

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 99 (2008)
Heft: 2

Artikel: Die Kraft aus den Meeren
Autor: Schenler, Warren
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-855818>

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: 08.02.2026

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

Die Kraft aus den Meeren

Wellenenergie hat Zukunft

So viel vorweg: Wellenenergie ist nicht die einzige Energie-ressource der Weltmeere. Gezeitenkraft, Strömungsenergie und die Nutzung von thermischer Energie der Ozeane sind weitere nutzbare Quellen. Die Wellenenergie ist aber besonders reich und weitläufig vorhanden. Experten gehen deshalb davon aus, dass sie in Zukunft von allen Energieressourcen der Weltmeere am meisten genutzt wird.

Wellenkraft ist eine indirekte Form der Sonnenenergie. Die Sonne ist gewissermassen der Antrieb für die Winde, die wiederum die Bewegung des Wassers auf den Ozeanen auslösen. Die Macht der Wellen

Warren Schenler

hängt von der Windstärke ab. Je weniger der Wind durch Landmassen aufgehalten wird, desto stärker ist seine Kraft auf das Wasser.

Wichtig ist auch die Distanz, über welche sich die Wellen aufbauen (der Fetch). Erreichen Wellen die Küste, so geht die Energie teilweise auf den Meeresgrund über. Die verbleibende Energie konzentriert sich in Form von steigender Wellenhöhe an der Oberfläche.

Potenzial

Wo das Wasser tief ist, der Wind stark und der Ozean weit, liegt das grösste Potenzial für Wellenkraftwerke. Da bei geringer Wassertiefe Energie vom Wasser auf den Meeresboden übergeht, ist die verfügbare Energie Offshore etwa 3–8-mal grösser als direkt an der Küste. Der ideale Standort für Wellenkraftwerke liegt 1–5 km vor der Küste, bei einer Wassertiefe von 30–90 m.

Die grössten Ressourcen an Wellenenergie sind an Westküsten höherer Breitengrade vorhanden, vor denen in Windrichtung grosse, offene Ozeane liegen. Auf der südlichen Hemisphäre ist diese Entwicklung aufgrund weniger Landmassen sogar noch stärker als auf der nördlichen Halbkugel. Allerdings ist dort der Strombedarf wegen dünnerer Besiedlung kleiner.

In Europa haben daher Offshore-Kraftwerke vor den Küsten Englands und

Schottlands das grösste Potenzial. Die Führungsrolle bei der Wellenkraftwerkstechnologie hat denn auch Nordeuropa inne. Dort gibt es nebst den grossen Ressourcen, besonders rund um die Britischen Inseln, dank der Offshore-Öl- und -Gasindustrie auch eine gute lokale Fachkenntnis.

