



Rotorblätter sollen eine immer größere Fläche überstreichen. Dafür müssen sie leicht und robust sein.

FOTO: VSCHLICHTING – FOTOLIA

# Leichtgewicht

Das Forschungsprojekt Lenah will mit Hilfe von Nanopartikeln neue Materialien für Rotorblätter entwickeln.

KATHARINA WOLF

**L**ang, länger, am längsten: Rotorblätter an modernen Windenergieanlagen erreichen Längen von bis zu 85 Meter und darüber. Gleichzeitig müssen sie möglichst leicht sein, aber auch steif und fest, damit sie den Belastungen des Windes standhalten können und nicht gegen den Turm gedrückt werden oder gar brechen.

Anders als Flugzeugtragflächen, die ebenfalls leicht und trotzdem widerstandsfähig sein müssen, bestehen Windenergieanlagen-Flügel selten aus kohlefaserverstärkten, sondern meist aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK), die deutlich günstiger sind. „Rotorblätter müssen mehr als 100 Millionen Lastzyklen ertragen. Dies führt zu starker Ermüdung des Leichtbaumaterials“, erklärt Professor Raimund Rolfes vom Institut für Statik und Dynamik (ISD) an der Leibniz Universität Hannover. Gleichzeitig stellen die Materialkosten mit 60 Prozent bereits jetzt den größten Anteil an den Produktionskosten – da ist wenig Luft nach oben für teure CFK-Materialien. Die Herausforderung ist es nun also, immer längere Flügel von 90 Meter und mehr sicher und kostengünstig zu konstruieren.

## Projekt Lebensdauererhöhung

„Doch das Material hat seine Grenzen“, sagt Rolfes. Grund genug, gemeinsam mit anderen Forschungspartnern das Projekt „Lebensdauererhöhung und Leichtbauoptimierung durch nanomodifizierte und hybride Werkstoffsysteme im Rotorblatt“, kurz Lenah, aus der Taufe zu heben. Das ISD als Mit-

„Rotorblätter müssen mehr als 100 Millionen Lastzyklen ertragen.“

**Professor Raimund Rolfes,**

Institut für Statik und Dynamik, Leibniz Universität Hannover

glied des Forschungsverbunds Forwind, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) haben dabei zwei Themen ins Zentrum des Projekts gestellt: die Entwicklung neuer nanopartikel-modifizierter Kunststoffe und die Untersuchung von hybriden Werkstoffen.

## Den Nano-Effekt nutzen

Was genau verbirgt sich dahinter? Im Bereich Nanopartikel verfolgen die Wissenschaftler zwei Ansätze: „Wir wollen Nanopartikel in jede Stelle des Rotorblatts einbringen, um die Materialeigenschaften zu verbessern“, erläutert Rolfes. Das bedeutet, dass die Kunststoffharze zusätzlich zu den Glasfasern mit Nanopartikeln, etwa metalloxidischen Partikeln, verstärkt werden. Die winzigen Nanopartikel verfügen über einen Durchmesser von etwa  $50 \times 10^{-9}$ , also 50 Millionstel Millimeter. Sie bewirken einen besonderen Effekt: Mit den Kunststoffmolekülen bilden sie Grenzflächen, die über Eigenschaften verfügen, die weder die Partikel noch die Kunststoffmoleküle zuvor besaßen – so entsteht ein neues Material. Je mehr Nanopartikel eingebracht werden, desto mehr Grenzflächen und desto mehr neues Material entstehen. „Damit steigt die Ermüdungsfestigkeit“, so Rolfes. Dieser Nanoeffekt, den das DLR in Zusammenarbeit mit seinem Team bereits nachgewiesen hat, soll nun genauer untersucht werden.

## Perfekte Klebefuge

Der zweite Bereich, in dem Nanopartikel die Materialeigenschaften verbessern können, ist der Klebstoff, mit dem die Rotorblatthalbschalen verklebt werden. „Auf Klebeflächen von 90 Metern Länge gibt es keine perfekte Klebefuge“, erläutert Rolfes. Damit bieten sie bei Belastungen eine unerwünschte Sollbruchstelle. Auch hier können Nanopartikel die Eigenschaften des Klebstoffs verbessern, sodass ein Aufreißen der Klebefuge verhindert wird.

