



Hier noch trockenen Fußes, zeren später Wind, Wetter und Strömung an den Jacket-Konstruktionen.

Foto: Matthias Ibeler

# Gegen Biegen und Brechen

## In Hannover entsteht ein weltweit einmaliges Testzentrum für Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen

Professor Peter Schaumann sitzt an seinem Schreibtisch im zweiten Stock eines Hochhauses im Institut für Stahlbau der Leibniz Universität Hannover. Hinter dem Tisch des Wissenschaftlers hängt ein Gemälde, das eine Bogenbrücke zeigt unter der sich ein Fluss entlang schlängelt. Vom Arbeitsplatz aus richtet sich Schaumanns Blick auf einen Kalender, auf dessen aufgeschlagenem Monatsblatt gerade der Turm einer Windkraftanlage von einem Kran emporgehoben wird. Zwischen den beiden Abbildungen liegen etwa drei Meter. Oder rund zwanzig Jahre. „Mit Brückenbau habe ich angefangen. Die Windkraft war zunächst eher eine exotische technische Herausforderung“, erinnert sich Schaumann. Exotisch sind Windräder mittlerweile nicht mehr. Sie haben ihren Platz in der modernen Energieversorgung gefunden. Exotischer, weil noch verhältnismäßig rar, sind Windkraftanlagen auf hoher See. Aber ihre Zahl soll wachsen, der Ausbau ist politisch gewollt, denn Offshore-Windkraft ist eine wesentliche Säule der deutschen Klimapolitik.

Doch Offshore-Windenergie bringt im Vergleich zum Einsatz von Windkraft an Land zahlreiche neue Herausforderungen mit sich. Eine davon ist die sichere und dabei wirtschaftliche Verankerung der rie-

sigen Offshore-Türme im Meeresboden. Dazu werden im Moment meist stählerne Tragstrukturen in unterschiedlichen Varianten eingesetzt (vgl. *EE 2/2010*, S. 32). Um die Problematik zu illustrieren, hebt Schaumann eine Schraube vom Regal. Sie hat in etwa die Größe einer Hantel mit der Frauen versuchen, sich Oberarmmuskeln wie die der amerikanischen Präsidentengattin Michelle Obama anzutrainieren. „Es wird alles größer und dicker“, sagt Schaumann mit Blick auf die Riesenschraube in

**„Wir brauchen die Erprobung im Feld genauso wie wissenschaftliche Experimente“**

Prof. Peter Schaumann

seiner Hand. „Die Schrauben, die Bleche – und damit werden auch die Produktions- oder Schweißverfahren aufwändiger.“ Die Tragstrukturen sind sich ständig ändernden Wasser- und Windbewegungen ausgesetzt. „Bauwerke die so beansprucht werden, haben immer eine begrenzte Lebensdauer“, sagt Schaumann. Denn die verwendeten Baustoffe verschleifen. „Was Werkstoffermüdung auslösen kann, hat man auf tragische Weise bei dem Zugunglück bei Eschede gesehen.“ Damals brach der Radreifen eines Eisenbahnwagens aufgrund von Materialermüdung, so dass der ICE entgleiste. Mehr als hundert Menschen starben. Unglücke mit Todesfolge sind bei Offshore-Windenergieanlagen nicht zu befürchten. Aber für die Wirtschaftlichkeitsberechnung und die verlässliche Planung von Energieer-

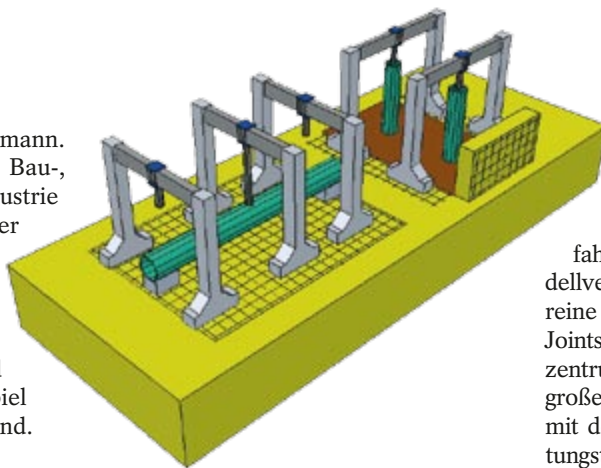
zeugungskapazitäten ist es sehr wichtig die Lebensdauer der eingesetzten Materialien möglichst genau bestimmen zu können.

