



# Fraunhofer

IWES

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR WINDENERGIE UND ENERGIESYSTEMTECHNIK  
IWES NORTHWEST / FRAUNHOFER INSTITUTE FOR WIND ENERGY AND ENERGY  
SYSTEM TECHNOLOGY IWES NORTH-WEST



**JAHRESBERICHT /  
ANNUAL REPORT**

**2015**

## INSTITUTSLEITUNG / EXECUTIVE BOARD

**Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter**

Geschäftsführender Institutsleiter / Managing Director

**Prof. Dr.-Ing. Jan Wenske**

Stellvertretender Institutsleiter / Deputy Director

**Dr. Antje Wagenknecht**

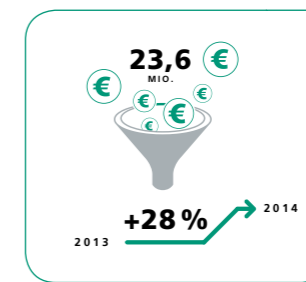
Geschäftsstellenleiterin / Branch Manager

**Am Seedeich 45**  
**27572 Bremerhaven / Germany**  
**Phone +49 471 14290-100**

## INHALT / CONTENT

4

Vorwort / Preface



8

Das Fraunhofer IWES  
Nordwest in Zahlen /  
Fraunhofer IWES  
North-West in Figures

14

Marktumfeld und Strategie /  
Market and Strategy

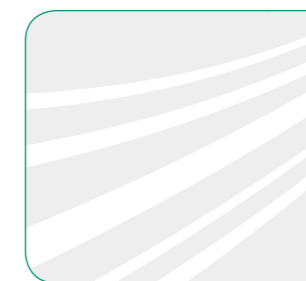


19

Test-Infrastruktur /  
Test Infrastructure

22

Kompetenzen und  
Ansprechpartner /  
Competencies and  
Contact Persons



23

Impressum /  
Editorial Note

# „WENN DER WIND DES WANDELS WEHT, BAUEN DIE EINEN MAUERN UND DIE ANDEREN WINDMÜHLEN.“

CHINESISCHES SPRICHWORT



## VORWORT

Nach einer gut fünfjährigen Aufbauphase hat sich das Fraunhofer IWES Nordwest als international führendes Forschungsinstitut in der Windenergiebranche etabliert. Dies war kein vollkommen gradliniger Prozess, kontinuierlich wurde um Themen und Herangehensweisen gerungen, um die Bedürfnisse der Industrie stärker zu berücksichtigen und den Rahmenbedingungen des Fraunhofer-Umfeldes Rechnung zu tragen. Richtschnur ist dabei der seit 18 Monaten laufende Strategieprozess, der mit einer kritischen Bestandsaufnahme startete, zu einer strukturierten inhaltlichen und organisatorischen Weiterentwicklung des Institutes führte und den Wachstumspfad für die Zukunft aufzeigt.

Wesentliche Elemente der Strategie sind die Fokussierung des IWES auf das Thema „Validierung von Entwicklungsprozessen“ sowie die Nutzung unserer einmaligen Mess- und Prüfinfrastruktur zu diesem Zweck. Die wettbewerbsintensive Windbranche verlangt nach „reifen“ Produkten in immer kürzeren Entwicklungszeiträumen. Prüfstände für realistische Tests unterstützen qualitätsbewusste OEMs dabei, das Risiko von Neuentwicklungen zu minimieren und Zertifizierungsprozesse zu beschleunigen. Die spezifischen inhaltlichen Angebote werden dabei für die komplette Wertschöpfungskette der Branche entwickelt. Hierdurch soll eine möglichst breite Kundenbasis erschlossen werden.

Aus demselben Grund wird die internationale Präsenz des IWES Nordwest systematisch ausgebaut. Damit knüpfen wir an das Konzept der „Global Innovation Chain“ an; denn die Erfahrung der letzten Jahre hat gezeigt, dass Innovation nicht nur in Deutschland stattfindet. Unser Anspruch, weltweit bevorzugter Partner der Industrie bei der Validierung von Windenergieanlagen und Komponenten zu sein, ist nur mit einem entsprechenden internationalen Netzwerk umsetzbar.

Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Institutes ist dieses dynamische Umfeld Anreiz und Herausforderung zugleich. Neben der Notwendigkeit, innerhalb kürzester Zeit fachliche Kompetenzen auf Weltniveau aufzubauen, kommen kulturelle und organisatorische Hürden hinzu. Der Pioniergeist, die hohe Identifikation und ein ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein spornen uns an, diese weiterhin erfolgreich und beherzt anzugehen.

Die in den letzten Monaten deutlich erweiterte Infrastruktur ist der ausschlaggebende Baustein für den Erfolg unserer Strategie. Insbesondere der Großprüfstand DyNaLab – Dynamic Nacelle Testing Laboratory – setzt hier neue Maßstäbe: Mit einem Entwicklungs- und Bauvolumen von rund 30 Mio. € ist dies bisher das mit Abstand größte realisierte Bauprojekt des IWES. Und auch die Abmessungen der Prüflinge mit einem Gewicht von bis zu 420 t sprengen jeden bisherigen Rahmen. Inhaltlich wird mit dem DyNaLab ebenfalls Neuland betreten: Weltweit gibt es keine Vorbilder für das hochdynamische Testen von Gondeln der 3-8 MW-Klasse. Die Entwicklung von neuen Prüfverfahren und die Einbindung der Ergebnisse in den Entwicklungs- und Zertifizierungsprozess gehören daher ebenso zu den Aufgaben des Institutes.

Auch in anderen Bereichen konnte das Prüfspektrum ausgebaut werden: In Hannover wurde im September 2014 gemeinsam mit dem Zentrum für Windenergieforschung ForWind das Testzentrum Tragstrukturen in Betrieb genommen, in Bremerhaven der Bereich Materialprüfung um einen Regenerationsprüfstand erweitert. Die nächsten Ausbauschritte sind bereits geplant: In Hannover soll ein Testfeld mit MW-Anlagen umfangreiche Messkampagnen im Freifeld ermöglichen. Und in Bremerhaven wird bis Mitte 2016 ein Demozentrum für industrialisierte Rotorblattproduktion in Betrieb genommen.

Eine umfassende Test-Infrastruktur ist für die Kunden des IWES allerdings nur dann von Nutzen, wenn die erzielten Ergebnisse zuverlässig und reproduzierbar sind. Aus diesem Grund ist das Institut seit November 2013 ISO 9001 zertifiziert. Darüber hinaus wird in den relevanten Bereichen derzeit an der Akkreditierung von Prüfverfahren nach DIN ISO 17025 gearbeitet, die noch im Laufe dieses Jahres erreicht werden soll.

Die große Bandbreite der Themen und Aufgabenstellungen im Fraunhofer IWES lässt sich mit den rund 140 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nur bedingt in der notwendigen Tiefe abdecken. Daher wird bereits seit mehreren Jahren die Kooperation im Forschungsverbund Windenergie mit den Partnern ForWind und DLR forciert. Bei Großprojekten wie „Smart Blades“ hat sich die Zusammenarbeit bewährt. Dies wurde auch durch die Verleihung des Wissenschaftspreises der Norddeutschen Länder im November 2014 honoriert.

