Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 100 (2008)

Heft: 1

Artikel: Fortschritte in der Energiegewinnung aus Wellenkraft bei Voith Siemens Hydro Power Generation

Autor: Weilepp, Jochen

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939686

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: 15.07.2025

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

Fortschritte in der Energiegewinnung aus Wellenkraft bei Voith Siemens Hydro Power Generation

Jochen Weilepp

Zusammenfassung

Dieser Artikel beschreibt den aktuellen Status der Wellenkraftindustrie und gibt einen groben Überblick zu existierenden Technologiekonzepten: Da dieser Industriezweig noch nicht ausgereift ist, werden derzeit verschiedene Ansätze diskutiert, wie aus Wellenkraft Energie gewonnen werden kann. Mittelfristig ist auch bei Wellenenergiegewinnung eine gewisse technologische Konvergenz zu erwarten. Der Grad dieser Konvergenz wird jedoch geringer ausfallen als beispielsweise bei Windenergiegewinnung, da einige Konzepte bestimmten maritimen Gegebenheiten besser entsprechen als andere.

Der Hauptteil des Artikels konzentriert sich jedoch auf die Technologie der Oszillierenden Wassersäule (OWS), welche eine Wells-Turbine antreibt. Diese Technologie wurde von Wavegen Ltd., der schottischen Tochtergesellschaft von Voith Siemens Hydro Power Generation, entwickelt. Es wird erläutert, weshalb die OWS-Technologie von Wavegen selbst bei härtesten Bedingungen eingesetzt werden kann und wie diese Technologie in den letzten Jahren verbessert wurde, so dass mit ihr nun der Markteintritt geschehen kann.

Der Artikel schliesst mit der Vorstellung erster kommerzieller Projekte ab, wie z.B. des kürzlich erhaltenen Auftrags für die baskische Hafenanlage Mutriku. Bis zum Winter 2008/2009 wird Wavegen dafür insgesamt 16 Wells-Turbinen liefern. Grössere Projekte mit interessanten Perspektiven sind bereits geplant.

1. Einführung: Wellenkraft – Eine Energieform in der Pionierphase

Wellenenergie ist eine noch unangetastete, reichhaltige Quelle erneuerbarer (solarer) Energie. Schätzungen aus verschiedenen Studien lassen erwarten, dass weltweit ein Potenzial im Bereich von 1 bis ungefähr 10 TW installierbarer Leistung theoretisch denkbar wäre. Dies entspricht einer Vielzahl der gesamten Nennleistungen derzeit weltweit betriebener Kraftwerke. Allerdings implizieren diese beträchtlich hohen Zahlen eine absolute Stilllegung des gesamten Schiffverkehrs. Dennoch ist offensichtlich, dass Wellenenergie, sobald wirtschaftlich realisierbar, das Potenzial hat, eine wesentliche Rolle in der zukünftigen Elektrizitätsversorgung der Welt zu spielen.

Aktuelle Diskussionen über die Knappheit von Energieressourcen und steigendem CO_2-Gehalt in der Erdatmosphäre haben das Interesse von Regierungen und Energieversorgern an dieser neuen Energieform geweckt. Derzeit konzentrieren sich die Aktivitäten noch stark auf Europa, insbesondere auf Grossbritannien und Portugal.

Die Industrie durchlebt gerade ihre Pionierphase, vergleichbar mit dem Stand der Windenergie in den 80-er Jahren: Viele Konzepte werden erörtert, eine Konvergenz zu dominanten Konzepten steht noch aus. Die Kreativität wird von den Erfindern, kleinen Garagen-Firmen, Universitäten und Mittelstandsunternehmen vorangetrieben. In den vergangenen Jahren begannen auch grössere Firmen wachsendes Interesse an dieser neuen Technologie zu zeigen. Der wesentliche Vorreiter unter den Wasserkraftunternehmen ist Voith Siemens Hydro Power Generation: Im Jahr 2005 erwarben wir Wavegen Ltd., den Wellenenergie-Pionier mit Sitz in Inverness, Schottland.

