

Ganzheitliches Dimensionierungskonzept für Tragstrukturen:

Gründungskosten sind entscheidend für die Wirtschaftlichkeit

Drei von insgesamt sechs sogenannten Tripods auf ihrem Weg zum Testfeld alpha ventus. Auf Ihnen wurden anschließend Anlagen des Herstellers AREVA Wind installiert. Ein Tripod wiegt etwa 700 Tonnen.

Foto © Jan Oelker, Stiftung Offshore Windenergie/Multibrid 2008



Projektleiter und -partner:



Institut für Statik und Dynamik, Institut für Stahlbau, Franzius-Institut, Institut für Baustoffe, Institut für Geotechnik, Fraunhofer IWES. Kooperationspartner: AREVA Wind GmbH, REpower Systems SE

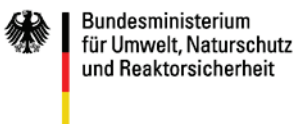
Koordinator RAVE:



Projektträger:



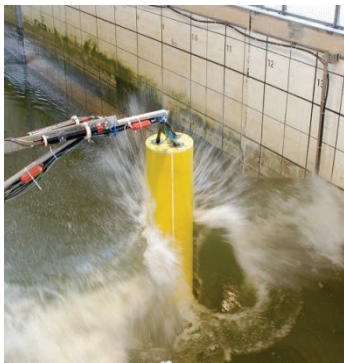
Gefördert aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages durch:



Der wirtschaftliche Erfolg der Offshore-Windenergienutzung hängt maßgeblich von den Kosten für die Fundamente und Tragstrukturen der Offshore-Windenergieanlagen ab. Diese Kosten wiederum setzen sich zusammen aus den direkten und indirekten Kosten für Material, Herstellung, Transport und Wartung. Ausschlaggebend ist vor allem die Widerstandsfähigkeit des eingesetzten Materials, damit die Strukturen den extremen Umweltbedingungen trotzen und möglichst jahrzehntelang überdauern können. Schäden, die z.B. durch Wellen oder Korrosion hervorgerufen werden, können die Leistungsfähigkeit der Anlage beeinflussen. Außerdem sind die Auswirkungen, welche Gründungsstrukturen wie z.B. „Jackets“, „Monopiles“ und „Tripods“ auf den Meeresboden und die Meeresumwelt haben, zu berücksichtigen. Denn nur eine Anlage, die festen Boden unter den Füßen hat, kann optimale Leistung erbringen.

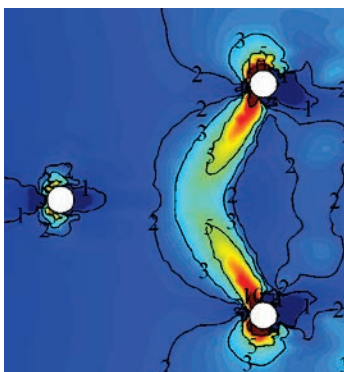
Wie wirkt sich die Kraft der Wellen auf die Strukturen aus?

Dieser Frage gehen die Wissenschaftler der Forschungsgruppe GIGAWIND alpha ventus mit Hilfe von Experimenten im großen Wellenkanal der Leibniz Universität Hannover (LUH) nach. Bei der Erforschung der Auswirkungen von brechenden Wellen auf einen Tripod wurde herausgefunden, dass brechende Wellen kurzzeitig das 17-fache des der Brecherhöhe entsprechenden hydrostatischen Drucks hervorrufen. Auch nicht-brechende Wellen wurden experimentell untersucht. Diese Messdaten aus dem Wellenkanal konnten daraufhin mit realen Messungen aus dem Testfeld alpha ventus verglichen werden. Denn an einem der sechs Tripods im Testfeld sind drei Druckmanschetten angebracht, mit denen die Druckverteilung der Wellen über den Umfang des Zentralrohrs in drei Ebenen genau gemessen werden kann.



Eine im Wellenkanal künstlich erzeugte, brechende Welle trifft auf ein Tripodmodell.

Foto © LUH



Zum Verständnis der Kolkbildung unter dem Tripod tragen numerische Simulationen der Schubkräfte am Grund bei. Diese verursachen Sedimenttransport.

Grafik © LUH

Die Forschungsinitiative RAVE begleitet den Bau und Betrieb des Testfeldes "alpha ventus", um eine breite Basis an Erfahrungen und Erkenntnissen für zukünftige Offshore-Windparks zu gewinnen. RAVE wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Es umfasst wissenschaftliche Aktivitäten der Anlagenhersteller und einer Vielzahl von Forschungsinstituten.

