



Spargel in Salzwasser

Die Zukunft der Windkraft liegt auf hoher See, wo die Luftströme kräftig sind doch die Gewalt der Natur fordert die empfindliche Technik und die Fantasie der Ingenieure heraus Von Andrea Mertes

Andrea Mertes

Hoch im Norden Deutschlands, wo der Wind selten nachlässt, liegt sie in der Luft: die Kraft, die Rotoren und Stromzähler auf Touren bringt, wenn steife Seebrisen mit vielen Kilometern pro Stunde über das Flachland fegen. Tausende Windkraftanlagen produzieren hier umweltfreundliche Energie aber auch verspargelte Landschaften. Aus manchen Küstenstrichen ragen mittlerweile ganze Wälder weißer Stangen in den Himmel.

Das soll sich bald ändern. Denn die Zukunft der Windenergie liegt offshore: im Meer. Dort stört der Anblick der Anlagen nicht und der Wind bläst oft noch stärker und stetiger. In Bremerhaven wird das See-abenteuer bereits geprobt allerdings an Land, im sicheren Überseehafengebiet.

Hier hat die Entwicklungsgesellschaft Multibrid den Prototyp M5000 aufgebaut. Von weitem ist er von einer gewöhnlichen Anlage kaum zu unterscheiden: Der Turm ist 102 Meter hoch, der Rotor misst 116 Meter im Durchmesser. "Hätte man sich gewaltiger vorgestellt, oder?", sagt Annette Hofmann, Projektleiterin der Firma Multibrid, und blickt nach oben. Ja, hätte man.

Doch das Besondere an der M5000 sind nicht die Ausmaße, sondern der Zweck, für den sie konstruiert wurde: Sie ist die erste speziell für den Offshore-Betrieb gebaute Multimegawatt-Anlage. Die Nennleistung einer solchen Maschine beginnt bei fünf Megawatt. Die 5er-Klasse erzeugt an einem Tag so viel Strom, wie ihre Vorgänger aus den frühen Neunzigern in einem Jahr produzierten. Aber sie braucht den richtigen Wind. Wenn in Bremerhaven die Blätter über den Asphalt treiben und sich im Überseehafengebiet die Bäume biegen, dann ist der Wind genau richtig. Dann laufen Gondel und Rotoren der M5000 zur gewünschten Form auf: Ab Windgeschwindigkeiten von 40 Kilometern pro Stunde das sind gut elf Meter pro Sekunde ist die Anlage ausgelastet. Dann speist sie fünf Megawatt ins Stromnetz ein und könnte den Bedarf einer Kleinstadt mit 15000 Einwohnern decken. Doch an Land ist es nur selten so windig, die M5000 wäre an den meisten Standorten einfach unterfordert. In der Nordsee dagegen sind die Bedingungen ideal. Das Flachmeer vor der deutschen Küste zählt zu den besten Windrevieren der Welt. Im Durchschnitt bläst der Wind dort mit mehr als zehn Metern pro Sekunde, und das mehr als 8000 Stunden im Jahr. Also immer.

Offshore-Windkraft ist Zukunftstechnologie. Nach Schätzungen der European Wind Energy Association werden in Europa noch in diesem Jahrzehnt 10000 Megawatt Offshore-Leistung installiert, bis zum Jahr 2020 sollen es 70000 Megawatt sein. Vor den Küsten Dänemarks, Schwedens, Großbritanniens und Irlands drehen sich bereits die Rotoren. In Deutschland ist man noch längst nicht so weit. Derzeit sind in der Nordsee 31 und in der Ostsee neun Offshore-Projekte geplant. Genehmigt sind davon in der Nordsee 17 und in der Ostsee vier. Denn auch die Verbindung mit dem Stromnetz an Land müssen sich die Windparkbetreiber genehmigen lassen. Auf der Strecke zur Küste liegen die Kabel quer durch verschiedene Zuständigkeitsbereiche des Landes, der Landkreise und Kommunen. Pro Park müssen bis zu zwölf verschiedene Behörden ihr Ja-Wort geben. Und das dauert lange.