Im wissenschaftlichen Bereich werden die internationalen Kooperationen ausgebaut. Einrichtungen wie das National Renewable Energy Laboratory NREL in Denver, Colorado, sind für das Fraunhofer IWES anregende und komplementäre Partner bei der inhaltlichen Weiterentwicklung.

Mit der Inbetriebnahme des DyNaLab und den ersten Tests von Gondeln in dieser neuen Einrichtung geht die Aufbauphase des IWES zu Ende. Die Finanzzahlen des laufenden Jahres zeigen, dass ein Brancheninstitut zum Thema Windenergie erfolgreich nach Fraunhofer-Standards arbeiten kann.

Die nächste Zeit wird der weiteren Professionalisierung der Aktivitäten sowie der Absicherung der Geschäftsmodelle gewidmet sein. Gleichzeitig muss das hochdynamische Branchenumfeld aufmerksam beobachtet und begleitet werden, die Fähigkeit zu schneller Anpassung an neue Anforderungen erhalten bleiben. Denn die einzige zuverlässige Konstante in der Windenergie bleibt der Wandel.

Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter

Prof. Dr.-Ing. Jan Wenske

Dr. Antje Wagenknecht

# “WHEN THE WINDS OF CHANGE BLOW, SOME PEOPLE BUILD WALLS AND OTHERS BUILD WINDMILLS.”

CHINESE PROVERB

## PREFACE

Following a start-up phase lasting a good five years, the Fraunhofer IWES North-West has now established itself as a leading international research institute in the wind energy sector. It was not a completely straight-forward process, however, and we were continuously forced to adopt new topics and approaches to enable us to take the industry's requirements into account more efficiently and to allow for the framework conditions of the Fraunhofer environment. The guiding concept remains the strategy process begun 18 months ago, which started with critical inventory taking, led to a structured further development of the content and organisation of the institute and defined the direction of growth for the future.

The IWES' focus on the “Validation of development processes” and the use of our unique measuring and testing infrastructure for this purpose are essential aspects of this strategy. The highly competitive wind energy sector demands “technically mature” products in ever shorter development times. Testing benches for realistic tests aid quality-conscious OEMs to reduce the risk of new developments and speed up certification processes. The specific contents are developed for the sector's complete value creation chain, with the aim of acquiring as broad a customer base as possible.

The IWES North-West's international presence has also been developed systematically for the same reason. In doing so, we are playing our part in the “Global Innovation Chain” concept, as the experiences of the last few years have shown that innovation is not purely a German phenomenon. We can only make true on our claim to be one of industry's preferred partners for the validation of wind turbines and components around the world with a corresponding, international network.

This dynamic environment is both appealing and challenging to the employees of the institute. In addition to the need to develop world-class specialist skills in the shortest time possible, there are also cultural and organisational hurdles to be overcome. The pioneering spirit, high level of identification and pronounced quality awareness are what drive us to keep striving towards our goal successfully and with determination.

The infrastructure, which has been expanded considerably in recent months, is the decisive foundation for the success of our strategy. Our large testing bench DyNaLab – Dynamic Nacelle Testing Laboratory – in particular sets new standards in this respect: With its development and construction volume of almost € 30 million it is by far the largest construction project that the IWES has realised so far. The dimensions of the test subjects with a weight of up to 420 tonnes are also far beyond anything previously attempted. DyNaLab is also set to break new ground in terms of content: There are no examples for the highly dynamic testing of nacelles in the 3-8 MW class anywhere else in the world. The development of new testing procedures and the reintegration of the results in the development and certification process thus also form part of the institute's duties.

It has also been possible to broaden the testing spectrum in other fields: For example, we were able to commission the Test Centre Support Structures in cooperation with the ForWind Wind Energy Research Center in Hanover in September 2014 and expand the Materials Testing division in Bremerhaven with a new Rain Erosion Test Stand. The next expansion stages are already in the pipeline: A new testing field with MW systems in Hanover is set to allow extensive open air testing campaigns and a demonstration centre for industrialized rotor blade production is scheduled to be commissioned in Bremerhaven by mid-2016.

Nevertheless, an extensive testing infrastructure is only advantageous for the IWES' customers if the results obtained are reliable and reproducible, which is why the institute has been certified in accordance with ISO 9001 since November 2013. In addition, we are currently working in the relevant areas to have the testing procedures accredited in accordance with DIN ISO 17025 and hope to have concluded the project by the end of this year.

The broad spectrum of topics and responsibilities at the Fraunhofer IWES can only be covered to the required depth to a certain extent with the approximately 140 members of staff employed at the institute, this is why cooperation with the partners ForWind and DLR has been promoted in the Research Alliance for Wind Energy for many years now. The cooperation, which was commended with the North German Science Award in November 2014, has already borne fruit in large projects such as “Smart Blades”.

International cooperations in the research sector are also undergoing expansion. Institutes such as the National Renewable Energy Laboratory NREL in Denver, Colorado, are exciting, complementary partners for the Fraunhofer IWES as it further develops its content.

The commissioning of the DyNaLab and the first nacelle tests in this new facility mark the final stage in the IWES' start-up phase. The financial figures for the current year show that a branch institute for wind energy can operate successfully in accordance with the Fraunhofer standards.

The near future will be dedicated to rendering our activities even more professional and validating the existing business models. At the same time, it is important to monitor and accompany the highly dynamic branch environment and preserve our capacity to adapt rapidly to new requirements. After all, the only true reliable constant in wind energy is change itself.



# DAS FRAUNHOFER IWES NORDWEST IN ZAHLEN

## Finanzen

Der erfolgreiche Wachstumskurs des IWES konnte auch im fünften Jahr fortgesetzt werden. Das Finanzierungsvolumen des Gesamthaushalts erhöhte sich auf nunmehr 23,6 Mio. €, was einer Steigerung von gut 28 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht.

Die Wirtschaftserträge konnten ebenfalls erneut deutlich gesteigert werden: Mit knapp 3,5 Mio. € lagen diese rund 22 Prozent über dem Vorjahr.

Damit wies das Institut einen RhoWi (Verhältnis der Wirtschaftserträge zum Betriebshaushalt) von 26,4 Prozent aus.

## Finance

The IWES has managed to continue along its successful growth curve for the fifth year in a row. The financing volume of the overall budget has now increased to € 23.6 million, which corresponds to an increase of some 28 per cent compared to the previous year.

It was also possible to increase business earnings considerably: At almost € 3.5 million, these were around 22 per cent higher than the previous year.

