

## Bei der Windenergieforschung liegt Offshore vorn

### Offshore Leads the Field in Wind Power Research

**M. Welke**, J. Nick-Leptin; BMU, Referat Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien;  
*Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Research and Development Division, Renewable Energies Unit*



#### Ein neuer Jahresbericht des Bundesumweltministeriums informiert über Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien

Das Bundesumweltministerium (BMU) hat für das Jahr 2004 erstmals einen Jahresbericht zum Thema Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien veröffentlicht. Dieser stellt Ziele und Schwerpunkte der Forschungsförderung vor dem Hintergrund der Markt- und Technologieentwicklung dar, hebt wichtige Projekte hervor und enthält statistische Angaben.

Investitionen in Forschung und Entwicklung leisten einen wichtigen Beitrag zum Ziel der Bundesregierung, den Anteil erneuerbarer Energien in Deutschland kontinuierlich zu steigern. Denn ohne technische Innovation können die für die Markteinführung der neuen Technologien erforderlichen Kostensenkungen und die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgelegte Degression der Vergütungssätze für regenerativen Strom nicht erreicht werden. Zentrale Ziele der Forschungsförderung sind deshalb: die Senkung der Kosten zur Strom- und Wärmeerzeugung, die umwelt- und naturverträgliche Weiterentwicklung der Technologien, die Integration erneuerbarer Energien in die öffentlichen Versorgungsnetze und der rasche Technologietransfer von der Forschung in den Markt.

Im Jahr 2004 hat das BMU insgesamt 95 Forschungsvorhaben mit einem Gesamtvolumen von knapp 60 Millionen Euro bewilligt. Davon entfielen 21 Prozent auf die Windenergieforschung, womit diese nach der Fotovoltaik den größten Anteil der Fördermittel erhielt. Die hohe Priorität der Wind-

#### A new annual report by the Federal Environment Ministry outlines the latest research and development in the renewable energies sector

For the first time, the Federal Environment Ministry (BMU) has published an annual report on research and development in the renewable energies sector during the year 2004. The report outlines the objectives and priority areas of research subsidies in the light of market and technological developments, highlights a number of important projects, and also contains statistical data.

Investments in research and development are key contributors towards meeting the Federal Government's target of continuously increasing the proportion of renewable energies in Germany. Technical innovations are vital in order to cut the cost of launching new technologies on the market and scale down the compensation payable for electricity from regenerative sources, as required by the Renewable Energies Act. With this in mind, research subsidies focus on the following core objectives: To cut the cost of electricity and heat generation, to achieve technological advancements that are both environmentally conscious and nature-friendly, to integrate renewable energies into the public supply grids, and to ensure the rapid transfer of technology from the research labs to the market.

In 2004, the BMU approved a total of 95 research projects with an overall volume of just under 60 million Euros. Of these, 21 percent were attributable to wind power research, which accounted for the second-largest share of subsidies after photovoltaics. The high priority afforded to wind power when granting research subsidies is based on the realisation that this technology offers by far the greatest potential for expansion of all the renewable energies over the next few years. In 2004, Germany extended its leading global position in the generation of electricity from wind power. By the end of the year, Germany numbered some 16,000 operational wind turbines with a rated installed output of around 16,000 MW (compared with a worldwide total of approximately 40,000 MW).

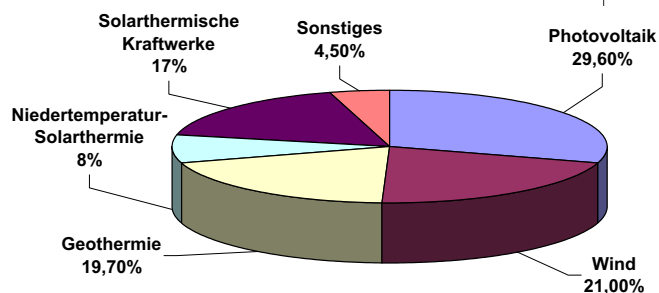


Abb. 1: Anteile am neu bewilligten Mittelvolumen 2004 in Prozent  
 Fig. 1: Shares in the volume of newly approved research funds 2004 in per cent

