Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 128 (2002)
Heft: 10: Alternative Energien

Artikel: Mehr Strom durch Meeresströme
Autor: Scheil, Claudia
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-80384

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 27.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Claudia Scheil

Mehr Strom durch Meeresströme

1
Die Seaflow-Anlagen können in Farmen gruppiert werden (Bild: MCT)

1963 hielt Präsident John F. Kennedy eine mitreissende Rede vor dem amerikanischen Kongress, in der er seine Vision vom «... Verwandeln der ozeanischen Ströme in einen nationalen Aktivposten ...» beschrieb. Heute – 40 Jahre danach – steckt die Technologie, die Energie aus Meeresströmung gewinnen soll, noch immer in den Anfängen. Diverse mehr oder weniger weit fortgeschrittene Projekte sind weltweit lanciert worden – Zukunftsperspektive oder bloss eine Walfalle mehr?

Die Erde – «der Blaue Planet» – ist zu mehr als 70 % von Wasser bedeckt. Dieses Wasser steht aber nicht still, sondern ist ständig in Bewegung. Durch die Schwerkraft von Sonne und Mond werden einerseits Flutberge erzeugt. Andererseits erhält das komplexe Zusammenspiel von Wind und Erdrotation sowie wechselnder Wassertemperatur und -dichte ein System von Meeresströmungen aufrecht: In der Tiefe fliesst kaltes Wasser von den Polen zu den Kontinenten, auf der Oberfläche verschieben Winde das von der Sonne erwärmte Wasser. Die Kräfte in diesen Meeresströmungen sind enorm: Allein der Golfstrom transportiert in jeder Sekunde

2
Umstrittenes Gezeitenkraftwerk «La Rance»: Auf den ersten Blick unsichtbar sind die Umweltschäden, die trotz Nutzung einer regenerativen Energieressource entstanden sind (Bild: Keystone)

Wer baut und bezahlt Meeresströmungskraftwerke?

Das Konsortium für das Seaflow-Projekt wird von Marine Turbines Ltd. (MCT) geleitet. MCT ist eine Tochterfirma des britischen Ingenieurbüros IT Power Ltd., die mit mehr als zwanzigjähriger Forschungs- und Entwicklungserfahrung führend auf dem Gebiet der Meeresströmungsenergie ist. Weitere Mitglieder sind die ebenfalls britische Seacore Ltd., eine Spezialfirma für Offshoretechnik, Bendalls Engineering und Corus UK, beides Hersteller von Stahlspezialanfertigungen, die deutsche Jahnel-Kestermann Getriebewerke Bochum GmbH sowie der schwedische Turbinen- und Pumpenhersteller ITT-Flygt. Die Entwicklung von Rotor, Steuerung, Regelung und Netzanschluss erfolgte in Deutschland im GhK-Institut der Universität Kassel unter Prof. Dr. Ing. Jürgen Schmid.

Das Seaflow-Projekt wurde im Rahmen des Joule-Programms der EU mit 600 000 DM gefördert. Das britische Department of Trade and Industry (DTI) beteiligte sich an den Kosten für Forschung und Entwicklung des Prototyps mit insgesamt 1 Million britischen Pfund, während die deutsche Regierung die weitere Entwicklungsarbeit an der Universität Kassel mit 900 000 DM unterstützt.

Andere Projekte der Firma IT Power sind unter anderem eine verankerte 15-kW-Unterwasserturbine im schottischen Loch Linnhe, eine flusswassergetriebene Turbine für Bewässerungszwecke in Juba (Sudan) und Ressourcenstudien «Gezeitenenergie» für Europa, die Philippinen und spezifisch Grossbritannien (Orkney- und Shetlandinseln sowie Schottland).