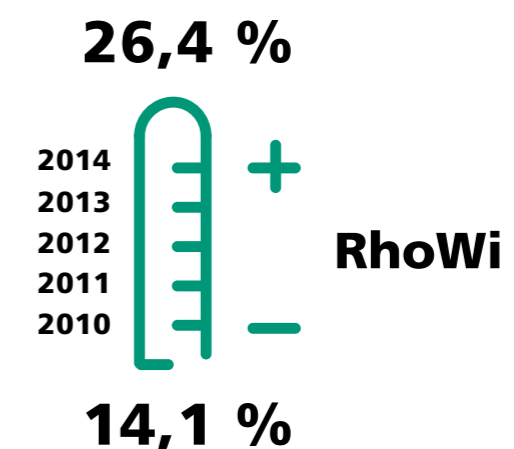
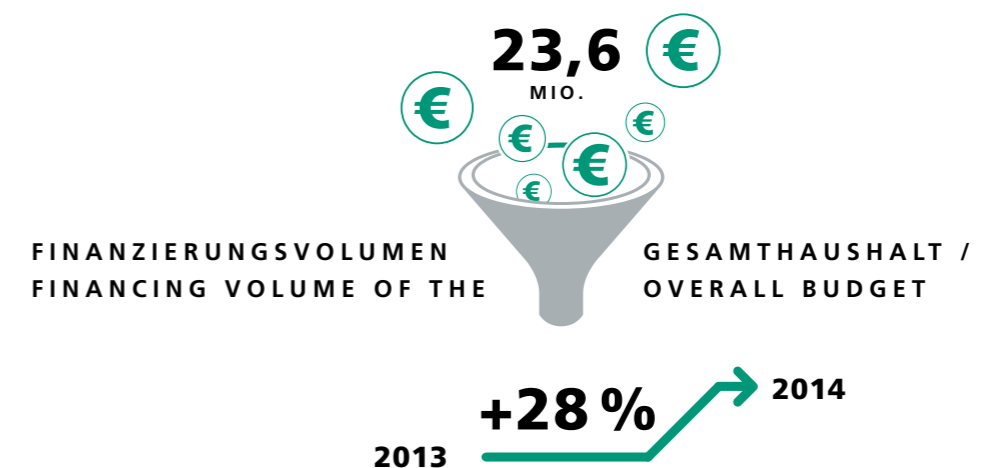
As such, the institute reported a RhoWi (ratio of business earnings to operating budget) of 26.4 per cent.

Mehr als 20 Prozent der Wirtschaftserträge wurden dabei im vergangenen Jahr mit ausländischen Unternehmen erzielt – vor dem Hintergrund der Internationalisierungsstrategie des IWES ein besonders erfreuliches Ergebnis.

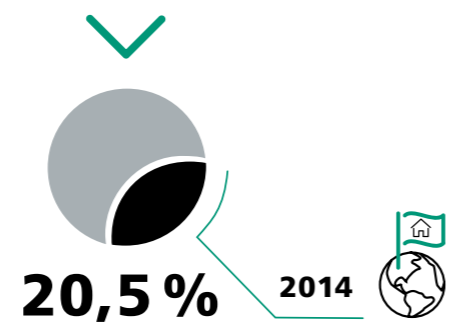
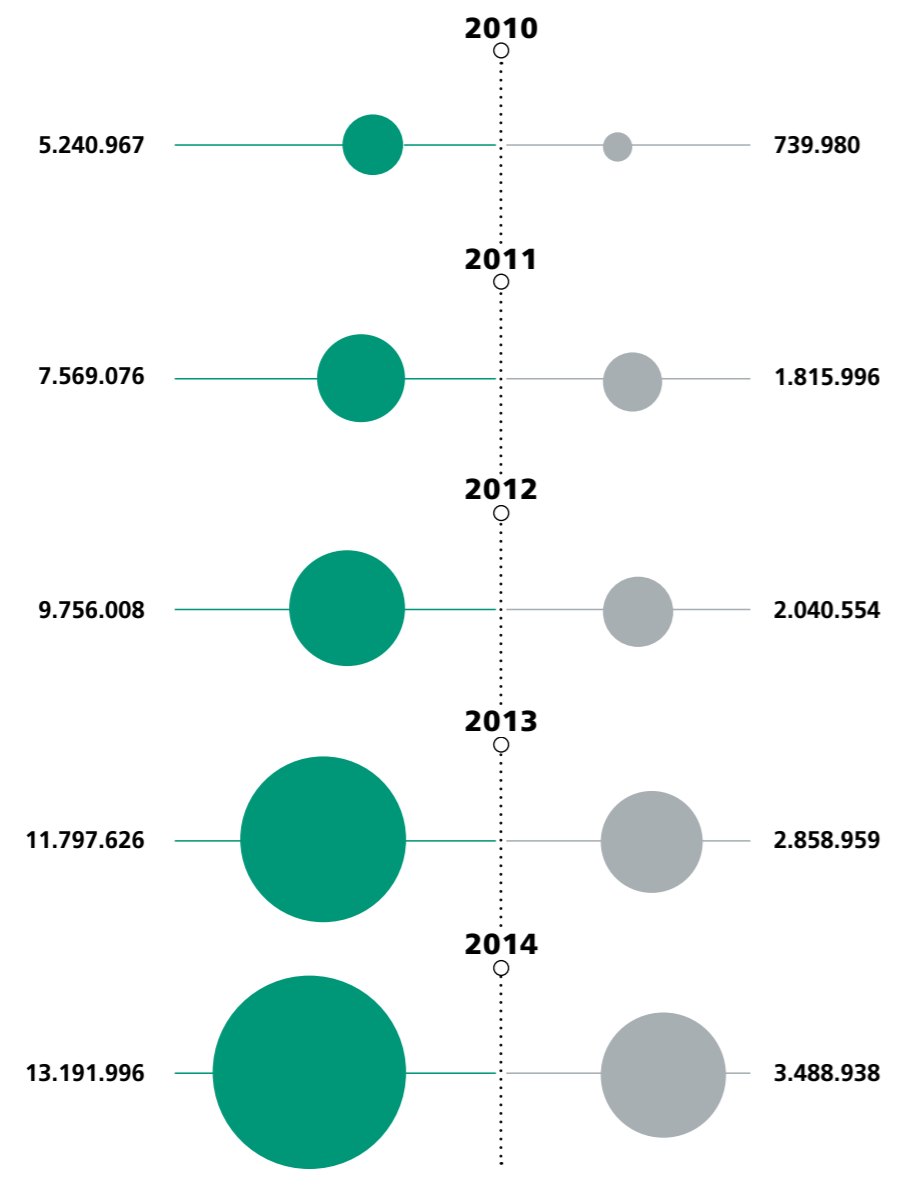
In den vergangenen fünf Jahren wurden vom IWES Investitionen mit einem Gesamtvolumen von 48 Mio. € getätigt. Auch dieser Wert spiegelt die Strategie des IWES wieder, in eine umfassende Infrastruktur zu investieren, die Auftraggebern weltweit einzigartige Test- und Prüfmöglichkeiten bietet.

More than 20 per cent of the business earnings in the past year resulted from transactions involving foreign companies – a particularly pleasing result against the backdrop of the IWES' internationalisation strategy.

Over the past five years, the IWES has invested a total volume of € 48 million. This figure also reflects the IWES' strategy of investing in an extensive infrastructure which offers clients around the world unique testing possibilities.



