



Willkommen

WIND. ASSURING CONFIDENCE
THROUGH COMPETENCE

Anforderungen an Offshore-Prüfszenarien und ihre Ergebnisbewertung

Dipl.-Biol. Mario Hörnig




1

© Fraunhofer



Kurzprofil Fraunhofer IWES Nordwest

Leitung:	Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter
Forschungsspektrum:	Windenergie von Materialentwicklung bis Netzanbindung
Betriebshaushalt 2014:	13,2 Mio. €
Personal:	150 MitarbeiterInnen
Bisherige Investitionen in die Standorte:	60 Mio.€
	Strategischer Zusammenschluss mit ForWind und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt

05.11.2015

2

© Fraunhofer





Entwicklung von Windenergieanlagen der nächsten Generation

- ↪ Einmalige Testinfrastruktur und Methodenkompetenz
- ↪ Beschleunigte Lebensdauertests
- ↪ Absicherung von Investitionen in technologische Entwicklungen

- ↪ Innovative und verlässliche Messtechnik zur **Untersuchung von Umgebungsbedingungen**
- ↪ **Smart Blades**: aktive und passive Mechanismen zur Lastreduktion (in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR)
- ↪ **Fertigungstechnologien** für die automatisierte Rotorblattfertigung
- ↪ Rotorblattkonzepte der Zukunft

05.11.2015

3

© Fraunhofer


Fraunhofer
IWES

Standorte des IWES:



- Institutsstandort
- Standorte von Abteilungen
- Standorte von Arbeitsgruppen

29.10.2015

© Fraunhofer


Fraunhofer
IWES

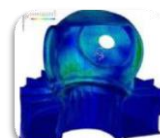


FORSCHUNG MIT MEHRWERT

05.11.2015

5

© Fraunhofer



Beschleunigte Marktreife durch Tests in Großprüfständen

Rotorblatt-Prüfhallen bis 90 m

- ↪ Prüfung von Design-Prototypen vor der Serienanfertigung
- ↪ Max. stat. Biegemoment 115,000 kNm; max. dyn. Biegemoment +/- 30,000 kNm

DyNaLab mit 10 MW Antriebsleistung / 15 MW Spitzenleistung

- ↪ Nominales Drehmoment: > 8,6 MNm
- ↪ Rotorbelastungs-Prüfeinheit für dynamische Biegemomente, Axial- und Radialkräfte
- ↪ Künstliche Netznachbildung: 44 MVA installierter Umrichterleistung

Testzentrum für Tragstrukturen

- ↪ Prüfung des Ermüdungsverhaltens von Tragstrukturen
- ↪ Maßstab von 1:10 bis 1:3,5

05.11.2015

6

© Fraunhofer





Kompetenzbereich: Windparkplanung und -betrieb

Ein Schlüsselfaktor für optimierte Planung und Betrieb von Windparks ist die Entwicklung sowie Anwendung von innovativen und validierten Verfahren. Projektentwickler und Windparkbetreiber erhalten verlässliche Daten und fundierte Analysen für die Planung, den Bau und den Betrieb ihres Windparks.

- ↪ Offshore-Windmessungen mit der Fraunhofer IWES LiDAR-Boje
- ↪ Geophysikalische Baugrunderkundung mittels mehrkanalseismischer Messtechnik
- ↪ Mesoskalige Strömungsmodellierung im komplexen Gelände
- ↪ Wetterabhängigkeitssimulation bezüglich Planung der Montage sowie Instandhaltung
- ↪ Analyse des Degradationsverhaltens von Materialien, Beschichtungen, Komponenten und Sensoren durch Labor- und Feldversuche
- ↪ Aerodynamik- und mikroskalige Modellierung



05.11.2015

7

© Fraunhofer

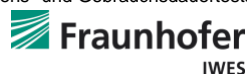
IWES



Kompetenzbereich: Anlagen und Systemtechnik

Detaillierte Betrachtung des Gesamtsystems "Windturbine" mit Berücksichtigung multidimensionaler Eingangsgrößen. Der direkte Zugriff auf verschiedene Großprüfstände und kleinere Testwindenergieanlagen ist vorhanden und wird weiter ausgebaut.