Wale in Not

Die Nordsee ist in vielerlei Hinsicht einzigartig unter den Weltmeeren – im positiven wie im negativen Sinne. Es handelt sich um das grösste Schelfmeer der Welt. Seit ihrer Entstehung vor 50 Millionen Jahren hat sich in ihr eine besonders reiche Artenvielfalt entwickelt. Bekannt ist die Nordsee aber leider eher wegen der negativen Schlagzeilen: kollabierende Fischbestände, die am meisten befahrene Schifffahrtsstrasse der Welt, schlechte Wasserqualität, die höchste Dichte an Ölförderungsanlagen, Giftmülldeponie, Schrottplatz und Endlager für alle Staaten, die an ihre Küsten grenzen. Die Nordsee ist noch dazu das lauteste Meer. Wissenschafter haben festgestellt, dass der Lärmpegel in der Nordsee durchschnittlich bei 100 Dezibel liegt – die Emission eines Presslufthammers liegt im selben Bereich. Wale haben aber im Vergleich zu uns Menschen ein empfindlicheres Gehör. Zudem breitet sich Schall unter Wasser schneller und weiter aus als in der Atmosphäre – daher ist die Lärmbelästigung im Meer enorm.

Zwischen November 1994 und Januar 1998 strandeten 80 Pottwale an den Küsten der Nordseeanrainerstaaten Deutschland, Holland, Belgien, Dänemark und Schottland. Der Pottwal lebt gewöhnlich im tiefen Wasser, wo er Tintenfische jagt, die in bis zu 3000 m Tiefe leben. Was macht diese Walart in der flachen Nordsee? Eine Theorie ist, dass die Wale auf ihrer jährlichen Wanderung vom nördlichen in den südlichen Atlantik versuchen, dem Lärm von den zahlreichen Bohrinseln vor den Shetlandinseln auszuweichen und dabei versehentlich in die Nordsee gelangen, wo ihr Biosonar nicht mehr funktioniert – sie stranden entkräftet und orientierungslos.

Die Ölförderungsgesellschaften mit ihren Bohrungen und Sprengungen sowie das Militär mit seinen starken Sonargeräten verursachen den weitaus grössten Teil der Lärmverschmutzung. Dennoch muss darauf hingewiesen werden, dass die Installation von zahlreichen Offshore-Windenergie- und Meeresströmungsanlagen den Lärmpegel und die Zahl der Hindernisse in der Nordsee noch vergrössern werden. Das heisst nicht, dass die Anlagen zur regenerativen Energieerzeugung schlecht sind, es heisst vielmehr, dass das Thema Lärmverschmutzung und Bebauung der Nordsee umso dringender auf die Tagesordnung einer Nordseekonferenz gehört.

mehr als 80 Millionen Kubikmeter Wasser an Miami (USA) vorbei. Meerwasser hat zudem die 832fache Dichte von Luft. In einem Meeresstrom mit einer Geschwindigkeit von 2,5 m/s steckt daher die gleiche Energie wie in einem Orkan, der mit 75 m/s über die Erdoberfläche fegt. Für die Ingenieure von Meeresströmungskraftwerken sind diese Tatsachen von grossem Vorteil: Wasserturbinen können wesentlich kleiner dimensioniert sein und daher geringere Abstände zueinander haben als Windrotoren.

Darüber hinaus ist Meeresenergie – im Gegensatz zu vielen anderen regenerativen Energien – fast vollständig berechenbar. Richtung und Stärke der Strömung sind entweder konstant oder wechseln mit den vorhersagbaren Gezeiten. Im Meer fehlen Extremereignisse – Stürme können Wind- und Wellenkraftwerke beschädigen, wirken sich aber kaum bis in Tiefen von mehr als 10 m aus, wo die Turbinen der Meeresströmungskraftwerke arbeiten. Aus diesem Grund muss nicht mit einem «Worst-Case»-Szenario gerechnet werden – die Konstruktionskosten für eine Unterwasserturbine sind deshalb erheblich tiefer. Auch das Gewicht der Anlage muss nicht berücksichtigt werden. Deshalb können einfache, robuste und kostengünstige Materialien wie etwa Stahl verwendet werden.

