

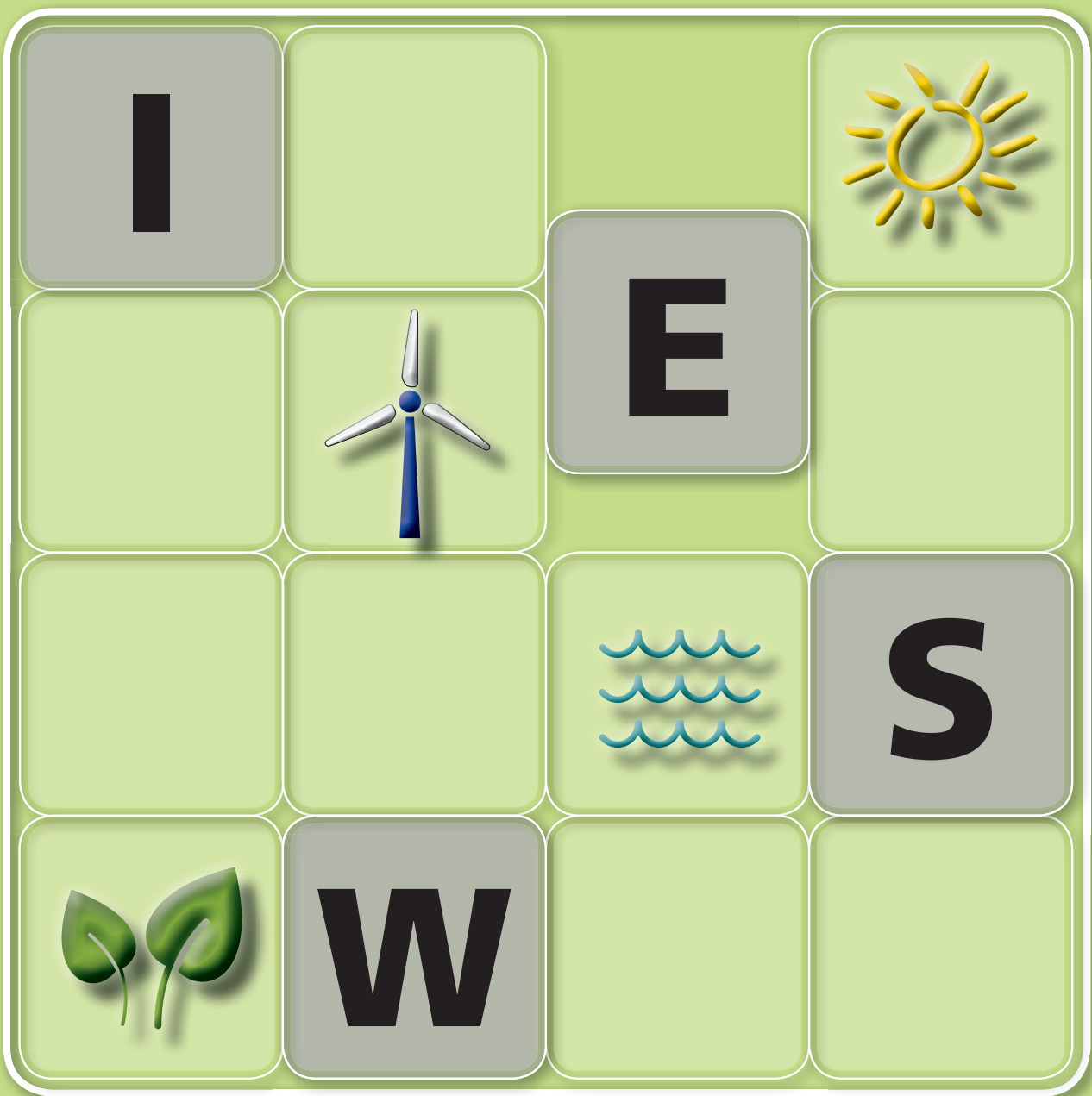
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Andreas Reuter
Institutsteil Bremerhaven
Am Seedeich 45
27572 Bremerhaven
Telefon +49 471 14 290-210
Fax +49 471 14 290-111
andreas.reuter@iwes.fraunhofer.de

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmid
Institutsteil Kassel
Königstor 59
34119 Kassel
Telefon +49 561 7294-345
Fax +49 561 7294-300
juergen.schmid@iwes.fraunhofer.de

info@iwes.fraunhofer.de
www.iwes.fraunhofer.de



**JAHRESBERICHT
2011/2012**

INHALT

14

»Technologieentwicklung rückt wieder stärker in den Fokus« | Interview mit Kerstin Deller, BMU und Prof. Andreas Reuter, IWES



18

»Ja, es gibt Risiken, aber die Chancen sind größer!« Interview mit Dr. Knut Kübler, BMWi und Prof. Jürgen Schmid, IWES



48

Rotorblattprüfung bis 90 Meter: Im XXL-Prüfstand kann die Beanspruchung der Blätter für die Zertifizierung exakt definiert werden.



52

Magnetring: Ein neues mit Permanentmagneten erregtes Generator-Konzept kann Gewicht und Kosten von sehr großen Windenergieanlagen deutlich reduzieren



64

Neuer Elektrofahrzeug-Rollenprüfstand ermöglicht Fahren mit virtuellen Batterien



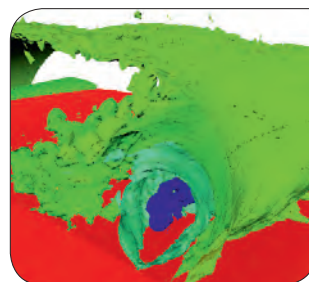
66

Power-to-Gas-Verfahren könnte Langzeitspeicherproblem lösen



76

»Aero- und Strukturdynamik mit dem Thema Regelung zusammenführen« Interview



84

»Kostensenkung von 50 Prozent in 10 Jahren ist möglich« Interview



Das Institut im Überblick

- 6 Vorwort
- 8 Kurzportrait
- 10 Das Fraunhofer IWES in Zahlen
- 12 Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick
- 14 »Technologieentwicklung rückt wieder stärker in den Fokus«
- 18 Energiewende: »Ja, es gibt Risiken, aber die Chancen sind größer!«
- 22 Testzentren und Labore

Forschungsabteilungen

- 26 Kompetenzzentrum Rotorblatt
- 28 Tragstrukturen und Monitoring
- 30 Antriebsstrang
- 31 Projekt- und Risikomanagement
- 32 Anlagensimulation und -bewertung
- 33 Strömungs- und Systemdynamik
- 34 Energiewirtschaft und Netzbetrieb
- 36 Energiemeteorologie und Systemintegration
- 37 Energieinformatik und Informationssysteme
- 38 Regelungstechnik und Energiespeicher
- 39 Meeresenergienutzung
- 40 Anlagentechnik und Verteilungsnetze
- 42 Anlagen- und Messtechnik
- 43 Energiemanagement
- 44 Betrieb Verteilungsnetze
- 45 Netztechnik und Integration
- 46 Bioenergie-Systemtechnik

