

# ENERGIE.....

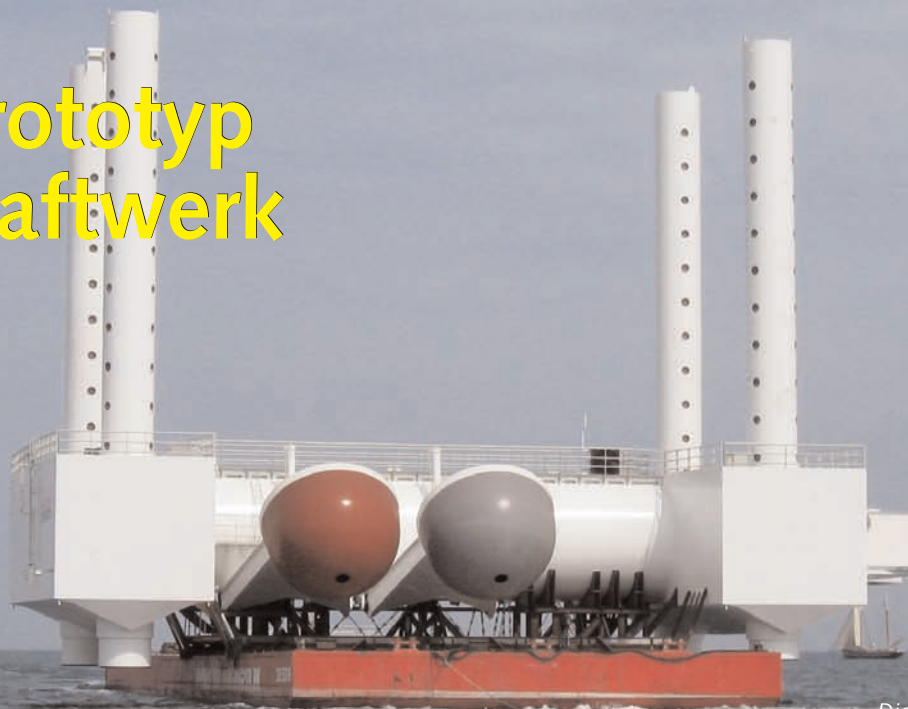
Ausgabe 3/2009

## Perspektiven

Forschung für die Energieversorgung von morgen

Meeresenergie

### Vom Prototyp zum Kraftwerk



Die Wellenenergieanlage Wavestar mit zwei hochgeklappten Driftkörpern

#### EDITORIAL

**G**ewaltige Energien stecken in der Bewegung von Meereswellen und Gezeiten. Mit vielen Verfahren versucht man, sie zur Stromerzeugung nutzbar zu machen. In deutschen Gewässern zwar unbedeutend, ist ihr globales Potential beachtlich: Theoretisch könnten sie über zehn Prozent des weltweiten Stromverbrauchs decken. Das Meer haben noch zwei weitere Artikel im Blick: Lesen Sie über das erste schwimmende Windrad und über das Projekt Desertec, den Handel mit Wüstenstrom über das Mittelmeer hinweg.

Die Redaktion

Ergänzt werden die gedruckten Kurzbeiträge durch weiterführende Artikel im World-Wide Web.

**W**ellenhüpfer, Wellenschaukel, Powerboje – mehr als tausend Techniken, um die Energie von Meeresströmen, Gezeiten oder Wellen anzuzapfen, sind weltweit patentiert. Viele müssen sich nach erfolgreichen Testläufen jetzt kommerziell bewähren. Dafür brauchen sie hohe Leistungen, denn die Unterwasseranbindung an die Stromnetze ist teuer. Die stärksten Einzelanlagen

liefern heute etwas über ein Megawatt Leistung, die ambitioniertesten Kraftwerksprojekte nehmen sich Gesamtleistungen von über zehn Megawatt vor.