„Wir brauchen die Erprobung im Feld mit echten Anlagen, an denen Messungen durchgeführt werden. Andererseits müssen wir auch unter eindeutigen, wissenschaftlich definierten Randbedingungen Experimente ermöglichen“, sagt Schaumann. Es geht immer noch um das richtige Design einer Offshore-Windkraftanlage. „Damit ist nicht das äußere Erscheinen gemeint, sondern die Gesamtheit – vom Entwurf, der Berechnung und der Konstruktion einer Anlage“, erklärt Schaumann. Zum anderen geht es darum, die Produktionstechnik zu verbessern und eine Massenfertigung von Materialien für Offshore-Windkraftanlagen zu ermöglichen.

Die verwendeten Materialien für Gründungsstrukturen ideal aufeinander abzustimmen, ihre Grenzen kennenzulernen, die Produktionsverfahren und deren Wirtschaftlichkeit zu verbessern, um insgesamt die Lebensdauer der Tragstrukturen zu optimieren, sind die Gründe warum in Hannover ein Testzentrum für Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen geplant wird.

„Die genauen Versuchsbauten werden derzeit gemeinsam mit der Industrie spezifiziert. Die Industrievertreter sollen sagen, welche speziellen Vorstellungen sie haben, und dies fließt in die

Konzeption ein“, berichtet Schaumann. Ein Fachbeirat mit Vertretern aus Bau-, Baustoff- und Windenergieindustrie wird derzeit gebildet. In seiner Zusammensetzung wird er dem Beirat von ForWind – dem gemeinsamen Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen – ähneln, in dem zum Beispiel Repower und Hochtief vertreten sind.



Spannfeld und Sandgrube:  
Entwurf zweier Testaufbauten im geplanten  
Testzentrum für Offshore-Tragstrukturen.  
Grafik: Institut für Stahlbau, Leibniz Universität Hannover

## Stochern im Sand

Bislang geplant ist eine rund acht Meter tiefe Sandgrube, mit der die Bodenverhältnisse eines Meersandbodens simuliert werden. In dem wassergesättigten Boden wird ein Pile bewegt, um zu messen, wie sich Lastabtragung von der Konstruktion im Sand mit den dynamischen Belastungen verändert. „Die Situation ist vergleichbar mit einem Sonnenschirm, den man als Schattenspender in den Strand gebohrt hat. Wird an ihm gerüttelt, kann man ihn leicht wieder herausziehen“, sagt Schaumann. Der beim Sonnenschirm gewünscht Effekt wäre beim Pile fatal. „Diese gegenläufigen Effekte von Locke-

rung und Verdichtung des Sandes müssen wir systematisch untersuchen.“

Weiterer Forschungspunkt sind die so genannten Grouted Joints. Die meisten bislang errichteten Offshore-Windenergieanlagen sind mit Monopiles gegründet. Dazu wird ein Stahlrohr in den Meeresboden gerammt oder gebohrt, auf das ein weiteres Stahlrohr geschoben wird. Der Spalt zwischen den beiden Rohren wird mit Mörtel verfüllt. Diese Verbindungen sind einer enormen Biegebeanspruchung

ausgesetzt. „Für den relativ großen Spalt bei diesen Groutverbindungen gibt es noch keine etablierten Dimensionierungsverfahren“, sagt Schaumann. In Großmodellversuchen an der Universität wird die reine Biegebeanspruchung an Grouted Joints bereits getestet. Im geplanten Testzentrum soll es ein Spannfeld mit drei großen Rahmenkonstruktionen geben, mit denen mehraxiale dynamische Belastungstests im Maßstab 1:1 durchgeführt werden.

Eine andere Variante von Gründungskonstruktionen für Offshore-Windenergieanlagen sind stählerne Tripod-Konstruktionen, bei der der Anlagenturm durch drei Beine gestützt wird. Dabei ist der Rohrknotenpunkt dieser Konstruktion der kritische Punkt, weil dort große Spannungen entstehen. Als Alternative zu geschweißten Rohrknoten, deren Produktion bereits bekannten industriellen Schweißverfahren gleicht, können Gussknoten zum Einsatz kommen. Das Ziel bei der Dimensionierung von Gussknoten ist es, Spannungskonzentrationen zu minimieren. Dadurch können dünnere Bleche als bei den geschweißten Rohrknoten ge-



con|cycle®

## Innovative Umrichtertechnik

Mit mehr als 5000 installierten Umrichtern verfügt Woodward über eine weltweite Kompetenz und Erfahrung in der Windindustrie. Neue und moderne Fertigungsstätten von Woodward in USA sowie China stellen die Verfügbarkeit zuverlässiger **CONCYCLE®** Umrichter in den Wachstumsmärkten sicher. Unsere **CONCYCLE®** Umrichter können flexibel und modular bis zu 6 MW konfiguriert werden.