Forschung im Fokus – Highlights und Interviews

- 48 Ganzblattprüfung bis 90 Meter
- 50 Weiterentwicklung von Simulationstools für Windenergieanlagen
- 52 Magnetrings – Ein neues Generatorkonzept für Windkraftanlagen
- 54 Regelung von Windenergieanlagen und Windparks
- 56 Geophysikalische Baugrunderkundung
- 58 ORECCA – Offshore-Plattformen für Wind-, Strömungs- und Wellenenergie
- 60 Transformation des Energieversorgungssystems
- 62 Neubewertung der Leistungsfähigkeit der Windenergie im Binnenland
- 64 Elektrofahrzeug-Rollenprüfstand mit virtuellen Traktionsbatterien
- 66 Power-to-Gas – in situ Methanisierung mit Biogas
- 68 Präzise Wind- und PV-Vorhersagen über das Internet
- 70 Herausforderungen mit gemeinsamen Forschungsprojekten meistern
- 72 HBFZ – Industriennahe Biogas-Forschung
- 74 »Es werden noch jahrzehntelang Getriebe gebaut«
- 76 »Aero- und Strukturdynamik mit dem Thema Regelung zusammenführen«
- 78 Den Wind an die Leine legen
- 80 »Wir brauchen begleitende Forschung und eine sachliche Diskussion«
- 82 »Ein standardisierter Prozess für Offshore-Risiko-Management fehlt«
- 84 »Kostensenkung von 50 Prozent in 10 Jahren ist möglich«
- 86 Ereignisse und Auszeichnungen
- 100 Bildnachweis
- 102 Förderer
- 103 Impressum

VORWORT

Zusammen wachsen – Ressourcen bündeln für ein gemeinsames Ziel

Im Jahr 2011 wurde die Energiewende amtlich – das Zeitalter der erneuerbaren Energien ist eingeläutet. Der Weg zur Umstellung braucht eine klare Programmatik, einen planvollen, strategisch abgestimmten Kurs und entschlossene Schritte. Die Veränderungen sind tiefgreifend und werden die Lebensqualität unserer und der nachfolgenden Generationen prägen. Sie werden auch die Weichen für die Zukunft des Wirtschaftsstandorts Deutschland stellen. In dieser historischen Herausforderung liegt eine große Chance: Der aktuelle Umweltwirtschaftsbericht 2011, erstellt vom Bundesumweltministerium und dem Umweltbundesamt, belegt das Wachstum der Güterproduktion in der Umweltwirtschaft gegen den allgemeinen Trend. Die weltweiten Wachstumsraten des Umsatzes für Photovoltaik, Solarthermie, Biogasanlagen und Windenergie sollen nach einer Prognose der Unternehmensberatung Roland Berger je nach Sparte 15 bzw. bis über 30 Prozent erreichen.

Die Zukunftsdynamik der Umweltwirtschaft gründet sich auch auf einen überdurchschnittlich hohen Forschungsanteil: Fast 80 Prozent der Produktionsbereiche in der Umweltbranche sind laut Bericht besonders forschungs- und wissensintensiv. Dieser Trend spiegelt sich auch in den Kennzahlen des Fraunhofer IWES für das Jahr 2011 wider: Das bisherige Wachstum des Instituts hat sich erheblich beschleunigt. Der Gesamthaushalt stieg auf 31 Mio Euro (2010: 22 Mio). Alle drei Finanzierungssäulen – Wirtschaftserträge, öffentliche Erträge und EU-Erträge – sind signifikant gestiegen. Sowohl der Betriebs- als auch der Investitionshaushalt konnten um rund 5 bzw. 4 Mio Euro erhöht werden. Dieses Wachstum wird an der Eröffnung unseres neuen Testzentrums für Rotorblätter bis zu 90 Metern Länge, unseres Testzentrums für intelligente Netze und Elektromobilität sowie an unserem bundesweit einmaligen Forschungszentrum für die Biogasproduktion sichtbar. Diese Meilensteine konnten dank der Unterstützung des Bundes und der Länder Bremen, Hessen und Niedersachsen im Jahr 2011 realisiert werden.

Eine Erweiterung der Infrastruktur ist die »Hardware«, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit Fachkompetenz, Erfahrung und Freude an der Herausforderung machen die Leistungen jedoch erst abrufbar. Die Zahl der Fachkräfte, die den Betrieb der vorhandenen Infrastruktur und den weiteren Ausbau tragen, ist an den IWES-Standorten Bremerhaven, Oldenburg, Hannover, Kassel und Saarbrücken auf insgesamt über 370 gestiegen. Sie zu integrieren, ihrer Begeisterung für die Suche nach neuen Lösungen Raum zu geben und Kompetenzen über Abteilungs-, Standort- und Institutsgrenzen planvoll zu vernetzen, ist die große Aufgabe, die aus dieser Entwicklung erwächst.



Auch auf der großen Bühne der Innovations- und Umweltpolitik ist die zentrale Herausforderung, vorhandene Ressourcen strategisch zu bündeln. Eine abgestimmte Forschungsprogrammatik ist notwendige Voraussetzung für die Arbeit politischer Gestalter, Wirtschaftsvertreter und Forscher. Das Fraunhofer IWES hat sich daher mit ForWind, dem Zentrum für Windenergieforschung der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen, zum Forschungsverbund Windenergie zusammengeschlossen. Hier werden die gemeinsame Nutzung der vorhandenen oder sich im Aufbau befindenden Infrastruktur koordiniert, die Mitarbeit in europäischen Gremien abgestimmt und die Forschungsschwerpunkte der nächsten Jahre definiert.

Neben der Weiterentwicklung der Nutzungstechnologien gewinnt mit zunehmender Verbreitung der verschiedenen erneuerbaren Energien auch der strukturierte Umbau der Energieversorgungssysteme an Bedeutung. Dazu leistet das Fraunhofer IWES wesentliche Forschungsbeiträge und baut seine bereits hohe nationale und internationale Vernetzung insbesondere auch zu anderen Instituten innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft weiter aus. Unser Institutswachstum möchten wir dabei fortsetzen, denn die Herausforderungen der Energiewende sind groß und vielfältig.

Prof. Dr. Andreas Reuter
Institutsleiter Bremerhaven

Prof. Dr. Jürgen Schmid
Institutsleiter Kassel

KURZPORTRAIT

Ziele und Schwerpunkte

Die Forschungsgebiete des Fraunhofer-Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES umfassen das gesamte Spektrum der Windenergie sowie die Integration der erneuerbaren Energien in Versorgungsstrukturen.

Forschungsschwerpunkte sind:

- Technik und Betriebsführung von Windenergieanlagen und -parks
- Dynamik von Windenergieanlagen und Komponenten
- Komponentenentwicklung Rotor, Antriebsstrang und Gründung
- Test- und Bewertungsverfahren für Anlagen und Komponenten
- Umweltanalytik Wind, See und Boden für die Wind- und Meeresenergienutzung
- Regelung und Systemintegration dezentraler Energiewandler und Speicher
- Energiemanagement und Netzbetrieb
- Energieversorgungsstrukturen und Systemanalyse

Entwicklung

Das Fraunhofer IWES wurde zum Jahresbeginn 2009 gegründet und ist aus dem ehemaligen Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT in Bremerhaven sowie dem Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e.V. in Kassel hervorgegangen.

Die Institutsleitung ist in Kooperation mit der Fraunhofer-Gesellschaft an Professuren der Universitäten in Hannover und Kassel gekoppelt. Der Institutsteil Bremerhaven wird von Prof. Dr. Andreas Reuter geleitet, der gleichzeitig die Professur für Windenergietechnik an der Universität Hannover innehat. Den Kasseler Institutsteil leitet Prof. Dr. Jürgen Schmid, der seit 1998 Vorstandsvorsitzender des ISET war. Die altersbedingte Neubesetzung in Kassel wird voraussichtlich im Herbst 2012 erfolgen.

Das Institut konnte seinen Wachstumskurs im Jahr 2011 nochmal erheblich beschleunigen und die Erträge auf rund 31 Mio Euro steigern. Davon wurden 9 Mio Euro in den Ausbau der Infrastruktur investiert. Der Anteil der Wirtschaftserträge stieg von 3,5 auf 4,6 Mio Euro. Um den neuen Herausforderungen zu begegnen, konnte das Fraunhofer IWES mit über 370 Personen in das Jahr 2012 starten. Ein Jahr zuvor waren es rund 300.