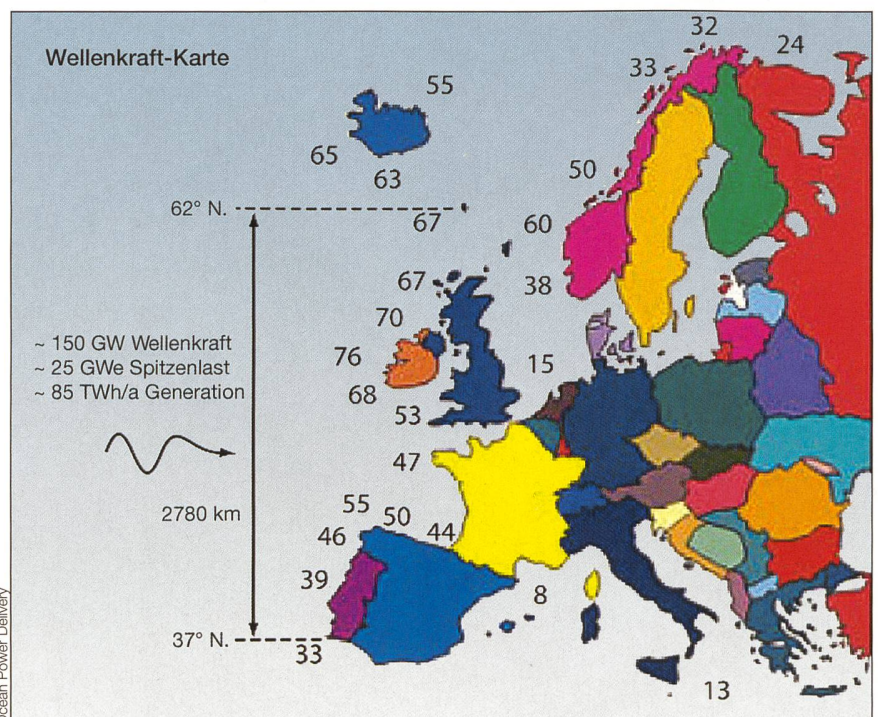
Technisches Potenzial

Das technische Potenzial der Wellenenergie hängt also von verschiedenen Faktoren ab und kann in folgender Gleichung ausgedrückt werden. Die folgenden Berechnungen des technischen Potenzials in

Europa dienen als Illustration. Sie basieren auf groben Annahmen:

Stromerzeugungspotenzial pro Jahr = Wellenenergiepotenzial (MW/km) · Länge des Wellenkamms (km) · Faktor der Energieausbeute · jährlicher Nutzungsgrad.

Das Potenzial der Wellenenergie für die Atlantikküsten Europas wird durchschnittlich auf 55 MW/km geschätzt (siehe Bild unten). Die Länge des Wellenkamms, die für dieses Beispiel gewählt wurde, erstreckt sich von der südlichen Spitze Portugals bis zu den Färöer-Inseln im Norden. Diese Distanz beträgt rund 2780 km. Das bedeutet, dass die insgesamt auf die Küste treffende Energie etwa 55 MW/km · 2780 km, also ca. 150 GW beträgt. Im Vergleich dazu beträgt die globale Wellenenergieressource 2–3 TW.¹⁾ Die Energieausbeute ist vom Design des Wellenkraftwerks abhängig und variiert zwischen 10 und 40%. Dazu kommt, dass zwischen den einzelnen Generatoren ein gewisser Abstand bestehen muss, abgesehen davon müssen Seewege und Fischereigebiete für die Schifffahrt frei gehalten werden. Dafür lassen sich Wellenkraftwerke mit gestaffeltem Abstand in mehreren Reihen anordnen, um das Maximum an Energie zu nutzen. Angepasst an die



Wellenressource ergibt sich, dass etwa 40–50% der offshore vorhandenen Wellenenergie in Strom umgewandelt werden kann. Zusammen mit der eher willkürlichen Annahme, dass maximal an 40% der gesamten Nord-Süd-Distanz Kraftwerke eingesetzt werden können, ergibt sich ein Ausbeutefaktor von 16–20%. Der jährliche Nutzungsgrad schliesslich hängt von der saisonalen Variation des Windes ab, der die Energie der Wellen zum Schwanken bringt. Daher können die Generatoren nicht das ganze Jahr über mit 100% der Nennleistung arbeiten. Aufgrund der Werte aus der Literatur kann ein Nutzungsgrad von 40% angenommen werden.

Eine Kombination all dieser ungefähren Faktoren lässt den Schluss zu, dass die maximale potenzielle Leistung für die Offshore-Stromproduktion in Europa im Bereich von 25 GW liegen sollte. Mit einem Nutzungsgrad von etwa 40% beziehungsweise 3500 h/a ergibt sich ein jährliches Potenzial für die Stromproduktion von etwa 85 TWh. Das entspricht ungefähr 1,5-mal dem schweizerischen Stromverbrauch im Jahr 2006.