Gezeiten-Stauwehre: die Begeisterung verebbt

Konventionelle Gezeitenkraftwerke – wie etwa «La Rance» in Frankreich (Bild 2) – nutzen den Tidenhub: Mittels der Gezeiten und eines Wehrs, das ein Staubecken vom Ozean abtrennt, wird eine Wasserspiegeldifferenz erzeugt, um die Turbinen anzutreiben. Das Kraftwerk La Rance erzeugt je nach Wasserstand eine Leistung von 80–240 MW.

Allerdings ist der Bau eines derartigen Gezeitenkraftwerkes aufwändig und erst ab einem regelmässigen Tidenhub von mehr als drei Metern technisch sinnvoll. Der Tidenhub an Europas Küsten beträgt meist nicht mehr als einen Meter, weshalb die Zahl der geeigneten Kraftwerksstandorte sehr gering ist. Ausserdem ist aufgrund der Mindestanforderung für die Wasserspiegeldifferenz die Nutzungsdauer pro Gezeitenzyklus begrenzt. Eine Anlage wie La Rance verursacht daher in Relation zu der tatsächlich gewonnenen Energie hohe Kosten.

Darüber hinaus wirken die enormen Wehranlagen nachteilig auf die umgebende Umwelt ein. Das Mündungsgebiet der Rance verwandelte sich – wegen der Abschottung vom Ozean – innerhalb kurzer Zeit von einem Watt zu einer Süsswassersumpflandschaft. Durch den veränderten Flusslauf wurde zudem die Sedimentablagerung der Rance gestört: Seit dem Bau des Kraftwerks verlandet das ehemalige Mündungsgebiet zusehends, weil im Fluss mitgeführter Schlamm nicht mehr ins Meer abfliessen kann.

Aber nicht nur das Ökosystem musste sich anpassen. Das Sperrwerk wirkt sich auch dramatisch auf die örtliche Fischerei aus, da viele Fischarten wie Aal, Hering oder Makrele ausgesperrt sind und die Schiffspassage durch das Kraftwerk nur zu bestimmten Zeiten offen ist.

Trotz aller Einwände ist die Nutzung der Gezeiten- und anderer Meeresströmungen emissionsfrei, kohlendioxidneutral und erneuerbar – also potentiell umweltfreundlich. Weltweit werden daher umweltverträglichere und ökonomischere Kraftwerkstechnologien erprobt. Diese zielen darauf ab, die Strömungsenergie des Meerwassers direkt zu nutzen, anstatt sie indirekt mittels Stauwehr und -becken einzufangen. Dadurch vergrössert sich die Zahl der geeigneten Standorte für Kraftwerke – nicht nur Gezeiten, sondern auch Strömungen wie der Golfstrom können «angezapft» werden. Zudem sind bei den neuen Technologien viele der Probleme, die bei konventionellen Gezeitenkraftwerken wie La Rance entstehen, vermeidbar.

Die Bedingungen für eine ökonomische Ausbeutung dieser Ressource sind je nach gewählter Technologie unterschiedlich. Gefordert sind typischerweise schnell fliessende Meeresströmungen mit einer Geschwindigkeit von 1,5–2,5 m/s sowie Wassertiefen von 20–35 m. Solche Bedingungen herrschen vorwiegend in küstennahen Gebieten, wo das Wasser durch die geographischen Konturen in bestimmte Bahnen gezwungen wird – etwa zwischen Inseln, in Meerengen, Flussmündungen, Buchten und vor ins Meer ragenden Landspitzen.

