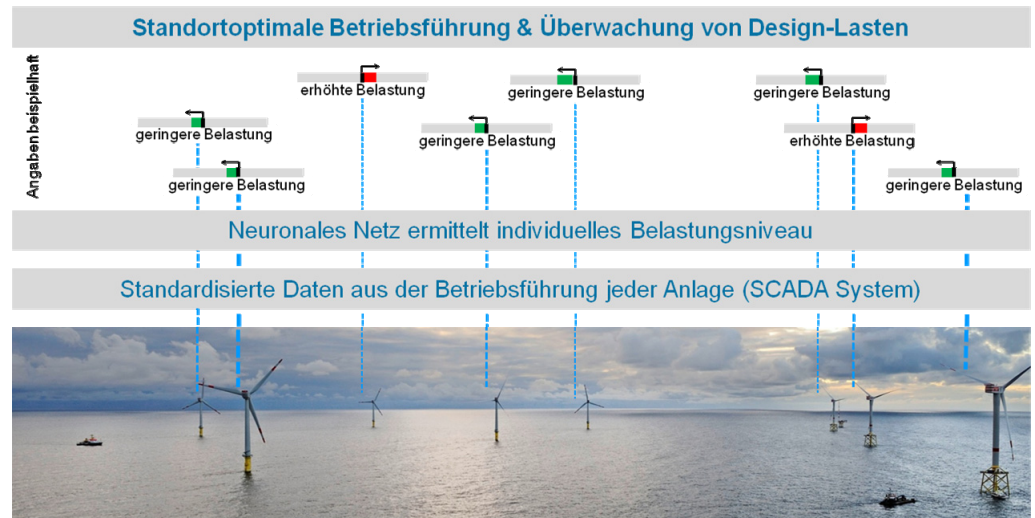


RAVE – OWEA: Betriebsüberwachung und Simulation

Die Berechnung der Belastungen kann die Lebensdauer verlängern

Windenergieanlagen auf dem Meer können nur mit deutlich höheren logistischem und finanziellem Aufwand gewartet oder gar repariert werden als an Land. Kenntnisse der momentanen Belastung und der Belastungshistorie jeder einzelnen Windenergieanlage werden daher zukünftig zu einem wirtschaftlichkeitsoptimierten Parkmanagement beitragen.
 Foto: DOTI alpha ventus
 Grafik: Universität Stuttgart



Welchen Belastungen die Offshore-Windenergieanlagen im Detail ausgesetzt sind, ist noch weitgehend unerforscht. Im RAVE-Projekt Verifikation von Offshore-Windenergieanlagen OWEA kombinieren nun Forscher der Universität Stuttgart zwei Rechenmodelle, um die Belastungen zu ermitteln und ein Modell für die gesamte Konstruktion, vom Meeresboden bis zur Blattspitze, zu entwickeln. Außerdem wird die Betriebsüberwachung verfeinert, um Schädigungen rechtzeitig zu ermitteln und Aussagen über die Lebensdauer einzelner Bauteile treffen zu können.

Windenergieanlagen (WEA) sind auf See stärkeren Belastungen ausgesetzt als an Land. Das gilt vor allem für Standorte in einer Wassertiefe von 30 Metern und mehr, wie sie für die Offshore-Projekte in der Deutschen Bucht typisch sind. Die WEA stehen auf Gründungskörpern, die je nach Wassertiefe bis zu 45 Meter hoch sein können und im Meeresboden verankert sind. Die Wellen üben ebenso wie der Wind starke Kräfte auf das Gesamtbauwerk aus.

Um die in der Realität vorherrschenden Strukturbelastungen berechnen zu können, müssen alle äußeren Belastungen aus turbulentem Wind, Wellen und Strömungen und alle inneren Belastungen aus dem Betriebsverhalten der Anlage gleichzeitig im Gesamtsystem berücksichtigt werden. Um die Anlagendynamik berechnen zu können, werden zwei Computerprogramme miteinander kombiniert: das erste Programm, FLEX5 in der Version des Stiftungslehrstuhls Windenergie (SWE) der Universität Stuttgart, bildet die gesamte Rotor-Gondel-einheit inklusive Turm ab. Das zweite Programm berücksichtigt die Wellenbelastung, die auf die Gründungsstruktur wirkt, wobei auf Erfahrungen aus der Öl- und Gasindustrie zurückgegriffen werden kann. Ein solches Modell wurde durch das Institut für Stahlbau der Universität Hannover in ein eigenes Computerprogramm implementiert, das auf der Finite-Element-Methode (FEM) basiert. Durch das Zusammen-

Projekt-/Arbeitspaketleiter:



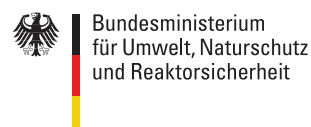
Koordinator:

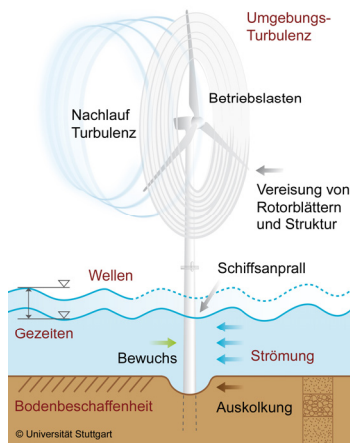


Projekträger:



