

Strom aus der Strömung

Bewährungsprobe auf offener See: Eine Generation neuer Kraftwerke soll die Energie des Meeres ausnutzen

Von Güven Purtul

Die 1400 Bewohner der schottischen Insel Islay führen ein beschauliches Leben zwischen Torfeldern und Schafherden. Viel Abwechslung haben sie nicht, sieht man mal vom Whisky aus den sieben Destillieren ab. Doch vor vier Jahren nahm auf Islay eine Anlage ihren Betrieb auf, die Reporter aus aller Welt interessiert: „Wir zählen die Fernseheteams nicht mehr“, sagt David Langston von der Firma Wavegen. Die Kameras richten sich auf ein Bauwerk, das Langstons Firma in die schroffe Felsküste der Insel gestellt hat und das wie ein verrirter Teil des Atlantikwalls wirkt. Hinter dem massiven Beton verbirgt sich ein Kraftwerk, das Strom aus der Wucht der Meeresbrecher gewinnt.

Der Traum ist alt: Bereits in den 60er-Jahren entstanden Entwürfe für Meereskraftwerke, verschwanden aber wieder in den Schubladen, weil es Fördergelder nur für die Kernenergie gab. Nun erlebt die Meeresenergie eine Renaissance. Das ist nur logisch: Zwar trägt Wasserkraft den größten Teil zum grünen Strom bei, doch die ungeheure Energie der Weltmeere wird bislang kaum genutzt. Ein Grund sind die rauen Bedingungen, mit denen auch Wavegen Bekanntheit gemacht hat: 1995 scheiterte ihr Versuch, das Wellenkraftwerk Osprey vor der Küste Schottlands zu installieren – ein Sturm zerstörte die Anlage. Beim Bau von Limpet (kurz für „Land Installed Marine Powered Energy Transformator“) gingen die Ingenieure auf Nummer sicher. „Wir haben deutlich mehr Aufwand getrieben“, sagt Langston.

Limpet arbeitet nach dem Prinzip der schwingenden Wassersäule („Oscillating Water Column“, OWC): Die Wellen rauschen in 25 Meter lange Röhren und komprimieren die darin enthaltene Luft, so dass diese durch Turbinen gepresst wird. Fließt das Wasser ab, saugt der Unterdruck die Luft durch die Turbinen zurück. Obwohl die Luftrichtung wechselt, drehen sich die trägen Wells-Turbinen stets in die gleiche Richtung. Dennoch gibt es Probleme: „Bei OWCs schwankt die Geschwindigkeit der Luftströmung stark, aber die Strömung muss trotzdem immer brav am Rotor der Turbine anliegen“, erläutert Kai-Uwe Graw vom Institut für Grundbau und Wasserbau an der Universität Leipzig. Daher kämen die Turbinen öfter mal zum Stehen – vor allem, wenn Wasserteilchen mit der Gischt an die Turbinen gelangen. „Dann haben sie plötzlich ein Luft-Wasser-Gemisch mit einer ganz anderen Strömungscharakteristik.“ Bei Limpet gebe es dieses Problem nicht, sagt Langston, weil das Wasser die Turbinen nicht erreiche. Die Technik arbeite einwandfrei. Man habe kürzlich eine andere Turbine eingebaut, die in einem neuen Kraftwerk auf den Faröer-Inseln getestet werde.

Graw glaubt nicht, dass sich Wellenkraftwerke an der Küste rechnen. Wegen der Witterungsbedingungen könne nur bei schönem Wetter oder aber mit aufwändigem Schutz gebaut werden. Limpet kostete 1,75 Millionen Euro. Bei 500 Kilowatt (kW) Leistung entspricht das einer Investition von 3500 Euro pro Kilowatt – viermal so viel wie bei einer Windkraftanlage an Land. Im Rahmen des Küstenschutzes könnten Wellenkraftwerke dennoch Sinn machen, meint Graw. Noch bessere Chancen hätten sie aber Offshore, auf dem offenen Meer. Man könne die Anlage weitgehend am Ufer montieren und erst dann hinausschleppen.

Doch auf See drohen Monsterwellen, die auch stabilste Strukturen zerstören. Besonders erfolgversprechend, so Graw, sei daher der Ansatz einer Firma aus Edinburgh. „Wir haben uns gefragt, wie



Windmühlen unter Wasser: Parks von Doppelrotoren, so hoffen die Entwickler von Seaflow, sollen bald vor europäischen Küsten Strom erzeugen.
Schaubild: MCT

eine Konstruktion aussehen muss, die auch bei hohen Wellen nicht kaputtgeht“, sagt Andrew Scott von Ocean Power Delivery (OPD). Die Anlage seiner Firma heißt „Pelamis“ (griechisch für „Seeschlange“). Sie schwimmt auf dem Wasser und ist mit Trossen am Meeresgrund verankert. Vier Segmente, durch Scharniere verbunden, schwappen auf und ab; hydraulische Motoren setzen die Bewegungsenergie in Strom um.