Windmühlen im Meer: das Seaflow-Projekt

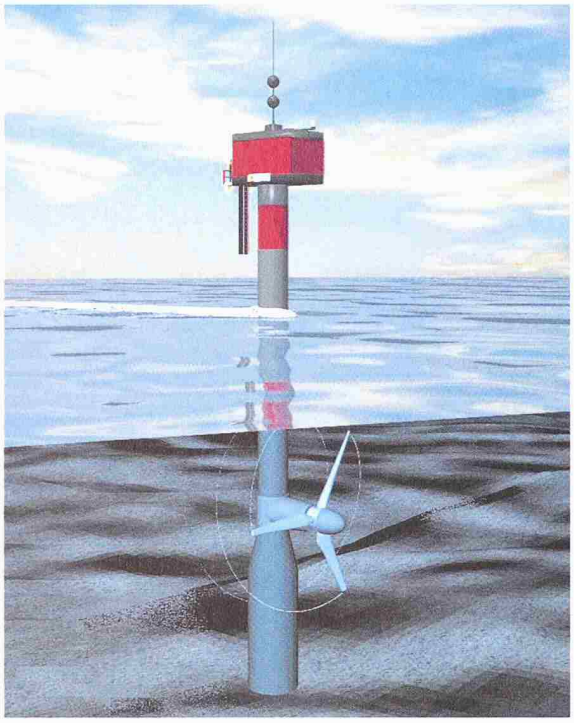
Das bisher am weitesten fortgeschrittene Meeresströmungskraftwerk ist ein 350-kW-Prototyp (Bild 3), der zurzeit von einem britisch-deutschen Konsortium vor der Küste bei Lynmouth in Devon (Grossbritannien) installiert wird und im Frühsommer 2002 offiziell den Betrieb aufnehmen soll (grüner Kasten).

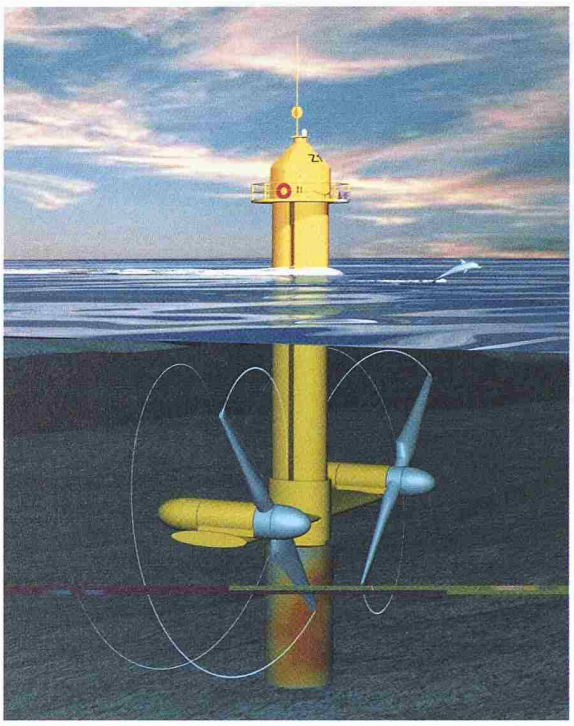
Das so genannte Seaflow-Kraftwerk sieht aus wie eine im Meer versenkte Windmühle (Bilder 1, 3, 4 und 5). Tatsächlich stammt das Know-how für diese Anlage im Wesentlichen aus der Windenergie, wobei die Parameter auf die veränderten Dichte- und Kraftverhältnisse im Meer angepasst werden mussten.

Die Anlage besteht aus einem 15–20 m grossen Rotor, der via Getriebe einen elektrischen Generator antreibt. Die Einheit ist auf einen Stahlpfeiler mit 2 m Durchmesser montiert, der seinerseits direkt in eine Felsbohrung im Meeresboden eingesetzt wird. Die Technologie nennt sich Monopile Fundament und ist relativ bekannt – etwa aus der Offshore-Ölindustrie und aus der Offshore-Windenergie (tec21, 14/2001).

Das Erstellen der Felsbohrung, das Einsetzen des Stahlpfeilers und die Installation von Rotor und Generator kann von einer Hubplattform aus vorgenommen werden. Auch für die Wartung sind keine teuren Unterwasseroperationen notwendig. Der Stahlpfeiler endet über Wasser in einer Plattform mit Luke, die den trockenen Zugang zur Generatoreinheit ermöglicht. Die Verbindung zum Netz erfolgt mittels eines Seekabels.