Gefördert aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages durch:





Windenergieanlagen auf See sind neben den bekannten und auch an Land auftretenden Belastungen durch Sturm und Wind weiteren, teilweise wenig erforschten, Belastungen ausgesetzt. So spielen zum Beispiel Meeresströmungen, Ebbe und Flut, Bewuchs durch Wasserpflanzen, Wellenschlag, die Festigkeit des Meeresbodens und Verwirbelungen in der Luft eine wesentliche Rolle bei der Stabilitätsbeurteilung.
Grafik: Universität Stuttgart

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 und umfasst wissenschaftliche Aktivitäten der Anlagenhersteller und einer Vielzahl von Forschungsinstituten.

Projektkoordination RAVE und Redaktion: Dr. Bernhard Lange, Michael Durstewitz, Uwe Krengel, Fraunhofer IWES, Königstor 59, 34119 Kassel; info@rave-offshore.de
Telefon: +49-561-7294-272
http://www.rave-offshore.de

Autoren: Dr. Detlef Koenemann, Jan Quappen
Stand: November 2010

spiel beider Programme können beliebige Gründungsstrukturen zusammen mit der Windenergieanlage berechnet werden. Das gilt auch für Gründungsstrukturen, die in tiefen Gewässern stehen, zum Beispiel für Gitterstrukturen (Jackets), Dreibeinstrukturen (Tripods) und Schwerkraftfundamente.

Dieses kombinierte Simulationsmodell wurde durch den Stiftungslehrstuhl Windenergie entwickelt. Im weiteren Projektverlauf soll es durch den Vergleich mit Lastmessungen verifiziert werden. Zwei WEA im Testfeld alpha ventus sind mit jeweils rund 500 Sensoren ausgestattet, die Dehnungen und Beschleunigungen der WEA sowie Windgeschwindigkeit und Wellenhöhen messen, sodass genügend Messwerte für die Verifizierung zur Verfügung stehen. Aus den gesammelten Daten werden die Schwingungen der WEA bestimmt und die Belastungen berechnet, die auf sie einwirken.

Die Wissenschaftler des SWE vergleichen die gemessenen mit den am Computer simulierten Belastungen, um die Rechenmodelle zu verbessern und die auf die Anlagen wirkenden Belastungen genauer beschreiben zu können. Außerdem werden zwei Verfahren erforscht, die eine wirksame und robuste Betriebsüberwachung ermöglichen sollen. Die große Entfernung der WEA zur Küste und die rauen Umgebungsbedingungen erfordern eine lückenlose Überwachung aus der Ferne sowie eine möglichst genaue Vorhersage der Lebensdauer einzelner Komponenten.

Das erste, vom Deutschen Windenergie-Institut angewandte Verfahren basiert auf der direkten Messung der Belastung einzelner Bauteile, die zu diesem Zweck mit spezieller Messtechnik ausgerüstet wurden. Das zweite, vom SWE der Universität Stuttgart zu erforschende Verfahren beruht auf der indirekten Abschätzung der Belastungen, indem Standardsignale aus dem Betriebssystem SCADA (Safety Control and Data Acquisition System) ausgewertet werden. Durch dieses Verfahren kann mit Hilfe selbstlernender Methoden auf eine aufwändige Installation zusätzlicher Messtechnik verzichtet werden. Die Leistungsfähigkeit beider Verfahren soll im Offshore-Windpark alpha ventus überprüft werden.



Statement von Jan Quappen, Bauingenieur, Universität Stuttgart, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Stiftungslehrstuhl Windenergie

„Seit der Inbetriebnahme der ersten Offshore-Windenergieanlagen des Windparks alpha ventus im April 2010 haben der Park und die dort initiierten Forschungsprojekte bereits international viel Anerkennung erfahren. Die dort installierten Anlagen sind bereits jetzt ein Zeichen moderner Ingenieurskunst auf höchstem Niveau. Das Spannende an der Ingenieursaufgabe „Offshore Windenergie“ ist insbesondere die fachübergreifende Zusammenarbeit, bei der Spezialisten aus allen Ingenieurdisziplinen, der Luft- und Raumfahrt, des Maschinen- und Schiffbaus, der Elektrotechnik, des Bauingenieurwesens sowie der Regelungstechnik und Informatik tätig sind.

Nun gilt es jedoch den zweiten Schritt zu machen: Offshore-Windenergieanlagen kontinuierlich weiter zu verbessern und den technologischen Vorsprung, vor allem in der Klasse der großen und besonders leistungsfähigen Offshore-Anlagen zu wahren. Hierzu bietet das Testfeld alpha ventus mit seiner weltweit einmaligen Sensorik hervorragende Möglichkeiten. Die Erforschung der Umgebungsbedingungen sowie die kontinuierliche Belastungsmessung an einzelnen Windenergieanlagen wird es ermöglichen, Offshore Windenergie zukünftig noch zuverlässiger, noch robuster und somit auch noch wirtschaftlicher zu machen.“

Kontakt: jan.quappen@ifb.uni-stuttgart.de, Stiftungslehrstuhl für Windenergie, SWE, www.uni-stuttgart.de/windenergie