Deshalb steht Offshore in Deutschland noch am Beginn der Entwicklung. Ein weiterer Grund sind die hohen Investitionskosten. Der Bundesverband Windenergie schätzt, dass ein Betreiber pro installiertem Megawatt das Doppelte dessen zahlt, was er für eine Anlage an Land ausgeben müsste. Als Ausgleich für seine Investitionen erhält er Vergütungen aus dem einst von der rot-grünen Regierung beschlossenen Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Jede Kilowattstunde Offshore-Strom aus Anlagen, die bis 2010 ans Netz gehen, wird in Deutschland mit 9,1 Cent bezahlt. "Das ist viel zu wenig angesichts der doppelt so hohen Kosten", sagt Matthias Hochstätter vom Bundesverband. In anderen Ländern sei man großzügiger. Großbritannien etwa zahlt 13 Cent pro Kilowattstunde. "Bei der derzeitigen Gesetzeslage wird 2020 gar nichts im Wasser stehen", sagt Hochstätter.

Die Pläne der Bundesregierung lauten anders: Bis 2020 soll Offshore-Energie zehn Prozent des deutschen Stromverbrauchs decken. Eine ziemlich visionäre Vorstellung; ob Offshore-Windparks vor den Küsten Deutschlands rentabel Energie produzieren werden, kann derzeit niemand sagen. Es gibt keine Vergleichsmöglichkeiten.

Zwar stehen in ganz Europa bereits Windräder im Wasser. Aber das Gros dieser Maschinen arbeitet mit einer Leistung von zwei bis drei Megawatt und steht in unmittelbarer Küstennähe. Bei den deutschen Offshore-Anlagen wird das anders sein. Sie müssen zwischen 30 und 50 Kilometer weit von der Küste entfernt installiert werden, das ist zum Schutz von Vögeln und des Wattenmeers so vorgeschrieben: weit vor der Inselkette von Sylt bis Borkum, wo das Wasser bis zu 40 Meter tief ist. Das ist technisches Neuland. Die Anforderungen an Turmbauer und Kabelleger sind um ein Vielfaches höher als an Land. Die Technik muss zuverlässig funktionieren, die Wartung darf nicht zu aufwändig sein. Jeder Arbeitstag auf See bei Bau und Wartung ist ungleich teurer als an Land, jeder Anlagenausfall beeinflusst das Betriebsergebnis stärker. Was es bedeutet, wenn eine Offshore-Anlage bei schwerem Sturm Schaden nimmt und weder mit Schiff noch Hubschrauber zu erreichen ist, keiner hat damit bisher Erfahrungen gemacht.

Andere Probleme sind dagegen zwar bekannt, aber dennoch schwer zu lösen. Zum Beispiel vertragen Windkraftanlagen die salzig-feuchte Meeresluft nicht gut. Zwei Jahre ist es her, dass die Firma Vestas, der weltweite Branchenführer, ihren Offshore-Windpark Horns Rev in Dänemark komplett abbauen, abschleppen und an Land reparieren musste. Die aggressive Seeluft hatte die Technik aller 80 Windräder des Projekts so gut wie lahmgelegt. Damit der M5000 ein besseres Schicksal beschieden ist, haben die Ingenieure Generator und Instrumente in der Maschinengondel mit einem Aufbereitungssystem geschützt, das die Luft ansaugt und dabei Wasser- sowie Salzpartikel ausscheidet. Überdruck im Inneren des Turms und der Gondel soll außerdem dafür sorgen, dass keine ungereinigte Luft eindringen kann.

Beim Entwickler Multibrid ist man sicher, mit dem Prototyp M5000 die richtigen Antworten auf die vielfältigen Probleme gefunden zu haben. Auch die Instandhaltung ist wartungsarm: Aggregate und Sensoren alle wichtigen Betriebsteile sind zweifach vorhanden. Der Ausfall eines Geräts soll nicht die ganze Anlage lahmlegen. Zum anderen sind Gondel und Rotor mit einem Gewicht von 301,8 Tonnen extrem leicht und kompakt gebaut, was die Montage vereinfacht. Nur fünf Hübe brauchten die Kräne, um

die Teile der ersten M5000 ineinanderzustecken. "In acht Tagen stand die Anlage", erzählt die Projektleiterin Hofmann, "inklusive zweier Tage schlechten Wetters. Auf See sind dafür zwei bis drei Tage geplant."