Bis 2004 sollen mehrere 750-kW-Anlagen dieses Typs als vorkommerzielles Projekt installiert sein. Ähnlich wie Windenergieanlagen sollen die Turbinen in «Farmen» gruppiert werden, um die Energie über die volle Breite des Stromes extrahieren zu können. Viele bisher untersuchte potentielle Standorte bieten Platz für mehrere hundert Maschinen (Bild 1).





3/4
Das am weitesten fortgeschrittene Projekt – Prototyp der Seaflow-Anlage (links) und das Zwillingsrotorenmodell von Seaflow (rechts, Bild: MCT)

Auch diese Anlage kann, wie die Solo-Turbine, relativ schnell und günstig installiert werden, so dass nur eine relativ geringe Zeitspanne zwischen Investition und ersten Einnahmen verstreicht. Dies und die einfache Wartung machen Bau und Betrieb grösserer Meeresströmungsfarmen wesentlich unproblematischer als die Errichtung von Stauwehren und Gezeitengittern.
Studien zeigen, dass rund um Grossbritannien genug geeignete Standorte für diese Art von Kraftwerk vorhanden wären, um etwa 20 % des gesamten britischen Energiebedarfes allein durch Nutzung der Gezeitenströmungen zu decken. Ein unabhängiger Gutachter des britischen Department of Trade and Industry bestätigte jüngst eine Studie des Seaflow-Konsortiums, nach der es möglich ist, schon bei Projekten im 30-MW-Bereich die Kosten für die Energieerzeugung auf 4 p/kWh zu drücken.

Wie umweltfreundlich ist Seaflow?

Wird die Idee, Meeresströmungsenergie zu nutzen, weiter mit so viel Ehrgeiz verfolgt, werden schon in naher Zukunft diverse Baustellen in den Weltmeeren entstehen. Und obwohl wir die fertiggestellten Kraftwerke über Wasser nicht hören und fast nicht sehen können (Bild 5), werden sie einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das marine Ökosystem haben: Beeinträchtigung des Meeresbodens durch Fundamente, Lärmemissionen, Gefährdung der Meeresbewohner durch die drehenden Rotoren, für den Betrieb und zum Schutz der Anlage vor Bewuchs eingesetzte umweltschädliche Substanzen (blauer Kasten). An der Minimierung dieser Umwelteinflüsse wird bei der Seaflow-Anlage gearbeitet.
Das Einbringen der Monopile-Fundamente involviert die Bohrung eines 2,3 m weiten Lochs in den Meeresboden. Da die Prozedur nur wenige Tage in Anspruch nimmt, ist die Beeinflussung des umgebenden Meeresbodens nur kurzzeitig und gering, steigt allerdings mit der Zahl der installierten Anlagen. Vor Installationsbeginn hat ein unabhängiges Institut die Flora und Fauna des Meeresbodens erfasst, so dass eine Nachkontrolle möglich sein wird.
Der Lärm, den die Anlagen unter Wasser erzeugen, ist im Vergleich zu dem einer Schiffsschraube relativ gering – eine erhebliche Geräuschentwicklung bei den Seaflow-Rotoren wäre ein Indikator für Ineffizienz, was natürlich nicht im Interesse der Ingenieure liegt.
Zudem wird die Unfallgefahr für Fische und Meeressäuger als gering eingestuft, da sich diese in Strömungen ähnlich schnell bewegen wie die Rotoren. Oder um es mit den Worten von Peter Fraenkel, dem Direktor von MCT, zu sagen: «Die Wahrscheinlichkeit einer Kollision mit dem Rotor ist für einen Fisch [...] gleich der eines Frontalzusammenstosses mit einem anderen Fisch – also sehr unwahrscheinlich.»
An der geplanten Seaflow-Anlage wird zudem zur Problematik «Bewuchs auf den Rotoren» eine Studie erstellt, um Auftreten und Einfluss von Bewuchs auf den Betrieb der Anlage zu klären. Sollten Probleme auftauchen, werden Kathodenschutz und TBT-freie Antifou-

