

FORSCHUNG KOMPAKT

Dezember 2017 || Seite 1 | 5

Optimierte Wartungs- und Inspektionskonzepte für Windenergieanlagen auf See Rotorblattinspektion mit Thermografie und Schall

Windenergieanlagen werden für eine Betriebsdauer von 20 Jahren ausgelegt. Die Rotorblätter müssen durch wiederkehrende Inspektionen mindestens alle vier Jahre auf strukturelle Integrität geprüft werden. Diese Aufgabe übernehmen Industriekletterer. Allerdings ist die Inspektion an Offshore-Anlagen nur möglich, wenn Wind- und Wetterbedingungen dies zulassen. Dadurch wird die Einsatzplanung extrem erschwert. Im Forschungsprojekt Thermoflight untersuchen Fraunhofer-Wissenschaftler gemeinsam im Verbund mit Partnern aus Industrie und Forschung alternative Inspektionsverfahren. Offshore-Drohnen ausgestattet mit Thermografietechnik, kombiniert mit schallbasierten Prüfmethoden, könnten die Wartung künftig effizienter gestalten und Stillstandszeiten reduzieren helfen.

Die kontinuierliche Zustandsüberwachung der Rotorblätter leistet einen wichtigen Beitrag zum wirtschaftlichen Anlagenbetrieb. Die Blattspitzen erreichen im Betrieb eine Geschwindigkeit von 300 bis 350 km/h und bewegen sich damit so schnell wie ein Formel-1-Wagen. Die aerodynamische Leistungsfähigkeit eines Rotorblatts ist dann am besten, wenn die Windschicht das Flügelprofil überstreicht, ohne dass es zu Luftwirbelungen kommt. Bereits kleine Schäden an der Oberfläche können Turbulenzen auslösen und mindern die Effizienz. Die Leistung sinkt, die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs wird reduziert, die Lebensdauer der gesamten Anlage vermindert.

Aufgrund der extremen Bedingungen altert das Material offshore deutlich schneller als an Land. Erhöhte UV-Einstrahlung, hohe Windgeschwindigkeiten und die salzhaltige Luft stellen besondere Belastungen dar. Bei der regelmäßigen Inspektion prüfen Industriekletterer visuell und durch klopfen, ob Delaminationen oder andere Schädstellen vorhanden sind. Die schwierige Erreichbarkeit von Offshore-Windenergieanlagen und die schnell wechselnden Wetterbedingungen auf See sorgen dafür, dass der Einsatz von Serviceteams schwer planbar ist und teuer werden kann. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn die Fachkräfte mehrfach anfahren müssen, bis das Wetterfenster die Arbeiten in luftiger Höhe tatsächlich zulässt. Alternative Überwachungsmethoden zu entwickeln, die ebenso zuverlässig sind wie die regelmäßige Inspektion durch Industriekletterer, ist daher für viele Betreiber ein wichtiges Anliegen. »Für die Inspektion von Rotorblättern auf See benötigen wir flexible und schnelle Inspektionsmethoden ohne lange Rüstzeiten, die ebenso zuverlässige und eindeutige Ergebnisse liefern wie die Inspektion durch Industriekletterer«, sagt Dr.-Ing. Holger Huhn, Leiter der Forschung und Entwicklung bei WindMW Service. Das Unternehmen koordiniert das Projekt.

Kontakt

Janis Eitner | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de

Britta Rollert | Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES | Telefon +49 471 14290-456 |

Appelstr. 9A | 30167 Hannover | www.iwes.fraunhofer.de | britta.rollert@iwes.fraunhofer.de