- ↪ Technische Zuverlässigkeit von mechatronischen Systemen
- ↪ Entwicklung von Betriebsführungs- und Regelungskonzepten bzw. -strategien
- ↪ Lastenrechnung und komplexe Gesamtanlagensimulation
- ↪ Elektrische WEA- Zertifizierung am Prüfstand und hochauflösende, elektrische Messungen an Generator-/Umrichterschnittstellen
- ↪ Antriebsstrangentwicklung und Generator-Design für getriebelose Anlagen
- ↪ Condition-Monitoring-Systeme und Zuverlässigkeit von Leistungselektronik in WEA
- ↪ Pitchlager und -Antriebe speziell für eine kontinuierliche, individuelle Pitch-Regelung
- ↪ Planung und Implementierung von Systemtest, beschleunigte Lebens- und Gebrauchsdauertests
- ↪ Modellvalidierung auf Großprüfständen



05.11.2015

8

© Fraunhofer

IWES



Kompetenzbereich: Strukturkomponenten

Mehrwert für Windanlagenhersteller, -planer und -betreiber. Aktive Mitarbeit in der IEC-Rotorblatt-Arbeitsgemeinschaft und bevorstehende Akkreditierung in Materialprüfung.

- ↪ **Rotorblatt:**
Material-, Komponenten- und Ganzblattprüfung, z.B. für die Zertifizierung; Faserbundfertigungsverfahren und Prozessentwicklung, innovative Fertigungen
- ↪ **Verbindungselemente:**
Strukturmechanische Berechnungen und Simulationen; experimentelle Untersuchung zur Degradation mechanischer Eigenschaften; Entwicklung anwendungsbezogener Automatisierungstools
- ↪ **Tragstrukturen/Fundamente:**
Prüfung von Gründungselementen und Tragstrukturen am Versuchsmodell, geotechn. Beratung, numerische Berechnungen und Simulationen



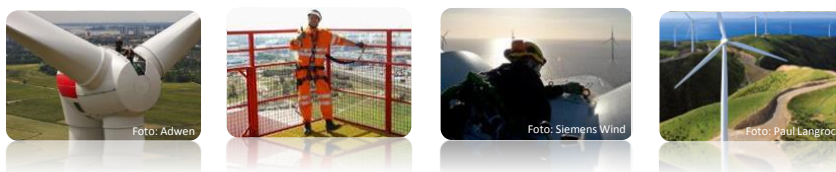
Fraunhofer

IWES

05.11.2015

9

© Fraunhofer



Freifeldmessung

Das Anwendungszentrum für Windenergie-Feldmessungen untersucht Komponentendynamik, Lasten und Betriebsverhalten von Windenergieanlagen. Die Ergebnisse fließen in die Optimierung von Anlagen und Komponenten ein.

- ↪ Unabhängigkeit von Hersteller und Zertifizierer
- ↪ Entwicklung von Betriebs- und Regelstrategien
- ↪ Messungen und Protokolle nach IEC 61400-13
- ↪ Testmessungen & Implementierung
- ↪ Entwicklung von Prototypen
- ↪ Unterstützung während des Zertifizierungsprozesses und Betriebs
- ↪ Technische Anpassungen und Optimierung
- ↪ Validierung von Forschung und Entwicklung



Fraunhofer

IWES

05.11.2015

10

© Fraunhofer

Ziel der Präsentation

- ↪ Darstellung der Forschungsschwerpunkte der letzten 7 Jahren am Fraunhofer IWES
- ↪ Lessons learned
 - ↪ Erfahrungsgewinn aus zurückliegenden Forschungsprojekten in Bezug auf
 - ↪ Prüfzeitraum
 - ↪ Probenanzahl
 - ↪ Probenkörperdesign
 - ↪ Kontrolle des Applikationsprozesses
 - ↪ Laborsimulationen
 - ↪ Auswertung und Ergebnissanalyse

05.11.2015

11

© Fraunhofer

Offshore-Prüfszenarien -

Was ist das?