Eines der derzeit leistungsstärksten Projekte ist die Gezeitenstromanlage Seagen in Nordirland. Seit Ende 2008 speist das „Unterwasser-Windrad“ 1,2 Megawatt in das Stromnetz ein. Mit zwei Rotoren ist die Turbine eine Weiterentwicklung des Projekts Seaflow (siehe Energie-Perspektiven 4/2003), das mit nur einem Rotor ausgerüstet war. „Um ökonomisch zu werden, brauchen wir so viel



Wie ein abgetauchtes Windrad arbeitet die Gezeitenstromanlage Seagen



Die Brandung zapft das Projekt Limpet vor Schottland an. Es fängt die Wellen in einem oben geschlossenen Betonbecken an der Küste ein und nutzt den Luftdruck, den das auflaufende Wasser erzeugt (Energie-Perspektiven 3/2002). Es liefert seit neun Jahren Strom. Anfang 2009 hat die schottische Regierung grünes Licht für das größere Projekt „Siadar Wave Energy“ gegeben, eine Vier-Megawatt-Anlage in Lewis, Schottland.

Bewegliche Driftkörper – nach dem Prinzip Badeente – nutzt die dänische Anlage Wavestar im Nissum-Fjord. Halbkugelförmige Schwimmer nehmen die Wellenbewegung auf und treiben einen hydraulischen Motor an. Die Wellen durchlaufen die Anlage der Länge nach und heben die Driftkörper nacheinander hoch. Seit 2006 hängt eine Fünf-Kilowatt-Pilotanlage am Netz, Ende September 2009 soll in Hanstholm vor Dänemark der Testlauf für eine

500 Kilowatt-Anlage starten – 40 Meter lang und mit 20 Driftkörpern mit je fünf Metern Durchmesser ausgestattet.

Wie eine schwimmende Wasserschlange sieht Pelamis aus. Der 180 Meter lange Prototyp ist aus vier Zylindern mit je vier Metern Durchmesser zusammengesetzt. Die Scharniere zwischen den Zylindern treiben mit ihrer von den Wellen erzwungenen Bewegung über Kolben hydraulische Motoren an. Pelamis kann 750 Kilowatt Leistung erzeugen. Eine 2,25 Megawatt-Anlage vor der portugiesischen Küste liefert seit September 2008 Strom.

So genannte Powerbojen, die die Wellenenergie aufnehmen, können bis zu 150 Kilowatt liefern und in Anlagen zu hunderten von Megawatt angeordnet werden. Wave Hub, ein ehrgeiziges Projekt für einen 20 Megawatt-Wellenenergiepark vor der südenenglischen Küste, plant Powerbojen als eine von vier Technologien zu nutzen. Wave Hub wurde von der South West Regional Development Agency initiiert. Im Frühjahr 2010 soll der Bau beginnen.

Christine Rüth

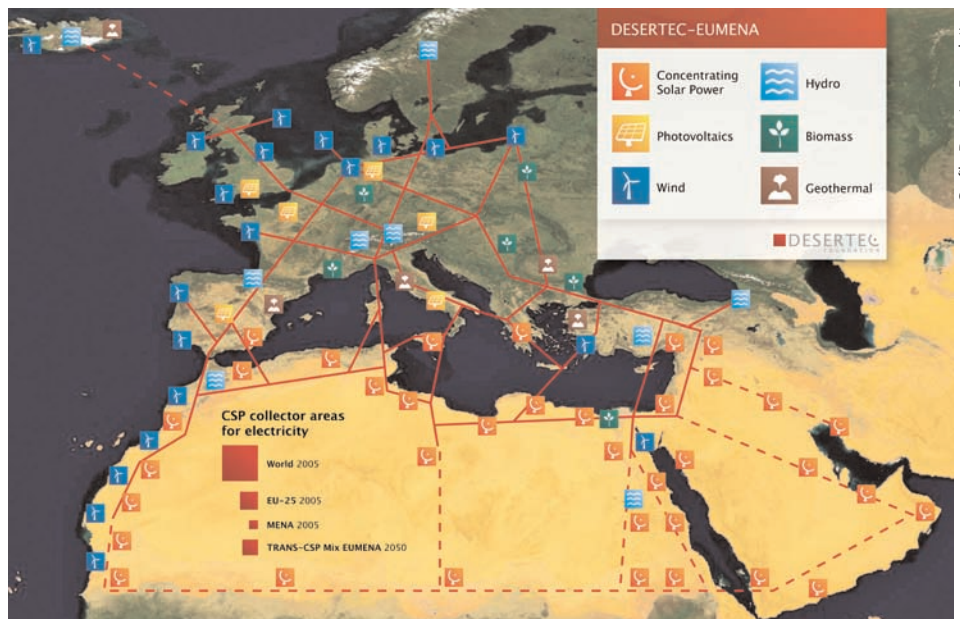
➤ Weiteres: [www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

