

## Daten und Fakten

# Zuverlässiges Testen von Rotorblättern für sicheren Betrieb von Windenergieanlagen

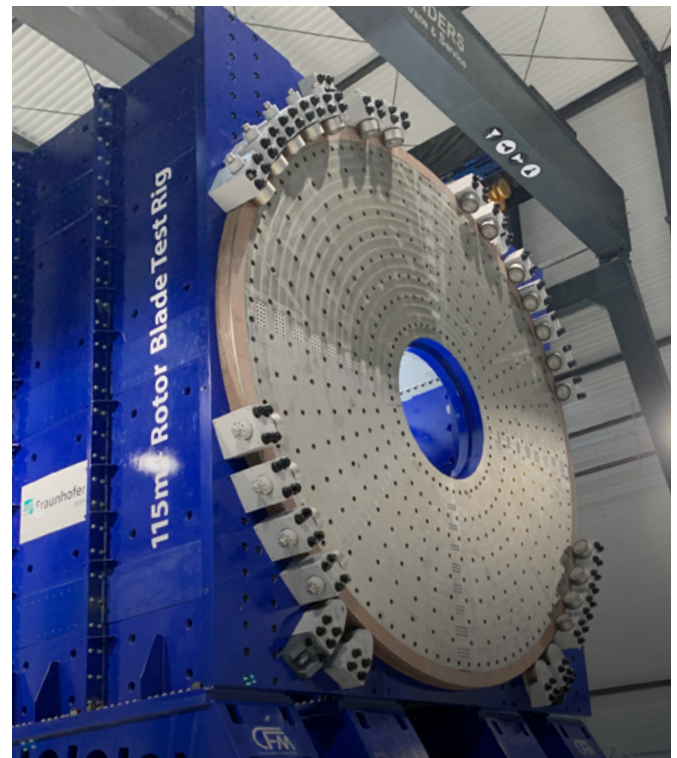
### Maßstabsgetreue Prüfung von Rotorblättern

Die mechanische Prüfung ist nach wie vor ein wesentlicher Bestandteil zur Sicherstellung des zuverlässigen Betriebs von Rotorblättern über die gesamte Lebensdauer von über 20 Jahren.

Seit 2009 hat das Fraunhofer IWES mehr als 40 Prüfkampagnen zur Zertifizierung von Rotorblättern für Windenergieanlagen durchgeführt. Neben drei Großprüfständen betreibt das IWES auch ein akkreditiertes Materiallabor und bietet die Möglichkeit, Segment- und Komponententests von Rotorblättern durchzuführen.

### Unsere Kompetenzen im Überblick

- DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Labor für IEC 61400-23
- Anerkanntes IECRE Prüflabor
- Am Boden fixierte Prüfanregung
- Variabler Prüfaufbau mit Kombinationen aus hydraulischen Aktuatoren, Winden und Gewichten
- Modellvalidierung über die Zertifizierung hinaus: Modalanalyse, Modellaktualisierung, Torsionssteifigkeitstest
- Zusätzliche Datenerfassung (optional):
  - Digitale Bildkorrelation (DIC)
  - Thermografie
  - Akustische Emission
  - Optische Verformungsmessungen
- Simulation und Optimierung von Testaufbauten



Max. Biegemoment	70m Prüfstand	90m Prüfstand	115m+ Prüfstand
Statisch	50 MNm	115 MNm	160 MNm
Ermüdung senkrecht	± 30 MNm	± 30 MNm	± 70 MNm
Ermüdung waagerecht	± 8 MNm	± 30 MNm	± 70 MNm

Unsere Prüfstände liegen verkehrsgünstig an der deutschen Küste mit offenem Meerzugang für den Transport.

## Prüfmethodenentwicklung

Die Entwicklung und Konzeption von Nicht-Standard-Tests (z. B. biaxiale oder Tests für unkonventionelle Blattdesigns) sind ein wesentlicher Bestandteil der Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IWES.

