

REGENERATIVE ENERGIE

# Testfeld Zukunft

Die Energiewende kommt in Gang: Immer mehr Strom entsteht aus der Kraft von Sonne und Wind, gewaltige Offshore-Windparks entstehen in Nord- und Ostsee. Doch an den Küsten und im Meer schlafen noch weitere, bislang kaum genutzte Energiepotenziale. Mithilfe neuester Technologien können sie erschlossen werden.

*Text: Kay Dohnke*

Die erste deutsche Offshore-Windenergieanlage, Alpha Ventus, 45 Kilometer nördlich von Borkum.



Gut gestützt: Die Windkraftanlagen des Offshore-Parks Nordsee Ost werden auf ca. 50 Meter hohen Fundamenten installiert, die je 550 Tonnen wiegen.

Anzeige  
rechts

1/2, 99x280

## MEERESENERGIE

### Gezeiten

Die Anziehungskraft des Mondes bewirkt zweimal täglich Ebbe und Flut. Die Bewegungsenergie des Wassers lässt sich nutzen.

### Wellen

Vor allem Wind sorgt für Wellen. Deren Energiepotenziale können an der Küste genutzt werden.

### Strömung

Starke Strömungen im Meer enthalten sehr viel nutzbare Energie.

Einmalig war es da draußen und leer. Bis zum Horizont gab es nichts zu sehen, außer gelegentlich mal einen Fischkutter, ein Frachtschiff oder ein Segelboot. Doch nun hat auf dem kleinen Fleckchen Nordsee, 35 Kilometer nördlich von Helgoland, ein neues Zeitalter begonnen: Seit Monaten schaffen Spezialschiffe riesige Fundamente, Turmelemente und Turbinen heran, auf Arbeitsplattformen und Versorgungsschiffen herrscht reger Betrieb. Zuerst tief unten im Wasser und dann bis hinauf in schwindelerregende Höhen sind Spezialmonteure demnächst dabei, 48 Windenergieanlagen zu installieren. Wenn das Offshore-Windkraftwerk Nordsee Ost von RWE Innogy wie geplant 2013 in Betrieb geht, liefert damit eine der größten kommerziellen Einrichtungen dieser Art 295 Megawatt Strom – genug für die Versorgung von knapp 300 000 Haushalten oder vieler mittlerer und großer Industriebetriebe.

»Wir haben in der Nordsee eine einmalige Ressourcensituation – ein Gebiet mit relativ flachem Wasser, ordentlichen Windgeschwindigkeiten und ganz vielen Verbrauchern ringsherum«, erklärt Jochen Bard, Experte vom Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesysteme [IWES] und dort für Meeresenergien zuständig.

Es ist kein Zufall, dass die Erzeugung der Offshore-Windenergie hier angefangen hat und aktuell stark ausgebaut wird. Die Bedeutung der fossilen Stromerzeugung nimmt nach und nach ab, neue Energiequellen müssen her. Die gibt es in den Gewässern der Nord- und Ostsee in großem Maß, aber ihre Erschließung erfordert Höchstleistungen: »Wir haben dort draußen sehr harsche Bedingungen«, betont Martin Skiba. »Wir sind nicht in Küs-

tennähe, sondern weit draußen, und haben 25 Meter Wassertiefe, oft hohen Wellengang. Das erfordert neue Lösungswege in fast allen Bereichen, sei es die Fundamentarbeit, der Einsatz spezieller Installationschiffe oder die Wartung der Windräder auf See.«

Ingenieur Skiba ist bei RWE Innogy für den Bereich Offshore Wind zuständig und hat viel Erfahrung in Sachen Entwicklung und Bau von Windenergieanlagen. »Wir sprechen hier über sehr anspruchsvolle Technik«, erklärt er. 100 Meter hohe Turbinentürme müssen installiert und Windenergieanlagen montiert werden, deren Gondeln jeweils 350 Tonnen wiegen und deren Rotorblätter 126 Meter Durchmesser haben. Diese Anlagen müssen sich dann unter härtesten Wetterbedingungen mit Stürmen, hohem Wellengang und aggressiver Salzlufte über viele Jahre bewähren. Technisch möglich sind solche Großanlagen zur Erzeugung emissionsfreier Energie eigentlich schon länger. Doch realisiert werden können sie nur auf-

Schwingende Körper: Vor der Küste Portugals versetzen Wellen das weltweit erste Wellenenergiesystem »Pelamis« in schlingelnde Bewegung.



## OFFSHORE-WINDPARKS

### Alpha Ventus

Standort: 45 km nördlich von Borkum, in Betrieb seit 2010.  
Betreiber: EWE, E.ON, Vattenfall.  
Anzahl Windanlagen: 12.  
Leistung: 60 Megawatt.

### Baltic I

Standort: 16 km nördlich von Zingst, in Betrieb seit 2011.  
Betreiber: EnBW.  
Anzahl Windanlagen: 21.  
Leistung: 48,3 Megawatt.