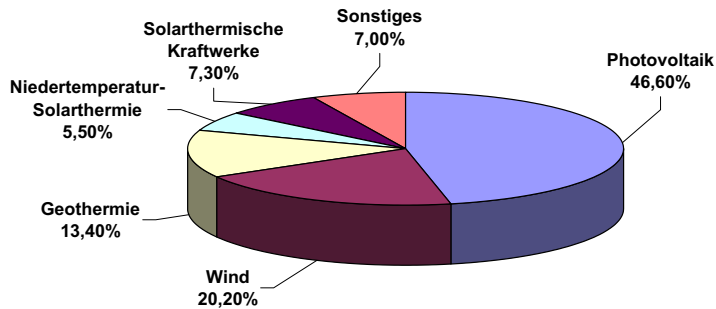


Abb. 2: Anteil am Mittelabfluss in den Jahren 2001 - 2004 in Prozent  
 Fig. 2: Share in the outflow of funds in the years 2001 - 2004 in per cent

energie in der Forschungsförderung ist darin begründet, dass diese Technologie in den nächsten Jahren das mit Abstand größte Ausbaupotenzial unter allen erneuerbaren Energien aufweist. 2004 hat Deutschland seine weltweit führende Position bei der Stromerzeugung durch Windkraft weiter ausbauen können. Zum Jahresende waren in Deutschland etwa 16.000 Windenergieanlagen (WEA) mit einer installierten Nennleistung von rund 16.000 MW (weltweit ca. 40.000 MW) in Betrieb.

### Forschungsschwerpunkt: Offshore

Entscheidend für den weiteren Ausbau der Windenergie in Deutschland ist der Offshore-Bereich. Hier liegt auch der größte Forschungsbedarf. Denn die zum Teil beträchtlichen Entfernungen der Windparks von der nächsten Küste und die großen Wassertiefen stellen Wissenschaftler vor enorme technische, wirtschaftliche und ökologische Herausforderungen. Eine wichtige Voraussetzung für eine ganze Reihe von Forschungsprojekten war die Errichtung der Forschungsplattform Fino 1 im Jahr 2003 in der Nordsee. Sie ist das deutsche Pionierbauwerk zur Offshore-Windkraftnutzung. Auf ihr werden sowohl technische Daten erhoben, wie z.B. Wind- und Wellengang, als auch ökologische Fragen untersucht. 2004 wurden die technischen Systeme auf der Grundlage erster Praxiserfahrungen optimiert und ergänzt. 2005 soll auch in der Ostsee eine Forschungsplattform entstehen: Fino 2. Die dort zu erwartenden Forschungsergebnisse werden den Offshore-Windparks in der Ostsee unmittelbar zugute kommen. Aus den Windmessungen können mögliche Energieerträge errechnet und Rückschlüsse auf die optimale technische Auslegung von Windenergieanlagen gezogen werden.

Das BMU setzt bei der Forschungsförderung im Bereich Windenergie drei Schwerpunkte: die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch **Technologieforschung**, der umweltverträgliche Ausbau durch **ökologische Begleitforschung** und die **Netzintegration** des erzeugten Stroms.

### Technologieforschung

Um die Wettbewerbsfähigkeit von Windstrom wei-

### Offshore a Research Priority

The offshore sector is pivotal to the continuing expansion of wind power in Germany. At the same time, it is the area where the greatest amount of research is needed. The fact that some wind farms are located a long distance from the nearest shore, and often in extreme water depths, poses enormous technical, financial and ecological challenges for scientists. The construction of the research platform Fino

1 in 2003 in the North Sea was pivotal to a whole series of research projects. This platform was Germany's pioneering structure in the use of offshore wind power. It is used for the collection of technical data, such as wind direction and swell, and for the investigation of ecological issues. In 2004, the technical systems were optimised and enhanced based on the initial experiences gleaned from this platform. In 2005, there are plans to construct a second research platform in the Baltic Sea: the Fino 2. The research results obtained from this second platform will directly benefit offshore wind farms in the Baltic Sea. Scientists can use wind measurements to calculate potential energy yields and draw important conclusions regarding the optimum technical design of wind farms.

The BMU has three main priorities when subsidising research in the field of wind power: To boost competitiveness through **technological research**, to achieve eco-friendly expansion via **accompanying ecological research**, and to integrate the electricity thereby generated **into the public grid**.