Potenzielle Kunden der Wellenenergie müssen sich der Herausforderung stellen, zwischen hunderten verschiedenartigen Konzepten in jeweils unterschiedlichen Entwicklungsstadien zu entscheiden. Infolgedessen herrscht eine gewisse Unsicherheit auf dem Markt vor, besonders im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer der Konzepte und Kosten der Energieproduktion. Einige Energieversorger sind zurückhaltend, beobachten den Markt aber sehr genau, andere hingegen, wie z.B. der baskische Energieversorger EVE, die britische RWE-Tochter npower und der deutsche Energieversorger EnBW, suchen bereits heute die Zusammenarbeit mit Wavegen und entwickeln erste kommerzielle Projekte.

2. Technologie-Übersicht: Drei generische Konzepte, die aus Wellen Strom erzeugen

Die momentan auf dem Markt vorhandenen Technologien lassen sich grob den drei Konzeptgruppen zuordnen, die in *Bild 1* dargestellt sind.

- Hydrodynamische Bewegung
  Dieser Technologiebereich ist der intuitivste. Die Mehrheit der Konzepte stammt aus diesem Bereich: Ein schwimmender Körper folgt der periodischen Bewegung der Welle, z.B. eine Boje, eine nickende oder eine «flügelschlagende» Maschine. Die periodische Bewegung wird dann entweder direkt mit einem linearen Generator oder indirekt, z.B. durch ein hydraulisches System, in elektrische Energie umgewandelt.
- Wellen-induzierte Fallhöhe oder aus dem Wasser ragende Maschinen.
  Bei dieser Technologie treibt die Wellenbewegung das Wasser eine künstliche Rampe hinauf, erlangt dabei höhere potenzielle Energie und wird in einem Becken aufgefangen. Diese künstlich erschaffene Fallhöhe wird zum Antrieb von Turbinen mit niedriger Fallhöhe, wie z.B. Kaplanturbinen, genutzt.
- Oszillierende Wassersäule (OWS)
  Die Wasseroberfläche ist von einem Dach bedeckt, das Öffnungen unterhalb des Wasserspiegels aufweist. Wasser kann durch diese Öffnungen in die Kammer eindringen. Infolgedessen können sich Wellen auch dort wei-

ter ausbreiten. Das Auf und Ab der Wasseroberfläche aufgrund der Wellenbewegung komprimiert und entspannt regelmässig das Luftvolumen, das zwischen der Wasseroberfläche und dem Dach eingeschlossen ist. Eine Luftturbine, z.B. eine Wells-Turbine, wird genutzt, um diese periodischen Druckänderungen in Elektrizität umzuwandeln. Wegen der geringen Dichte und Viskosität der Luft (im Vergleich zu Wasser), können diese Turbinen bei sehr hoher Drehzahl betrieben werden (bis zu 4000 U/min). Aus diesem Grund ist die OWS-Technologie getriebelos und dennoch für sehr baukleine Generatoren geeignet.

Derzeit gibt es noch keinen klaren Hinweis darauf, welche Technologiegruppe langfristig das Rennen machen wird. Im Gegensatz zu den Windturbinen (dort ist das Siegerkonzept eine Vertikalachsen-Turbine mit drei Schaufeln und einem Generator, der direkt in der Gondel montiert ist) ist es hier sehr gut möglich, dass verschiedene Konzeptbereiche überleben, da sie unter verschiedenen Umweltbedingungen alle individuelle Stärken aufweisen.

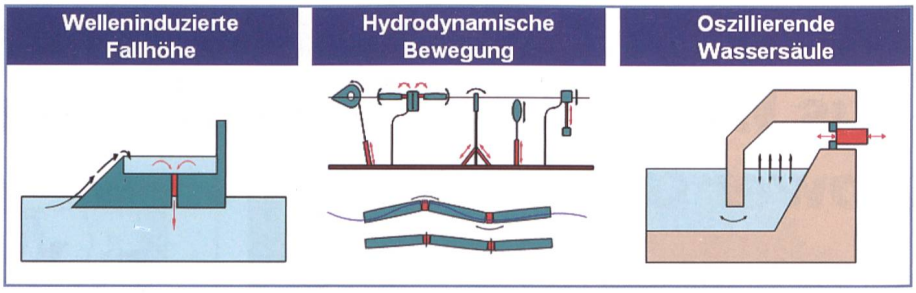

Bild 1. Drei generische Technologiecluster von Wellenkraftmaschinen.