BETRIEBSHAUSHALT / OPERATING BUDGET  VS.  WIRTSCHAFTSERTRÄGE / INCOME FROM INDUSTRY



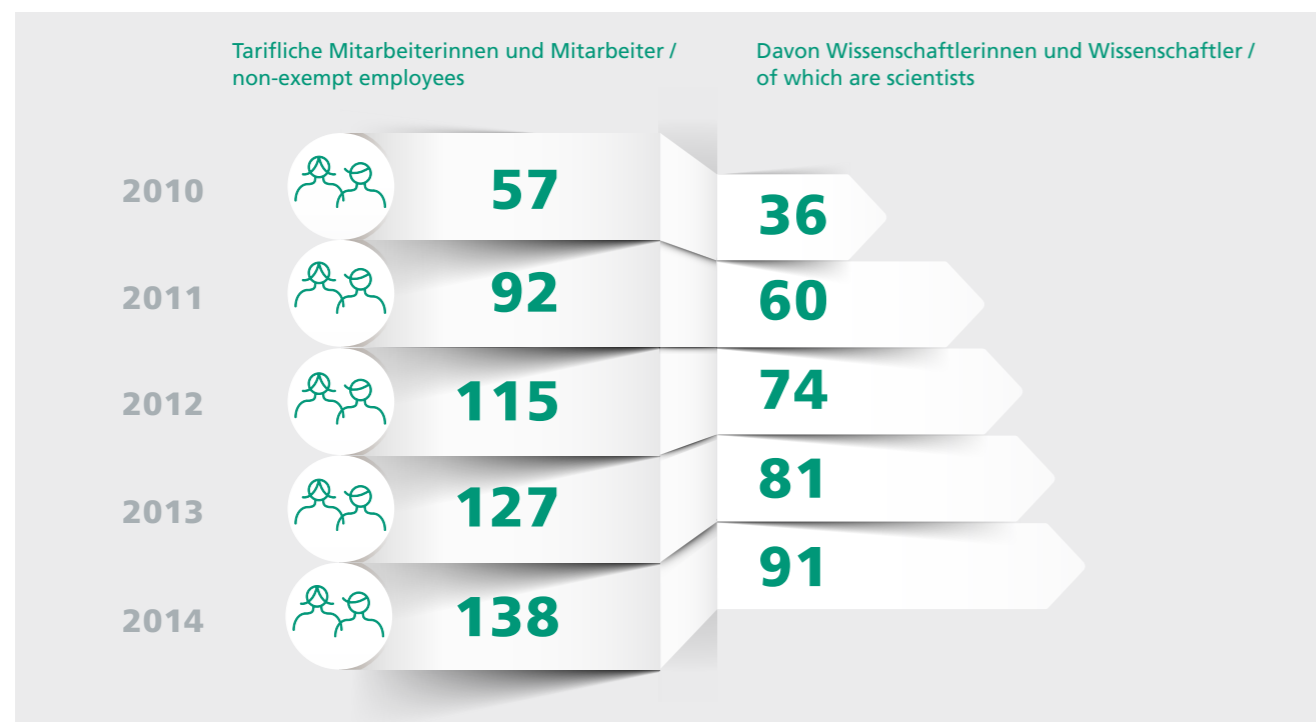
%-ANTEIL MIT AUSLÄND. UNTERNEHMEN / % OF WHICH WITH FOREIGN COMPANIES

# THE FRAUNHOFER IWES NORTH-WEST IN FIGURES

Aufwendungen / Expenditure in €	2010	2011	2012	2013	2014
Betriebshaushalt / Operating Budget	5.240.967	7.569.076	9.756.008	11.797.626	13.191.996
Laufende Investitionen / Investment expenditure	2.176.350	3.038.422	982.187	6.612.417	10.423.026
Gesamthaushalt / Overall budget	7.417.317	10.607.498	10.738.195	18.410.043	23.615.022
Erträge / Earnings in €	2010	2011	2012	2013	2014
Institutionelle Förderung / Basic funding	1.240.943	2.412.011	2.770.640	2.382.276	3.281.535
Öffentliche Erträge (Bund/Länder) / Federal government / state	5.057.937	5.565.448	5.365.503	12.701.325	15.897.439
EU-Erträge / Government EU	36.485	227.948	303.241	223.027	373.665
Sonstige Erträge / Other funding	341.972	586.095	258.258	244.457	573.446
Wirtschaftserträge / Income from industry	739.980	1.815.996	2.040.554	2.858.959	3.488.938
davon mit ausländ. Unternehmen / of which with foreign companies	32.000	305.472	605.832	508.000	714.207
%-Anteil mit ausländ. Unternehmen / % of which with foreign companies	4,3%	16,8%	29,7%	17,8%	20,5%
Ertragsanteile / Ration of business earnings to operating budget	2010	2011	2012	2013	2014
Rho Wirtschaft	14,1%	24,0%	20,9%	24,2%	26,4%

# PERSONAL

Um die gestellten Aufgaben zu bewältigen und die Institutsstrategie erfolgreich umzusetzen, hat das IWES Nordwest in den vergangenen Jahren enorm in den Personalaufbau und damit in Wissen und Erfahrung investiert. Diese Kompetenz gilt es bereichs- und standortübergreifend zu verknüpfen und zielgerichtet einzusetzen.



# PERSONNEL

In order to be able to conquer the challenges with which it is faced and implement the institute's strategy successfully, the IWES North-West has also invested heavily in increasing its headcount in recent years, and thus in knowledge and experience. These skills must now be effectively linked and applied across the different divisions and sites.





# MARKTUMFELD UND STRATEGIE

## Marktentwicklung <sup>1</sup>

### Windenergie zurück in der Erfolgsspur

Weltweit installierte die Windindustrie im Jahr 2014 mehr als 51 GW, was einem Wachstum von 42 % gegenüber 2013 entspricht. Ermöglicht wurde dieser enorme Anstieg insbesondere durch die starke Nachfrage in den drei Schlüsselmärkten China, Deutschland und USA. China legte dabei ein Rekordjahr mit neu installierten 23,3 GW vor (Deutschland: 5,1 GW, USA: 4,9 GW).

Mit dieser rasanten Entwicklung positioniert sich der asiatische Kontinent erstmalig auf Platz 1 der globalen Rangliste kumulierter Kapazitäten: 37,3 % gegenüber 35,8 % in Europa, der zweitstärksten Windkraftregion. Prognosen gehen davon aus, dass der asiatische Markt auch für die kommenden 5 Jahre die stärksten Impulse setzen wird.

Unterstützt wurde die solide Entwicklung auch durch eine Vielzahl neu installierter Kapazitäten in aufstrebenden Märkten wie Brasilien, Chile, Südafrika oder der Türkei.

Insgesamt stieg bis Ende 2014 die kumulierte, global installierte Windkraft-Kapazität auf 372 GW. Das entspricht einem Anteil von 3,4 % an der weltweiten Stromerzeugung.