Wirtschaftliches Potenzial

Die meisten Typen der Wellenkraftwerke sind noch in der Phase der Forschung und Entwicklung. Derzeit sind nur wenige Prototypen und Demonstrationsanlagen in Betrieb. Die Kostenschätzungen basieren daher auf allgemeinen Abschätzungen aus der Literatur zur Wellenenergie und auf dem Bericht des PSI für das BFE aus dem Jahr 2005²⁾ mit Zahlen vom Jahr 2004. Die meisten Schätzungen liegen im Bereich von 11–16 Rp./kWh. Bei einigen Grossanlagen werden die Kosten optimistisch mit 3,8–5 Rp./kWh. abgeschätzt. Da die Ressource kostenlos ist, sind die Amortisation des Kapitals und die Wartung die einzigen Kostenfaktoren von Wellenkraftwerken.

Die Kapitalkosten für Wellenkraft sind typischerweise höher als jene für fossile oder nukleare Kraftwerke, da die Energieresource weniger konzentriert ist. Sie ist aber immer noch konzentrierter als für Wind- und Fotovoltaikanlagen. Diese Kapitalkosten sollten über eine relativ lange Lebensdauer von mehr als 30 Jahren amortisiert werden. Allerdings ist diese Dauer unter den zum Teil extremen Wetterbedingungen noch nicht bewiesen.

Umweltauswirkungen

Aus ökologischer Sicht hat die Stromerzeugung in Wellenkraftwerken im Allgemeinen sehr geringe negative Effekte. Es gibt keine direkten Emissionen, keine festen Abfälle und keinen direkten Verbrauch von fossilen Ressourcen. Wie jede Energieform

ist aber auch die Wellenkraft nicht ohne ökologische Auswirkungen. Bei einigen Wellenkraftwerken kommen hydraulische Schmiermittel zum Einsatz, welche möglicherweise durch Unfälle oder während der Wartung ins Meer gelangen könnten. Gewisse Emissionen sind auch durch die Schiffe, die bei der Installation der Anlagen und zu deren Wartung eingesetzt werden, zu erwarten. Insgesamt erscheint das Verschmutzungsrisiko durch diese Quellen jedoch relativ gering. Da die Offshore-Stromerzeugung den Wellen Energie entzieht, kommt es an den Küsten zu einer geringeren Wellenaktivität, und die damit verbundene Erosion der Strände nimmt ab. Dieser Effekt ist stark davon abhängig, ob der Strand sandig oder felsig ist. Eine abnehmende Wellenaktivität könnte auch zur Beeinflussung der Fischbestände führen, indem das Verhältnis einzelner Fischarten zueinander verändert wird.

Nebst den ökologischen Auswirkungen gibt es auch ästhetische: Onshore-Anlagen können Standorte, die landschaftlich oft sehr reizvoll sind, Attraktivität entziehen. Auch die Verbindung mit dem Stromnetz wird bei On- und Offshore-Anlagen sichtbar sein, bei Onshore- mehr als bei Offshore-Anlagen. Schliesslich stellen Offshore-Anlagen eine gewisse Gefahr für die Schifffahrt dar, für den Handel, die Fischerei und die Marine. Sie müssen auf Navigationskarten und natürlich auch durch deutlich sichtbare beleuchtete Bojen gekennzeichnet werden.