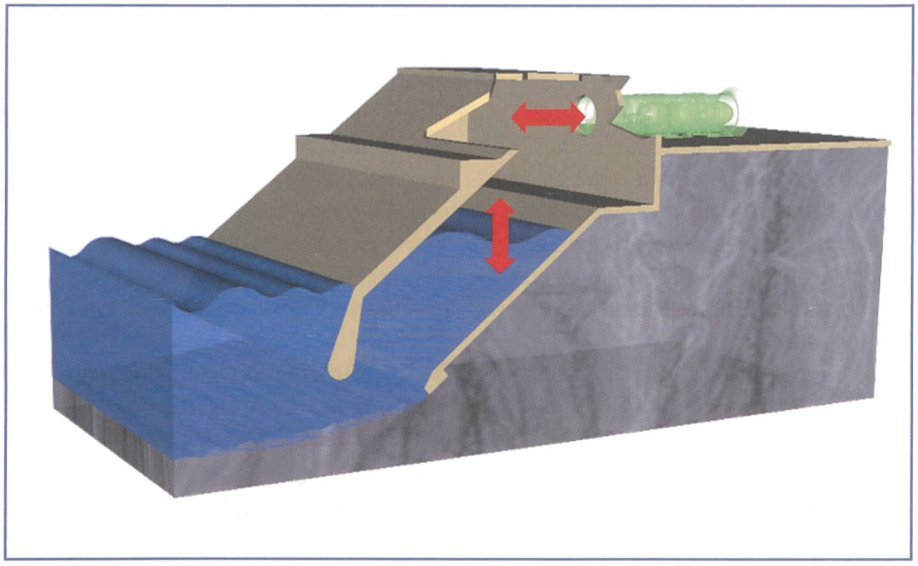

Bild 2. LIMPET im Querschnitt.

3. Weshalb bevorzugt Voith Siemens Hydro die OWS-Technologie, die eine Wells-Turbine an Land antreibt?

Die grösste Herausforderung für alle Entwickler ist, eine Technologie zu entwickeln, die dem rauen Meeresklima widerstehen kann und dabei möglichst kostengünstig zu warten ist. Die Konzepte müssen frei von technischen Spielereien sein, da die allgemeine Weisheit auf dem maritimen Engineering lehrt: «Was kaputt gehen kann, wird auch kaputt gehen.» Der Kauf von Wavegen Ltd. und folglich auch der Eintritt von Voith Siemens Hydro Power Generation in die Wellenkraftindustrie mit der OWS-Technologie, die eine Wells-Turbine an Land antreibt, ist einzig und allein von dieser Erkenntnis geleitet.

Seit 2000 betreibt Wavegen die ans Stromnetz angeschlossene, an Land installierte Wellenkraftanlage LIMPET auf der schottischen Insel Islay. *Bild 2* stellt einen Querschnitt der Anlage dar. Die OWS-Kammer besteht aus verstärktem Beton und ist um 45° gegen die Vertikale geneigt. Die Luft über der Wasseroberfläche wird durch einige runde Öffnungen in die Wells-Turbine geleitet. Ursprünglich war LIMPET mit einer 500-kW-Wells-Turbine ausgestattet, die später auf 250 kW heruntergestuft wurde.

Der Kollektor besitzt eine zweite Öffnung, welche zum Testen kleinerer Turbinen genutzt wird, die ans Stromnetz angeschlossen sind. Dadurch können weitere Erkenntnisse hinsichtlich Optimierung und Betrieb von Turbinen verschiedener Grössenklassen gewonnen werden.

Nach 7 Jahren durchgängig netzangebundenem Testbetrieb wurde die Hauptturbine entfernt, um zusätzlichen Platz für neuere Turbinen zu schaffen. Seitdem dient LIMPET als riesige Luftpumpe, um massstabsgetreue Turbinen unter realen Strömungsbedingungen, netzangebunden zu testen.

