

Der Wavegen-Generator mit Wellsturbine: Symmetrisch geformte Schaufeln erhalten einen Drehimpuls, wenn sie im rechten Winkel angeströmt werden. Kehrt sich die Luftströmung um, bleibt die Drehrichtung gleich.

Wellenkraftwerke

Mit der Kraft des frei bewegten Wassers

Das Potential ist riesig, die Erfahrungen sind gering / Offshoreanlagen stehen im Wettstreit zu festgegründeten Küstenkraftwerken / Von Georg Küffner

Dieser Betonkasten soll ein Wellenkraftwerk sein? Darauf muss man erst mal kommen. Was nicht leichtfällt, wenn, wie bei unserem Besuch des ersten in Europa installierten Wellenkraftwerks (das seinen Strom ins öffentliche Netz einspeist), der Atlantik ruhig daliegt wie ein Brett und das Wasser lediglich gelangweilt hin- und herschwappet. Doch ein Gutes hat die Ruhe: Sie macht eine nicht unbedeutende Besonderheit dieser Technik deutlich. Wie von Windrädern vorexerziert, liefern auch Wellenkraftwerke nur dann Strom, wenn der Wind bläst und sich Wellen bilden.

Wellenenergie ist also keine stetige Energieform. Sie kann demnach nicht in der Grundlast eingesetzt werden. Dazu braucht es thermische Anlagen, bei denen der turbinentreibende Dampf durch das Verbrennen von Kohle oder Öl auf Temperatur gebracht wird; oder Laufwasserkraftwerke, will man dem Wasser die Treue halten. Dass trotz dieses Nachteils das Interesse an der Wellenkraft enorm groß ist und zudem rasant zunimmt, hat gleich mehrere Ursachen: Die Wogen der Weltmeere bergen ein schier unerschöpfliches Potential an Energie. Nach den Berechnungen des Internationalen Energieerates in London (WEC) reicht es aus, 15 Prozent des weltweiten Strombedarfs zu decken. Zudem steht die Kraft der Wellen kostenlos zur Verfügung. Auch fällt bei ihrem Einsatz zur Stromerzeugung kein klimawirksames Kohlendioxid an, und – ganz wichtig – die Technik wird, wie andere regenerative Energien auch, finanziell bezuschusst. Vor allem in Großbritannien und Spanien gibt es üppige Vergütungen, so dass sich vor und an den Küsten dieser Länder besonders viel in Sachen Wellenkraft tut.

Das erste netzgebundene Wellenkraftwerk steht auf der schottischen Insel Islay. Dort, wo der Whisky durch die besonders hohe Schafpopulation und der damit einhergehenden intensiven Anreicherung des Torfes (er wird zum Trocknen des Malzes benötigt) mit Naturdung eine bei Whiskyfreunden hochgeschätzte Geschmacksnote erhält. Hier, an der steilen Westküste der Insel, hat man vor acht Jahren die rund 18 Meter hohen und etwa 20 Meter breiten „Kollektor“ des Kraftwerks gebaut. Das ist eine (nach hinten offene) bis ins Wasser hinabragende Betonröhre. In sie schwappen die Wellen hinein. Der Wasserspiegel in der Röhre steigt und fällt im Rhythmus des Wellengangs und drückt die Luft nach oben, um sie gleich darauf wieder zurückzuziehen. Durch einen großen Querschnitt im Rohr und einen kleineren am Luftaustritt lassen sich geringe Wellenbewegungen in eine deutlich schnellere Luftbewegung übersetzen.

Mit diesem Hin und Her soll man eine Turbine (plus Generator) antreiben und Strom erzeugen können? Es geht, wie der Blick ins Innere des Betonbunkers zeigt. Hier steht der Prototyp einer Luftdruck-Turbine, deren Funktionsprinzip bereits vor über 20 Jahren von dem Schotten Alan Wells erdacht wurde und die heute seinen Namen trägt. Wells hat mit dieser Technik die Basis für das in Inverness sitzende Unternehmen Wavegen gelegt, das seit einigen Monaten zu Voith Siemens Hydro Power gehört, dem deutschen Hersteller von (Wasser-)Turbinen aus Heidenheim.

Die Wellsturbine hat wenig gemein mit klassischen Turbinen. Wenn man Parallelen sucht, dann sollte man sich die Flug-



Naturgewalt: Wind ist auch bei Wellenkraftwerken das A und O. Denn bleibt das Meer ruhig, kann man keine Energie gewinnen.