Technologie der Onshore-Anlagen

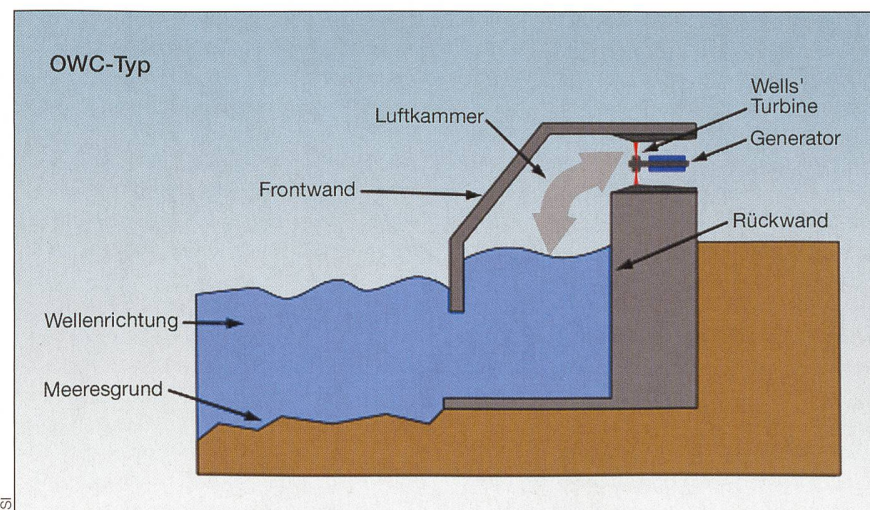
Entsprechend ihrer Standorte gibt es zwei Kategorien der Wellenkrafttechnologie: Onshore- und Offshore-Stromerzeugung. Onshore-Anlagen befinden sich in der Brandungszone, also im seichten Wasser. Es gibt weniger Standorte, die sich

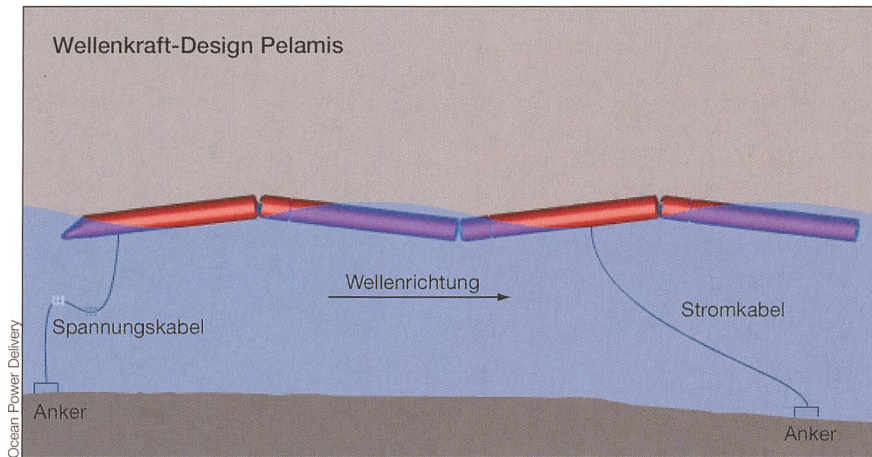
eignen, als bei Offshore-Anlagen. Sie sind hauptsächlich durch zwei Faktoren beschränkt: Die Eignung des Standorts – die Beschaffenheit der Küste und die Wucht der Wellen – und der Schutz des Landschaftsbilds. Ein grosser Vorteil von Onshore-Anlagen ist, dass zum Stromtransport an Land keine Seekabel nötig sind und dass Sturmschäden weniger wahrscheinlich sind als bei Offshore-Anlagen. Der grösste Nachteil: Onshore-Anlagen können von einer viel geringeren Wellenwucht profitieren, als sie draussen auf dem Meer vorkommt.

Oscillating Water Column Designs

Der am weitesten verbreitete Typ der Onshore-Anlagen mit mehreren Pilotanlagen heisst Oscillating Water Column Designs (OWC). Bei diesem Typ führt die Wellenbewegung dazu, dass der Wasserspiegel innerhalb einer Kammer, die nur einen Ausgang hat, oszilliert. Die Luft oberhalb des Wassers wird bei jedem Ansteigen des Wasserspiegels komprimiert, und diese komprimierte Luft wird zum Antrieb eines Turbinengenerators verwendet. Jedes Mal, wenn sich die Welle zurückzieht, kehrt sich die Luftströmung um. Die Luftturbine, «Wells-Turbine» genannt, weist ein spezielles Design auf. Dieses ermöglicht, dass sie sich während beider Hälften des Wellenzyklus in die gleiche Richtung dreht und Energie aufnimmt. Der Unterschied zwischen der grossen Wasseroberfläche innerhalb der Kammer und dem kleinen Querschnitt des Luftaustritts hat zur Folge, dass die relativ geringe Geschwindigkeit der Wellenbewegung in eine deutlich schnellere Luftbewegung übersetzt wird.