Am häufigsten stellt sich die Frage: Wie passt sich die Turbine an die unterschiedlichen Strömungsrichtungen an, da der Kollektor in der ersten Hälfte eines Wellenzyklus Luft ausstösst und während der zweiten Hälfte wieder Luft ansaugt? Die meisten Ingenieure vermuten entweder eine variable Laufrichtung oder einen periodisch variierenden Anstellwinkel der Turbinenschaufeln. Beide Vermutungen sind falsch: Die Wells-Turbine hat nur eine Rotationsrichtung und einen festen, nicht variierenden Anstellwinkel der Turbinenschaufeln. Der Trick ist ein zur Rotationsebene der Turbine symmetrisches Rotorprofil, wobei die Symmetrieebene der Rotorblätter mit der Rotationsebene zusammenfällt. Mit anderen Worten: Der komplette Rotor ist bezüglich der Rotationsebene symmetrisch. Durch diese Einfachheit des Designs verliert die Turbine jedoch die Fähigkeit, von selbst zu starten. Sie muss daher bis zu einer gewissen Geschwindigkeit beschleunigt werden. Während dieser Zeit wird der Generator als Motor betrieben und bezieht Energie aus dem lokalen Stromnetz.

Wie man aus den Geschwindigkeits-Dreiecken in *Bild 3* erkennen kann, erzeugen die aus der Rotation bedingte Luftströmung u und die überlagernde Luftströmung aus der Kammer c eine resultierende Strömungsgeschwindigkeit w. Diese resultiert wiederum in einer Auftriebskraft mit einer Komponente in Drehrichtung. Wenn sich die Luftströmungsrichtung ändert, wird der Auftriebsvektor an der Drehebene gespiegelt, wobei die vorwärtstreibende Komponente der Auftriebskraft erhalten bleibt. Aus diesem Grund wird die Wells-Turbine beschleunigt, unabhängig davon ob die Kammer «ein- oder ausatmet».

Dieses einfache Konzept erlaubt es uns, eine äusserst widerstandsfähige Turbine mit nur wenigen beweglichen Teilen zu bauen. So reduziert sich die Anzahl der Teile, die möglicherweise während des Betriebs im Wasser ausfallen könnten.

Dennoch ist auch dieses einfache Design nicht völlig störungsfrei, und auch hier gibt es für die Ingenieure noch viel hinzuzulernen. Aus diesem Grund konzentriert sich Wavegen derzeit auf land-basierte Technologien, die leichter zugänglich sind. Selbst wenn eine technologische Funktionsweise vollständig durchdacht ist und einwandfrei funktioniert, steckt der Teufel häufig im Detail. Eine lose Schraube oder eine durchgebrannte Sicherung können einen längeren Stromausfall und unverhältnismässig hohe Instandhaltungskosten verursachen, wenn eine Anlage mit neuer Technologie sofort in der offenen See betrieben wird. Unsere Technologie ist nicht auf die Anwendung an Land begrenzt, der Testbetrieb an Land ist jedoch um ein Vielfaches günstiger und in jedem Fall auch schneller durchzuführen.

4. Ergebnisse aus dem Langzeit-Test: ...sie läuft und läuft und läuft

Die bereits erläuterte Technologie von Wavegen wird nun seit 7 Jahren kontinuierlich erprobt und weiterentwickelt. Seit dieser Zeit ist bewiesen, dass das Konzept der Wells-Turbine sogar unter den härtesten Wetterbedingungen arbeitet. Im ersten Winter nach der Installation von LIMPET gab es auf Islay die sogenannte Jahrhundert-Welle. Eine Herausforderung, die LIMPET unbeschadet überstand.

Im Gegensatz zu konventionellen Wasserturbinen kann eine Wells-Turbine nicht auf einen Anforderungspunkt hin ausgelegt werden (z.B. gekennzeichnet durch Fallhöhe und Durchflussmenge der Turbine). Wegen der Unregelmässigkeit und Unstetigkeit der Luftströmung, die durch die Wellen erzeugt wird, sieht die Trajektorie einer Wells-Turbine in einem klassischen Hill-Chart eher zufällig aus. Der Punkt mit maximalem Wirkungsgrad wird nur gelegentlich getroffen. Daher ist eine breite Charakteristik der Turbine wesentlich wichtiger als ein hoher Spitzenwert des Wirkungsgrades. Kontrollstrategien müssen darauf abzielen, die Turbine über einen möglichst langen Zeitraum nahe am maximalen Wirkungsgrad zu betreiben.