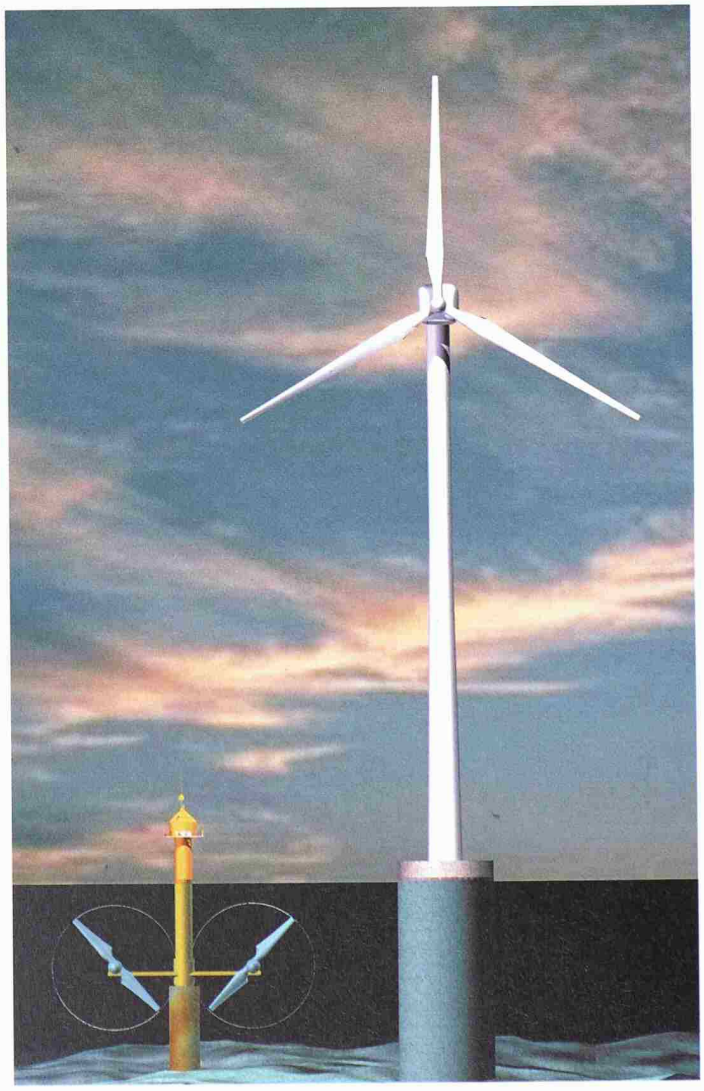
ling-Produkte aus dem Schiffsbau in Erwägung gezogen. Allerdings wird ein Bewuchs mit Krustentieren und Algen nicht erwartet, weil die Rotoren sich kontinuierlich drehen und in der Tiefe von 10 m unter der Wasseroberfläche die Lichtverhältnisse für Lebewesen relativ schlecht sind.
Die einzige potentiell umweltgefährdende Substanz in der Seaflow-Anlage werden wenige Liter hydraulisches Öl sein, die durch mehrere dicke Stahlummantelungen – unter anderem den Stahlpfeiler selber – vom Meer getrennt sind.
Peter Fraenkel meinte in einer Stellungnahme zum Thema Umweltbeeinflussung: «Es gibt wohl kein Verfahren der Energieerzeugung, das die Umwelt nicht beeinflusst. Ich bezweifle allerdings, dass es zurzeit eine Methode gibt, die einen geringeren Umwelteinfluss pro MW installierter Leistung hat als die, die wir vorschlagen.»