Der OWC-Typ gleicht in vielerlei Hinsicht einer natürlichen Küste, wo Wellen in existierende Kanäle oder Höhlen eindringen und einen natürlichen Ausfluss oder eine Wasserfontäne schaffen (blowhole). Da ein





Einbau dieser Anlagen in vorhandene Meeressklippen sehr teuer käme, ist die Errichtung an exponierten und abgelegenen Standorten vorgesehen.

Pendulum Design

Ein weiterer Anlagentyp ist das Pendulum Design. Mit einem hängenden Pendel wird die Energie der auftreffenden Wellen genutzt. Das Pendel hängt unterhalb einer Drehachse, und die Wellen bewegen es vor und zurück. Diese oszillierende Bewegung wird an einen hydraulischen Zylinder weitergegeben, der wiederum einen hydraulischen Motor oder Generator treibt.

Tapered Channel Design

Beim Tapered Channel Design wird ein kegelförmiger Kanal verwendet, um die einlaufenden Wellen zu sammeln und in ein höher liegendes Reservoir zu leiten. Das Wasser fließt zur Stromproduktion aus diesem Reservoir durch eine konventionelle Wasserturbine für niedrige Fallhöhen.

Technologie der Offshore-Anlagen

Offshore kann für die Stromerzeugung von stärkeren Wellen profitiert werden als an der Küste. Dazu kommt, dass die Standorte weit weniger eingeschränkt sind und der Einfluss auf das Landschaftsbild vernachlässigbar oder gar nicht vorhanden ist, da die Anlagen von der Küste aus unsichtbar sind. Ein grosser Vorteil ist auch, dass einzelne Anlagen identisch konstruiert sein können, was eine Massenproduktion unter ähnlichen Bedingungen wie in einer Schiffsverwerft mit anschliessendem Schleppen zum Standort der Verankerung erlaubt. Der grosse Nachteil der weit von der Küste entfernten Stromerzeugung ist, dass der Strom von weit verteilten Generatoren gesammelt und mit Seekabeln zur Küste transportiert werden muss. Es gibt aber auch Designs von Offshore-Anlagen, bei denen das Wasser zur Küste gepumpt wird und die Stromerzeugung onshore erfolgt. Bei diesen An-

lagen ist die Balance zwischen Kosten, Effizienz und Sicherheit anders, sie haben sich aber (noch) nicht durchgesetzt.

Hinged Float Designs

Auch bei den Offshore-Anlagen gibt es verschiedene Typen. Bei den Hinged Float Designs etwa verursachen die Wellen die Bewegung eines an der Oberfläche befindlichen Schwimmkörpers, welcher eine hydraulische Pumpe zur Stromerzeugung antreibt. Bei diesem Typ existieren mehrere verschiedene Arten. Eine der ältesten Arten dieses Typs ist der «Salter Duck», welcher von der Universität Edinburgh aus den späten 1970er-Jahren stammt. Die Schwimmkörper sind in Achterreihen mit der unterstützenden Struktur verbunden und stehen senkrecht zur Wellenfront. Jeder Schwimmkörper rotiert mit den vorbeibewegenden Wellen vor und zurück.

Auf den Salter Duck folgte die «Pelamis». Dieses Design trägt den Namen einer Seeschlangenart und ist längs der Wellenbewegung ausgerichtet. Wenn sich die Wellen entlang der Schlange bewegen, bewegen sich die einzelnen Schlangensegmente relativ zueinander, wodurch hydraulische Pumpen betrieben werden. Abbildung 3 zeigt eine schematische Darstellung einer Pelamis-Anlage. Dieser Prototyp hat einen Durchmesser von 3,5 m und eine Länge von 130 m. Er wurde im Sommer 2004 zu Testzwecken am European Marine Energy Center bei den Orkney Inseln installiert. Jede Pelamis-Einheit hat eine mit modernen Windkraftwerken vergleichbare Stromproduktion (750 kW). Es ist vorgesehen, dass ein «Wellenpark» aus 40 Einzelanlagen auf einer Fläche von 1 km² eine Leistung von 30 MW aufweist.