Kooperationen

Das Fraunhofer IWES arbeitet sehr intensiv mit den im ForWind-Verbund organisierten Universitäten in Hannover, Oldenburg und Bremen zusammen. Beide Partner bilden seit Mai 2011 den neuen Nationalen Forschungsverbund Windenergie. Weitere intensive Kooperationen bestehen mit den Universitäten in Kassel und Stuttgart. Darüber hinaus wurden die Kontakte zur Hochschule Bremerhaven sowie anderen Hochschulen weiter gefestigt.

Eine weitere neue Kooperation ist im August 2011 mit dem Hessischen Biogas-Forschungszentrum (HBFZ) auf dem Landwirtschaftszentrum Eichhof in Bad Hersfeld entstanden, das gemeinsam vom Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen und dem Fraunhofer IWES betrieben wird.

Innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft werden ergänzende Kompetenzen und Erfahrungen der Partnerinstitute insbesondere über die Fraunhofer-Allianz Energie und die Fraunhofer-Netzwerke Windenergie sowie Intelligente Energienetze erschlossen.

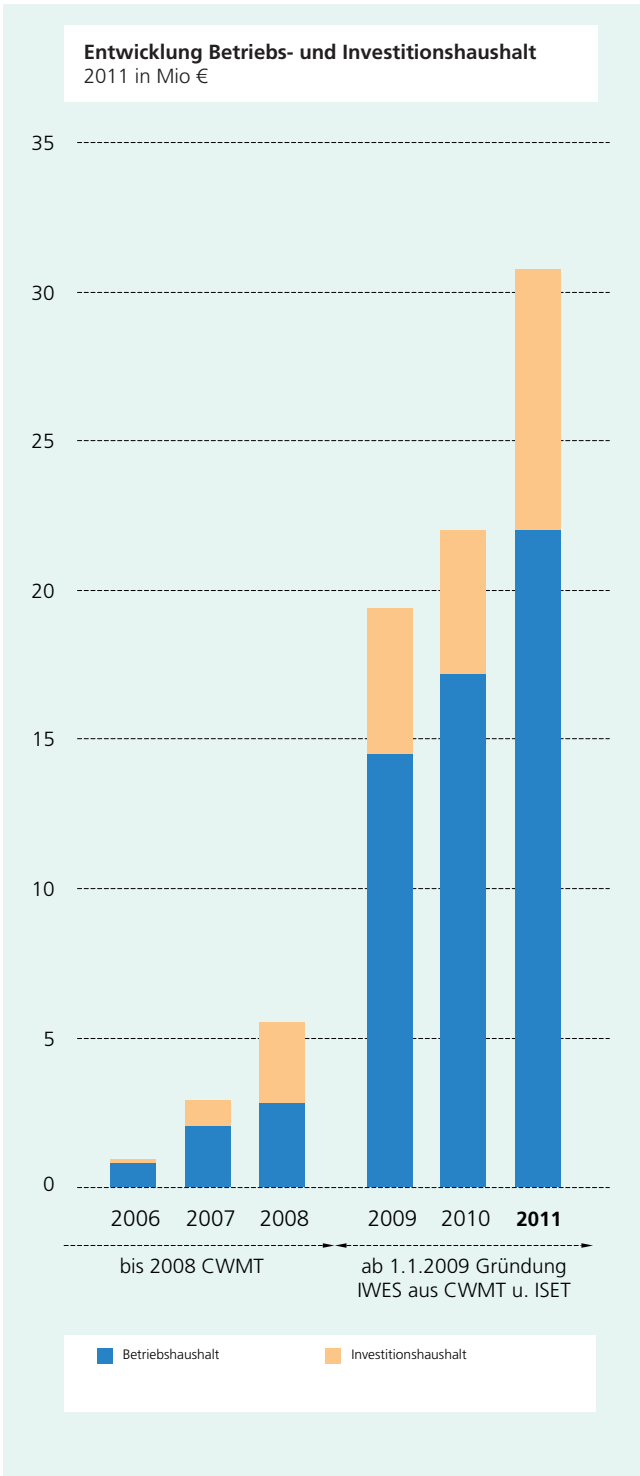
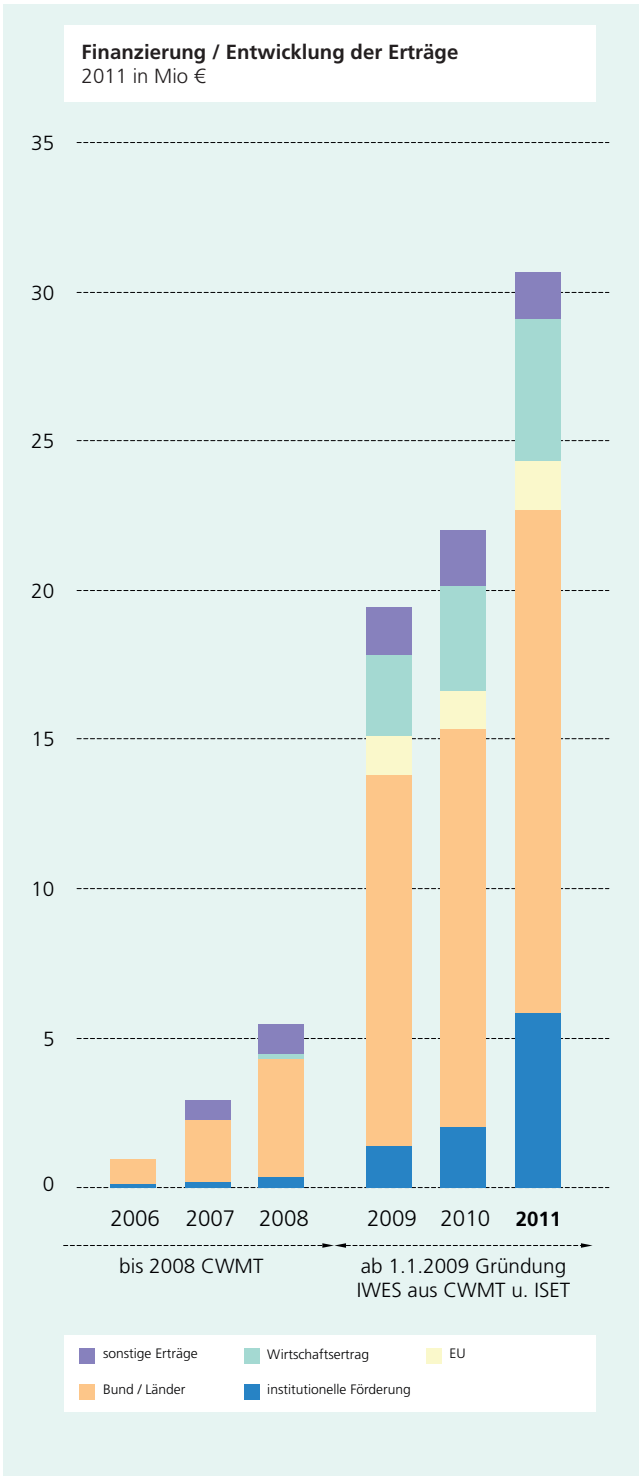
Auf nationaler und internationaler Ebene arbeitet das Institut mit zahlreichen öffentlichen und industriellen Forschungseinrichtungen erfolgreich zusammen. Die Anwendungsnähe des Fraunhofer IWES dokumentiert sich u. a. in der großen Zahl von Projektkooperationen mit der Industrie und direkten Aufträgen von Unternehmen.

Die Forschungsergebnisse fließen über die Mitarbeit zahlreicher Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Instituts in nationalen und internationalen Gremien wie DKE, CENELEC und IEC in die Standardisierung und Normung ein. Als fachlicher Berater bringt das Fraunhofer IWES sein Know-how auch in politische und wirtschaftliche Entscheidungsprozesse ein; beispielsweise in die Gestaltung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die Erschließung der Offshore-Windenergienutzung, die Entwicklung zukünftiger Energieversorgungsstrukturen sowie in die Arbeit des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU).