Rotorfläche wie möglich“, erklärt Peter Fraenkel, technischer Direktor der Herstellerfirma Marine Turbines. Jochen Bard vom Institut für solare Energiesysteme in Kassel sieht einen weiteren Vorteil: „Bei Seaflow störte der Turm die rückfließende Strömung, weil der Rotor an seiner Vorderseite angebracht war. Seagen kann beide Strömungsrichtungen optimal ausnutzen.“ Marine Turbines hat große Pläne, darunter eine 10,5 Megawatt-Gezeitenstromanlage vor der walisischen Küste und eine 5 Megawatt-Turbine, die von sechs Rotoren angetrieben wird.

## Solarthermie

# Strom aus der Wüste

In den sonnenreichen Wüsten Nordafrikas sollen solarthermische Kraftwerke Strom für Europa, den Mittleren Osten und Nordafrika erzeugen. Das ist die Grundidee von „Desertec“, dem bisher weltweit größten Solarstromprojekt. Es wurde kürzlich von zwölf Unternehmen, darunter die Deutsche Bank, Eon, RWE, Siemens, Solar Millennium und Schott Solar, ins Leben gerufen. Konkrete Pläne sollen in drei Jahren vorliegen. Ehrgeiziges Ziel ist es, rund 15 Prozent des Strombedarfs in Europa und einen erheblichen Teil des Stroms für die Erzeugerländer zu produzieren.



Für den Stromhandel über das Mittelmeer hinweg wäre ein alle beteiligten Länder verbindender Strommarkt zu schaffen. Verlässliche Partnerschaften könnten, so der Deser-

- Rückgrat des Stromverbundes
- zwischen Europa, dem Nahen
- Osten und Nordafrika ist ein
- Hochspannungs-Gleichstromnetz

tec-Plan, mit einer gemeinsamen Freihandelszone für erneuerbare Energien starten. Dann könnten Sonnen- und Windenergie, Strom aus Wasserkraft und Biomasse, Erdwärme und Wellenkraft, die in den Regionen mit den besten Erträgen erzeugt werden, über das transeuropäische Netz weiträumig verteilt werden. Der

Foto: BSW-Solar/Solar Millennium



- Solarthermische Großkraftwerke
- mit Parabolrinnen-Technologie
- sollen den Wüstenstrom
- in Nordafrika produzieren

Verbund sorgt zugleich für den zeitlichen und räumlichen Ausgleich der fluktuierenden Energiequellen, so eine Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). So könnten zum Beispiel Leistungsschwankungen großer Windparks durch weit entfernte Reservekapazität ausgeglichen werden. Fossile Brennstoffe würden nur benötigt, wenn das Angebot aus Erneuerbaren und der Bedarf nicht übereinstimmen. Dann sollen schnell reagierende, gasgefeuerte Spitzenlastkraftwerke die Regelleistung übernehmen. Eine wichtige technische Voraussetzung ist der Aufbau eines Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsnetzes. Denn das vorhandene Wechselstromnetz würde über 3000 Kilometer fast die Hälfte des Stroms verlieren, ein Hochspannungsnetz auf Gleichstrombasis nur etwa 10 Prozent.