Projektkoordination RAVE:
Dr. Bernhard Lange, Fraunhofer IWES, info@rave-offshore.de
Telefon: +49-561-7294-272
<http://www.rave-offshore.de>

Autoren: R. Rolfes, M. Häckell, R. Köpke, E. Otto, M. Durstewitz, U. Krengel
Stand: April 2012

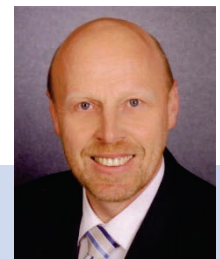
Der Vergleich der Daten aus dem Testfeld mit denjenigen aus der Experimentalforschung sowie die Kenntnis darüber, welchen enormen Lasten die Strukturen auf See ausgesetzt sind, dienen zur Weiterentwicklung und Optimierung des Designs von Tragstrukturen und Fundamenten und damit auch der Kostensenkung.

Das Tragverhalten des Pfahls beeinflusst die Lebensdauer der Anlage

Außerdem ist das Tragverhalten der in den Seegrund eingerammten Pfähle, mit denen die Gründungskonstruktionen verankert sind, für die Auslegung der Gesamtkonstruktion eines Fundaments von großer Bedeutung. Daher wird untersucht, wie sich die zyklischen Lasten infolge von Wind und Wellen auf das Pfahlverhalten auswirken. Da die Lasten die Lebensdauer der Anlage beeinflussen, sind diese Daten für die Ermüdungsanalyse der Gründungskonstruktion und damit für die Betreiber von Offshore-Windparks von großer Bedeutung.

Gefährdet Kolk die Standsicherheit der Fundamente auf dem Meeresboden?

Als Kolke werden die Vertiefungen bezeichnet, die durch Strömungen auf dem Meeresboden um und unter dem Fundament ausgespült werden. Um neue Verfahren zum Schutz gegen diese Phänomene zu erproben, wurde im Wellenkanal ein Tripodmodell in einem Sandbett installiert. Auf diese Weise konnten die durch den künstlich erzeugten Wellengang entstehenden Kolke an und zwischen den „Füßen“ der Offshore-Windenergieanlagen dokumentiert und analysiert werden. Die Forscher verglichen daraufhin die Testergebnisse aus dem Wellenkanal mit Echolotmessungen aus alpha ventus. Es stellte sich heraus, dass die natürlichen Vorgänge auf See bei dem Experiment qualitativ gut nachgebildet werden können. Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Standsicherheit von Offshore-Windenergieanlagen durch die beobachteten Kolke nicht gefährdet ist. Je besser die Entstehung und Entwicklung von Kolk – auch hinsichtlich der unterschiedlichen Gründungstypen – vorhergesagt werden kann, desto effizienter können zukünftig Gründungsstrukturen dimensioniert werden und desto günstiger wird die Offshore-Windenergienutzung.



Statement von Prof. Dr.-Ing. habil. Raimund Rolfes Leiter des Instituts für Statik und Dynamik ForWind – Leibniz-Universität Hannover (LUH)

„In GIGAWIND alpha ventus zeigt sich in meinen Augen die ganze Bandbreite des modernen Bauingenieurwesens. Angefangen bei der Gründung der Pfähle im Meeresboden und den Vorgängen im Wasser über die Stahlkonstruktion in Verbindung mit neuen Werkstoffen bis hin zum komplexen dynamischen Verhalten der Strukturen. Für Windenergieanlagen auf See machen Turm und Gründung einen erheblichen Teil der Investitionen aus. Hier bietet sich, durch die für das Bauwesen eher unübliche Serienfertigung, ein großes Potential zur Kostenreduktion.“

Zum einen wird GIGAWIND alpha ventus durch Reduzierung der Unsicherheiten bezüglich Untergrund und Seegangbelastung zu einem effektiveren Design beitragen. Zum anderen soll bedarfsorientierte Wartung durch Zustandsüberwachung Betriebskosten senken und die Lebensdauer verlängern. Da alpha ventus nun voll in Betrieb ist, kann begonnen werden, diese faszinierenden Bauwerke über ihre Lebensdauer zu beobachten und zu begleiten – auf diese Aufgabe freue ich mich sehr!“

Kontakt: r.rolfes@isd.uni-hannover.de,
Institut für Statik und Dynamik, LUH, www.isd.uni-hannover.de