1 Hauptgebäude am Standort Kassel

2 Neubau eines Institutsgebäudes und Erweiterung des Rotorblattprüfzentrums am Standort Bremerhaven

DAS FRAUNHOFER IWES IN ZAHLEN



Finanzen

Das Fraunhofer IWES konnte sein bisheriges Wachstum im Jahr 2011 nochmal erheblich beschleunigen und das Finanzierungsvolumen seines Gesamthaushaltes von 22 Mio € auf 31 Mio € maßgeblich erhöhen.

Die Wirtschaftserträge konnten dabei wie im Vorjahr erneut um mehr als ein Drittel auf insgesamt 4,8 Mio € gesteigert werden.

Das Wachstum im Bereich der öffentlichen Erträge betrug 27 Prozent. Insgesamt wurden 16,9 Mio € umgesetzt.

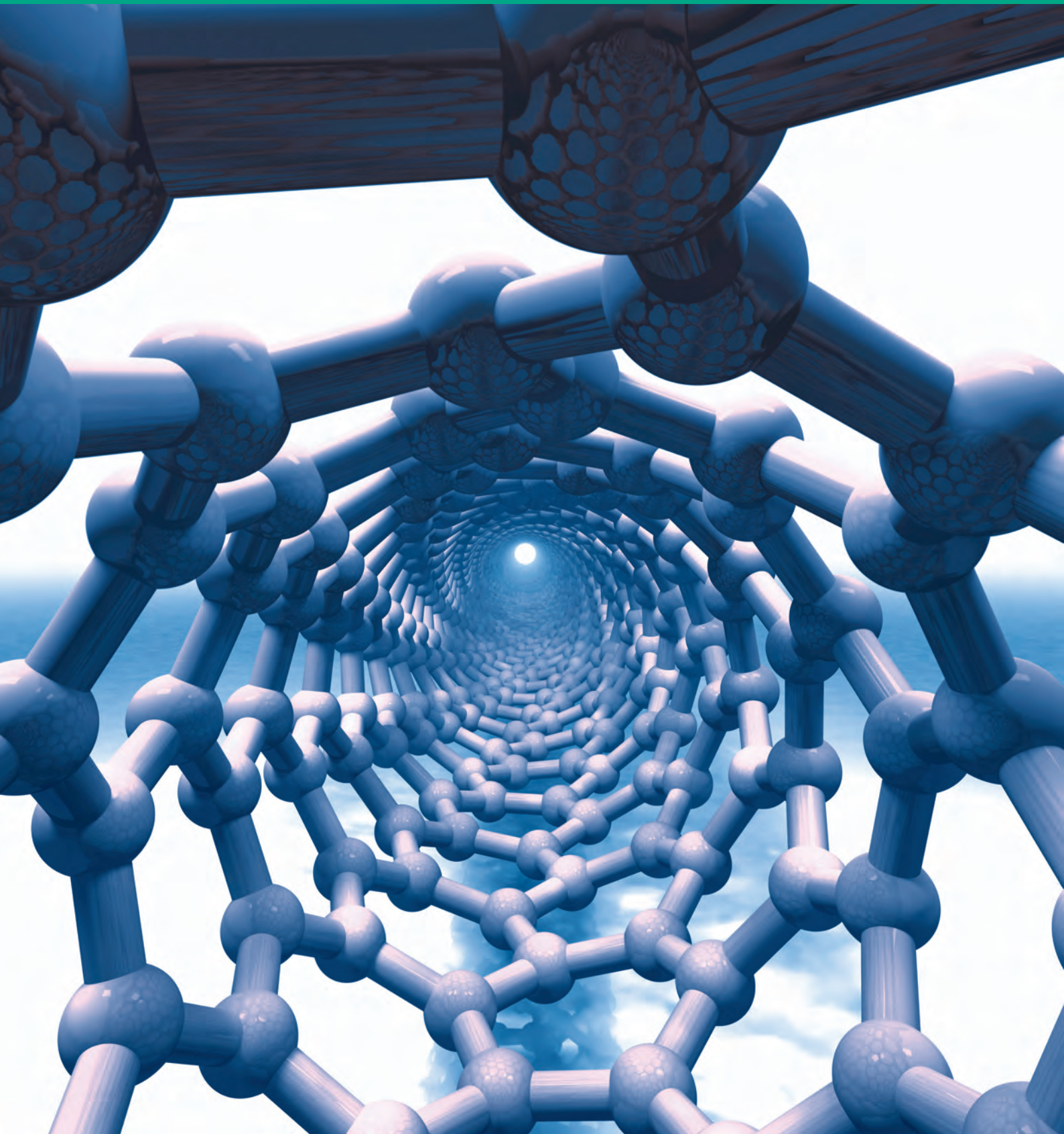
Die EU-Erträge konnten um 300 T€ auf 1,6 Mio € gesteigert werden und tragen über 5 Prozent zum Gesamtergebnis bei.

Die anhaltend erfolgreiche Entwicklung des Gesamtinstitutes resultiert aus der Erhöhung des Betriebs- sowie des Investitionshaushalts zu gleichen Teilen. Beide Bereiche konnten jeweils um ca. 5 bzw. 4 Mio € erhöht werden. Der Anteil des Investitionshaushalts entspricht mit einem Wert von 8,7 Mio € einem Anteil von 28 Prozent am Gesamthaushalt. Schwerpunkte der Investitionen waren am Standort Bremerhaven der weitere Ausbau der Rotorblattprüfhallen sowie am Standort Kassel die Fertigstellung von Testzentren für Neue Netze sowie Biomassenutzung.

Personal

| Personen per 31.12. | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|------------|------------|------------|
| Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler | 110 | 138 | 192 |
| Technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter | 30 | 29 | 36 |
| Verwaltung / Interne Dienste | 25 | 31 | 48 |
| Hilfskräfte, Praktikantinnen und Praktikanten | 29 | 27 | 100 |
| Gesamt | 194 | 225 | 376 |

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK



Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 20 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,8 Milliarden Euro. Davon fallen 1,5 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent hiervon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

Kohlenstoff-Nanoröhren (Carbon-Nanotubes) zählen zu den Materialien des 21. Jahrhunderts. Nanotubes sind auch Forschungsgegenstand am Fraunhofer IWES, um ihre Eignung für den Leichtbau in Rotorblättern zu prüfen.
www.inno-cnt.de

»TECHNOLOGIEENTWICKLUNG RÜCKT WIEDER STÄRKER IN DEN FOKUS«



Die Ziele sind gesteckt – aber wie soll der Ausbau der erneuerbaren Energien vorangetrieben werden, Wertschöpfung am Standort Deutschland gesichert und im Konsens mit der Bevölkerung umgesetzt werden? Kerstin Deller, Leiterin des BMU-Referats Forschung und Entwicklung im Bereich Erneuerbare Energien, und Andreas Reuter, Institutsleiter Fraunhofer IWES Bremerhaven, nehmen zu diesen Fragen Stellung.

Frau Deller, welche Akzente möchten Sie langfristig setzen? Welche Rolle spielt das Fraunhofer IWES in Ihren Überlegungen?

Kerstin Deller: Im Rahmen unserer Forschungsförderung wurde ein neuer Schwerpunkt »Regenerative Energieversorgungssysteme – Integration erneuerbarer Energien« eingerichtet, den wir kontinuierlich ausbauen. Die Optimierung der Energieversorgungssysteme ist die zentrale Frage beim Ausbau der regenerativen Energien. Wenn wir einen Hauptanteil erneuerbarer Energien an der Versorgung realisieren wollen, brauchen wir eine Antwort auf die Frage, wie man bei einem hohen Anteil fluktuierender Energieträger zuverlässig Energie zur Verfügung stellen kann. Netze, Speicher, regenerative Kombikraftwerke – das sind Forschungsthemen, die letztlich allen erneuerbaren Energien zugute kommen. Diesen Bereich bauen wir daher verstärkt aus.