Der zweite Schwerpunkt bei Lenah beschäftigt sich mit sogenannten Hybridlaminaten. Lamine kommen bereits jetzt beim Bau von Rotorblättern, aber auch in vielen anderen Bereichen zum Einsatz. Sie bestehen aus

zahlreichen sehr dünnen, miteinander verbundenen Schichten. Diese sind bei Rotorblättern bislang zumeist aus GFK. Sie sind so angeordnet, dass die Fasern in unterschiedliche Richtungen verlaufen. „GFK allein aber kann die jetzt erforderliche Steifigkeit und Festigkeit nicht leisten, wenn zugleich auf das Gewicht des Blatts geachtet werden muss“, erklärt Rolfes. Daher untersuchen die Wissenschaftler Möglichkeiten, gezielt an besonders beanspruchten Stellen Schichten aus kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK) oder Metall einzubringen. Kohlenstofffasern könnten etwa im Bereich der Gurte zum Einsatz kommen. Metalle wiederum könnten helfen, die Lochleibungsfestigkeit an Stellen zu erhöhen, wo Bolzen erforderlich sind, etwa um die Rotorblätter an der Nabe zu befestigen.

„Natürlich kann man auch derzeit übliches Laminat immer weiter verstärken“, meint Rolfes. „Aber irgendwann gibt es Probleme mit dem Gewicht.“ Auch mit Blick auf teilbare Rotorblätter könnten die Hybridlamine helfen, an den besonders beanspruchten Verbindungsstellen für mehr Festigkeit zu sorgen. Anders als beim Thema Nanopartikel soll hier also kein komplett neues Material eingesetzt, sondern gezielt an besonders beanspruchten Stellen verwendet werden.

### Vom Werkstoff zum Test

„Wir wollen in diesem Projekt von der Entwicklung der Werkstoffe bis hin zum Bau und Test der Komponenten alles abdecken“, erklärt Professor Rolfes die Idee hinter Lenah. Die beteiligten Forschungsinstitute verfügen über die nötige Prüfinfrastruktur, etwa den Rotorblattprüfstand am IWES in Bremerhaven. Zwei Kooperationspartner

# 2,4

**MILLIONEN** Euro kommen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung als Unterstützung für Lenah. 700.000 Euro davon gehen an das Institut für Statik und Dynamik, das das Projekt koordiniert.



FOTO: LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER

Gerissene Hinterkantenverklebung – vermeidbarer Schaden?

aus der chemischen Industrie, Sasol Germany und Dow Deutschland, unterstützen das Projekt.

Doch bevor Bauteile konstruiert oder getestet und Materialien entwickelt werden, kommen Simulationen zum Einsatz. „Wir wollen die Materialeigenschaften simulieren, vom Nanopartikel bis zum Rotorblatt“, so Rolfes, dessen Institut in diesem Bereich neue Berechnungsmodelle entwickelt. Die numerische Simulation mit Multiskalen-Methoden soll vor der tatsächlichen Entstehung der neuen Materialien deren verbesserte Eigenschaften aufzeigen und einzuschätzen helfen. Ziel des Projekts, das vom Bundesforschungsministerium über drei Jahre mit insgesamt 2,4 Millionen Euro gefördert wird, ist aber nicht allein die Entwicklung neuer Ideen: „Am Ende soll eine Dokumentation und Bewertung aller Ergebnisse hinsichtlich ihrer Nutzung und Verwendung in der Windenergie stehen“, betont Rolfes. So kann im Anschluss an Lenah an vielversprechenden Ansätzen weitergearbeitet werden, um in Zukunft auch Rotorblätter mit mehr als 90 Metern Länge ermüdungs- und bezahlbar zu produzieren. ■

## Unsere Betriebsführung – Ihr Schlüssel zum Erfolg

Dauerhaft wirtschaftlich Strom erzeugen – das ist die Anforderung an den Betrieb von Windenergieanlagen. Die kaufmännische und technische Betriebsführung durch unsere erfahrenen und qualifizierten Experten sichert Ihnen die bestmögliche Performance. Darauf können Sie sich verlassen – auch bei technischem Wandel und neuen gesetzlichen Regelungen.

Windwärts Energie GmbH  
Ein Unternehmen der MVV Energie Gruppe  
Hanomaghof 1, 30449 Hannover,  
Tel.: 0511/123 573-0, [www.windwaerts.de](http://www.windwaerts.de)

 **WINDWÄRTS**