Unter diesen Bedingungen erreicht unsere Wells-Turbine momentan Zykluseffizienzen von nahezu 45%. Derzeit laufende CFD-gestützte Turbinenoptimierung und Verbesserungen der Kontrollstrategie sollen die Zykluseffizienz des Turbinenlaufrades auf über 50% steigern. In *Bild 4* ist der Turbinenwirkungsgrad gegen den Tangens des Anströmwinkels *c/u* aufgetragen. Die rosafarbigen Kästchen zeigen den Anfangspunkt unserer Entwicklung, die braunen Kreise zeigen die Leistung der Turbine nach den ersten Optimierungen: Neben dem erhöhten Maximalwert des Wirkungsgrades ist die Charakteristik nun stark verbreitet. Folglich kann die Turbine mit höherem Wirkungsgrad für eine grössere Bandbreite von Luftströmungsgeschwindigkeiten produzieren.

Seit der Akquisition von Wavegen durch Voith Siemens Hydro Power Generation wird der Grossteil der Entwicklungsarbeit in die Optimierung der Turbine investiert. Die Erfahrung eines grossen Industrieunternehmens und die Kreativität eines hochkarätigen Technologie-Start-ups werden hierbei in idealer Weise zusammengeführt und resultierten in einem technologisch ausgereiften ersten Produkt, der 18,5-kW-Wells-Turbine (s.a. *Bild 5*). Diese Turbine wird insbesondere bei unserem ersten kommerziellen Auftrag, auf den in Kapitel 5 näher eingegangen werden wird, eingesetzt.

Ferner wurde eine Reihe standardisierbarer Turbinen in verschiedenen Grössen definiert und zum Teil bereits konstruiert. Noch dieses Jahr wird die nächst grössere Turbine mit 100 kW auf Islay in den Testbetrieb gehen. Ab Mitte 2008 wird Wavegen über einen Satz komplett konstruierter, getesteter und zuverlässiger Turbinen verfügen. Mit ihnen können alle realistischen Marktanforderungen bedient werden.

5. Erste Unternehmensaussichten: Von Islay an den Markt

Die Stromgestehungskosten sind ein bedeutender Treiber der Entwicklung der Wellenenergie. Je geringer sie sind, desto schneller wächst der Markt. Es gibt verschiedene Ansätze, die Kosten der Energieproduktion systematisch zu senken. Nachstehend sind diese, nach Priorität geordnet, aufgeführt:

- Zuverlässigkeit der Anlage: Der Grad der Zuverlässigkeit eines Wellenenergie-Konzeptes ist der grösste Treiber hinsichtlich des Projektrisikos. Die Verzinsung des eingesetzten Kapitals, die ein Investor mit einer neuen Technologie zu verdienen erwartet, steigt genau mit diesem Risiko. Daher ist Zuverlässigkeit entscheidend für den kommerziellen Erfolg einer Technologie. Wavegen hat sich genau auf diesen Punkt konzentriert und dadurch einen wichtigen Schritt zur Vermarktung dieser Technologie gemacht.
- Wirkungsgrad der Maschine: Kosten pro kWh sind, einfach ausgedrückt, die (abgezinsten) Geldflüsse während der gesamten Lebenszeit einer Anlage dividiert durch die (abgezinsten) kWh, die während der Lebenszeit der Anlage produziert werden. Ein Anstieg der produzierten Strommenge wirkt sich damit nicht nur auf die Turbine, sondern auf die Gesamtinvestition der Anlage aus. Somit können die Stromgestehungskosten erheblich gesenkt werden. Bei dieser Optimierung hat Wavegen bereits grosse Fortschritte gemacht. Weitere CFD-basierte Optimierungen werden im Moment entwickelt.
- Senkung der Investitionskosten: Die grösste Kostenkomponente bei einer OWS-Anlage ist der Kollektor – ob aus Beton oder Stahl gefertigt. Diese Kosten zu senken hat erheblichen Einfluss auf die Stromgestehungskosten. Abgesehen von kreativer Ingenieurleistung besteht die Herausforde-