„Unter hohen Wellen taucht Pelamis einfach durch“, sagt Scott. Sechs Jahre habe die Entwicklung gedauert und fast 14 Millionen Euro verschlungen. Im Mai ging der Prototyp in Betrieb: Die 150 Meter lange, drei Meter dicke und 700 Tonnen schwere Konstruktion schlängelt sich zehn Kilometer vor Schottlands Küste über 50 bis 60 Meter tiefem Wasser und leistet 750 kW. Geplant ist der Bau größerer Kraftwerksparks in Portugal und Schottland, für die Scott mit Installationskosten von etwa 2000 Euro pro kW Leistung rechnet.

Fang mit langen Stahlarmen

Wilfried Knapp von der Technischen Universität München ist beeindruckt von dem Konzept, die hohen Lasten im Sturmfall durch „Wegtauchen“ zu vermeiden. Skeptisch ist er dennoch: „Die Hochdruckhydraulik von Pelamis muss mindestens eine Million Lastwechsel pro Jahr überstehen, mal sehen wie lange sie das aushält.“ Knapp ist an der Entwicklung des „Wave Dragon“ beteiligt, der die Wellen mit Hilfe langer Stahlarme einfängt und in ein schwimmendes Becken leitet, von dem das Wasser senkrecht durch Turbinen abfließt.

Ein kleiner Prototyp des Wave Dragon mit zwei 30 Meter langen Armen arbeitet

seit zwölf Monaten in einem Fjord nahe dem dänischen Ort Nissum. „Für die Energiewandlung setzen wir Turbinen mit einem hohen Wirkungsgrad ein, die ausgereift und langlebig sind“, sagt Knapp. „Aber im Meer ist alles anders.“ Versuchsweise wurden die Turbinen verschieden beschichtet. „In einigen Saugrohren hatten wir ein buntes Wachstum, das den Wirkungsgrad herabsetzt.“ Ein weiteres Problem sei die Korrosion. Knapp ist zwar zuversichtlich, dass sich die Probleme mit dem Einsatz von rostfreiem Stahl lösen lassen, doch der ist teurer als eine Beschichtung.

Das Wave-Dragon-Konsortium will 2006 einen großen Prototypen erproben. Eine Variante wäre eine Anlage mit zwei 170 Meter langen Armen, von denen die Wellen in ein 8000 Kubikmeter großes Reservoir schwappen, um dann über 20 Turbinen wieder ins Meer zu fließen. Ein solches System leistet maximal sieben Megawatt (MW), wiegt aber 33 000 Tonnen. Der Leipziger Wasserbau-Forscher Graw glaubt, „dass die Technik funktioniert“. Ob der Wellendrache aber angesichts seiner riesigen Baumasse wirtschaftlich sein wird, sei fraglich. Die von den Entwicklern angestrebten sieben bis zehn Cent pro Kilowattstunde könnten Wunschdenken bleiben. Schließlich haben Wellenkraftwerke ein prinzipielles Problem mit Windkraftanlagen gemein: Bei Flaute gibt es keinen Strom.

Das ist bei Gezeitenkraftwerken anders: Die liefern auch bei ruhiger See verlässliche Energie. Das größte arbeitet an der Mündung des französischen Flusses Rance bei Saint Malo und leistet 240 MW. Bei Flut wird Meerwasser in ein 22 Quadratkilometer großes Speicherbecken geleitet; bei Ebbe fließt es zurück in den Atlantik und treibt dabei 24 Röhrenturbi-

nen an. Doch der Damm hat drastische Auswirkungen auf das Ökosystem des Flusses. Und wegen der hohen Investitionskosten sei die Anlage nicht wirtschaftlich, meint Jochen Schmid vom Institut für Solare Energieversorgungstechnik an der Universität Kassel.

Schmid indes ist an der Entwicklung von „Seaflow“ beteiligt, das die durch die Gezeiten erzeugten Meeresströmungen nutzt. Vor der Küste North Devons betonierten die Techniker einen 50 Meter hohen Turm 15 Meter tief in den Meeresboden ein. Der „Monopile“ stammt aus der Offshore-Ölindustrie, und auch der Rest ist abgekupfert: Seaflow sieht aus wie ein umgekehrt im Wasser stehendes Windrad. Mit einem Durchmesser von elf Metern kann der Rotor aber deutlich kleiner ausfallen. Alle Bauteile müssen wegen des aggressiven Salzwassers dicht sein. 2006 soll der Prototyp einer Doppelrotoranlage mit 1,2 MW Nennleistung installiert werden. Schmid rechnet mit Investitionen von 1750 Euro pro Kilowatt, vergleichbar dem dänischen Offshore-Windprojekt Horns Rev. Die Ausbeute von Strömungskraftwerken sei aber „exakt voraussehbar“.

Noch habe die Technologie einen Rückstand von mehr als fünf Jahren auf die Windenergie, doch langfristig könnten Meeresströmungen fünf bis zehn Prozent des weltweiten Energiebedarfs decken, prognostiziert Schmid. Voraussetzung dafür sei, dass das Wasser mit einer Geschwindigkeit von mindestens zwei Meter pro Sekunde fließt. Die ideale Wassertiefe liege bei 15 bis 20 Meter. An der europäischen Atlantikküste gibt es solche Bedingungen hundertfach, etwa vor der Küste Schottlands. Dort könnte saubere Energie – nach dem Whisky – ein zweiter Exportschlager werden.