Im Windbereich stand bislang durch die Förderung von alpha ventus und dem Forschungsprogramm RAVE sehr stark die Offshore-Forschung im Vordergrund, einschließlich der ökologischen Begleitforschung. Aus diesem Bereich kommen auch weiterhin gute Forschungsprojekte. Aktuell rückt aber die eigentliche Technologieentwicklung wieder stärker in den Fokus, was sowohl der On- als auch Offshore-Windenergie zugute kommt: also etwa die Weiterentwicklung von Getriebe und Generator, Automatisierung in der Rotorblatfertigung oder deren aktive Regelung während des Betriebs.

*Viele kleine und einige große
Beiträge gestalten nachhaltiges
Wachstum in einer zunehmend
energiebewussten Gesellschaft*

Das BMU hat im Rahmen der Projektförderung den Auf- und Ausbau des Fraunhofer IWES unterstützt und begleitet, da wir der Auffassung sind, dass ein Institut, das in der Windforschung fast alle Bereiche abdecken kann und die Verbindung zwischen Wind und regenerativen Energieversorgungssystemen abdeckt, eine wichtige Rolle in der deutschen Forschungslandschaft ausfüllen kann. Ohne zu sagen, dass es wie in anderen Ländern DAS Institut für Windforschung geben sollte, ist ein breit aufgestellter Akteur, der auch international agieren kann, wichtig. Wir finden, dass das IWES diese Lücke gut schließt und haben den Eindruck, dass es auch gut mit den anderen Instituten und Einrichtungen in der Windenergieforschung zusammenarbeitet.

Wie kann das IWES sicherstellen, dass es diesen Erwartungen gerecht wird?

Andreas Reuter: Das Konzept »Systemansatz« finde ich extrem wichtig: Nicht nur eine Komponente oder Fachdisziplin im Auge haben, sondern das Ganze sehen. Spätestens wenn man die Kosten und die Wirksamkeit betrachtet, hängt ja doch alles zusammen. Insofern finde ich die Größe und Bandbreite des Instituts ganz wichtig. Es gab vor der Gründung des IWES zahlreiche Windaktivitäten an kleineren Einrichtungen und Instituten, aber der Gesamtansatz hat gefehlt. Größe ist notwendig, um die Infrastruktur bereitzustellen, die unverzichtbar ist, um Forschung voranzubringen. Großprüfstände kann man nicht realisieren, wenn man nicht auch die Gebiete rechts und links davon abdeckt. Da sehe ich unsere Zuständigkeit: Wir müssen nicht alles machen, aber das Systemverständnis haben und groß genug sein, um diese großen Aufgaben – zum Beispiel den Betrieb eines Gondelprüfstands – bewältigen zu können.

Welche Stärken und welche Schwächen sehen Sie beim Fraunhofer IWES?

Kerstin Deller: Grundsätzlich ist in den Fachbereichen Kompetenz vorhanden und das IWES ist in der Szene gut vernetzt – das sind Stärken, die es auszubauen gilt. Die Aufgabe, die ich sehe, ist die Sicherstellung eines soliden Wachstums. Letztlich wird Forschung durch Menschen gemacht, deshalb braucht gute Forschung qualifiziertes Personal, das gute Ideen hat und umsetzen kann. Für die Umsetzung stellen wir unterstützend Mittel zur Verfügung.

Wo sehen Sie Potenziale und künftige Herausforderungen?

Andreas Reuter: Das Einstellen von gut ausgebildetem Fachpersonal sehe ich ebenfalls als extrem wichtig an, daher sind der neue Masterstudiengang »Windenergie-Ingenieurwesen« an der Leibniz Universität Hannover oder der Masterstudiengang »Windenergie-technik« an der Hochschule Bremerhaven eine wichtige Komponente. Eine Anbindung zur Universität oder Hochschule zu haben, Nachwuchs für den eigenen Bedarf auszubilden und Fachkräfte weiter zu qualifizieren, ist ein zentraler Baustein für weiteres Wachstum. Außerdem ist internationale Vernetzung wichtig. Da andere europäische Länder momentan finanziell nicht so gutgestellt sind, können wir gute Leute abwerben und unterbringen. Das stellt an das Fraunhofer IWES die Herausforderung, Internationalität auch zu leben, das bedeutet, international kommunizieren zu können, Mitarbeiter schnell zu integrieren, einen Qualitätsstandard zu etablieren. Wir sind gerade im Prozess der ISO-Zertifizierung, um eine gesicherte Grundlage für qualitativ gute Arbeit zu schaffen.

Die Solarbranche leidet unter dem Wettbewerb durch chinesische Firmen. Sehen Sie eine ähnliche Entwicklung für die Windbranche?

Kerstin Deller: Wettbewerb ist ja nichts Schlechtes, sondern grundsätzlich zu begrüßen. Eine andere Frage wäre es, wenn im Wettbewerb unlautere Methoden benutzt würden – darauf

müsste dann im handelspolitischen Kontext eine Antwort gefunden werden. Es geht aber weniger darum, andere grundsätzlich außen vor zu halten, als vielmehr gut aufgestellt zu sein. Der Wettbewerb für alle Bereiche der Erneuerbaren wird grundsätzlich härter. Im forschungspolitischen Kontext konzentrieren wir uns deshalb auf die Förderung anwendungsnaher Forschung und Entwicklung und legen Wert auf die Kooperation von Industrie und Instituten, damit die Ergebnisse auch zu konkurrenzfähigen Produkten führen.

Was kann Forschung und Entwicklung zur Stärkung des Wettbewerbs beitragen?

Andreas Reuter: Zwischen der Wind- und der Solarbranche sehe ich einen Unterschied, da die Windenergie sehr viel komplexer ist. Photovoltaikzellen sind einfach nachzubauen und zu transportieren. Die Windenergieanlagentechnik ist komplexer, besonders für den Offshore-Bereich. In der Lage zu sein, das gesamte System abzubilden, bietet einen gewissen Schutz. Das ist unser Vorteil im Nordwest-Cluster: Die Vernetzung über die gesamte Wertschöpfungskette ist für die Produktoptimierung extrem wichtig, ist aber zugleich auch ein Schutz davor, dass bestimmte Komponenten in China oder Korea nachgebaut werden. Das bedeutet für die Forschung, dass an der Industrialisierung der Prozesskette gearbeitet werden muss. Wettbewerb muss sein, solange er fair ist. Wenn man die Prozesskette als Einheit betrachtet und gezielt weiterentwickelt, ist man davor geschützt, dass nur wenig Wertschöpfung in Deutschland bleibt.

Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird in der Bevölkerung generell befürwortet, wenn er im direkten Umfeld sichtbar wird, stößt er jedoch auf Ablehnung. Wie lässt sich Akzeptanz steigern?

Kerstin Deller: Akzeptanz schafft man nur durch rechtzeitiges Einbeziehen der Bürger, gute und rechtzeitige Information und das Schaffen von Verständnis für Technologien und Zusammenhänge. Das ist eine politische Gestaltungsaufgabe. Forschung,



Andreas Reuter



Kerstin Deller

insbesondere Technologieforschung, kann dazu beitragen, indem sie einen Weg findet, den Aufbau von Infrastruktur zur Nutzung erneuerbarer Ressourcen so zu gestalten, dass die Menschen vor Ort nicht oder möglichst wenig beeinträchtigt werden. Unsere Forschungsförderung unterstützt auch sozialwissenschaftliche Bestandteile technologieorientierter Projekte, die Akzeptanz fördern. Beispiele finden sich etwa in der Geothermie, aber auch Schallschutzprojekte sind konkrete Beispiele, wie Technikforschung einen Beitrag zu Akzeptanz schaffen kann.