### Nordsee Ost

Standort: 35 km nördlich von Helgoland.  
Baubeginn: 2012.  
Betreiber: RWE Innogy.  
Anzahl Windanlagen: 48.  
Leistung: 295 Megawatt.

### Riffgat

Standort: 15 km nordwestlich von Borkum.  
Baubeginn: 2012.  
Betreiber: EWE Energy.  
Anzahl Windanlagen: 30.  
Leistung: 108 Megawatt.

grund des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, das eine garantierte Vergütung des Stroms und seine Bevorzugung gegenüber Elektrizität aus fossilen Brennstoffen zusichert. So erhalten die Anlagenbauer und -betreiber wirtschaftliche Sicherheit, können die nötigen Milliarden-Investitionen tätigen und so den Umbau des Energieerzeugungssystems voranbringen.

»Gerade bei einem so jungen Markt ist es wichtig, die technische Auslegung zu beherrschen und daraus die richtigen Planungsentscheidungen zu treffen«, sagt Skiba. Nordsee Ost ist zwar nicht das erste deutsche Offshore-Windkraftwerk, einige kleinere Windparks auf See wie Baltic I oder Alpha Ventus gibt es bereits. Größere Windkraftwerke arbeiten auch schon vor den Küsten Großbritanniens und Dänemarks. Dennoch spricht Martin Skiba von einer Pionierphase: »Wir haben in Europa zwar schon einiges im Wasser stehen, aber das Projekt Nordsee Ost ist ein Schritt in die kommerzielle Phase in tieferem Gewässer und mit leistungsstärkeren Turbinen der Sechsmegawatt-Klasse. Jede Anlage ist sehr individuell auf Bodenbeschaffenheit, Wassertiefe und technisches Gesamtkonzept ausgelegt – eine Serienfertigung gibt es gerade einmal bei den Komponenten, aber nicht für gesamte Windparks.« Viele Gewerke müssen miteinander verbunden und aufeinander abgestimmt werden, doch es gibt damit für solche Großprojekte noch keine Erfahrungen – das bedeutet hohen Aufwand. Neben der fehlenden Standardisierung kommt auch die mangelnde Erfahrung im Genehmigungswesen hinzu – und all das kostet viel Zeit.

Verständlich, dass es mit der Energiewende nicht so schnell geht, wenn es noch nicht einmal die nötige Infrastruktur gibt. RWE Innogy musste die Schiffe für die Installation der Anlagen eigens bauen lassen, in

vielen Häfen und vor allem auf Helgoland wird in Versorgungs- und Serviceeinrichtungen investiert.

Während im Baufeld von Nordsee Ost in diesem Sommer die ersten rund 50 Meter hohen Stahlgerüstfundamente im Meeresboden verankert werden, denken die Experten bereits weiter voraus. »Das Ende des Möglichen haben wir bestimmt noch nicht erreicht«, prognostiziert Ingenieur Skiba. »Im Offshore-Windenergiebereich ist klar, dass die Größe der Anlagen weiter wachsen wird. Das gilt für die Generatoren, für längere Rotorblätter – und es wird bis 2020 Anlagen mit bis zu zehn Megawatt Leistung geben. Auch in den Maschinenhäusern wird man vieles weiter optimieren.« IWES-Experte Jochen Bard sieht diese Entwicklung ebenfalls: »Die Projekte gehen immer weiter hinaus und damit in immer tieferes Wasser, doch damit steigen auch die Kosten.« Irgendwann, so seine Erwartung, werde es riesige schwimmende Windenergieanlagen geben, die, ungeachtet großer Wassertiefen, genau dort positioniert werden könnten, wo die stärksten Winde herrschen.

Doch Nordsee Ost, Alpha Ventus, Baltic 1 oder Riffgat sind nicht die einzigen Systeme zur Stromerzeugung auf See – auf den Meeren ist energetisch noch weit mehr zu holen. Auch im Wasser selbst sind riesige Kräfte aktiv. »Wellen-, Gezeiten- und Strömungsenergie bieten weitere große Potenziale zur Stromerzeugung«,



Strom aus der Tiefe:  
Für Wartungsarbeiten  
am Gezeitenströmungs-  
kraftwerk SeaGen wird  
der Doppelrotor am  
Mast hochgefahren.

## BLICK IN DIE ZUKUNFT

Ende 2010 erzeugten 50 Offshore-Windparks 3000 Megawatt Leistung. Bis 2030 ist laut Umweltbundesamt allein in Nord- und Ostsee ein Potenzial von 20 000 bis 30 000 Megawatt Leistung möglich.

betont Jochen Bard. Immerhin sei die Energiedichte im Wasser tausendmal so hoch wie in der Luft. Selbst wenn der Wellengang teils von Wind und Wetter abhängig ist – Meeresströmungen sind meist sehr dauerhaft und die Gezeiten absolut verlässlich. Seit Jahren sind daher nicht nur Tüftler, sondern auch große Firmen aktiv, die hierfür nötigen Anlagen und Maschinen zur Energiegewinnung zu entwickeln.