Bei der McCabe-Wellenpumpe, ein weiteres Design vom Typ mit klappbaren Schwimmkörpern, gibt es 3 zusammenhängende Pontone, wobei ein Front- und ein Heckschwimmkörper mit einem zentralen Schwimmkörper, welcher den Genera-

tor beherbergt, verbunden sind. Das Schlüsselement ist eine Dämpfungsplatte unterhalb des zentralen Schwimmkörpers. Da sich die Amplitude der Wellen mit zunehmender Wassertiefe reduziert, stabilisiert eine Dämpfungsplatte den zentralen Schwimmkörper gegenüber dem Front- und dem Heckteil. Dieses Design war ursprünglich zur Produktion von Trinkwasser mittels Entsalzung durch Umkehrosmose vorgesehen, die hydraulische Pumpe kann jedoch auch zum Antrieb eines hydraulischen Motors und eines Generators verwendet werden.

Float Pump Devices

Während Anlagen mit flexiblen Schwimmkörpern die Energie aus der Bewegung der Wellenoberfläche beziehen, nutzen «Float Pump Devices» die Energie der Wellenbewegung relativ nah zum Meeresboden oder zumindest relativ nah zu den ruhigeren, tiefen Wasserschichten. Der erste Typ ist die dänische Wellenkraftpumpe, bei welcher ein Schwimmkörper mit einer Kolbenpumpe am Meeresgrund verbunden ist. Der Auf- und Abstieg des Schwimmkörpers treibt eine Pumpe an, die Wasser in einen Betonkörper der Verankerung drückt. Das Wasser strömt anschliessend durch eine Turbine oder einen Motor zum Antrieb eines Generators aus.

Ein alternativer Ansatz ist die schwedische Schlauchpumpe, welche seit 1980 entwickelt wird. Hier bewegt sich der Schwimmkörper relativ zu einer Auflage- oder Dämpfungsplatte, die sich tiefer im ruhigen Wasser befindet. Das einzigartige Merkmal dieses Typs ist die Verwendung eines Schlauchs zur Verankerung des Schwimmkörpers an der Platte. Mit der Auf- und Abbewegung des Schwimmkörpers zieht sich der Schlauch zusammen und entspannt sich wieder, wobei Wasser zum Antrieb eines Generators durch Einwegventile gepresst wird.

Es existieren noch mehrere andere Varianten von Kraftwerkstypen mit Schwimmkörper und Pumpe, wie etwa das «Archimedes Wave Swing» mit einem Kolben, welcher mit einem quallenartigen Schirm auf- und abbewegt wird, oder das «Bojen»-Design mit einem Schwimmkörper, welcher in einem Rohr oszilliert.

Floating OWC Designs

OWC-Anlagen können auch als Floating OWC Designs in seichtem Wasser errichtet werden, wobei die Turbine und das Ausströmungsrohr oberhalb des Meeresspiegels zu liegen kämen. Technisch gesehen, werden sie dadurch zu Offshore- oder besser gesagt zu Nearshore-Anlagen. Beispiele dafür sind das Mighty Whale Design in Japan sowie Anlagen, bei denen der Aus-

gangskanal für die Luft im sogenannten «backward bent duct» von der Welle weggekrümmt ist.

Floating Tapered Channel Designs

Dieser Typ wurde auch für die Offshore-Anwendung erprobt. Ein Anwendungsbeispiel war der sogenannte «Wave Dragon». Bei diesem hat das schwimmende Wellenkraftwerk eine Stahlplattform, in der das anbrandende Wasser über eine Rampe in ein erhöhtes, internes Becken fliesst. Das Wasser fliesst über eine Turbine ins Meer zurück. Der Wave Dragon wurde in den 1980er-Jahren in Norwegen gebaut und getestet. Seither ist er ausser Betrieb gesetzt.