Auf hoher See: die Gorlov-Helical-Turbine

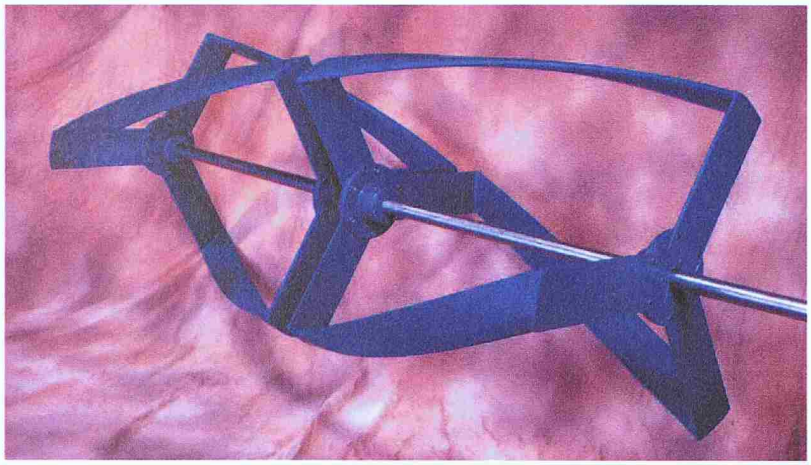
Das Seaflow-Kraftwerk ist nicht das einzige Projekt zur Gewinnung von Meeresenergie. Prof. Alexander Gorlov von der Northeastern University in Boston arbeitet mit seinem Team an einer Anlage zur Extraktion von Energie aus Meeresströmungen auf hoher See. Gorlov ist der Entwickler und Patentrechtinhaber der so genannten Gorlov-Helical-Turbine (Bild 6). Die Besonderheit der Turbine ist ihre Flexibilität. Sie dreht sich, unabhängig von der Strömungseinwirkung, immer in die gleiche Richtung und kann sowohl horizontal als auch vertikal installiert werden. Sie ermöglicht die hocheffiziente Konversion von langsam fliessenden Wasser- oder Luftströmungen in elektrische Energie. Kleinere Modelle wurden bereits im Strömungstank getestet, und schon bald soll ein erster Prototyp im Golfstrom erprobt werden.
Der ehrgeizige Plan ist, inmitten des Golfstromes hundert Module, bestehend aus 656 Dreifachhelix-Turbinen, zu installieren. Die Turbinen von je 33m Höhe und 40 m Durchmesser würden in mehreren Säulen innerhalb einer gitterartigen Struktur installiert. Das Kraftwerk würde je nach Geschwindigkeit des Meeresstromes (1,5–2,5 m/s) 30–136 MW Leistung bringen. Die elektrische Energie soll dazu genutzt werden, aus dem Meer Wasserstoff zu extrahieren, der dann per Tankschiff oder Pipeline an Land transportiert werden könnte.

Gezeitengitter: das Bluenergy-Projekt

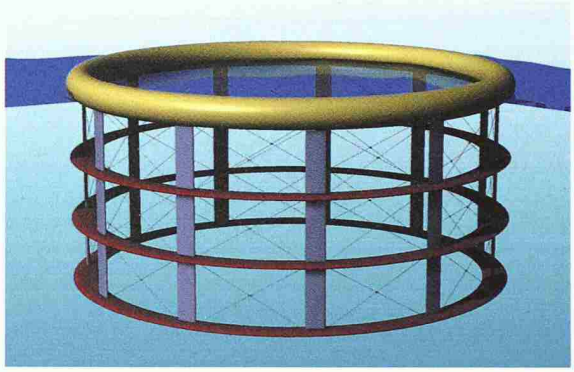
Mindestens genauso ehrgeizig, aber technisch weiter fortgeschritten ist das Projekt einer kanadischen Firma. Ihre H-förmigen Vertikalachsen-Turbinen sollen innerhalb einer modularen Gitterstruktur an günstigen Stellen in gezeitengetriebenen Meeresströmen installiert werden – etwa in Meerengen und Flussmündungen.
Im Unterschied zu herkömmlichen Gezeitenkraftwerken sollen die Strukturen, in denen die so genannten Davis-Hydroturbinen installiert werden, für Meereslebewesen und Sedimente durchlässig sein. Diese Art von Design wird im Englischen «Tidal Fence» (Gezeitenzaun oder -gitter) genannt.
In einer ersten Phase wird eine 500-kW-Demonstrationsanlage, bestehend aus zwei Davis-Turbinen, installiert. In der zweiten Phase des Projekts soll das Meeresströmungskraftwerk mit der Technologie zur Erzeugung von Wasserstoff kombiniert werden.
Aber damit nicht genug, die Kanadier verfolgen bereits noch grössere Ideen. Geplant ist ein vier Kilometer langes Gezeitengitter, bestehend aus 274 Davis-Turbinen, zwischen den philippinischen Inseln Samar und Dalupiri. Mit dem 1100-MW-Kraftwerk könnten die Philippinen zum Grossexporteur für elektrische Energie werden (Bild 7).
Grosse, massive Strukturen im Meer haben aber in jedem Fall einen enormen Einfluss auf die Umwelt. Ihr Bau erfordert einen nicht unerheblichen Aufwand und ist somit sehr teuer. So kann etwa beim Dalupirikraftwerk erst im vierten Projektjahr, nach Installation des ersten Moduls, die erste Energie erzeugt werden. Nach sechs Jahren soll der erste Abschnitt des Kraftwerks fertiggestellt sein. Kosten: mehr als drei Milliarden US-Dollar.