Was kann Forschung dazu beitragen, die Interessen von Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft auszubalancieren?

Andreas Reuter: Wir müssen viel mehr erklären, was wir konkret machen und Begeisterung für Technik vermitteln. Forschung wird noch losgelöst gesehen, vielen Menschen ist nicht klar, welchen Nutzen die Arbeit der Forscher für sie hat. Nach dem ersten Besteigen einer Windenergieanlage haben Menschen eine ganz andere Einstellung dazu, als wenn sie sie nur beim Vorbeifahren von der Autobahn aus sehen. Wir müssen Begeisterung für Technik und die Forschung dahinter wecken und Offenheit für Veränderungen fördern. Mehr und bessere Öffentlichkeitsarbeit kann hier wichtige Impulse geben. Gezielte Kommunikation muss deutlich machen, wie viel besser die neuen Lösungen gegenüber dem Status quo sind – da sind wir momentan noch viel zu zögerlich. Es werden ausgiebig Nachteile dargestellt, anstatt Nachhaltigkeit und Steuerbarkeit einer Versorgung mit erneuerbaren Energien in den Mittelpunkt zu rücken. Sollte man einmal eine bessere Form der Energiegenerierung finden, kann die jetzige Windenergie komplett und ohne Folgeschäden abgebaut werden. Das ist vielen Leuten nicht klar, aber mehr Verständnis würde auch die Akzeptanz steigern.

Ein Blick in die Glaskugel: Wie sieht der Energiemix 2040 aus? Wie vermitteln Sie Ihren Kindern aktuelle Klimascheinungen und anstehende Veränderungen?

Kerstin Deller: Ich hoffe, dass der Energiemix mit den Erfordernissen vereinbar sein wird, die sich aus dem Klimaschutz ergeben – die massive Reduktion von Treibhausgasemissionen von über 80 Prozent bis 2050, also mindestens 70 Prozent bis 2040. Das heißt, dass bis 2040 knapp die Hälfte des Endenergieverbrauchs auf erneuerbaren Energien beruhen müsste, beim Stromverbrauch 60 bis 70 Prozent. Außerdem muss eine erhebliche Steigerung der Energieeffizienz erzielt werden. Die dem Energiekonzept zugrunde liegenden Szenarien haben auch gezeigt, dass dies wirtschaftlich vertretbar machbar wäre. Wir tun alles, damit sich die Entwicklung in diese Richtung bewegt. Mit meinen Kindern ist das Gespräch über Klima und Energiepolitik anlassbezogen – z. B. kann die Frage, warum die Eisbären nicht mehr genug Eisschollen haben, den Ausschlag geben. Oder die Frage, warum wir morgens eigentlich mit der Straßenbahn oder dem Fahrrad fahren, anstatt ganz bequem ins Auto zu steigen. Ich versuche ihnen zu vermitteln, dass es einen Zusammenhang zwischen den großen klimatischen Veränderungen und den kleinen Handlungen im Alltag gibt und erziehe sie dazu, nicht unnötig und unbedacht Energie und andere Ressourcen zu verbrauchen. Außerdem halte ich sie dazu an, dass sie sich ein eigenes Bild machen – aber dazu sind sie mit 4 und 6 Jahren momentan noch etwas jung.

Ihre Kinder sind im Teenager-Alter und haben zu Energiefragen schon eine ganz klare Position. Wie sieht die aus?

Andreas Reuter: Meine Kinder haben eine klare und kompromisslose Forderung: Meine Generation soll jetzt aktiv werden, um eine lebenswerte Welt zu hinterlassen. Für sie sind erneuerbare Energien eine Selbstverständlichkeit, denn sie sind mit dem Thema aufgewachsen. Atomkraftwerke, das sind für sie Dinosaurier, die immer noch frei herumlaufen. Sie haben wenig Verständnis dafür, dass alles so lange dauert. Sie sehen, was auf sie zukommt und dass das Ganze nicht harmlos ist. Das Ziel 2040 ist weit gesteckt – ich denke, eine Umstellung kann auch schneller klappen.

**ENERGIEWENDE: »JA, ES GIBT RISIKEN,
ABER DIE CHANCEN SIND GRÖSSER!«**



Nach der Atomkatastrophe in Fukushima im März 2011 hat die Bundesregierung ihr Energiekonzept neu ausgerichtet und den Ausstieg aus der Atomenergie in Deutschland beschlossen. Die Bundesregierung will eine der energieeffizientesten Volkswirtschaften der Welt werden und möglichst rasch in das Zeitalter der erneuerbaren Energien gelangen. Über Herausforderungen und Risiken dieses großen Zukunftsprojekts unterhielt sich Prof. Jürgen Schmid mit Dr. Knut Kübler vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

Herr Dr. Kübler, was bedeutet der Beschluss der Bundesregierung zur Energiewende für Ihre Arbeit als Referatsleiter und Koordinator des Energieforschungsprogramms?

Knut Kübler: Als einer der ersten Schritte zur Umsetzung des Energiekonzepts hat die Bundesregierung ihre Energieforschungspolitik neu ausgerichtet. Das 6. Energieforschungsprogramm wurde am 3. August 2011 im Kabinett verabschiedet und gibt Wirtschaft und Wissenschaft eine klare Orientierung über die künftigen Förderprioritäten. Dieses Programm ist eine Gemeinschaftsleistung des BMWi, BMU, BMELV und BMBF. Meine Aufgabe als zuständiger Referatsleiter für die Energieforschung im BMWi bestand darin, die unterschiedlichen Interessen der einzelnen Ressorts zusammenzuführen und ein Programm zu entwickeln, das einen effektiven Beitrag zu dem geplanten Umbau der Energieversorgung Deutschlands leisten kann. Wenn mir das gelungen ist, dann liegt das vor allem an den engagierten und motivierten Kolleginnen und Kollegen. Die Arbeiten an dem Energieforschungsprogramm haben gezeigt: Nichts motiviert Menschen mehr, als wenn sie einen Sinn in ihrer Arbeit sehen.

Erneuerbare Energien brauchen Veränderungen in der Netzinfrastruktur, den Ausbau von Energiespeichern sowie Anpassungen im Verbraucherverhalten

Wie wichtig ist für Sie der Ausbau bestehender und die Realisierung intelligenter Netze für die Transformation der Energiesysteme?

Knut Kübler: Die Bundesregierung will eine der energieeffizientesten Volkswirtschaften der Welt werden und möglichst rasch in das Zeitalter der erneuerbaren Energien gelangen. Um die erneuerbaren Energien in unser Energiesystem zu integrieren, brauchen wir Veränderungen unserer Netzinfrastruktur, den Ausbau von Energiespeichern sowie schließlich auch Anpassungen im Verbraucherverhalten, die durch die neuen Entwicklungen auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationstechnologien ohne Komforteinbußen bei den Verbrauchern möglich sind. Alle drei Optionen, »Netzausbau«, »Energiespeicher« und »Demand-Side-Management«, sind wichtig für einen erfolgreichen Umbau der Energieversorgung. In welchem Umfang sie zum Einsatz kommen, ist heute schwer zu sagen. Neue Energienetze sind ein Teil der Lösung, nicht die Lösung.

Welche Schwerpunkte sehen Sie für die Weiterentwicklung von Energiespeichern?