### Hersteller intensivieren Wettbewerb

Auch bei den Herstellern von Windenergieanlagen gab es entsprechend viel Bewegung: Während Vestas (DK) seine Führungsposition durch ein gleichermaßen starkes Onshore- und Offshore-Geschäft unterstrich, konnte sich Siemens (DK) um zwei Positionen auf Platz 2 verbessern. Mit einem starken Offshore-Geschäft lässt Siemens GE Wind (US) und Goldwind (PRC) im globalen Ranking der WEA-Hersteller hinter sich.

Die großen chinesischen WEA-Hersteller machen ihr Geschäft vor allem noch in ihrem boomenden Heimatmarkt. Es gibt aber kaum Zweifel daran, dass sie nach ersten erfolgreichen Akquisitionen außerhalb Chinas technisch und finanziell gut für den internationalen Wettbewerb gerüstet sind und den Druck auf die etablierten europäischen und US-amerikanischen Hersteller in den kommenden Jahren erhöhen werden. International starke chinesische Windparkbetreiber könnten den chinesischen Herstellern dabei den Weg über die Grenze ebnen.

„IWES und LM Wind Power arbeiten gemeinsam an den Anforderungen an die Test-Infrastruktur für Rotorblätter, um Weltklasse-Lösungen anbieten zu können.“

„IWES and LM Wind Power work together for the demand of blade testing infrastructure to provide world class solutions.“

Leo Schot, CEO LM Wind Power Group

### Internationalisierung als Antwort auf Marktentwicklung

Windenergie hat sich zu einem globalen Geschäft entwickelt. Aus regional starken Anbietern werden Global Player. Gleichzeitig werden die Wertschöpfungsketten international erfolgreicher Konzerne umfassender. Um die Zukunftsfähigkeit des Fraunhofer IWES zu sichern, ist eine globale Ausrichtung der Strategie damit zwingend weiterzuführen und auszubauen.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Gewinnung von Industriepartnern in Asien und Südamerika. In jungen, wachstumsstarken Märkten wie Indien, Brasilien oder der Türkei gewinnt die Windenergie zunehmend an Dynamik. Hier werden strategische Einstiegs Optionen entwickelt. Und auch in etablierten Windenergiemärkten wie Dänemark, UK oder Frankreich mit starken Wettbewerbern im Bereich der branchenbezogenen Forschung werden permanent Chancen für Kooperationen und Aufträge geprüft.

Um Märkte zu öffnen und neue Projekte zu initiieren, sind Präsenz vor Ort, ein Verständnis der dortigen Rahmenbedingungen und intensive Gespräche notwendig. Das Strategieteam des Fraunhofer IWES Nordwest hat in den vergangenen Jahren Delegationsreisen nach Indien, Korea, China, Chile und Brasilien unternommen. Daraus ergaben sich u.a. folgende Projekte:

- Für das chinesische Unternehmen Guodian United Power arbeitet das Institut gegenwärtig an einem Projekt zum Thema Lastenreduktion.

- Im Auftrag des chinesischen Herstellers Mingyang Wind Power werden Trainings zur Anwendung von Windparkplanungssoftware durchgeführt.
- Mit der Indian Wind Turbine Manufacturers Association wird zurzeit ein Beratungsauftrag im Bereich der Test-Infrastruktur ausgehandelt.
- Für den brasilianischen Mischkonzern WEG wurde am Rotorblatttestzentrum des Instituts in Bremerhaven ein 53,5 m langes Rotorblatt für die neu entwickelte Onshore-WEA des Unternehmens getestet.
- Der brasilianische Blatthersteller Aeris hat die Beratungskompetenz des IWES Nordwest bei der Planung eines Rotorblattteststandes in Anspruch genommen.

Die positive Entwicklung der Fraunhofer IWES Nordwest-Geschäftsaktivitäten im chinesischen Markt wird auch von der Fraunhofer Zentrale unterstützt und gefördert. Derzeit wird die Überführung des Fraunhofer Representative Office Beijing in eine institutionalisierte Rechtsform mit weitreichendem Handlungsspielraum realisiert. Insgesamt ist das Fraunhofer IWES Nordwest damit auf einem erfolgversprechenden Weg, eine nachhaltige, langfristige Perspektive für seine Geschäfte zu schaffen und lokale Risiken zu nivellieren.

<sup>1</sup> Alle genannten Zahlen und Daten aus „World Wind Energy Market Update 2015“, Navigant Consulting Inc., Q1/2015





„In unserem rasant wachsenden Markt mit hohem Wettbewerbsdruck kann eine Einrichtung wie das IWES uns bei der Steigerung der Zuverlässigkeit und der Senkung der Betriebskosten durch innovative Ansätze unterstützen.“

„In our rapidly growing market shaped by strong competition, an institution like IWES can help us to increase reliability and reduce operational costs by taking innovative approaches.“

Zhang Bao Quan, VP China Longyuan Power Group

„Um die Entwicklung fortschrittlicher WEA abzusichern, müssen innovative Bauteile voll ausgereift sein. Eine Test-Infrastruktur, wie sie das IWES bietet, ist dafür unverzichtbar.“

„To guarantee the development of advanced wind turbines, innovative components must be technically mature. To this end, a test infrastructure as offered by IWES is essential.“

Andreas Nauen, CEO Senvion

## MARKET AND STRATEGY

### Market development <sup>1</sup>

#### Wind energy back on track

Around the world, the wind industry installed more than 51 GW in 2014, which translates to growth of 42% compared with 2013. This enormous rise was enabled in particular by the high demand in the three key markets of China, Germany and the USA. China especially saw a record year with 23.3 GW of newly installed capacity (Germany: 5.1 GW, USA: 4.9 GW).

With this rapid development, Asia has catapulted itself to the top of the global ranking of accumulated capacities for the first time: 37.3% compared with 35.8% in Europe: the second most significant region for wind power. Forecasts predict that the Asian market will continue to be responsible for the most far-reaching impulses over the next 5 years. This solid development is also backed up by a range of newly installed capacities in emerging markets such as Brazil, Chile, South Africa and Turkey. In total, the accumulated globally installed wind power capacity rose to 372 GW at the end of 2014, which corresponds to a 3.4% share of global electricity supply.

#### Manufacturers step up competition

There was also considerable movement among the manufacturers of wind turbines: Whilst Vestas (DK) retained its leading position with equally strong onshore and offshore business, Siemens (DK) managed to climb two positions and take second place. With its impressive offshore business, Siemens left GE Wind (US) and Goldwind (PRC) behind it in the global wind turbine manufacturer ranking.

At present, the large Chinese turbine manufacturers are predominantly active in their own booming domestic market. However, there is no doubt that following their first successful acquisitions outside of China they are now technically and financially well equipped for international competition and will be placing the established European and American manufacturers under increasing pressure in the near future. Internationally powerful Chinese wind farm operators should be able to pave the way for the Chinese manufacturers to make it outside of the country's borders.

### Internationalisation as a response to market development

Wind power has evolved into a global business with important regional suppliers growing into global players. At the same time, the value creation chains of internationally successful groups are becoming more comprehensive. As such, it is essential to continue and expand the global orientation of the strategy with the aim of guaranteeing the Fraunhofer IWES' sustainability.