Kombinierte Stromerzeugung aus Wind- und Wellenkraft

Die Kosten für eine zusätzliche Windturbine auf einem Offshore-Wellenkraftwerk sind relativ gering, wenn das Wellenkraftwerk bereits installiert, verankert und mit der Küste verbunden ist. Oder umgekehrt ist es relativ günstig, ein Wellenkraftwerk in eine existierende Windkraftanlage zu integrieren. Solche Konstruktionen könnten anfälliger auf Sturmschäden sein. Sie haben auch grössere visuelle Auswirkungen, was ökologisch einen Rückschritt darstellt, könnten aber auch eine geringere Gefahr für die Schifffahrt darstellen, da sie gut sichtbar wären.

Wellenkraft in den Kinderschuhen

Die Wellenkraft befindet sich heute in einer Entwicklungsphase, in der sich die Windkraft etwa vor 15–20 Jahren befand. Lediglich im letzten Jahrzehnt lösten wettbewerbsfähige On- und Offshore-Anlagen steigendes ökonomisches Interesse und Investitionen aus. Da auch andere Technologien nicht stehen bleiben, fragt sich, wann Wellenkraft mit anderen Technologien wettbewerbsfähig sein wird. Schätzungs-

weise in 20 Jahren könnte die Wellenkraft über die Nischenanwendungen hinaus angewendet werden.

Bis dahin wird sie im Nischenbereich zur Anwendung kommen und später expandieren, wenn die Technologie der installierten Prototypen weiterentwickelt wird und steigende Anlagengrössen kostengünstiger hergestellt werden können. Auch andere Offshore-Technologien wie Seekabel für Offshore-Windenergie können zur Entwicklung im Bereich Wellenkraft beitragen.

Die wichtigsten Nischenanwendungen für Wellenkraftwerke scheint die Stromerzeugung in abgelegenen Gebieten – vornehmlich auf Inseln – mit einem grossen Ressourcenpotenzial, keiner Verbindung zum Stromnetz am Festland und teuren alternativen Stromerzeugungsmöglichkeiten zu sein. Es existieren jedoch auch andere Nischen. So war, wie oben erwähnt, der McCabe-Typ ursprünglich zur Entsalzung von Trinkwasser durch Umkehrosmose vorgesehen. Andere Typen können diesen Anwendungszweck natürlich auch erfüllen. Auch die Offshore-Stromerzeugung für Navigations- und Wetterbojen ist ein offensichtlicher Nischenmarkt. Denkbar wäre auch, dass die Offshore-Stromerzeugung zum Antrieb von Drohnen der Marine dienen könnte. Solche militärischen Anwendungen sind oft Nischenmärkte, da das Militär zur Ausgabe von hohen Beträgen bereit ist.

Noch kämpft man mit den Kosten und der Verlässlichkeit der Wellenkrafttechnologie. Besonders die extremen Wetterbedin-

gungen sind eine grosse Herausforderung, die es zu bewältigen gilt. Für Binnenländer wie die Schweiz ist die Bedeutung der Wellenkraft klein. Doch könnte die Nutzung von Wellenkraft beispielsweise in Frankreich dazu führen, dass wir in der Schweiz Strom aus näher liegenden Quellen importieren.

Links

Paul-Scherrer-Institut (PSI): www.psi.ch.
Labor für Energiesystem-Analysen am PSI:
<http://gabe.web.psi.ch>.
Wavegen, Firma von Voith & Siemens, welche die Onshore-OWC-Technologie entwickelt hat.
www.wavegen.co.uk.
Ocean Power Delivery Ltd, Entwickler der Pelamis-Wellenkraft-Technologie:
www.pelamiswave.com.
European Marine Energy Centre Ltd., internationale Forschungsstelle für Wellen- und Gezeitenkraft auf der Insel Orkney:
www.emec.org.uk/index.asp.