Knut Kübler: In der Fachwelt besteht heute Einvernehmen, dass die Weiterentwicklung von Energiespeichern von zentraler Bedeutung ist. Das gilt vor allem für die Möglichkeiten der Photovoltaik, ihren Anteil in einem stärker auf Wettbewerb ausgerichteten Strommarkt auszubauen. Hier ist zunächst noch weitere Forschung und Entwicklung notwendig. Die Bundesregierung hat in 2010 eine ressortübergreifende Förderinitiative »Energiespeicher« auf den Weg gebracht und dafür 200 Mio € zur Verfügung gestellt. Die große Resonanz auf diese Förder-

initiative (über 400 Förderanträge) belegt das Interesse von Wirtschaft und Wissenschaft an diesem Thema. In den kommenden Wochen werden die beteiligten Ressorts BMWi, BMU und BMBF die ersten Projekte bewilligen.

Ohne massive Effizienzsteigerungen wird die Transformation nicht gelingen. Wo sehen Sie auf diesem Gebiet die größten Potenziale und welche Maßnahmen könnten zu einer schnelleren Hebung dieser Effizienzpotenziale führen?

Knut Kübler: Energieeffizienz und Energieeinsparung sind der Schlüssel für eine nachhaltige Energiezukunft. Auch der Ausbau der Erneuerbaren hängt von Fortschritten bei der Energieeffizienz ab, denn »eher geht ein Kamel durch ein Nadelöhr, als dass eine ineffiziente Volkswirtschaft in das Reich der erneuerbaren Energien gelangt«. Dazu muss man auf allen Ebenen der Energiekette ansetzen, bei der Energiegewinnung, beim Energietransport und bei der Energieverwendung. Wo liegen die größten Potenziale? Diese Frage kann man durch einen Blick auf die Energiebilanz beantworten. Rund 40 Prozent des gesamten Energieverbrauchs sind dem Gebäudebereich zuzuordnen. Dort wird mitentschieden, ob die Energiewende in Deutschland gelingt oder nicht. Um diese Potenziale zu heben, kann Forschung und Entwicklung einen Beitrag leisten, vor allem, um die notwendigen Energietechnologien bereitzustellen, die sich auf dem Markt behaupten können und von den Verbrauchern akzeptiert werden.

Was könnten Forscher nach Ihrer Ansicht noch besser machen, damit die Transformation gelingt?

Knut Kübler: Diese Frage ist schwer zu beantworten und erfordert mehr Text als in einem solchen Interview zur Verfügung steht. Um aber dennoch eine Antwort zu geben, möchte ich Albert Einstein zitieren, der seinen Kollegen empfohlen hat, »wenigstens eine halbe Stunde am Tag das Gegenteil von dem zu denken, was in der Wissenschaft als gesichert gilt«. Auch wenn wir eine Vorstellung davon haben, wie unser Energiesys-

tem funktioniert, sollten wir nicht unterschätzen, wie wenig wir tatsächlich wissen.

Welche Risiken sehen Sie für den Aufbau und Betrieb eines Energiesystems, das überwiegend auf erneuerbaren Energien basiert?

Knut Kübler: Nichts im Leben ist ohne Risiko. Auch der Aufbau eines auf erneuerbare Energien basierenden Energiesystems ist nicht ohne Risiko. Manche sagen, eine Energieversorgung ist sicher, wenn man mehr Energie zur Verfügung hat als man braucht. Dieses Kriterium in der Übergangsphase von dem heutigen zu einem künftigen Energieversorgungssystem sicherzustellen, gehört zu den größten Herausforderungen. Also: Ja, es gibt Risiken, aber die Chancen sind größer!

Sehen Sie die Energieforschung in Deutschland gut aufgestellt, um die Herausforderungen, die sich aus der Energietransformation ergeben, zu meistern?

Knut Kübler: Deutschland verfügt über eine gute Grundlagenforschung, eine leistungsfähige wissenschaftlich-technische Infrastruktur sowie eine hervorragende industrielle Energieforschung. Viele Mitgliedstaaten in Europa beneiden uns um dieses System. Auch das Energieforschungsbudget, das die Bundesregierung zur Verfügung stellt, kann sich sehen lassen. Im Rahmen des Energieforschungsprogramms werden für die Förderung von Forschung und Entwicklung zukunftsfähiger Energietechnologien von 2011 bis 2014 rund 3,5 Mrd € zur Verfügung gestellt.

Ist die europäische und globale Vernetzung der deutschen Energieforschung ausreichend oder sollte sie weiter ausgebaut werden?

Knut Kübler: Eine der wichtigsten neuen Akzente in der Energieforschungspolitik der Bundesregierung ist die stärkere internationale Ausrichtung. Deutschlands Energiemarkt schrumpft. Die Energiemärkte in den Entwicklungs- und Schwellenlän-



Knut Kübler



Jürgen Schmid

dern, aber auch in vielen anderen Industrieländern expandieren. Diesen Trends muss sich auch die Forschungs- und Technologiepolitik anpassen. Im europäischen Kontext bildet dafür der Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) den geeigneten Rahmen. Deutschland wird sich hier in Zukunft in besonderer Weise engagieren, um dem SET-Plan zum Erfolg zu verhelfen.

Sie betreiben privat sowohl eine thermische Solaranlage als auch eine Photovoltaikanlage. Welche Erfahrungen haben Sie damit gemacht?

Knut Kübler: Seit 1993 betreibe ich auf dem Dach meines Hauses eine Brauchwassersolaranlage (3 m³ Vakuumröhrenkollektoren) und eine Photovoltaikanlage (1,02 kW, monokristallin). Meine Erfahrungen bestätigen die allgemeinen Einschätzungen: Man kann in Deutschland mit der Sonne Wasser erwärmen und man kann Strom erzeugen. Beide Technologien sind aber unter den heute gängigen Kalkulationsmethoden ohne finanzielle Unterstützung nicht wettbewerbsfähig. Dennoch rate ich dazu, in diese Technologien zu investieren und zwar möglichst ohne auf die staatliche Unterstützung zurückzugreifen. Aus eigener Erfahrung weiß ich: Es gibt einfach ein besseres Gefühl, etwas für die Umwelt zu tun, ohne dabei in die Taschen des steuerzahlenden oder stromverbrauchenden Nachbarn zu greifen.

Glauben Sie, dass die Energiewende gelingt?

Knut Kübler: Ich glaube fest daran, dass die Energiewende gelingt, aber ich rate dennoch allen Beteiligten, sich – wie immer im Leben – auch auf die Möglichkeit anderer Entwicklungen einzurichten.

TESTZENTREN UND LABORE

Das Fraunhofer IWES verfügt über umfangreiche Test- und Experimentiereinrichtungen, Labore und Geräteausstattungen. Die Spezialisierung reicht in einigen Bereichen so weit, dass neue Prüfstände und -verfahren entwickelt und umgesetzt wurden. Zusammen mit dem Know-how der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kann das Fraunhofer IWES seinen Kunden und Partnern so eine zukunftsorientierte Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur bieten, die weit über die übliche hinausgeht. Die wichtigsten Einrichtungen werden im Folgenden kurz vorgestellt. Weitere Informationen sind unter www.iwes.fraunhofer.de zu finden.

Kompetenzzentrum Rotorblatt

Durch statische und zyklische Ganzblatttests wird nachgewiesen, dass das Rotorblatt den Lasten, die seiner Konzeption zugrunde lagen, über die gesamte Lebensdauer standhalten kann. In einem einzigartigen 90 Meter langen Prüfstand werden Lasten bis zu 115 Meganewtonmeter über fünf Belastungspunkte auf Rotorblätter aufgetragen. Die Kraftaufbringung über Hydraulikzylinder erlaubt eine sehr kontrollierte Belastung. Bis zu 250 Dehnungsmessstreifen liefern parallel mit Kraftmessdosen, Seilzugaufnehmern, Winkelsensoren sowie Beschleunigungs-, Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren aussagekräftige Werte. Eine Frequenzanalyse ermöglicht die Eigenfrequenzbestimmung der Rotorblätter.

