke Norwegens einkalkuliert. Sie lassen zum Ausgleich Wasser auf ihre Turbinen rauschen, wenn die anderen Stromerzeuger zeitweilig überfordert sind. Die Kapazitäten dieser Stauseen sind enorm. „Selbst bei einer kontinentalen Flaute“, sagt Czisch, „könnten sie die ganze EU vier Wochen lang versorgen.“

Das Ergebnis des Rechenwerks: Ganz Europa könnte zu 100 Prozent mit Strom aus erneuerbaren Quellen versorgt, der Anteil der Windenergie dabei auf bis zu 70 Prozent gesteigert werden. Konventionelle Kraftwerke zur Grundversorgung wären entbehrlich. Wenn die Zahlen des For-



riesigen Kontrolltafel haben es ein paar Techniker plötzlich eilig

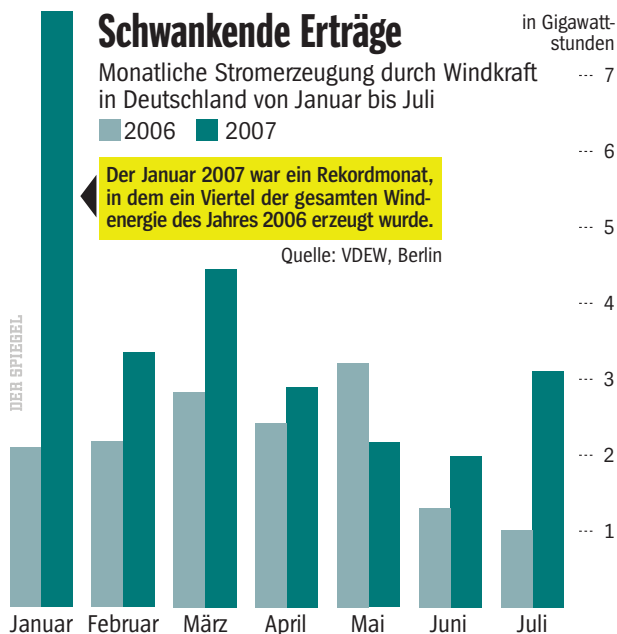
## Schwankende Erträge

Monatliche Stromerzeugung durch Windkraft in Deutschland von Januar bis Juli

■ 2006 ■ 2007

Der Januar 2007 war ein Rekordmonat, in dem ein Viertel der gesamten Windenergie des Jahres 2006 erzeugt wurde.

Quelle: VDEW, Berlin



jedoch, im bestehenden Stromnetz sei die wankelmütige Windenergie nur mehr begrenzt integrierbar.

Für den flächendeckenden Aufbau trickreicher Speichertechnik ist, von den Kosten ganz abgesehen, kaum noch Zeit. Da trifft es sich, dass seit kurzem neue Ideen kursieren, die ganz ohne Speicher auskommen.

Der Auricher Windradbauer Enercon erprobt gerade eine andere Art des Aus-

gleichs. 25 kleine Stromerzeuger, bundesweit verstreut, werden probeweise zusammengesaltet zu einem virtuellen Großkraftwerk. Wind- und Solaranlagen von notorisch unstemem Charakter sind dabei, ein paar Biogas-Kraftwerke zum Gegensteuern und das riesige Pumpspeicherwerk Goldisthal in Thüringen.

Dieses Konglomerat soll zeigen: Auch aus erneuerbaren Energiequellen lässt sich bedarfsgerecht Strom zapfen. Entschei-

schers stimmen, ist eine solche Lösung sogar billiger als das heutige System.

Nun reist Czisch durch die Welt, spricht auf Kongressen in China und den USA, hält Vorträge vor dem Schweizer Nationalrat und im Europäischen Parlament; zufrieden ist der Stratege dennoch nicht. Bislang kommt sein Evangelisierungswerk nicht recht voran.

Es gibt etliche Widrigkeiten. Die bestehenden Netze sind nicht für den Stromtransport über so lange Strecken angelegt; zu viel Energie ginge unterwegs verloren. Zudem gibt es Engstellen speziell an den Landesgrenzen. Die Energiekonzerne haben sich nicht sonderlich beeilt, sie auszubauen. Dicke Leitungen bedeuten ja auch mehr Handel über die Grenzen hinweg – und am Ende womöglich niedrigere Preise.

Auch manchen Freunden der Windkraft ist die Vorstellung eines Supernetzes nicht geheuer. Der Bundestagsabgeordnete Hermann Scheer (SPD), nebenher Vorsitzender des Weltrats für erneuerbare Energien, bevorzugt die kleinteilige Vernetzung von Sonnenkollektoren und allerlei Kleinkraftwerken im Nahraum. Ein weitgespanntes Leitungsnetz findet er zu zentralistisch – zumal es ohne die Energiekonzerne nicht zu machen wäre.

Denn ein gesamteuropäisches Supernetz erfordert völlig neue Leitungen. Wegen der langen Distanzen müssten sie mit Gleichstrom statt dem üblichen Wechselstrom beschickt werden. Denn Gleichstrom verliert wesentlich weniger Energie bei der Übertragung. Selbst auf dem weiten Weg vom südlichen Marokko bis nach Kassel betrüge der Verlust erträgliche zehn Prozent. Damit rückt Solarstrom aus dem sonnenreichen Nordafrika plötzlich in Reichweite.

Wo der Strom durchs Meer geleitet werden muss, sind Gleichstromkabel schon lange die erste Wahl. Aber auch auf dem Land ist die Technik bereits im Einsatz: Im Großraum Los Angeles beispielsweise werden Millionen Haushalte über eine Gleichstromleitung versorgt, die knapp 1400 Kilometer weit zu einem Wasserkraftwerk in Oregon gespannt ist. Und die Chinesen schaffen mit solchen Kabeln den Strom vom Dreischluchtdamm zu den Millionenstädten an der Küste.

In Europa jedoch gab es bisher wenig Anlass, über den angestammten Wechselstrom hinauszudenken. Die Kraftwerke sind hier selten weit von den Verbrauchern entfernt, und auf der Kurzstrecke ist der Wechselstrom im Vorteil.

Erst jetzt zeichnet sich ab, dass der Umstieg auf erneuerbare Energie ohne einen beherzten Ausbau der Infrastruktur nicht zu haben sein dürfte. Der Umweltbeirat der Bundesregierung hat bereits als „Leuchtturmprojekt“ ein europäisches Supernetz vorgeschlagen.

MANFRED DWORSCHAK