Angaben zum Autor

Dr. **Warren Schenler** ist Naturwissenschaftler am Labor für Energiesystem-Analysen am Paul-Scherrer-Institut (PSI). Er studierte technische Physik an der Oregon State University sowie Technologie und Politik, Operations-Research und Energiesysteme am Massachusetts Institute of Technology. Seine Forschungsinteressen beinhalten Multi-Szenarien-Simulation der Stromerzeugung, Multi-Kriterien-Analysen, Geothermie, Wasserstoff als Energieträger sowie Mobilitätsfragen.
Paul-Scherrer-Institut (PSI), 5232 Villigen,
warren.schenler@psi.ch

¹⁾ US Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2004.

²⁾ Hirschberg, S., et al (2005) Neue erneuerbare Energien und neue Nuklearanlagen: Potenziale und Kosten. PSI-Report No. 05-04. Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Switzerland, <http://gabe.web.psi.ch/pubs>.

Résumé

L'énergie des vagues a de l'avenir

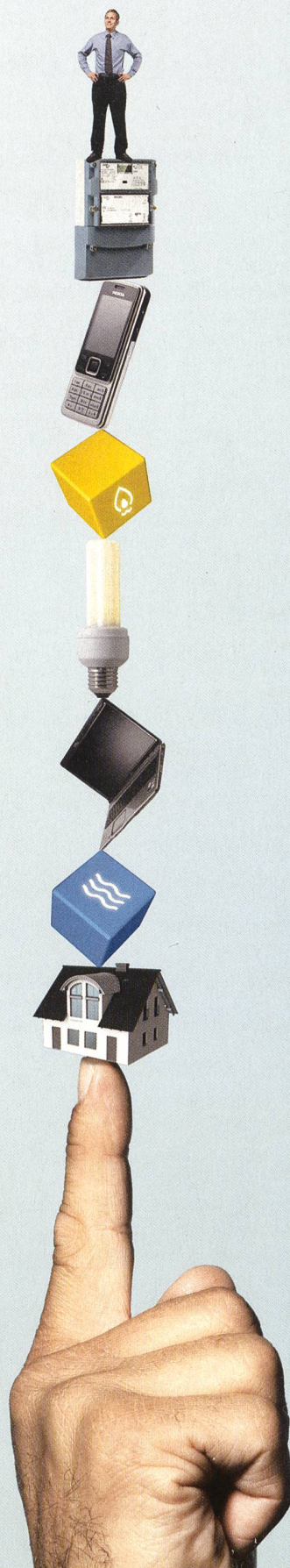
A bon entendeur: l'énergie des vagues n'est pas la seule source d'énergie de la mer. L'énergie marémotrice, l'énergie des courants et l'utilisation de l'énergie thermique des océans sont d'autres sources utilisables. L'énergie des vagues est cependant très riche et disponible en grande quantité. C'est pourquoi les experts partent du principe qu'elle sera à l'avenir la source d'énergie de la mer la plus utilisée.

**ECG – PARTNER DER
ENERGIEWIRTSCHAFT**

ECG

THE ENERGY CONSULTING GROUP

www.the-ecgroup.com



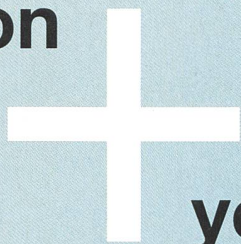
Möchten Sie Ihre Prozesse optimieren?

Setzen Sie eine integrierte, massgeschneiderte Energiemanagementlösung ein, die auf langjähriger Kompetenz und Erfahrung basiert.

Als bewährter Partner haben wir weltweit über 300 Millionen Zähler verkauft und über 1000 Advanced Metering Management Lösungen installiert. Gute Gründe, um sich auf uns zu verlassen – so können Sie Ihre Dienste verbessern und Ihre Ressourcen effektiver einsetzen. *manage energy better.*

www.landisgyr.ch

our solution



you're in control



Landis+
Gyr+

manage energy better