Multibrid ist eine Tochtergesellschaft der Prokon Nord, ein junges Unternehmen mit 21 Mitarbeitern und einem straffen Zeit-plan: Im Jahr 2009 soll die Offshore-Anlage M5000 in Serienproduktion gehen, die Firma will dann 50 bis 80 Windräder jährlich bauen. Ausfälle darf es nicht geben.

Unweit der ersten Testanlage wird gerade eine Lösung gesucht, wie sich die M5000 sicher im Meeresboden verankern lässt. Was aussieht wie ein riesiges Kamerastativ, ist ein Tripod, eine dreibeinige Stahlkonstruktion, entwickelt als Fundament für Windräder in tieferen Gewässern. Die Nachfolger dieses Prototyps werden vielleicht schon 2007 ins Meer versenkt. Dann soll der Testbetrieb des ersten deutschen Offshore-Windparks mit zwölf Windrädern starten, 42 Kilometer nördlich von Borkum. Multibrid ist dabei, Genehmigungen haben zudem die Hersteller Repower und Enercon erhalten.

Doch im vergangenen Sommer hat ausgerechnet der deutsche Branchenführer Enercon sein Interesse zurückgezogen. Dem Unternehmen sind die Risiken auf See, extreme Witterungsbedingungen und hohe Kosten, zu groß. Im Moment mache man im Bereich Offshore "gar nichts mehr", heißt es deshalb bei Enercon. Verschätzt sich der Branchenriese damit, könnte Multibrid in der Offshore-Branche bald die Führung übernehmen. Der Wind in Bremerhaven steht gut.

Windpark vor der britischen Küste: Hier bläst fast immer eine steife Brise. Doch auf offener See lauern auch Gefahren für die Technik, die an Land viele Anwohner stört, weil sie angeblich die Landschaft verschandelt.

Illustration: ESJOTTES/VON ROTWEIN; Foto: Elsam

Gigant auf hoher See: Die M5000

Die Maschinengondel (1) ist hermetisch abgedichtet und steht unter leichtem Überdruck. Ein Luftaufbereitungssystem im Turm (2) schützt das Innere vor der salzigen Meeresluft.

Ab einer Windgeschwindigkeit von 14 km/h dreht sich die Anlage. Über einen besonders kompakten Antriebsstrang (4) und ein Getriebe bewegt sie einen großen Generator (5), der die mechanische in elektrische Energie umwandelt.

Für den Betrieb wichtige Teile wie Aggregate und Sensoren (3) sind zweifach vorhanden. Fällt ein Teil aus, bedeutet das nicht den Stillstand der Anlage.

Je nach Windrichtung wird die 200 Tonnen schwere Gondel gedreht (6). Die Neigung der 56 Meter langen Rotorblätter kann elektronisch verstellt (7) und dadurch an die Windgeschwindigkeit angepasst werden.

Die deutschen Offshore-Windparks müssen bis zu 50 Kilometer von der Küste entfernt stehen. Die riesigen Windräder so weit draußen zu ins-tallieren, ist eine technische Herausforderung.

Fotos: Vestas Wind Systems A/S, Langrock/Zenit/laif

Titelgeschichte

Schont die Ökologische Landwirtschaft unsere Umwelt?

Illegale Brunnen gibt es in Spanien viele. Mehr als eine halbe Million. Einer von ihnen steht in der Provinz Huelva und bewässert Bio-Erdbeeren. Das geklaute Wasser, das die Früchte zum Wachsen brauchen, fehlt der angrenzenden Region. Dürre ist die Folge. Wo Bio gedeiht, vertrocknet nebenan das Land. Ökologische Landwirtschaft stellt man sich eigentlich anders vor.

Der spanische Wasserdiebstahl im Namen der biologischen Landwirtschaft wurde unlängst in einer Studie der Umweltstiftung WWF aufgedeckt. Deren Süßwasserexperte Martin Geiger ist zwar ein Freund von Öko-Kost, die Folgen der Bio-Globalisierung sieht er dennoch skeptisch: "Was so angebaut wird, dürfte das Biosiegel der EU nicht tragen." Von Nachhaltigkeit kann für ihn bei solcher Wasserverschwendung keine Rede sein. Er kritisiert: "Die Kriterien der Importeure sind viel zu schwach."