Analog zum Autobahnnetz wird das Gleichstromnetz nur wenige Ein- und Ausfahrten haben, die es mit dem konventionellen Wechselstromnetz verbinden. Die Kosten für zwanzig Leitungen für je fünf Gigawatt, die bis 2050 gebaut sein könnten, schätzt das DLR auf etwa 45 Milliarden Euro, die Investitionskosten für die zugehörigen etwa 50 solarthermischen Kraftwerke in Nordafrika auf 350 Milliarden. Sie sollen 700 Terawattstunden Strom in die Bedarfszentren Europas liefern. Das Projekt sei, so formulierte es der Aufsichtsratschef der Desertec-Stiftung, Gerhard Knies, gegenüber der Frankfurter Rundschau, nicht nur eine große ethische Aufgabe, sondern auch „das größte Geschäft der Zukunft“.

imi

➔ Weiteres:  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

## Klimaschutz

# Abwrack- oder Umweltprämie?

**O**bwohl vielfach bezweifelt, hat die Abwrackprämie der Umwelt eher genutzt als geschadet. Das sagt eine Studie des Heidelberger Instituts für Energie- und Umweltforschung (IFEU). Dabei war die Prämie, anders als ähnliche Maßnahmen im Ausland, mit keinerlei Umweltauflage verbunden: Fünf Milliarden Euro gingen im Rahmen des Konjunkturprogramms der Bundesregierung an rund zwei Millionen private Halter, die ein neues Auto kauften und ihren Altwagen abwrackten. Damit wurden rund fünf Prozent des Fahrzeugparks ausgetauscht. Ziel war es vor allem, den Automarkt zu beleben. Dennoch liegen Spritverbrauch und Kohlendioxid-Ausstoß der neuen Fahrzeuge durchschnittlich um rund 20 Prozent niedriger als bei den abgewrackten Fahrzeugen. An Luftschadstoffen – Ruß, Stickoxiden oder Kohlenmonoxid – sind es sogar bis zu 99 Prozent weniger als vorher. Denn

die ersetzten Altwagen waren im Durchschnitt gut 14 Jahre alt. Die bei ihrer Erstzulassung geltenden Abgasvorschriften waren viel weniger streng als die heutigen. Für Kraftstoffverbrauch und Kohlendioxid-Emission gibt es zwar keine Grenzwerte. Die neuen Motoren sind aber effizienter und produzieren damit weniger Kohlendioxid als ältere. Zudem wurden vor allem Kleinwagen angeschafft. Allerdings: Bezieht man den Einfluss der Prämie nicht auf die zwei Millionen ersetzten Altwagen, sondern auf alle 40 Millionen Autos in Deutschland, dann nimmt sich die Wirkung wesentlich bescheidener

aus: Eingespart wird 2009 knapp ein Prozent des insgesamt erzeugten Kohlendioxids. Immerhin 9, 7, 5 und 4 Prozent sind es bei Benzol, Kohlenmonoxid, Stickoxiden und Diesel-Partikeln. Die IFEU-Bilanz berücksichtigt auch Energieaufwand und Kohlendioxid-Ausstoß bei der Herstellung der neuen und der Entsorgung der alten Autos: Mit zehn bis zwanzig Prozent schlagen beide, bezogen auf den gesamten Lebensweg eines Fahrzeugs, zu Buche. Den großen Rest verursacht die Nutzung des Fahrzeugs, vor allem der Kraftstoffverbrauch. Deshalb fällt der Aufwand für Produktion und Verwertung



Foto: bildbox.com

umso weniger ins Gewicht, je länger der Wagen genutzt wird. Die Prämie hat zwar auch Anreize gesetzt, funktionsfähige Fahrzeuge vorzeitig abzuwracken. Weil die neuen aber wesentlich umweltfreundlicher sind als die alten Fahr-

zeuge, tragen sie die Energie- und Kohlendioxid-Schuld einer vorzeitigen Verschrottung in knapp einem Jahr ab. imi

➔ *Weiteres:*  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

Erneuerbare

# Schwimmendes Windrad

**D**as weltweit erste schwimmende Windrad – Hywind – ging Anfang September vor Norwegens Küste, zehn Kilometer vor Karmoy, in Betrieb. Der Ölkonzern StatoilHydro in Oslo will die Pilotanlage zunächst zwei Jahre testen. In 65 Meter Höhe dreht sich

eine 2,3 Megawatt-Windturbine. Der Turm ist auf einem Schwimmer verankert, wie er ähnlich auch für sonstige Hochsee-Plattformen üblich ist – ein 100 Meter langer Stahlzylinder, der mit Gestein und Wasser gefüllt und von drei Tauen am Meeresboden befestigt wird. Ziel ist es, Windenergie auch in tiefem Gewässer weit vor der Küste ernten zu können, wo feste Funda-