- ↪ **1. Entwickelte, angepasste Prüfungen** in Labor und Feld für die spezifische **Anwendung** der Ergebnisse **im Offshore-(Wind)-Bereich**
- aber auch*
- ↪ **2. Prüfungen**, welche neben der reinen Laborprüfung gezielt **im Offshore-Bereich durchgeführt werden**, um die Umweltlasteinflüsse möglichst anwendungsnah abzubilden

05.11.2015

12

© Fraunhofer

Degradationsforschung am IWES in den letzten 7 Jahren

- ↪ Forschungsschwerpunkte
 - ↪ 2008 – 2013 Sensorabdeckungen
 - ↪ 2010 – 2012 Reparatursysteme
 - ↪ 2010 – 2015 Beschichtungen
 - ↪ 2012 – 2015 faseroptische Sensorik
 - ↪ 2012 – 2015 Fremdstromschutz
 - ↪ 2013 – 2015 mikrobiell induzierte Korrosion



05.11.2015

13

© Fraunhofer


Fraunhofer
IWES

Degradationsforschung am IWES in den letzten 7 Jahren

- ↪ Langzeitauslagerungsprojekte seit 2010
 - ↪ z.T bis zu 6 Jahren
- ↪ Forschungs- und Industrieprojekte an den Auslagerungsständen
 - ↪ umfängliche Benchmarkprüfungen
 - ↪ spezifische Einzeluntersuchungen
 - ↪ Eigenforschung zur Standortvalidierung und Ergänzung der Grundlagen-Expertise



05.11.2015

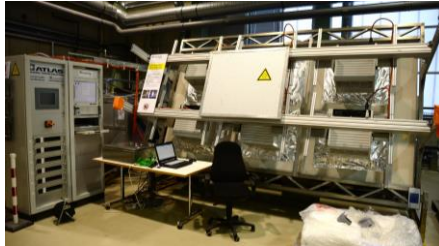
15

© Fraunhofer


Fraunhofer
IWES

Degradationsforschung am IWES in den letzten 7 Jahren

- ↪ Ausweitung der Laborinfrastruktur



05.11.2015

16

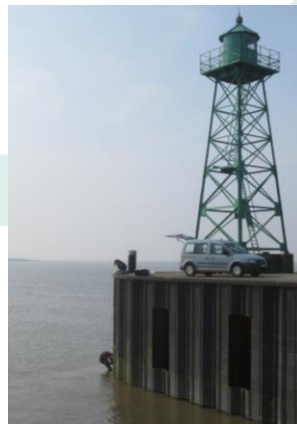
© Fraunhofer

Fraunhofer
IWES

Degradationsforschung am IWES in den letzten 7 Jahren

- ↪ Erweiterung der Auslagerungsstandorte

- ↪ technische Erweiterung
 - ↪ Ausstattung mit direktem Stromanschluss (Sylt)
- ↪ neue Standorte
 - ↪ Bremerhaven: bereits Probeauslagerungen
 - ↪ Helgoland: Außenseite Südmole in Beantragung



05.11.2015

17

© Fraunhofer

Fraunhofer
IWES

* http://www.foto-kreationen.com/bas/PictureSolution/pics/Neue03/suedmole_1.jpg

Lessons learned

- > Was haben wir aus den Projekte an Erfahrung gewonnen?
- > Wie lange sollen Proben ausgelagert sein?
- > Wie viele Probekörper werden für eine Prüfung benötigt?
- > Entwicklung des Probekörperdesign
- > Kontrolle des Applikationsvorgangs
 - > Labor vs. Baustelle
- > Kontamination / Abweichungen
- > Analyse der Proben
- > Auswertung der Ergebnisse

05.11.2015

18

© Fraunhofer

Lessons learned

- > Wie lange sollen Proben ausgelagert sein?

05.11.2015

19

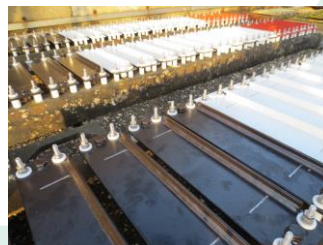
© Fraunhofer

Lessons learned

- ↪ Wie viele Probekörper werden für eine Prüfung im Idealfall benötigt?
- ↪ Projektlaufzeit 36 Monate
 - ↪ 6 bis 9 Probenentnahmen
 - ↪ mind. 3 Proben pro Entnahme
 - ↪ = 18 bis 27 Proben pro Zone
 - ↪ Bei 3 bis 4 Zonen (DTZ, WWZ, SWZ, Atmos.)