### Technological Research

In order to make wind power even more competitive, i.e. by cutting costs and boosting yields, we need to improve the availability of wind farms. This entails upgrading the regulation, control and monitoring systems, as well as maintenance and repair management. Additionally, we need to find some way of reducing the cost of the supporting structures, such as the foundations and the tower, which currently account for between 25 and 50 percent of the investment costs in offshore plants. Mindful of this fact, current wind turbine development efforts are focussing on new, lighter drive trains in order to minimise the weight, which in turn will allow cheaper supporting structures to be used. Intelligent pitch regulators, which allow the blade to be adjusted automatically depending on the wind load, may also help to reduce the stress on the plant structure. At the same time, this creates opportunities for load and bottleneck management. Finally, a higher level of automation in the production, assembly, operational management and maintenance of the

# efficient assistance

**DEWI Group: Worldwide Services  
and Research in Wind Energy**



**Visit us at our Stand  
Hall 1, A18**



## DEWI Group:

**DEWI - Deutsches Windenergie-Institut GmbH \*)**  
Ebertstraße 96 · D-26382 Wilhelmshaven  
Tel. (+49) 4421 - 4808-0 · Fax (+49) 4421 - 4808-43  
Email: dewi@dewi.de · Internet: www.dewi.de

**DEWI Spain - Deutsches Windenergie-Institut GmbH \*)**  
Sucursal en España · Calle Nueva, 8 · Oficina 15  
E-31192 Mutilva Alta Navarra · Spain  
Tel. (+34) 948 - 292 510 · Fax (+34) - 948 - 152 445  
Email: dewi.spain@dewi.es

**DEWI-OCC - Offshore and Certification Centre GmbH**  
Am Seedeich 9 · D-27472 Cuxhaven  
Tel. (+49) 4721 - 5088-0 · Fax (+49) 4721 - 5088-43  
Email: mail@dewi-occ.de

**DEWI do Brasil - Engenharia de Energia Eólica Ltda.**  
Av. Nove de Julho, 95 · Edifício Center 9, Sala 74  
São José dos Campos - SP, CEP 12.243-001 · Brazil

\*) Accreditation is valid for the test and calibration methods specified in the certificates

ter zu verbessern, also die Kosten zu senken und die Erträge zu steigern, muss die Verfügbarkeit der WEA erhöht werden. Dies erfordert eine Weiterentwicklung der Regelungs-, Steuerungs- und Überwachungstechnik sowie des Wartungs- und Reparaturmanagements. Zudem müssen die Kosten für die Tragstrukturen, wie Fundament und Turm gesenkt werden, die bei Offshore-Anlagen etwa 25-50 Prozent der Investitionskosten ausmachen. Daher konzentriert man sich bei der Entwicklung neuer Windanlagen auf neue und leichtere Triebstränge, um das Gewicht zu reduzieren und kostengünstigere Tragstrukturen zu ermöglichen. Auch intelligente Pitch-Regelungen, die eine automatische, windlastabhängige Änderung des Blattstellwinkels ermöglichen, können die Belastung auf die Konstruktion der Anlagen vermindern. Damit werden zugleich die Möglichkeiten für das Last- und Engpassmanagement verbessert. Und schließlich kann eine stärkere Automatisierung bei Herstellung, Montage, Betriebsführung und Wartung der Windenergieanlagen zur Kostensenkung beitragen. Die folgenden Beispiele veranschaulichen die vom BMU geförderten Projekte in diesem Bereich:

1. Im Dezember 2004 wurde der im Rahmen eines BMU-Forschungsprojektes geförderte Prototyp der Multibrid M5000 errichtet. Damit verfügen nunmehr drei deutsche Hersteller über Anlagen der 5 MW-Klasse und nehmen eine internationale Spitzenstellung ein. Zwei dieser drei Anlagen wurden mit Unterstützung des BMU entwickelt. Die Multibrid weist eine Reihe von Neuentwicklungen auf und wurde speziell auf den Einsatz im Offshore-Bereich ausgerichtet. Das geringe Gewicht der Gondel und der neuartige Antriebsstrang der Anlage ermöglichen die komplette Vormontage an Land. Auf See kann die komplette Gondel auf den vorbereiteten Turm gehoben werden. Dadurch wird die Errichtungszeit der Anlagen deutlich verkürzt. Das geringe Gondelgewicht ermöglicht zudem kostengünstige Tragstrukturen.
2. Seit 1989 werden im Rahmen des 250 MW-Windprogramms umfassende Daten mehrerer hundert Windenergieanlagen kontinuierlich gesammelt und ausgewertet. Das weltweit einzigartige Vorhaben liefert wertvolle Hinweise zum Leistungsstand der Windenergie-technik, zur Schadenshäufigkeit, zu den Schadensursachen und zur Wirtschaftlichkeit.
3. Um Offshore-Windparks kostengünstig errichten zu können, wurde 2004 ein Forschungsvorhaben zur Entwicklung neuer Montagegeräte gestartet. Ein weiteres Forschungsvorhaben soll die Standsicherheit der Offshore-Windenergieanlagen verbessern und die einzusetzenden Materialien und Methoden hinsichtlich Masse und Kosten optimieren.