Particular focus is being placed on the acquisition of partners in industry in Asia and South America, and wind energy is picking up speed increasingly in young growth markets such as India, Brazil and Turkey, where work is already under way into developing strategic entry options. Long-term possibilities for cooperations and orders are also being investigated in established wind energy markets like those of Denmark, the UK and France with strong competitors in the field of industry-specific research.

Local presence, an understanding of the national framework conditions and intensive communication are also essential for tapping markets and initiating new projects. The strategy team at the Fraunhofer IWES North-West has already undertaken a number of delegation trips to India, Korea, China, Chile and Brazil in recent years, which have resulted in the following projects among others:

- The institute is currently cooperating with the Chinese company Guodian United Power on a project on the topic of load reduction.
- Training sessions on the use of wind farm planning software are being performed on behalf of the Chinese manufacturer Mingyang Wind Power.
- A consultancy agreement in the field of test infrastructures is currently being negotiated with the Indian Wind Turbine Manufacturers Association.
- A 53.5 m rotor blade for the Brazilian conglomerate WEG's newly developed onshore wind turbine was tested at the Institute's rotor blade test centre in Bremerhaven.
- The Brazilian blade manufacturer Aeris is taking advantage of the IWES North-West's consultancy expertise for the planning of a rotor blade test bench.

The positive development of the Fraunhofer IWES North-West business activities in the Chinese market is also supported and promoted by the Fraunhofer headquarters. We are currently in the process of converting the Fraunhofer Representative Office in Beijing into an institutionalised legal form with extensive trading freedom. As such, all in all, the Fraunhofer IWES North-West is on a promising path towards creating a sustainable, long-term perspective for its business and levelling out local risks.

<sup>1</sup> All the figures and data given have been taken from the "World Wind Energy Market Update 2015", Navigant Consulting Inc., Q1/2015

# TEST-INFRASTRUKTUR / TEST INFRASTRUCTURE

## Gondelprüfstand / Dynamic Nacelle Testing Laboratory

Standort / Site: Bremerhaven

2015 wird in Deutschland erstmals ein großtechnischer Prüfstand für komplette Gondeln von Windenergieanlagen im Leistungsbereich bis 8 MW zur Verfügung stehen. Das DyNaLab (Dynamic Nacelle Testing Laboratory) bietet allen Anlagenherstellern ein realitätsnahes Testumfeld im Multimegawattbereich für aussagefähige Labortests, die zur Beurteilung und Optimierung von bestehenden und künftigen Anlagenkonzepten beitragen können. Mit dem DyNaLab lassen sich Feldversuche unter realitätsnahen Bedingungen im Labor nachbilden.

For the first time in Germany, a full scale technological test stand for complete nacelles of wind energy turbines in the 3-8 MW class started operation in 2015: The DyNaLab (Dynamic Nacelle Testing Laboratory) provides a realistic testing environment in the multi-megawatt field for all manufacturers of wind energy turbines through facilitating informative laboratory testing in the evaluation and optimization of established and future turbine concepts. Field trials can be simulated under realistic conditions in the laboratory.

1 DyNaLab – Prüfstand für komplette Gondeln /  
DyNaLab – test stand for complete nacelles



2 Wellenbiegeprüfstand / Main Shaft Fatigue Test Bench

### Technical data

- Drive performance / peak performance 10 MW / 15 MW
- Nominal torque: > 8,6 MNm
- Rotor load application unit for dynamic bending moments, thrust and radial forces
- Artificial medium voltage grid: 44 MVA installed inverter power



3 Testzentrum Rotorblätter in Bremerhaven / Test Center Rotor Blades in Bremerhaven



4 Komponenten- und Strukturprüfung / Component and substructure testing



### Wellenbiegeprüfstand / Main Shaft Fatigue Test Bench

**Standort / Site: Bremerhaven**  
**Inbetriebnahme / Starting: Q3/2015**

Mit dem Rotorwellen-Prüfstand lassen sich beschleunigte Betriebsfestigkeitsuntersuchungen an den Hauptwellen von Windenergieanlagen der 2-5 MW-Klasse durchführen. Durch das modulare Prüfstanddesign können unterschiedliche Rotorwellen-Geometrien in ihrer charakteristischen Einbausituation geprüft werden. Durch zusätzliche Modifikationen sollen auch weitere Komponenten wie Rotorhauptlager, Blattlager und Maschinenträger getestet werden können.

The test bench for wind turbine main shafts is designed for accelerated fatigue testing of main shafts of 2 to 5 MW wind turbines. The test bench has a modular design, so that different main shaft designs can be tested under a realistic load situation. Due to its modular design nature, it is also possible to adapt to different component test setup as, e.g. main bearings, pitch bearings or main frames.

#### Technical data

- Max. bending moment: 15 MNm
- Max. radial force: 3MN
- Max. rotational speed: 60 rpm
- Drive power: 300 kW
- Heavy-duty foundation
- Flexible test arrangements possible

### Prüfstand für Rotorblattbeschichtungen / Test stand for rotor blade coating

**Standort / Site: Bremerhaven**

Der Prüfstand ermittelt die Widerstandsfähigkeit von Rotorblattbeschichtungen und ermöglicht somit die Entwicklung passgenauer Schutzmechanismen. Die rotierenden Arme des Teststands bewegen die Materialproben mit einer Blattspitzengeschwindigkeit von 550 km/h. Ziel ist es, Beschichtungssysteme für eine aerodynamisch optimale Performance des Rotorblatts auch bei starken Umweltbelastungen über die Betriebsdauer sicherzustellen. Im Prüfstand kann auch der Eisansatz am rotierenden Arm geprüft werden.

The test facility delivers data to evaluate the resistance of rotor blade coatings to rain erosion and develop optimal protection mechanisms on this basis. The test stand is equipped with rotating arms that allow blade tip speeds of up to 550 km/h. The aim is to develop erosion resistant coating systems that will allow the rotor blade to achieve optimum aerodynamic performance throughout its operating life, even under the toughest environmental conditions. The chamber can even investigate ice buildup at the rotating arm.

#### Technical data

- Maximum speed: 550 km/h
- Profile Size [length, height]: 230 mm, 30 mm
- Temperatures: 4 ° to 40 °C
- Variable drop size: 1.5 to 5.5 mm
- Other test variables: UV-A radiation or xenon, salt environment

### Testzentrum Rotorblätter / Test Center Rotor Blades

**Standort / Site: Bremerhaven**

Eine Testinfrastruktur mit zwei parallel betriebenen Einspannvorrichtungen für Rotorblätter bis ca. 90 Meter Länge steht bereit, um Entwürfe der neuesten Generation zu prüfen und zu validieren. Auch das längste Rotorblatt der Welt hat diesen Prüfparcours absolviert. Angeboten werden statische und zyklische Prüfungen an Rotorblättern im Originalmaßstab innerhalb weniger Monate. Die Anregung in Eigenfrequenz bei dynamischen Tests ermöglicht kostengünstige Langzeittests aufgrund des reduzierten Energiebedarfs. Die gewählte hydraulische Anregung ermöglicht eine sehr genaue Durchführung der Untersuchungen. Ein kippbarer Einspannblock vereinfacht die Montage und lässt eine Durchbiegung an der Blattspitze bis 30 m zu.