Fotos Voith Siemens Hydro Power

technik der Vögel ansehen. Denn wie es Vögeln gelingt, sich durch Schlagen ihrer Tragflächen-Flügel vorwärtszubewegen, schafft es die Wellsturbine, ihren auf einer Welle sitzenden symmetrischen Turbinenschaufeln durch eine im rechten Winkel ankommende Luftströmung einen Drall zu verpassen und sie auf Touren zu bringen. Das Besondere des Wellrades: Dieser Effekt wird auch erzielt, wenn der Luftstrom aus der entgegengesetzten Richtung kommt, und das, ohne dass sich die Drehrichtung der Turbinen ändert. Doch eines ist wichtig: Die Wellsturbine muss angedreht werden. Alleine durch Luftströmung läuft sie nicht an.

An zwei unterschiedlich großen Wellsturbinen hat man bisher Versuche gemacht. Mit Hilfe der Voith-Techniker will man die Technik nun verfeinern, was auch schon gelungen ist. So harmonisiert die neuere kleine Maschine, sie hat eine Nennleistung von 18,5 Kilowatt, deutlich besser mit der aus dem Wellenkollektor strömenden Luftmenge. Für die ältere 250-Kilowatt-Maschine war die Luftmenge viel zu gering. Momentan liegt der Wirkungsgrad zwar noch bei (mageren) 40 Prozent. Doch „Windausbeuten“ von bis zu 60 Prozent seien, wie die Voith-Ingenieure sagen, durchaus möglich, ohne dass dazu Grundlegendes an der Turbine verändert werden muss. Will man noch höhere Wirkungsgrade erreichen, wird die Maschine komplizierter (und anfälliger).

So könnte man man die Turbinenschaufeln „pitchen“. Das heißt, ihre Anstellwinkel ließen sich stets an den jeweiligen Winddruck und die Strömungsrichtung des Luftstroms anpassen.

Von diesen Extravaganzen will man derzeit noch nichts wissen. Heute geht es darum, die Wellsturbine zuverlässig zum Laufen zu bringen – und erste Maschinen zu verkaufen. Anfragen und Projektideen liegen vor. So sollen in eine vor der baskischen Küste neu zu errichtende Kaimauer 16 Mini-Wellsturbinen (mit einer Leistung von je 18,5 Kilowatt) eingebaut werden. Und gemeinsam mit einer britischen RWE-Tochter plant man, an die Küste der Hebrideninsel Lewis ein 3,5-Megawatt-Wellenkraftwerk zu setzen. 35 Wellsturbinen mit jeweils einer Nennleistung von 100 Kilowatt würden benötigt.

Das Wavegen-Konzept sei dann besonders attraktiv, wenn nicht eigens ein teurer Beton-Wellenkollektor an die Küste gebaut werden muss. Ein weiterer Vorteil: ihre Anlagen können nicht von den Wellen weggerissen und zerstört werden. Dieser Gefahr sind alle anderen Wellenkraftwerke ausgesetzt. Sie setzen auf am Meeresboden verankerten, schwimmenden Lösungen. Sie müssen ihre Anlagen so auslegen, dass ihnen auch orkanartige Stürme und Monsterwellen nichts anhaben können. Diesem höheren Risiko können sie einen klar definierbaren Vorteil entgegenzusetzen: Die Wellenenergie ist auf hoher See fünfmal so groß wie an der Küste.

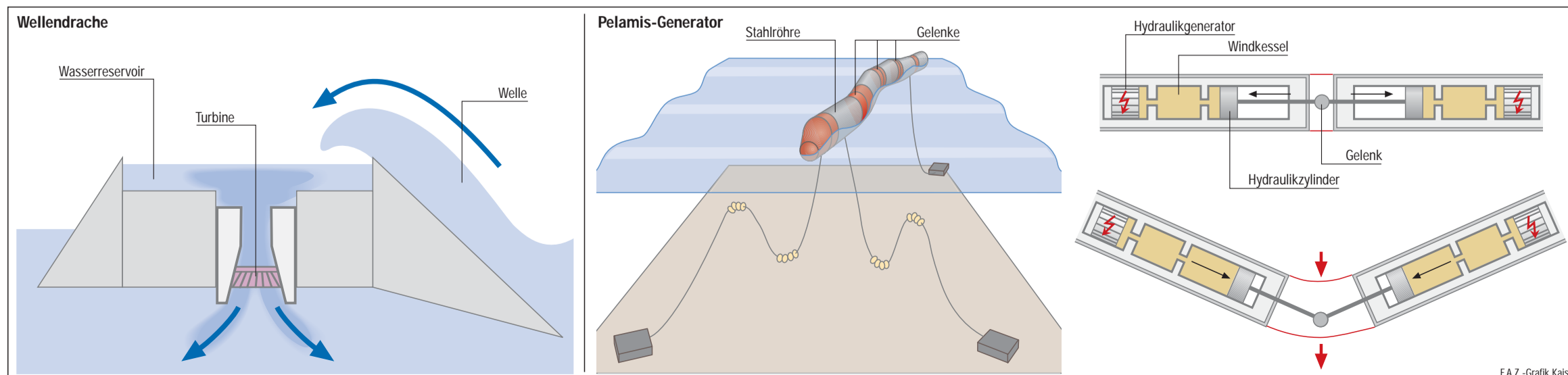
Vor allem zwei Offshore-Wellenkraftwerkskonzepte machen immer wieder von sich reden. Das ist zum einen der sogenannte Wellendrache (Wave Dragon), dessen Prinzip bereits in den achtziger Jahren von norwegischen Wissenschaftlern erdacht wurde und der seit 2003 an zwei Testanlagen vor der dänischen Nordseeküste erprobt wird. Obwohl sich eine der Versuchsanlagen 2005 von den Ankerketten gerissen und Schutz an der Küste gesucht hat, scheint man mit den Testergebnissen zufrieden zu sein. Nur so ist zu erklären, dass man sich nun daranwagt, einen 17 Millionen Euro teuren Monsterdrachen zu planen, der vor der Küste von Wales Wellenenergie einfangen soll. Der Meereskoloss wird 300 mal 150 Meter groß; 30 000 Tonnen Stahl sollen verbaut werden. 20 in das schwimmende Kraftwerk installierte Turbinen bringen es auf eine Leistung von sieben Megawatt. Die Stromausbeute soll bei 20 Gigawattstunden im Jahr liegen.