Immer mehr Öko-Lebensmittel werden nach Deutschland eingeführt. Um 15 Prozent haben die Importe 2005 im Vergleich zum Vorjahr zugenommen. Vom "Trend zur Beschaffung von Rohware im Ausland" spricht der Bund ökologischer Lebensmittelwirtschaft. Was für Geschäftsführer Alexander Gerber besonders ärgerlich ist, denn: "Mit nichts lassen sich Glaubwürdigkeit und ökologischer Zusatznutzen so gut kommunizieren wie mit regionalen Produkten."

Das findet auch Martin Demmeler. Der Wissenschaftler von der TU München erstellt Ökobilanzen, das heißt: Er vergleicht Produkte unter ökologischen Gesichtspunkten auf deren Umweltbelastung. In einer Studie hat er Nahrungsmitteltransporte regionaler und überregionaler Produkte verglichen und dabei zum Beispiel errechnet, dass ein Apfel aus Chile das 520-Fache der Energie benötigt wie ein regional transportierter Öko-Apfel. "Wenn Ware mit dem Flieger verfrachtet wird, kippt die ganze Ökobilanz." Andererseits hat Demmeler aber auch bilanziert, dass zwei Kannen Bio-Milch, mit einem Lieferwagen transportiert, "erheblich ineffizienter sind als ein gefüllter Milchlasten". Vergleicht man regionale und globale Ware unter Energie-Aspekten, können heimische Bio-Erzeuger manchmal eine schlechtere Ökobilanz aufweisen: weil sie Kleinstmengen transportieren und logistisch schlecht aufgebaut sind. Wie gut die Ökobilanz eines Lebensmittels ausfällt, hängt also nicht immer vom Transportweg ab, sondern auch davon, wie effizient das Transportmittel genutzt wird.

Dass Demmeler der Regionalität dennoch klar den Vorzug gibt, liegt am Faktor Nachhaltigkeit. Während global gehandelte Bio-Ware vielfach standardisierten Großbetrieben entstammt, unterstützt regionaler Öko-Anbau nicht nur lokale Wirtschaftsstrukturen. Er fördert zum Beispiel auch die Biodiversität im Boden. Wie nachhaltig das geschieht, bestätigt der Dinosaurier der Ökobilanzen, der DOK-Versuch des

Schweizer Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL). Das Langzeitprojekt startete 1977. Auf einer Versuchsanlage bei Basel stellten die Forscher biologische Anbauweisen einem integriert-konventionellen Landbau gegenüber. Die Ergebnisse zeigten, dass ein Bio-Acker lebendiger ist als konventioneller Boden: mehr Würmer, Käfer und Spinnen, das bedeutet Schädlingsbekämpfung auf natürliche Art. Außerdem ist Bio sparsamer: Öko-Kulturen verbrauchen für den gleichen Ernteertrag weniger fossile Energien als konventionelle. Unter dem Aspekt, dass 55 Prozent der deutschen Fläche landwirtschaftlich genutzt wird, sind solche Erkenntnisse von großem Wert.

Regionalität erfüllt allerdings noch einen anderen Zweck: Sie schafft Vertrauen. Beim Direktvermarkter sieht man, wo die Ware produziert wird. Beim brasilianischen Bio-Orangensaft des Herstellers Citrovita zum Beispiel wird das schwierig. Citrovita liefert nicht nur Bio-Saft nach Deutschland, sondern forscht laut Greenpeace auch "an gentechnisch veränderten Orangenbäumen". Alexander Hissting, Landwirtschaftsexperte bei Greenpeace, erklärt: "Mit dem Kauf von Citrovitas Bio-Orangensaft finanziert man indirekt die Gentechnik." Andrea Mertes

Fazit:

Bio-Produkte sind für die Umwelt grundsätzlich die bessere Variante. Für importierte Öko-Waren gilt diese Aussage nur bedingt sie verschlechtern die Ökobilanz.

Ein Grund sind transportbedingte Umweltbelastungen. Wichtiger aber ist, dass regional und saisonal produzierte Lebensmittel den ökologischen Gedanken der Nachhaltigkeit am besten unterstützen. Dieser Idee widersprechen Kartoffeln aus Ägypten oder Erdbeeren aus Spanien. Unabhängig davon: Bio-Ackerbau unterstützt die Artenvielfalt des Bodens.

Die Bio-Erdbeere wächst auch in Südspanien. Dort ist es trocken, die Pflanze muss bewässert werden. Die Folge: Nebenan herrscht Dürre.