Ermüdungsprüfungen erfolgreich bestanden

Dieser Aufgabe widmen sich Forscher am Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES in Bremerhaven gemeinsam mit der WindMW Service GmbH, dem Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft (BIMAQ) und der Deutsche WindGuard Engineering GmbH im Rahmen einer Konzeptstudie. Mit dem Ziel, Stillstandszeiten der Anlagen und Personeneinsätze zu reduzieren, verfolgen sie zwei parallele Ansätze. Zum einen testen sie die Kombination von Drohnen und mobiler Thermografietechnik, zum anderen wird ein Schallemissionsverfahren angewendet. Das im Rotorblatt eingebaute Schallemissionsmesssystem erkennt auch tiefliegende Schäden, zum Beispiel am Steg des Rotorblattes, und dient als Frühwarnsystem. Mit der Thermografiekamera lassen sich dagegen oberflächliche Schäden ermitteln, die zum Beispiel durch Regenerosion ausgelöst wurden. Das zerstörungsfrei arbeitende Akustik-Emissions-System wird vom Fraunhofer IWES für die Untersuchung von Rotorblättern optimiert. Schallemissions- beziehungsweise Piezosensoren werden im Inneren der Rotorblätter an strukturelevanten Bereichen – besonders an typischen Schwachstellen – angebracht. Den Messrechner, der die Sensordaten sammelt und verarbeitet, verbauen die Forscher in der Nabe.

»Im Prinzip funktionieren die Sensoren wie Mikrofone. Treten im Rotorblatt plötzliche Spannungsänderungen auf, wird lokal Energie freigesetzt, die in Form von Wärme und Oberflächenwellen mit den Sensoren messbar wird. Die Wellen kommen zu unterschiedlichen Zeitpunkten an den einzelnen Sensoren an. Durch die zeitliche Differenz lässt sich der Ursprungsort des Schadens lokalisieren«, erläutert Stefan Krause, Projektleiter am Fraunhofer IWES, die Funktionsweise des Akustik-Emissions-Systems, das im Labormaßstab bereits in den Rotorblattprüfständen des Instituts erfolgreich getestet wurde. Während statischer Rotorblatttests und Ermüdungsprüfungen konnten die Forscher beispielsweise Kleb- und Zwischenfaserbrüche, Schäden in der Gurt-Steg-Verklebung, Risse in der Hinterkante von Rotorblättern, aber auch fehlerhafte Verklebungen im Wurzelbereich orten. Der Praxistest unter Realbedingungen steht noch aus: Er wird im Frühjahr 2018 im Offshore-Windpark Meerwind Süd | Ost vor Helgoland stattfinden.

Große Rotorblattstrukturen permanent überwachen

Mit dem Akustik-Emissions-System lassen sich sehr große Strukturen effizient und zuverlässig permanent überwachen. Sobald die Sensoren eine potentielle Schadstelle detektieren, können gezielt weitere Maßnahmen eingeleitet werden. Je nach Art und Position des Schadens kann zur näheren Untersuchung beispielsweise eine Außeninspektion des Rotorblattes mit Thermografieaufnahmen erfolgen.

An Fehlstellen entsteht Reibung und infolgedessen Wärme, den Wärmefluss im Material kann man mittels Thermografieaufnahmen sichtbar machen. Im Projekt wird die

passive Thermografie eingesetzt, bei der man sich die Eigenerwärmung des zu untersuchenden Objekts oder Temperaturunterschiede durch den natürlichen Tag-Nacht-Zyklus zunutze macht. Thermografiemessungen zur Strömungsvisualisierung an drehenden Onshore-Windenergieanlagen setzen Deutsche WindGuard Engineering GmbH und BIMAQ schon seit einigen Jahren erfolgreich ein. Die Herausforderung besteht nun darin, das Verfahren Offshore-tauglich zu machen.

Auf Drohnen befestigt lassen sich so mit Thermografiekameras Fehlstellen unterhalb der Oberfläche von Verbundmaterialien aufspüren, wie zum Beispiel Delaminationen (Schichtablösungen), Einschlüsse, Fehlverklebungen in den Last tragenden Gurt-Steg-Verbindungen und Hohlräume, sogenannte Lunker. Diese Schäden in der Tiefe des Rotorblatts sind Ausgangspunkte für wachsende Strukturschäden im Betrieb, die bei Nichterkennung zum Totalverlust führen können. »Ziel ist es, durch das kombinierte Prüfverfahren Schäden früher zu erkennen und so Notabschaltungen zu vermeiden. Außerdem besteht die Möglichkeit, Blätter gezielt zu inspizieren«, so Nicholas Balaresque, Geschäftsführer bei der Deutschen WindGuard Engineering.