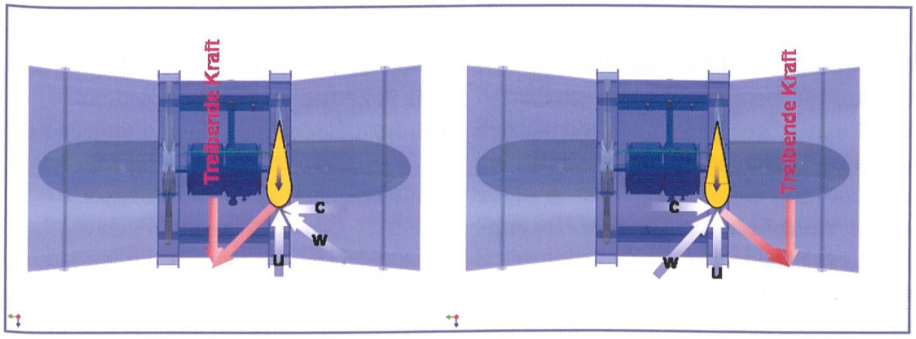

Bild 3. Wirkprinzip der Wells-Turbine: Unabhängig davon, ob die Maschine ein- oder ausatmet, rotiert die Turbine in dieselbe Richtung.

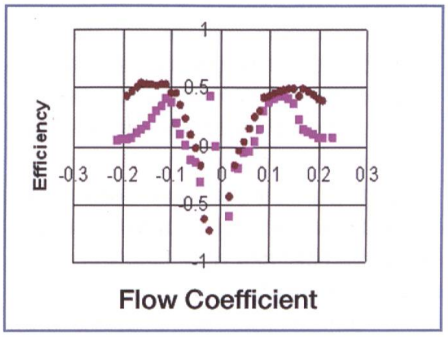

Bild 4. Wirkungsgradmessungen.

Bild 5. Vibrationsmessungen an der 18,5-kW-Turbine.

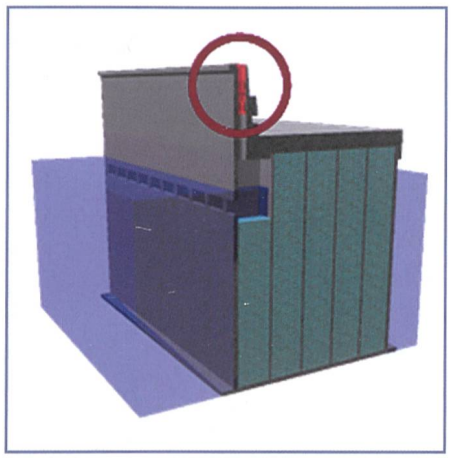

Bild 6. Schnitt durch eine Breakwater-Wand.

rung darin, die Kosten für den Kollektor so gering wie möglich zu halten und diesen auch für andere Anwendungen zu nutzen. So entstand die Idee der aktiven Breakwater-Anwendung. Zum Schutz der Küste und um die Wellen von den Häfen fernzuhalten, werden riesige Betonbauten geschaffen. Werden diese Anlagen so verändert, dass die OWS-Technologie in die vordere Wand integriert werden kann, werden diese Kosten geteilt. Labormessungen haben zudem ergeben, dass die Wellenlast auf die Mauern gesenkt werden kann. Ein Querschnitt eines solchen Breakwaters wird in *Bild 6* gezeigt. Für einen aus Betonkammern aufgebauten Wellenbrecher wird eine leere Betonstruktur mit einer rechtwinkligen Struktur von Betonstützmauern gegossen. In diesem Stadium schwimmen die Anlagen im Wasser und können mit einem Schiff in Position gezogen werden. Danach werden die leeren Kammern mit Kies oder Sand gefüllt (grün markiert). Die Anlage sinkt und sitzt dank ihres Gravitationsfundaments fest auf dem Meeresboden auf. Wenn die vorderen Kammern der Wand nur teilweise gefüllt und die Öffnungen unter Wasser angebracht werden, entsteht eine OWS-Kammer. Die Wells-Turbine wird wie in *Bild 6* in die Luftströmung gesetzt. In dieser Konfiguration wird die Hafenmole in eine aktive Breakwater-Anwendung verwandelt, die nicht nur die Küste schützt, sondern auch elektrischen Strom produziert. Da Hafenanlagen in der Regel relativ viel Strom benötigen, verfügen sie bereits über gute Netzanschlussmöglichkeiten.