Abb. 3: Die Oberflächen der Gründung von Offshore Windkraftanlagen sind Lebensraum für eine Vielzahl von Meeresorganismen wie Seeanemone, Nacktschnecke oder auch Schwimmkrabbe. (Quelle: Joschjo & Orejas, AWI)

Fig. 3: *The surfaces of the foundations of offshore wind turbines form a habitat for a variety of marine organisms such as sea anemone, nudibranch or swimming crab (Source: Joschjo & Orejas, AWI)*

*wind farms may also help to reduce costs. The following examples illustrate the types of projects funded by the BMU in this field:*

1. *December 2004 saw the construction of the prototype of the Multibrid M5000, which received funding as part of a BMU research project. Three German manufacturers now have plants in the 5 MW category, and command a leading market position worldwide. Two of these three plants were developed with the support of the BMU. The Multibrid boasts a number of new features and has been specifically tailored to offshore use. The minimal weight of the nacelle and the new type of drive train used in the turbine mean that it can be preassembled completely on land. Once at sea, the entire nacelle can then be lifted onto the prepared tower. This has substantially reduced the amount of time needed to erect the plants. In addition, the low weight of the nacelle allows inexpensive supporting structures to be used.*
2. *Under the 250 MW Wind Program, data has been continuously collated and evaluated from several hundred wind turbines since 1989. This project, the only one of its kind in the world, provides valuable information on the current performance status of wind power technology, the frequency and causes of damage, and cost-effectiveness.*
3. *A research project to develop new assembly equipment was launched in 2004, with the aim of facilitating the cost-effective construction of offshore wind farms. Another research project will focus on improving the stability of offshore wind farms and optimising the materials and methods used in terms of both mass and cost.*

4. Das Forschungsvorhaben GIGAWIND, das seit Beginn seiner ersten Phase im Jahre 2000 wesentliche Grundlagen der Auslegung von Offshore-Windanlagen und ihrer Fundamente bearbeitet, wurde im Jahre 2004 fortgesetzt. Gegenwärtig werden die zuvor entwickelten Modelle zur Auslegung von Offshore-Fundamenten anhand der auf der Forschungsplattform FINO 1 gemessenen Daten (Lasten, Wind und Wellen) bewertet und für den Einsatz in der Praxis weiterentwickelt. Ziel ist die Optimierung der Fundamente hinsichtlich des Materialeinsatzes und der Belastbarkeit.

### Ökologische Begleitforschung

Mit der ökologischen Begleitforschung soll der umwelt- und naturverträgliche Ausbau der Windenergie sichergestellt werden. Das BMU hat in den vergangenen Jahren umfassende Vorhaben zur ökologischen Begleitforschung bewilligt. Diese untersuchen mögliche Auswirkungen von Windenergieanlagen auf den Vogelzug, auf Meeressäuger, auf die Tier- und Pflanzenwelt des Meeresbodens und auf Fische. Hier einige Beispiele:

1. Im Rahmen des Verbundvorhabens MINOS untersucht ein Projekt mögliche Einflüsse von Kabeln auf Meeresorganismen. Ein anderes beschäftigt sich mit Fragen des Vogelschlagrisikos.
2. Im internationalen Maßstab neu ist die Untersuchung des Kollisionsverhaltens verschiedener Typen von Offshore-Gründungen mit Schiffen. Die Berechnungen haben gezeigt, dass der Monopile bei einer Kollision die geringsten Gefahren eines Aufreißens der Schiffswand und damit eines Ölaustritts birgt. Der oft diskutierte Einbau von Sollbruchstellen in Monopiles wird wegen der erhöhten Kosten und des geringen Effektes auf das Kollisionsverhalten nicht emp-

4. 2004 saw a continuation of the research project GIGAWIND, phase one of which was launched in 2000, focusing on the fundamental design principles of offshore wind plants and their foundations. Models for the design of offshore foundations are currently being evaluated on the basis of data measured at the research platform FINO 1 (loads, wind and waves) and refined for use in the field. The aim is to optimise the foundations in terms of the materials used and their load-bearing capacity.