**CONCYCLE activeFRT™** ist die optimale Lösung, um alle geforderten Netzanschlussbedingungen zu erfüllen. Es werden Drehmomentbelastungen im Antriebsstrang minimiert und das Getriebe der Windenergieanlage geschont.

Sprechen Sie uns an, um mehr über unseren **CONCYCLE®** Umrichter zu erfahren.





Die Größe der Tragstrukturen macht das Testen der Materialien schwer.  
Foto: Jan Oelker

nutzt werden. Doch die Herstellung von Gussknoten ist teuer. Sie wirtschaftlicher zu machen, auch darum soll es im Testzentrum gehen.

### Grundsteinlegung im Herbst

Das Land Niedersachsen unterstützt den Bau des Gebäudes mit fünf Millionen Euro, die andere Hälfte kommt vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK). Die Mittel stammen aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Die Prüfaufbauten sollen vom Bundesumweltministerium finanziert werden. Die Einzelheiten sind noch in der Debatte. „Wir bekommen aber positive Signale aus dem BMU und MWK“, gibt sich Schaumann zuversichtlich. Er hofft auf den ersten Spatenstich für die Halle im Herbst dieses Jahres. Gemeinsam mit seinem Kollegen Professor Raimund Rolles vom Institut für Statik und Dynamik, ebenfalls an der Leibniz Universität, wird er die Leitung des Testzentrums übernehmen. Die ersten Versuchsaufbauten sollen nächstes Jahr stehen, mit der Aufnahme des Vollbetriebs rechnet Schaumann bis 2012. Das Testzentrum wird direkt neben einer anderen, weltweit einmaligen

Einrichtung geplant. In Hannover werden beim Forschungszentrum Küste nämlich die größten künstlichen Wellen erzeugt. 330 Meter Länge, sieben Meter Tiefe und fünf Meter Breite misst der Wellenkanal, der bereits seit 1983 auf dem Gelände der Leibniz Universität zwischen Autobahn und Mittellandkanal steht. Bis zu 2,50 Meter hohe Wellen können in der Forschungseinrichtung erzeugt werden. Die hydraulisch angetriebene Wellenmaschine mit einer Leistung von 900 Kilowatt macht sogar die Simulation von Tsunamis möglich. Dort forschen Wissenschaftler bislang vorwiegend an Problemstellungen beim Küstenschutz, etwa wie Deiche am besten gesichert werden können. Doch: „Wir nutzen den Kanal zunehmend zur Erforschung der Auswirkungen von Wellen auf Offshore-Windenergieanlagen“, sagt Schaumann. Erst kürzlich wurde ein Tripod im Maßstab 1:10 den Wellenbrechern ausgesetzt. Die künftige Nähe der beiden Testeinrichtungen scheint die Kreativität des Forschers bereits zu beflügeln. „Wellenlast und Sandgrube werden wir nach jetzigen Plänen nicht verbinden“, sagt Schaumann. „Aber eine Wunschvorstellung wäre das schon.“

DANIELA BECKER

Wir kaufen Ihre gebrauchten  
**Windparks und Einzelanlagen**  
Wind Westerwald  
Tel. 064 83 / 9110 47, Fax 064 83 / 9110 48  
info@wind-westerwald.de

Neue und gebrauchte  
**Windkraftanlagen**  
mit und ohne Standort sucht  
dr-wyputta.de new energy gmbh  
Tel. 0431/9710693  
Fax 0431/9710782  
www.dr-wyputta.de  
info@dr-wyputta.de

Finanzstarke Investoren  
suchen Windparks und Einzelanlagen,  
neu und gebraucht  
sowie Standorte in allen Stadien  
Wir stellen aus auf der  
Hannover Messe: Halle 27, Stand L 20  
CW Consult GmbH & Co. KG  
Tel. 02734/40057, Fax 02734/7152  
E-Mail: info@cw-consult.de  
www.cw-consult.de

Internationale Akquise & Vermarktung  
von Windenergieprojekten  
Green Energy World GmbH  
Schönhauser Allee 42 | 10435 Berlin  
Tel.: 030 - 44 31 96 50  
E-mail: info@g-e-w.net  
Web: www.g-e-w.net

**DrehPunkt**  
Software für erneuerbare Energien

**ROTORsoft. Werkzeug für die Professionelle Betriebsführung.**

DrehPunkt GmbH | Friedrich-Barnewitz-Str. 3 | 18119 Rostock  
Tel. +49 381 6669770 | Fax. +49 381 66697720 | kontakt@drehpunkt.de

**Ingenieurbüro Andresen**

- Wiederkehrende technische Überprüfungen
- Inbetriebnahme- und Garantiegutachten
- Zustandsorientierte Überprüfungen
- Blitzschutzprüfungen
- Schwingungsanalyse