5
Strömungskraftwerke brauchen im Vergleich zu Windenergieanlagen wenig Platz (Bild: MCT)



6
Dreht sich unabhängig von der Strömung immer in gleicher Richtung: die Gorlov-Helical-Turbine. Prof. Gorlov erhielt 2001 für das Design von der American Association of Mechanical Engineers (ASME) den Thomas A. Edison Patent Award (Bild: A. Gorlov)



7/8
Das Gezeitengitter aus Davis-Hydroturbinen ist durchlässig für Meeresbewohner und Sedimente (links, Bild: Bluenergy). Der Vorteil der Solo-Turbine ist ihre Schwimmfähigkeit – feste Strukturen als Verankerung im Meeresboden sind unnötig (rechts, Bild: S. Salter)

Ringstrukturen: das Solo-Projekt

Auch der Wellenenergiepionier Prof. Stephen Salter von der University of Edinburgh hat eine Idee zur Nutzung von Gezeitenströmen entwickelt. Bei der Solo-Turbine, die bisher leider das Zeichenbrettstadium noch nicht hinter sich gelassen hat, handelt es sich ebenfalls um eine Vertikalachsenturbine. Im Gegensatz zu den oben genannten Anlagen soll die Turbine jedoch nicht an einer fest im Meeresboden verankerten Struktur befestigt werden, sondern – durch einen ringförmigen Schwimmkörper unterstützt – an der Meeresoberfläche treiben. Ein kompletter Ring würde ein Gewicht von etwa 600 t und einen Durchmesser von 50 m haben, die Turbinenflügel eine Länge von 20 m. Erwartet wird eine elektrische Leistung von mehr als 12 MW. Das ist keine besonders bemerkenswerte Energiemenge, wenn man die Solo-Turbine mit den bereits genannten Projekten vergleicht. Die flexible Installation ohne feste Verankerung stellt allerdings eine ökonomisch wie ökologisch interessante Idee dar (Bild 8).

Warum erst jetzt?

Bei all der Euphorie um die Umweltverträglichkeit der neuen Kraftwerkstypen drängt sich die Frage auf, weshalb nicht schon seit langem Energie aus Meeresströmungen gewonnen wird. Es liegt im Wesentlichen daran, dass die Technologie zur kostengünstigen und raschen Offshore-Installation erst seit kurzem vorhanden ist. Zudem nehmen regenerative Energien erst seit Kioto wieder einen Platz in der politischen Agenda ein.

Claudia Scheil, Dipl.-Ing. (FH), 39 Nutkins Way, Chesham, Buckinghamshire HP52BE, Great Britain, emigrant@siritjark.freeserve.co.uk