Unsere ersten kommerziellen Projekte konzentrieren sich auf die aktive Hafenmole: Im Juni 2007 wurde der erste Vertrag zwischen Voith Siemens Hydro Tolosa und dem baskischen Energieversorger Ente Vasco de la Energia (EVE) unterzeichnet. Gemäss diesem Vertrag wird unsere spanische Gesellschaft 16 Wells-Turbinen mit jeweils 18,5 kW liefern und diese in der neuen Hafenanlage des baskischen Hafens Mutriku einbauen. Die Montage ist für den Winter 2008/09 geplant, Anfang 2009 soll die Anlage in Betrieb gehen. Das Projekt wird von der EU innerhalb des sechsten «Framework Programms» unterstützt. Mit diesem Projekt kann die OWS-Technologie bei kommerziellen Bedingungen unter Beweis stellen, dass sie sicher und zuverlässig funktioniert.

In England sind die britische RWE-Tochter npower renewables und Wavegen sehr daran interessiert, das Flaggschiff-Projekt auf der schottischen Hebrideninsel Lewis zu entwickeln. Dieses Projekt wird eine auf dem Meeresboden stehende, küstennahe Anlage werden, die gleichzeitig als Anlegestelle für kleine Handels- und Freizeitschiffe genutzt werden kann. Das Projekt soll eine geplante Nennleistung von 3,6 MW haben und aus 36 Wells-Turbinen mit je 100 kW bestehen. Die Inbetriebnahme ist für 2010 geplant.

Der deutsche Energieversorger EnBW beabsichtigt, Deutschlands erstes Wellenkraftwerk an der Nordseeküste zu bauen und zu betreiben. Vielerorts ist die Bathymetrie der Nordsee ungünstig für Wellenkraft, daher gestaltet sich die Standortsuche schwierig. Es wurden jedoch schon geeignete Orte identifiziert, die derzeit genauer untersucht werden.

6. Ausblick: Zukünftige Herausforderungen

Die grösste Herausforderung, der sich die Industrie in der Zukunft stellen muss, wird eine laufende Optimierung der Technologie sein, die durch Erfahrungs- und Skaleneffekte schliesslich zu gesenkten Energieproduktionskosten führen wird. In vielen Diskussionen hört man überoptimistische Ziele für Stromgestehungskosten. Einige dieser Aussagen werden von jungen Unternehmen ausgelöst, die im Rennen um die sehr knapp bemessenen finanziellen Ressourcen, die der Wellenenergie momentan zugänglich sind, ein verzerrtes Bild liefern. Infolgedessen werden die Kosten für Wellenenergie aus Energieproduktion ständig mit den aktuellen Kosten für fossile Brennstoffe oder mit denen der Windenergie verglichen. Interessanterweise wird teilweise davon ausgegangen, dass die Technologie der Wellenkraft, obwohl sie noch gar nicht auf dem Markt ist, bereits jetzt die der Photovoltaik überholen kann. Allein in Deutschland wurden mehr als ein GW an Nennleistung mit Photovoltaikanlagen installiert.

Beim Betrachten der begrenzten Energiedichte der Wellenenergie ist es offensichtlich, dass die Form der Energie niemals so kostengünstig sein kann wie konventionelle Wasserkraft oder fossile Brennstoffe heute. Erfahrungs- und Skaleneffekte sind jedoch noch lange nicht ausgeschöpft. Ein Einspeisungstarifsystem mit vergleichbaren Vergütungen wie für Photovoltaik in Deutschland wäre notwendig, um diesem jungen Wirtschaftsbereich Anschub zu geben und die finanziellen Projektrisiken für mögliche Investoren zu senken.

Abschliessend bleibt zu sagen, dass wir fest an das wirtschaftliche Potenzial der Wellenenergie glauben und davon überzeugt sind, dass die Wellenenergie einen bedeutenden Beitrag zur Weltenergieversorgung liefern kann. Die OWS-Technologie von Wavegen/Voith Siemens Hydro hat die Schwelle zur Marktreife erreicht. Wir beabsichtigen, auch weiterhin einen erheblich Beitrag zur Entwicklung dieser spannenden, jungen Industrie zu leisten.

Dr. *Jochen Weilepp*
Head of Ocean Energies, Voith Siemens Hydro Power Generation GmbH & Co. KG
P.O. Box 2010
DE-89510 Heidenheim