Bei dem Wellendrachen werden die Wellen von zwei weitausladenden Reflektoren eingefangen und schwappen eine sanft ansteigende Rampe empor, von wo das Wasser in ein Reservoir strömt (das beim angedachten Großdrachen 8000 Kubikmeter fasst). Aus diesem Tank fließt es durch senkrecht angeordnete Niederdruckturbinen ins Meer zurück. Die Turbinen müssen sehr robust sein, sind sie doch auf der rauen See starken, ständig wechselnden Belastungen ausgesetzt.

Deutlich weiter als der Wellendrache hat es ein zweites Offshore-Konzept gebracht: die Seeschlange. Denn diese unter dem griechischen Namen Pelamis bekannte Maschine hat bereits Käufer gefunden. Unter der Regie des portugiesischen Energieversorgers Enersis sollen in diesem Sommer drei rund 150 Meter lange Seeschlangen in Portugals Norden vor Póvoa de Varzim in dem an dieser Stelle etwa 50 Meter tiefen Wasser verankert werden – und Strom liefern. Die Leistung je Anlage hat über ein Jahr lang demonstriert, dass die Technik auch funktioniert. Vor den schottischen Orkneyinseln war die Seeschlange den Wellenkräften ausgesetzt, nachdem zuvor im Rahmen eines sechsjährigen Forschungs- und Entwicklungsprojekts bei dem norwegischen Energiekonzern Hydro das Konzept seetauglich gemacht worden war.

Der Pelamis schwimmt schlangenähnlich auf der Meeresoberfläche. Gelenke zwischen den vier Segmenten, aus denen er sich zusammensetzt, machen das möglich. Er ist 150 Meter lang, 750 Tonnen schwer und hat einen Durchmesser von dreieinhalb Metern. Für die Stromerzeugung wichtig sind die in der Nähe der Gelenke sitzenden „Power Modules“. Das sind Kolbenpumpen, die bei jedem Einklicken des Pelamis betätigt werden und Hydrauliköl unter Druck setzen.

Fortsetzung auf der folgenden Seite



Das Prinzip des Wellendrachsens: Man gewinnt Fallhöhe, indem man die Welle in ein höher gelegenes Becken schwappen lässt. Beim Pelamis wird Öl unter Druck gesetzt, das dann Hydraulikgeneratoren antreibt.