Erste Thermografietests in den Räumlichkeiten des Partners Deutsche WindGuard Engineering GmbH wurden erfolgreich abgeschlossen, im nächsten Schritt muss die Auswahl der Kameratechnik und der Drohnen getroffen werden. Im Zuge der Validierung von Thermografieaufnahmen zur Strukturanalyse der Rotorblätter werden darüber hinaus Messungen an der Forschungswindenergieanlage der Universität Bremen durchgeführt und darauf basierend Auswertelgorithmen entwickelt. Die WindMW Service GmbH als Betreiber eines Offshore-Windparks konzipiert Einsatzszenarien für die Offshore-Rotorblattinspektionen mit dem Ziel der nachhaltigen Reduzierung und Optimierung der regelmäßig anstehenden Prüfungen.

Kosten für die Windenergieerzeugung auf See reduzieren

Das neue kombinierte Prüfverfahren kann dazu beitragen, Inspektionskosten zu senken, aber vor allem auch den Energieertrag durch weniger Stillstandszeiten zu erhöhen. Industriekletterer benötigen einen Tag, um einen Rotor zu untersuchen. »Eine Inspektion des Rotors mittels Drohne ist in einer Stunde machbar«, schätzt Krause. »Für eine gezielte Inspektion auf Basis der Ergebnisse der Schallemissionsprüfung wird noch weniger Zeit benötigt. Speziell in Kombination mit autonomen unbemannten Flugfahrzeugen können diese neuen Technologien einen Beitrag zu einem effizienten, sicheren und energie- sowie materialoptimierten Rotorblattinspektionsverfahren liefern und somit Inspektionsaktivitäten ergänzen und unterstützen.«



Industriekletterer seilen sich am Rotorblatt ab.

© Seilpartner GmbH | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.



Experten bei der visuellen Inspektion © Seilpartner GmbH | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.



Endkantenüberwachung im statischen Rotorblatttest. Hierbei konnten die Schallemissionssensoren alle Schäden orten. © Fraunhofer IWES | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.

FORSCHUNG KOMPAKT

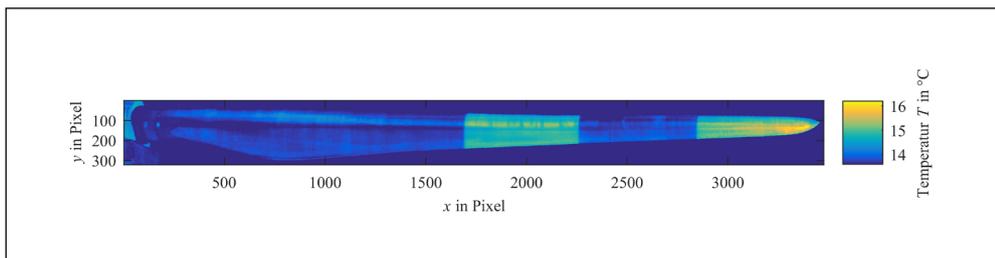
Dezember 2017 || Seite 4 | 5



FORSCHUNG KOMPAKT

Dezember 2017 || Seite 5 | 5

Das Akustik-Emissions-System im Test: Überwachungen der Verklebungen im Wurzelbereich während einer Ermüdungsprüfung © Fraunhofer IWES | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.



Thermografieaufnahme eines Rotorblatts © Universität Bremen - Fachbereich 4 Produktionstechnik Bremer Institut für Messtechnik, Automatisierung und Qualitätswissenschaft (BIMAQ) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse.

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 69 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen 1,9 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.