→ **54 bis 108 Proben** für ein System in allen Zonen

Bsp.: DegradO = 80 Proben bei 4 Systemen in 2 Zonen
 OptiWind = 76 Proben bei 2 Systemen in 2 Zonen



05.11.2015

20

© Fraunhofer

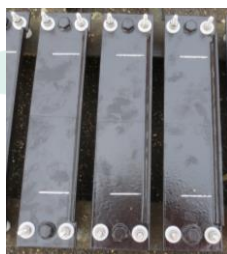
Fraunhofer
IWES

Lessons learned

- ↪ Entwicklung des Probekörperdesigns
 - ↪ künstliche Verletzung
 - ↪ Kanten, Schweißnähte, Verschraubungen
 - ↪ Kehl­nähte und weitere Verletzungen



AERTOs 2010



DegradO 2013



OptiWind 2015

05.11.2015

21

© Fraunhofer

Fraunhofer
IWES

Lessons learned

- ↪ Applikationsprozess bereits Teil der Prüfung
 - ↪ Probenreinigung und Strahlen
 - ↪ mehrstufiger Beschichtungsprozess
 - ↪ Abbinde- / Aushärtezeiten (Kontrolle des Raum- und Probenklimas)
 - ↪ Transport und Handling der Proben



05.11.2015

22

© Fraunhofer

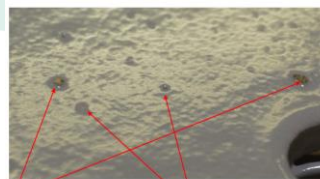

Fraunhofer
IWES

Lessons learned

- ↪ Beschichtungsprozess bereits Teil der Prüfung
 - ↪ Probenreinigung und Strahlen
 - ↪ mehrstufiger Beschichtungsprozess (**Kontrolle**)
 - ↪ Abbinde- / Aushärtezeiten (Kontrolle des Raum- und Probenklimas)
 - ↪ Transport und Handling der Proben



Abschattungseffekte



Partikel von Gestell auf der Platte verursachen Blasen

Partikeleinschluss und Blasenbildung

05.11.2015

23

© Fraunhofer

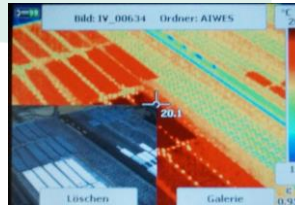

Fraunhofer
IWES

Lessons learned

- ↪ Beschichtungsprozess bereits Teil der Prüfung
 - ↪ Probenreinigung und Strahlen
 - ↪ mehrstufiger Beschichtungsprozess
 - ↪ Abbinde- / Aushärtezeiten (**Kontrolle des Raum- und Probenklimas**)
 - ↪ Transport und Handling der Proben



Luftfeuchte- und Temperaturmessung



Probentemperaturkontrolle

05.11.2015

24

© Fraunhofer

 **Fraunhofer**
IWES

Danksagung

Das Fraunhofer IWES wird gefördert durch:

Land Bremen

- ↪ Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa
- ↪ Senator für Wirtschaft und Häfen
- ↪ Senatorin für Bildung und Wissenschaft
- ↪ Bremerhavener Gesellschaft für Investitions-Förderung und Stadtentwicklung GmbH

Land Niedersachsen und

BMWi Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

mit Unterstützung durch:
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)



Gefördert durch:
 Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in ihre Zukunft
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

29.10.2015

33

© Fraunhofer

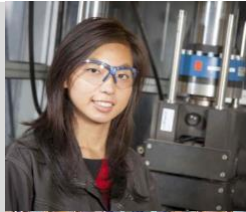
 **Fraunhofer**
IWES

Unsere MitarbeiterInnen sind

Innovations-
beschleuniger



Effizienzerhöher



Kompetenz-
verknüpfer



Konzept-
weiterdenker



Verständnisvertiefer



Planungs-
absicherer

34



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Fragen?

mario.hoernig@iwes.fraunhofer.de