Grafik: Solberg Production/StatoilHydro

- Auf einer schwimmenden
- Plattform mit sechs
- Metern Durchmesser
- steht Hywind

mente extrem teuer oder auch gänzlich unmöglich sind. Hywind soll für Wassertiefen von 120 bis 700 Metern geeignet sein. „Mit der Pilotanlage wollen wir testen, wie stark Wind und Wellen die Struktur belasten. Und wir wollen lernen, wie man das Betriebskonzept verbessern und technologische Lücken schließen kann“, sagt Margareth Oevrum, die bei StatoilHydro für Technologie und Neue Energien zuständig ist. Dann will man an der Kostenoptimierung arbeiten: „Schwimmende Windräder sind eine noch unreife Technologie; der Weg zur Wirtschaftlichkeit und zum Bau von großen Windfarmen wird lang sein.“ imi

➔ *Weiteres:*  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)

Foto: lightcycle



## ENERGIEEFFIZIENZ

### Pfand für Sparlampen?

**D**ie Stromproduktion von vier Großkraftwerken, d.h. jährlich bis zu 40 Terawattstunden, will die EU durch den Glühlampenausstieg einsparen, der seit September 2009 stufenweise in Kraft tritt. Die Umweltschutzorganisation BUND begrüßt das Verbot als Schritt in die richtige Richtung. Sie verlangt jedoch, nicht nur die Energieeffizienz im Blick zu haben, sondern auch „die nachteiligen Umweltauswirkungen“ der an die Stelle der Glühbirnen tretenden Energiesparlampen und Leuchtstoffröhren. Besorgnis erregt insbesondere deren Gehalt an hochgiftigem Quecksilber – etwa drei Milligramm pro Lampe. Die Hersteller sollten verpflichtet werden, verlangt der BUND, den Quecksilbergehalt auf das technisch machbare Mindestniveau zu senken. Ausdrückliche Warnhinweise „enthält gif-

tiges Quecksilber“ und „darf nur als Sondermüll entsorgt werden“ seien zwingend erforderlich. Zudem seien die Hersteller zu verpflichten, auf den Verpackungen Schutzmaßnahmen zu benennen für den Fall, dass die Lampe zerbricht. Wirksame Rücknahmesysteme müssten sicherstellen, dass ausgediente Lampen auch wirklich im Sondermüll landen. Heute wird nämlich nur knapp die Hälfte der verbrauchten Lampen fachgerecht entsorgt, im privaten Bereich sogar nur ein Zehntel (siehe Energie-Perspektiven 4/2008). Bundesweit geraten so jährlich 400 Kilogramm Quecksilber unkontrolliert in die Umwelt. Um dem gegenzusteuern, seien intensive Informationskampagnen notwendig. Viel mehr Rückgabestellen, insbesondere auch im Handel, seien nötig. Auch ein Pfand auf Energiesparlampen sei sinnvoll. Da die Umweltminister der UN kürzlich vereinbarten, Quecksilber künftig weltweit zu verbieten, könnten quecksilberhaltige Lampen ohnehin nur eine Übergangslösung sein, so der BUND. Umweltfreundlichere Alternativen werden bereits entwickelt, sind jedoch noch nicht marktreif. An die Verbraucher appelliert der BUND, Leuchtstofflampen auf keinen Fall als Hausmüll oder Altglas zu entsorgen und beim Einkaufen gezielt nach quecksilberarmen Energiesparlampen zu fragen. bal

IMPRESSUM

**Herausgeber:**  
 Max-Planck-Institut für  
 Plasmaphysik  
 Postfach 1322, 85741 Garching  
 Tel.: (089) 3299-1288  
 Fax: (089) 3299-2622  
 E-Mail: info@ipp.mpg.de  
 Redaktion: Isabella Milch  
 Gestaltung: Dagmar Aalden  
 Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier  
 10. Jahrgang 2009  
**Nächste Ausgabe: Dezember 2009**  
**Abonnement:**  
[www.energie-perspektiven.de](http://www.energie-perspektiven.de)  
 ISSN 1438-5708