Ingenieurbüro Andresen  
Sachverständigenbüro für Windenergieanlagen  
Öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger von der IHK Flensburg für WEA  
Dipl.-Ing. Sven Andresen  
Uthlandstr. 34 • D-25813 Husum  
Tel. 04841/720672 • Fax: 04841/720673  
Mobil: 0173/5234568, info@ibandresen.de

**Wir versichern sie,**  
natürlich Ihre Windenergieanlage mit **Komplett-Schutz:**  
(Haftpflicht, Allgefahren mit Ertragsausfall usw.)  
aber auch Ihre - Solaranlage, - Biogasanlage  
- Blockheizkraftwerke und  
- Spezial-Rechtsschutz für Windenergieanlagenbetreiber  
und wie immer, zu enorm günstigen Beiträgen !  
Wie schon gesagt:.....**Wir versichern Sie !**  
Testen Sie uns, .....rufen Sie einfach an !  
Wir suchen und vermitteln: gebrauchte WEA, Standplätze und Beteiligungen

**Ulrich van Ellen**  
Versicherungen - Immobilien - Versteigerungen  
Auktionator  
26605 Aurich - Timmeler Str. 16 - Tel. 04941- 99 03 3 - Fax 99 03 59  
unabhängig und frei - zuverlässig und fair

**JADEWIND**

Technische Begutachtung  
von Windenergieanlagen

Dipl. Ing. Klaus-Peter Martin  
Lange Str. 6, 26 316 Varel  
Tel.: 04451/86 22 28, Fax 86 22 82  
email: info@jadewind.de  
web: www.jadewind.de

Von der IHK Oldenburg  
öffentlich bestellter und vereidigter  
**Sachverständiger für  
Windenergieanlagen**

Das umfassendste Softwarepaket für  
Windenergieplanung und Projektdesign



Neu

# Version 2.7 Wind PRO

## EMD DK

EMD International A/S  
Niels Jerne Vej 10  
DK-9220 Aalborg Ø  
Tel: +45 9635 4444  
emd@emd.dk

## EMD DE

EMD Deutschland GbR  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
Tel: +49 561 31 05 96 0  
emd-de@emd.dk

## EMD FR

EMD France  
118-122, avenue de France  
FR-75013 Paris  
Tel: +33 (0)1 44 64 13 81  
france@emd.dk

## EMD ES

Normawind S.L.  
Travessera de Gràcia 58,  
Entlo. 3a  
ES-08006 Barcelona  
Tel: +34 93 2411275  
info@normawind.com

## EMD UK

The Wind Consultancy Service  
17 Ford Lane  
Morton,  
GB-Bourne, PE10 0RQ  
Tel: +44-1778-571786  
windpro@windconsult.co.uk

## EMD ME

EMD Middle East  
T-EMD Ltd. ti.  
Yakut Sokak, No:39/6  
TR-34140 Istanbul  
Tel: +90 212 543 88 48  
fr@emd.dk

## EMD US

EAPC Wind Energy  
3100 DeMers Avenue  
US-Grand Forks, ND 58201  
Tel: +1-701-775-3000  
wind@eapc.net

## EMD CN

CEPRI  
No.15 Xiaoying East Road  
Qinghe, Beijing 100085  
P.R.China  
Tel: +86-10-82813172-120  
china@emd.dk



Für Windows XP/Vista/7

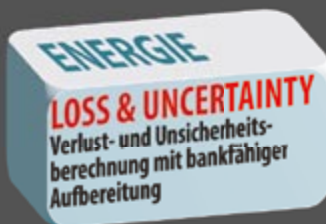
WindPRO ist das Ergebnis von 23 Jahren kontinuierlicher Forschung und Entwicklung von Software zur Windenergieplanung.

WindPRO ist weltweit anerkannt und wird von Investoren und Genehmigungsbehörden akzeptiert.

WindPRO ist ein voll integriertes modulares Softwarepaket, das von derzeit weltweit über 1300 Firmen und Institutionen verwendet wird. Darunter sind alle führenden WEA-Hersteller, Projektentwickler, Planungsbüros, Energieversorger und Forschungsinstitute. WindPRO ist damit die meist verwendete Software für die Planung von Windenergieprojekten.

### Berechnung von Verlusten und Unsicherheiten

#### LOSS & UNCERTAINTY



Das neue Modul LOSS & UNCERTAINTY unterstützt Sie dabei, Verluste, Unsicherheiten und Systematische Fehler (Bias) von Ertragsprognosen zu ermitteln und bankfähig (P90) zu dokumentieren.



EMD  
www.emd.dk

Weitere Informationen und Demo-Download unter [www.emd.dk](http://www.emd.dk)