### Accompanying Ecological Research

Accompanying ecological research aims to ensure the environmentally sound, nature-friendly expansion of wind power. In recent years, the BMU has approved a number of extensive projects in the category of accompanying ecological research. These examine the potential effects of wind farms on bird migration, marine mammals, the fauna and flora of the ocean floor, and fish. Here are just a few examples:

1. As part of the joint research project MINOS, scientists are currently investigating the potential influence of cables on marine organisms. Meanwhile, another team is assessing the collision risk for birds.
2. At international level, a new area of research is currently exploring the collision behaviour of various types of offshore foundations with vessels. Calculations have shown that in the event of a collision, the monopile design is least likely to tear open the ship's side, allowing oil to escape. There has been much debate surrounding the possible incorporation of predefined rupture joints into monopile foundations, but this is not recommended, given the increased cost and the minimal impact on collision behaviour. Research is also underway to

fohlen. Weiterführende Forschungen untersuchen unter anderem das Absturzverhalten der WEA-Gondeln.

- Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat die ökologische Begleitforschung zur Offshore-Windenergieerzeugung als besonders positives Beispiel für die Berücksichtigung ökologischer Aspekte beim Ausbau einer neuen Technologie gewürdigt. Die bisher durchgeführten Projekte sollen nun in einem Buch zusammengefasst werden.

### Netzintegration

Für den Ausbau der Windenergie ist die Einspeisung des erzeugten Stroms in die öffentlichen Stromnetze von entscheidender Bedeutung. Dazu gehören die Netzanbindung der Offshore-Windparks, Fragen des Last- und Engpassmanagements und der Speicherung sowie die Verbesserung der Windprognosen. In dem Verbundprojekt "Integration großer Offshore-Windparks in elektrische Versorgungssysteme" werden verschiedene Aspekte der Netzintegration untersucht. Zuverlässige Windprognosesysteme werden bei zunehmender installierter Windkraftleistung eine zentrale Rolle für die tägliche Einsatzplanung spielen.

### Ausblick

Für das Jahr 2005 wurden die Forschungsmittel für erneuerbare Energien weiter erhöht. Auch in diesem Jahr steht der Offshore-Bereich im Fokus der Windenergieforschung. Zum Beispiel wurden auf dem Gebiet der ökologischen Begleitforschung in Nord- und Ostsee bis Mai 2005 bereits vier neue Vorhaben vergeben. Die neue Forschungsplattform Fino 2 wird den Offshore-Ausbau in der Ostsee vorantreiben. Im Bereich der Netzintegration hat das Kasseler Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) im März 2005 ein vom BMU gefördertes Projekt zur Entwicklung eines neuen Windleistungsprognosesystems abgeschlossen. Die Einbindung von Windenergie in die öffentlichen Stromnetze soll damit deutlich verbessert werden.

Der 20-seitige Jahresbericht zum Thema "Forschung und Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien" wurde als Beilage zu der vom BMU herausgegebenen Zeitschrift "Umwelt" (Ausgabe 4/2005) veröffentlicht und ist auch im Internet verfügbar:

<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/35300/>

Außerdem informiert das BMU seit Mai 2005 etwa alle zwei Monate mit einem kostenlosen Newsletter über neu bewilligte und abgeschlossene Projekte zur Forschung erneuerbarer Energien. Nähere Informationen unter:

<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/35482>

*investigate the crash behaviour of wind turbine nacelles.*

- The Council of Environmental Advisors (SRU) has praised the accompanying ecological research on offshore wind power generation as a particularly positive example of the incorporation of ecological aspects when expanding new technology. There are plans to summarise the projects implemented to date in book form.*

### Integration Into the Public Grid

*Feeding the power generated into the public electricity grid is crucial to the expansion of wind power. This includes linking the offshore wind farms to the public grid, issues relating to load and bottleneck management and storage, as well as the improvement of wind forecasts. The combined project "integration of large offshore wind farms into electrical supply systems" examines various aspects of grid integration. As the installed wind power capacity continues to rise, reliable wind forecasting systems will play a key role in day-to-day deployment planning.*

### Outlook

*For the year 2005, the research funding made available to renewable energies will be stepped up again. Once again, wind power research this year will focus primarily on the offshore sector. For example, by May 2005, the German Government had already awarded four new projects in the area of accompanying ecological research in the North and Baltic Seas. Offshore expansion in the Baltic Sea will be driven forwards by the new research platform, Fino 2. With regard to integration into the public grid, the Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) in Kassel completed a BMU-subsidised project on the development of a new wind forecasting system. It is hoped that this will help to substantially improve the integration of wind power into the public electricity grid.*

*The 20-page annual report on research and development in the renewable energies sector was published as a special supplement to the BMU's environmental magazine "Umwelt" (edition 4/2005) and is also available as an Internet download:*

*<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/35300/>*

*In May 2005, the BMU also launched a free German language newsletter reporting on newly approved and completed projects on research into renewable energies, which will be published approximately every two months. Further information can be found at:*

*<http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/35482>*