Lokalpatrioten

dv. Lokalpatrioten sind Lobbyisten ihrer Heimat. Was immer da geschieht, sie nehmen und machen es wichtig. In ihren Augen und mehr noch in ihren Herzen werden lokale Größen größer, ob auf dem Schlacht- oder Fußballfeld. Und wie erfindlich sie sind, wenn es gilt, die Bedeutung ihres Städtchens herauszustrahlen! Im fränkischen Leutershausen, zum Beispiel, vertritt man die Überzeugung, dass ein Sohn der Stadt, Gustav Weißkopf, das Motorflugzeug erfunden hat. Und zwar lange vor den Brüdern Wright. Jenseits der Stadtgrenze nimmt diese Überzeugung rapide ab. Auch in Hannover rühmt man einen Aviatiker, der den Amerikanern zuvorkam, Karl Jatho. Er selbst sah das anders – reklamierte nur ein paar Luftsprünge für sich. Die neueste lokalpatriotische Wortmeldung kommt aus Braunschweig. Dort sei im Jahre 1907 ein Flugtag veranstaltet worden, schrieb der Direktor des Landesmuseums, Biegel, in einem Beitrag für die zuständige Lokalzeitung. Vier Flugzeuge am Start! Eine erstaunliche Enthüllung. Sieht man von dem mit der Schwerkraft ringenden Jatho ab, so gab es damals in Deutschland überhaupt noch keine Flieger. Die Pioniere Euler und Grade legten erst 1908 los. Nur ein paar Franzosen konnten schon fliegen, ein bisschen, und natürlich die Wrights. Die Luftfahrthistoriker, die den Zeitungsartikel lasen, schüttelten denn auch heftig die Köpfe. Den Braunschweiger Flugtag des Jahres 1907 halten sie für eine Erfindung des Museumsdirektors. Das ist ein hartes Urteil. Vielleicht hat der Mann ja nur einen Ballonaufstieg mit vier Personen oder eine Sumpfhühnjagd mit vier Treffern für eine Flugveranstaltung gehalten. Kann doch ein Irrtum sein. Luftfahrt ist ein weites Feld. Die geschichtreiche Stadt Braunschweig, Sitz namhafter Institutionen des Flugwesens, bedarf wirklich keiner weiteren Sternstunden. Der erste deutsche Flugtag war 1908 in Kiel, darin stimmen alle Historiker überein. Es erschien nur ein einziger Flieger, und der war Däne. Aber wir sollten die Lokalpatrioten nicht geringachten. Ohne ihre stolzen Enthüllungen stünde in allen Geschichtsbüchern immer nur das Gleiche.

Endlich auch für 50

py. Im Allgemeinen will der Mensch, weil er sich nicht nicht denken kann, ganz und gar nichts davon wissen, wenn er weniger wird. Abnehmende Kräfte, Hilfsbedürftigkeit gar, das sind so starke Tabus, dass auch konkrete Anzeichen dafür so lange leugnet werden, bis das bloße Sein bereits das Eingeständnis der nicht länger auszublenkenden Schwäche ist. An dieser Denkbarriere scheinen unter anderen auch die Propagandisten des Fahrrads mit elektrischem Hilfsantrieb zu scheitern. Was hat man nicht alles unternommen, um diese Fahrradgattung populär zu machen: Sogar ein künstlicher Begriff wurde geschaffen, damit das Publikum nicht gleich an ein Behindertenfahrzeug denken soll. Und, hat dieses „Pedelec“ etwas genutzt? So gut wie nichts oder so viel wie die netten gestellten Fotos, auf denen junge Menschen angeblich Elektrofahrräder bewegen. Nach wie vor quälen sich erst in graueliertem Alter nicht einmal besonders sportliche Herrschaften mit Fragen wie: „Elektrofahrrad vor der Rennte? Mache ich mich mit so einem P-Dings nicht ein bisschen lächerlich?“ – Dass die E-Bikes dank verbesserter Akku-Technik immer besser werden, spricht sich allmählich herum. Wer sich schon in jüngeren Jahren, sagen wir mit fünfzig, bei einem Flyer, einem Twist, Tesla, Ion oder was der flotten Namen mehr sind, in den Sattel traute, erlebte eine Befreiung. „Endlich höre ich zur Zielgruppe 50+ – es ist einfach herrlich.“ Jawohl, und es macht so viel Spaß, dass es einfach ungehörig ist, dieses Vergnügen vom Rentenbescheid abhängig machen zu wollen.

Aus dem Inhalt

Der Fahrtbericht

Er ist der Platzhirsch unter den Minivans: Volkswagen hat den Touran verschönert. Langeweile kommt zumindest beim Studieren der Preisliste nun sicher nicht mehr auf. Seite 3

Klein und lässig

Die Honda Varadero 125 ist ein kleines Motorrad mit großzügigem Fahrkomfort. Mit ihr macht man immer eine gute Figur – ob vorm Biergarten oder auf der Autobahn. Seite 4

Groß und flink

Der Geländewagen GL 320 CDI von Mercedes-Benz hat einen der modernsten Dieselmotoren unter der Haube. Er lässt sich auch flinker bewegen, als es auf den ersten Blick aussieht. Seite 4

Robust und dynamisch

Das Gehäuse der Digital-Spiegelreflexkamera Finepix S5 kann einiges ab. Auch das technische Innenleben ist auf die Zielgruppe der professionellen Fotografen ausgerichtet. Seite 2

Alt und neu

Die neuen Bauteile an der Dresdener Frauenkirche mussten einerseits dem Original folgen und andererseits den modernen Anforderungen an Statik und Brandschutz genügen. Seite 6