A test infrastructure with two test rigs for rotor blades of up to 90 meters in length is available for testing the latest generation of rotor blade designs and accelerating certification and market launch. The world's largest rotor blade has also

been tested here. Static testing as well as uniaxial and biaxial full-scale cyclic testing can be performed for the purpose of operational stability analyses within the space of just a few months. Thanks to natural frequency excitation for dynamic tests, cost-efficient long-term tests can be conducted given the reduced energy demands. Fraunhofer IWES uses hydraulic excitation to perform extremely precise tests. A tiltable mounting block facilitates not only assembly, but also enables bending of up to 30 meters at the blade tip.

#### Technical data

- Full scale rotor blade test: max. 90 meters, max. blade connection diameter: 6 meters
- Static Tests with max. static bending moment: 115,000 kNm
- Dynamic Tests with max. dynamic bending moment: +/- 30,000 kNm

### Material-, Komponenten- und Strukturprüfungen / Material-, component- and structural testing

**Standort / Site: Bremerhaven**

Basis für die strukturelle Auslegung von Rotorblättern bilden Materialprüfungen. Das IWES Nordwest verfügt über langjährige Erfahrungen in der Probenherstellung und der statischen und zyklischen Prüfung von Faserverbundwerkstoffen. Die Durchführung von Komponenten- und Strukturprüfungen können das Risiko für Schäden während der Lebensdauer eines Rotorblattes signifikant senken. Mit diesen Versuchen

können Berechnungsmodelle und -methoden validiert, das Strukturverhalten nachgewiesen und die Bauweisen optimiert werden.

Material testing delivers the results for the structural design of rotor blades. The IWES North-West has years of experience in the fields of fibre-composites, static and fatigue composite testing. Component and substructure testing can significantly reduce



5 Vorbereitung eines Materialtests / Preparation of material test



6 Anwendungszentrum für Windenergie-Feldmessungen (AWF) / Application Center for Wind Energy Field Measurements

the risk of damage during a rotor blade's operational life. Component and substructure testing serve for model

validation and optimization, determine structural behavior and improve manufacturing techniques.

#### Technical data laboratory equipment

- Servo-hydraulic universal test machines: max. force range of 50 to 250 kN for static and dynamic testing
- Servo-hydraulic compression-tension test machine: max. force range of 100 kN/1 kNm
- Measuring technology: Measuring computer with up to 12 channels per test machine
- Test equipment for ASTM: ISO and DIN testing specific to rotor blade issues

#### Technical data component test rig

- Three clamping plates with max. dimension of 12 x 3 m

### Demonstrationszentrum für industrialisierte Rotorblattfertigung / Demonstration Center for industrialized rotor blade manufacturing

Standort / Site: Bremerhaven, Inbetriebnahme / Starting: 2016

Rotorblätter machen bis zu 20 Prozent der Gesamtkosten einer Windenergieanlage aus. Dies ist vor allem auf den hohen Anteil an Handarbeit und die Materialkosten zurückzuführen. Aus diesem Grund ist die Weiterentwicklung der Fertigungstechnologien ein besonders wichtiger Hebel, um die „Cost of Energy“ zu senken. Das BladeMaker-Demozentrum soll Herstellern ab 2016 die Möglichkeit bieten, mit eigenen Blattmodellen die Fertigungsstraße zu durchlaufen und dabei Einsparpotentiale ermitteln zu lassen und neue Technologien zu entwickeln.

Rotor blades account for about one quarter of the total cost of a wind energy turbine, a fact which results from the high proportion of manual labor and material costs involved. Significant reductions concerning the “cost of energy” can be achieved through the optimization of manufacturing technologies. Experimental tests will be carried out in the BladeMaker Demonstration Center starting 2016. With a gantry robot system and readily available rotor blade molds, it will provide customers with the opportunity and means to adjust their materials and processes to better suit the requirements of automated manufacturing.

#### Technical data

- CNC-controlled production cell with 2 cooperating 6-axis gantries (5 x 2 x 25 m),  $V_{max} = 2,5$  m/s, Payload = max. 500 kg
- Rotor blade molds flat back profiles (20 m root section of a 40 m blade)
- Automated Precut Center
- Roving placement technology for spar caps
- Automated in-situ production of core materials

### Anwendungszentrum für Windenergie-Feldmessungen (AWF) / Application Center for Wind Energy Field Measurements

Standort / Site: Bremerhaven

Das Anwendungszentrum für Windenergie Feldmessungen (AWF) bietet eine exakte und zuverlässige Analyse der Komponentendynamik und der Beanspruchungen sowie des Betriebsverhaltens von Windenergieanlagen im Feld. Auf dieser Basis können Anlagen und Komponenten optimiert werden. Die gemeinsame Einrichtung von fk:wind und Fraunhofer IWES führt hersteller- und zertifiziererunabhängige Vermessungen nach IEC 61400-13 durch.

The Application Center for Wind Energy Field Measurements offers precise and reliable analysis of component dynamics, loads and operating behavior of operational wind turbines. The results can be used to optimize wind turbines and components. The center run by fk:wind and Fraunhofer IWES provides manufacturer- and certifier-independent measurements and reports according to IEC 61400-13.

#### Services

- Test measurements
- Prototype development
- Implementing
- Technical adjustments and optimization
- Support of certification process and during operation
- Validation of research and development

### Testzentrum Tragstrukturen / Test Center Support Structures

Standort / Site: Hannover

Im Testzentrum Tragstrukturen können Trag- und Gründungskonstruktionen im Maßstab 1:10 - 1:3,5 experimentell getestet, Designs und Bauverfahrenstechniken validiert und optimiert werden. Dafür stehen eine Grundbauversuchsgrube und ein Spannungsfeld mit Widerlagerwänden und Testfeld für Grouted Joints bereit. Ergänzend können vor Ort Speziallabore für Stahl, Beton, Faserverbundwerkstoffe und geotechnische Untersuchungen eingebunden werden. Das Prüfzentrum ist für alle Typen von Tragstrukturen geeignet. Es ist eine Einrichtung der Leibniz Universität Hannover und ForWind. Hauptnutzer ist das Fraunhofer IWES.

#### Technical data foundation test pit

- Vertical loads: max 2 MN tension, max 700 kN pressure
- Horizontal load: max 0.5 MN tension/pressure load
- Test frequency: up to 50 Hz depending on cylinder
- Anchor points (vertical span): 0.5 MN tension/pressure load and 270 kN shear load

The Support Structure Test Center offers a unique infrastructure for testing support structures (towers and foundations) on a scale of 1:10 and larger. Also designs and construction methods can be validated and optimized. The infrastructure includes a test pit and a span with abutment walls and test rig for grouted joints. Furthermore, the test center also offers four specially equipped laboratories: “structural health monitoring laboratory”, the “soil mechanics laboratory”, the “concrete laboratory” and the “fiber composite laboratory”.