Einfachstes Konzept sind Turbinen, die fast wie unter Wasser aufgestellte Windräder aussehen, aber von der Gezeitenströmung angetrieben werden. Siemens hat mit SeaGen die ersten kommerziell genutzten Turbinen dieser Art produziert, die 2008 in Strangford Lough in Nordirland installiert wurden. Ihre 16-Meter-Rotoren sind an 40 Meter hohen unterseeischen Türmen montiert und liefern 20 Stunden am Tag Strom, also sowohl bei auf- wie ablaufendem Wasser. Auch die Firma Voith Hydro hat Turbinen

dieses Typs im Programm, verkauft sie weltweit erfolgreich und betreibt mit RWE Innogy eine Testanlage im Gewässer der schottischen Orkney-Inseln.

Andere Techniken nutzen das an der Küste aufsteigende Tidenwasser, um in Kuppeln Luft zu komprimieren und damit Generatoren anzutreiben. Ablaufendes Wasser wird in bestimmten Gezeitenkraftwerken über Turbinen geleitet und liefert auf diese Weise Strom. Und im Oslofjord läuft ein erstes Probekraftwerk, in dem die Osmose zwischen Süß- und Meereswasser Druck auf eine Membran erzeugt, der dann in Strom umgewandelt wird. Ebenso ungewöhnlich wie interessant sind Punktabsorber: An schwimmenden Plattformen sind bis zu zehn Meter lange, senkrecht in

die Tiefe ragende Rohre befestigt. Darin hängt an einer starken Feder ein Gewicht, das, vergleichbar mit einem gigantischen Jo-Jo, durch das endlose Auf und Ab der Wellen in vertikale Schwingbewegungen gerät. Mittels Magneten und Spulen wird dann Energie erzeugt und an Land geleitet. Clever ist auch die Idee des Duisburger Unternehmens Nemos. Dort wurde ein Wellenkraftwerk konzipiert, dessen Auftriebs-

## Auch die Strömung bewegt Rotoren

körper an einem Seilssystem zwischen den Turbinentürmen von Windenergieanlagen befestigt sind. Sie bewegen sich mit den auch unter der Meeresoberfläche kräftigen Wellen auf und nieder. Generatoren greifen die dabei entstehende Energie ab. Die techni-

schen Systeme lassen sich in den bereits vorhandenen Turbinentürmen unterbringen. 2013 oder 2014 soll eine Pilotanlage laufen.

Punktabsorber, Osmose- und Wellenkraftwerke – diese ungewöhnlichen technologischen Ansätze könnten fast den Eindruck erwecken, man sei auf Stippvisite im Labor von Daniel Düsentrieb.

IWES-Forscher Jochen Bard spricht über solche Entwicklungen aber mit großem Ernst, auch wenn diese neuen Konzepte von einem wirtschaftlichen Betrieb noch weit entfernt sind. Es gehe momentan darum, die großen technischen Potenziale zu ergründen und praxisreif zu machen, mit denen aus den Meeresenergien in fünf oder zehn Jahren Strom gewonnen werden kann. Angepasst an die jeweilige geografische Gegebenheit könnten dann die effektivsten Anlagen gebaut werden.

Gibt es angesichts der vielfältigen Perspektiven Hindernisse auf dem Weg in eine neue, nachhaltige Form der Energieversorgung? »Strom zu erzeugen ist technisch längst Routine. Auch wenn sich die Anlagen da draußen noch stark voneinander unterscheiden und wir noch einige Erfahrungen mit Bau und Betrieb von Offshore-Windparks sammeln müssen«, sagt Martin Skiba. Der Engpass liegt im Transport der Energie dorthin, wo sie gebraucht wird. Das Stromnetz-Management muss so clever betrieben werden, dass es trotz schwankender Einspeisungen konstant stabil bleibt. Und mithilfe effektiver Speichertechniken muss auch dann genug Elektrizität zur Verfügung stehen, wenn über der Nordsee Flaute herrscht und die Sonne nicht scheint. »Das ist beherrschbar«, da ist sich Skiba, wie viele andere Experten, sicher. Aber es ist auch eine der großen Herausforderungen der kommenden Jahre. Die Arbeit wird den Entwicklern, Technikern und Ingenieuren so bald nicht ausgehen – Sonnen-, Wind- und Meeresenergie sei Dank. ■

 *Einen Animationsfilm über den Aufbau des Offshore-Windparks Nordsee Ost sehen Sie auf [mobil.de](http://mobil.de)*

FOTOS: PAUL LANGROCK/LAF, RWE INNOGY GMBH; ROB IONIDES/COURTESY OF PELAMIS WAVE POWER; THOMAS ERNSTING/SIEMENS AG

# Anzeige rechts

1/2, 99x280