### Virtueller Prüfstand

Mit dem anhaltenden Wachstum der Rotorblätter wird die Optimierung des Testaufbaus immer wichtiger. Das Fraunhofer IWES hat ALBATROS entwickelt: eine validierte numerische Werkzeugkette zur Optimierung des Testaufbaus. Dieser virtuelle Prüfstand wird kontinuierlich weiterentwickelt und ermöglicht sowohl die Optimierung von Standardtests als auch die Entwicklung neuer Ansätze.

### Biaxiale Tests

Üblicherweise werden Tests in Schwenk- und Schlagrichtung getrennt durchgeführt. Die Kombination beider Prüfungen in einem einzigen Test bietet das Potenzial, die Testzeit zu verkürzen und den Test repräsentativer für die Bedingungen im Feld zu machen. Da die Rotorblätter jedoch in (oder nahe bei) der Eigenfrequenz angeregt werden, führen die Frequenzunterschiede zwischen Schwenk- und Schlagrichtung zu einem chaotischen Auslenkungsmuster der Rotorblattspitze.

Um eine 1:1-Anregung zu erreichen, verwendet das Fraunhofer IWES Federelemente und entkoppelte Massen zur Abstimmung der Systemfrequenzen. Biaxiale Tests mit elliptischer (1:1) Anregung wurden erfolgreich demonstriert und sind auf Anfrage im Rahmen von IEC 64100-23 Zertifizierungstests verfügbar.

Tests von Blattsegmenten (d. h. Aufteilung der Rotorblätter in mehrere Testsequenzen) können genutzt werden, um die Testzeit zu verkürzen. Unter Verwendung der virtuellen Prüfstandsumgebung hat das IWES die sequenzielle Prüfmethode entwickelt, die auf einem zweistufigen Ansatz basiert.

Zunächst wird die Ermüdungsprüfung für eine bestimmte Anzahl von Zyklen an einem ganzen Blatt durchgeführt. Anschließend wird das Rotorblatt in zwei Segmente getrennt und zwei weitere Ermüdungstests an Wurzel und der Spitze des Blattes werden durchgeführt. Dies verkürzt die Prüfzeit erheblich und reduziert Überlastungen. Eine Fallstudie für ein 110 m langes Referenz-Offshore-Blatt hat gezeigt, dass die Prüfzeit um 65 % reduziert und die Schadensakkumulation über den Zielwerten um 75 % verringert werden kann.



*Biaxialer Ermüdungsprüfstand mit Federelement und entkoppelten Massen*

## Weiterführende Informationen

Das Fraunhofer IWES entwickelt innovative Methoden, den Ausbau der Windenergie- und Wasserstoffwirtschaft zu beschleunigen, die Risiken zu minimieren und die Kosteneffizienz zu steigern. Innovationen in technologische Weiterentwicklungen werden durch Validierung abgesichert und Innovationszyklen verkürzt. Planung und Entwicklung von Offshore Windparks werden beschleunigt und präzisiert. Derzeit sind mehr als 300 Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftler und Angestellte sowie über 100 Studierende an neun Standorten beschäftigt: Bochum, Bremen, Bremerhaven, Görlitz, Hamburg, Hannover, Leer, Leuna und Oldenburg.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Bremens  
Zukunft



Europäische Union  
Investition in Bremens Zukunft  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



Verteilung der Fördermittel:

Hallenbau: BMBF, Land Bremen und EFRE rund 5 Mio. EUR

Prüfstandbau: BMWK rund 18 Mio. EUR

## Kontakt

**Dr. Enno Petersen**

Komm. Abteilungsleiter  
Rotorblätter

Telefon: +49 471 14290-397

enno.petersen@

iwes.fraunhofer.de

**Gregor Basters**

Gruppenleiter Blattprüfung  
Rotorblätter

Telefon: +49 471 14290-346

gregor.basters@

iwes.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES

Am Seedeich 45, 27572 Bremerhaven

www.iwes.fraunhofer.de