7

7 Schwimmendes Lidar-System / floating lidar system

The foundation test pit and the span can be used to investigate fatigue and extreme load behavior under multi-axial loading. The test center belongs to the Leibniz University Hanover and ForWind; Fraunhofer IWES is the main user of this facility.

#### LiDAR-Messboje / LiDAR buoy

Die Fraunhofer IWES Wind-Lidar-Boje ist ein schwimmendes Lidar-System mit Lidar-Windmessgerät integriert in eine Seeboje. Das kompakte Design, ein robustes, autonomes Stromversorgungssystem sowie eine effiziente Datenverarbeitung und -kommunikation gewährleisten zuverlässige und flexible Offshore-Windmesskampagnen zu minimalen Kosten. Der vom Fraunhofer IWES Nordwest entwickelte Korrekturalgorithmus garantiert eine hohe Messgenauigkeit – vergleichbar mit Offshore-Mastmessungen.

For this floating lidar system, a lidar measurement device was integrated in an adapted marine buoy. The compact design and a robust and autonomous power supply system combined with efficient data processing and data communication guarantee reliable and flexible offshore wind measurement campaigns at minimal costs. The correction algorithm developed by Fraunhofer IWES North-West ensures exceptional measurement accuracy comparable with that seen with offshore mast measurements.



8

#### Technical data span

- Load: up to 14 cylinders with max 2 MN
- Test frequency: up to 50 Hz depending on cylinder
- Anchor points: 1 MN tension/pressure load and 420 kN shear load

#### Technical data

- Wind speed measurements with Lidar technology, up to 200 m height
- Buoy corresponds to Carbon Trust Offshore Wind Accelerator acceptance criteria
- Successful test campaigns in the North Sea, 45 km offshore, 30 m water depth
- Comparison with 100 m met mast FINO1: Correlation coefficient of 0.996
- Accelerated permission process & minimal environmental impact
- Dimensions: overall height 7.2 m, diameter 2.55 m, weight: 4.7 t

8 Flachwasser-Mehrkanalseismik-System im praktischen Einsatz / Shallow-water multichannel seismic system in the field

9 Materialprüfung in der Offshore-Klimakammer / Materialtesting in the Offshore-climate chamber



8

#### Mehrkanalseismisches Messsystem (Streamer) / Multi-channel seismic streamer

Um die Baugrundrisiken zu minimieren, setzt das Fraunhofer IWES modernste geophysikalische Methoden ein: Ein hochauflösendes Sediment-Echolot und ein Flachwasser-Mehrkanalseismik-System liefern im parallelen Einsatz wichtige Informationen über die Sedimente der Meeresbodenoberfläche und den Aufbau der tieferliegenden Bodenschichten. Auf Basis dieser Daten, zusammen mit Ergebnissen geologischer Bohrungen, kann ein dreidimensionales geologisches Bodenmodell generiert werden.

In order to ensure that foundation risks were kept to a minimum, Fraunhofer IWES deploys the latest geophysical methods: a high-resolution sediment echo-sounder and shallow-water multichannel seismic system used in parallel deliver key information on the seabed surface sediments and on the deeper, partially complex arrangement in layers beneath. Combining these data with results from geological drillings makes it possible to generate a three-dimensional geological terrain model.

#### Technical data

- For water depths <100 m
- 100 meter long streamer with 70 hydrophones
- Integration of all survey data in a consistent three-dimensional subsoil model

#### Offshore-Klimakammer / Offshore-climate chamber

##### Standort / Site: Bremerhaven

Durch die Fraunhofer IWES eigene Offshore-Klimakammer können mechanische und klimatische Verhältnisse parallel simuliert werden. So können innerhalb kürzester Zeit Aussagen zu den klimatischen und mechanischen Auswirkungen auf Materialien und Systeme getroffen werden. Die Offshore-Klimakammer ermöglicht dem Kunden eine im Vergleich zur Freifeldwitterung reproduzierbare, einfache und beschleunigte Prüfung von Systemen, Materialien und Komponenten in normgerechter (DIN/ISO) Umsetzung.

The offshore climate chamber owned by the Fraunhofer IWES can simulate mechanical and climatic conditions in parallel. Statements concerning the effects on materials and systems can be given within a very short time. In comparison to free-field weather conditions reproductions, the offshore climate chamber ensures customers a simple and accelerated systems, materials and components testing which complies with DIN/ISO standards.

#### Technical data

- Wave water (+4 to +20°C)
- Climate (temperature and humidity, relative humidity range: 10 to 95 %, temperature range: -30 to +100°C)
- Combination tests: temperature, sun simulation, salt spray
- Mechanical alternating bending-stress (with reference to the test panel)
- Bending moment max. 200 Nm
- Strain 0,002

# KOMPETENZEN UND ANSPRECHPARTNER / COMPETENCIES AND CONTACT PERSONS

## Windparkplanung und -betrieb / Wind Farm Planning and Operation

**Dr. rer. nat. Bernhard Lange**  
Phone. +49 471 14290-350  
bernhard.lange@iwes.fraunhofer.de

## Anlagen und Systemtechnik / Turbine and System Technology

**Prof. Dr.-Ing. Jan Wenske**  
Phone +49 471 14290-400  
jan.wenske@iwes.fraunhofer.de

## Strukturkomponenten / Structural Components

**Dr.-Ing. Maik Wefer**  
Phone +49 511 / 762 - 92 79  
maik.wefer@iwes.fraunhofer.de

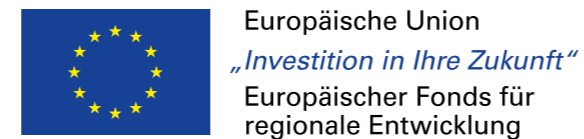
## Anwendungszentrum für Windenergie-Feldmessungen / Application Center for Wind Energy Field Measurements

**Prof. Dr. Hans-Gerd Busmann**  
Phone +49 471 14290-300  
hans-gerd.busmann@iwes.fraunhofer.de

Das Fraunhofer IWES Nordwest ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2008



## FÖRDERER / ACKNOWLEDGEMENTS



# IMPRESSUM / EDITORIAL NOTE

## HERAUSGEBER / PUBLISHER

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES Nordwest / Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology IWES North-West  
Am Seedeich 45  
27572 Bremerhaven / Germany

[www.windenergie.iwes.fraunhofer.de](http://www.windenergie.iwes.fraunhofer.de)

## REDAKTION UND KOORDINATION / EDITORIAL TEAM AND COORDINATION

Ralf Maibaum, Britta Rollert

## GESTALTUNG / LAYOUT

designagl, Bettina Nagl-Wutschke

## FOTONACHWEIS / PHOTO ACKNOWLEDGEMENTS

Paul Langrock (1, 13), Martina Buchholz (5, 18, 19), Dieter Hergeth (20), Jan Meier (23, 25), Michael Naumann (24), LM Wind Power Group (15), China Longyuan Power Group (16), Senvion (17), Fraunhofer IWES (21, 22, 24)

## DRUCK / PRINT

Druckhaus Wüst – gedruckt auf Circle Silk Premium White



Das Zeichen für verantwortungsvolle Waldwirtschaft