Neben der Ganzblattprüfung liefert die Materialprüfung wesentliche Kennwerte für die Entwicklung von Rotorblättern. Aufspannfelder mit einer totalen Abmessung von 12 x 3 Metern sowie entsprechende Aufspannwinkel für vielfältige Prüfaufgaben an Komponenten gehören zur Infrastruktur. Die Prüflinge können mit einer leistungsfähigen Hydraulik (maximal 100 kN) oder mit einem Exzenter (z. B. 20 kN bei 2 Hz) belastet werden.

Die Lebensdauer eines Rotorblatts wird derzeit auf Basis von Daten aus Coupon-Materialtests und Ganzblattprüfungen kalkuliert. Statische und dynamische 3-Punkt-Biegeversuche an Komponenten liefern ergänzende Ergebnisse zu den Eigenschaften der Klebverbindung.

↳ Dr.-Ing. Arno van Wingerde
arno.van.wingerde@iwes.fraunhofer.de

Offshore-Auslagerungsstandorte

Das Lastkollektiv an einem Offshore-Standort unterscheidet sich erheblich von den zur Zeit existierenden Laborprüfverfahren für allgemeine Umweltsimulation. Offshore-Materialien sind extremen Bedingungen wie Temperaturschwankungen, erhöhter UV-Strahlung, Salzwasserbelastung, korrosiver Atmosphäre, biofouling und mechanischer Belastung ausgesetzt. An vier Auslagerungsstandorten – Wilhelmshaven, Sylt, Helgoland sowie im Weser-Mündungsbereich – werden Materialien und Komponenten unter Offshore-Bedingungen getestet, um neue Erkenntnisse zur Langzeitstabilität von Korrosionsschutz- und Sensorsystemen zu gewinnen.

Da sich die Umweltbedingungen an den Standorten unterscheiden, zeigen sich unterschiedliche Schädigungsprofile. Dementsprechend werden angepasste Schutzstrategien entwickelt, um z. B. Sensorsysteme offshore-tauglich zu machen. Die Sensoren werden dann zunehmend an Offshore-Windenergieanlagen eingesetzt, um Strukturveränderungen zu registrieren.

Die Ergebnisse werden für eine Validierung und Verbesserung neu entwickelter Laborprüfverfahren eingesetzt. Auf dieser Basis modifizierte Labor-Materialtests, die die echten Belastungen nachbilden und steigern, führen in verkürzten Zeiträumen zu belastbaren Aussagen. Diese fließen wiederum in allgemeine Prüfstandards für Offshore-Materialien und Komponenten ein. Neue Methoden zur Materialprüfung werden für konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.

↳ Dr. rer. nat. Hanno Schnars, hanno.schnars@iwes.fraunhofer.de



Funktionstestfeld für Kleinwindanlagen Prototypen bis 50 kW

Das Fraunhofer IWES hat zwei Funktionstestfelder für kleine Windenergieanlagen eingerichtet: In Bremerhaven in direkter Nachbarschaft zum Engineering Gebäude und den Rotorblatttesthallen sowie auf dem SysTec-Gelände in unmittelbarer Nähe von Kassel. Erfolgreiche Kleinwindprojekte erfordern ein robustes, kostengünstiges Anlagendesign und eine bestmögliche Betriebsführung. Ziel ist es daher, Prototypen sowie kommerzielle Anlagen in Langzeitversuchen zu optimieren, um eine anschließende Zertifizierung vorzubereiten. Die Testinfrastruktur ermöglicht den Betrieb von kleinen Windenergieanlagen im Leistungsbereich bis 50 kW und mit einer Gesamthöhe bis 60 Meter.

↳ Dr.-Ing. Jan Wenske, jan.wenske@iwes.fraunhofer.de
↳ Paul Kühn, paul.kuehn@iwes.fraunhofer.de

Klimakammer zur parallelen Simulation von Mechanik und Umwelt

Das Fraunhofer IWES hat eine spezielle Offshore-Testkammer entwickelt, die erstmals mechanische und klimatische Verhältnisse an Windenergieanlagen zeitgleich simuliert. Auf diese Weise werden die im Offshore-Betrieb auftretenden Lasten realistisch nachgebildet. Dieser Ansatz erlaubt Rückschlüsse auf die Zuverlässigkeit der getesteten Systeme und auf ihre Lebensdauer. Diese Testmöglichkeit ist eine wertvolle Ergänzung zu den Offshore-Auslagerungsstandorten. Die dort gewonnenen Erkenntnisse zu den Mechanismen des Materialversagens werden genutzt, um Tests unter Laborbedingungen realitätsnah auszulegen. Liefern Labortests verlässliche Aussagen zum Materialverhalten, profitiert der Kunde von einer zeittraffenden Prüfung und der exakten Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. So können belastbare Aussagen zur Lebensdauer getroffen und wirkungsvolle Schutzstrategien entwickelt werden.

↳ Dr.-Ing. Holger Huhn, holger.huhn@iwes.fraunhofer.de

Windmessnetz und 200-Meter-Messmast

Das Fraunhofer IWES betreibt seit 1990 ein deutschlandweites repräsentatives Windmessnetz an derzeit 30 Standorten. Alle Messstationen befinden sich in der Umgebung von Windparks und sind mit MEASNET-kalibrierten Anemometern ausgerüstet. Neben den standardmäßigen 30 Meter hohen Masten (Windmessung in 10 Meter und 30 Meter) sind auch vier 50-m-Masten errichtet worden, mit denen zusätzlich zu den Windverhältnissen auch weitere meteorologische Größen erfasst werden. Die Messdaten werden mit einer Abtastrate von 1 Hz erfasst und als 5-min-Datensätze stündlich an die Datenzentrale in Kassel übermittelt. Zusätzlich dazu betreibt das Fraunhofer IWES drei mobile LIDAR-Messgeräte, die in diesem Jahr um einen 200 Meter hohen Messmast ergänzt wurden.

↳ Dr.-Ing. Reinhard Mackensen
reinhard.mackensen@iwes.fraunhofer.de
↳ Paul Kühn, paul.kuehn@iwes.fraunhofer.de

Labor für Regelungssysteme großer Windenergieanlagen

Zur Entwicklung lastreduzierender Regelungssysteme steht eine Entwicklungsumgebung für Blattverstellungssysteme großer Windenergieanlagen zur Verfügung. Der Teststand erlaubt die realistische Untersuchung von drei wechselwirkenden geregelten Pitchantrieben zur individuellen Blattverstellung. Wirklichkeitsnahe Gegenmomente werden durch Echtzeitsimulationen großer Windenergieanlagen unter Verwendung synthetisierter inhomogener und turbulenter Windfelder erzeugt. Weiterhin steht ein Teststand zur Untersuchung antagonistisch geregelter Pitchantriebe zur Verfügung, die eine besonders lastarme Blattverstellung erlauben.

↳ Martin Shan, martin.shan@iwes.fraunhofer.de



HBFZ: Hessisches Biogas-Forschungszentrum

Das HBFZ ist im August 2011 durch die Kooperation des Fraunhofer IWES und dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) und dem Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) auf dem Landwirtschaftszentrum Eichhof des LLH bei Bad Hersfeld entstanden. Vom Laborversuch bis zur Pilotanlage ist die gesamte Prozesskette von der Biomasseproduktion bis hin zur Netzintegration darstellbar. Für Demonstrations- und Pilotversuche steht eine eigene Versuchsbioanlagen mit einer Rohgaskapazität von bis zu 50 m³/h zur Verfügung. Bis zu sechs Container mit Messeinbauten können versorgt werden. Es sind Experimente zur bedarfsgerechten Verstromung von Biogas, zur Biomasseaufbereitung und Gärrestebehandlung sowie zur thermischen Biogasnutzung, -aufbereitung und -einspeisung möglich. Des Weiteren stehen Labore zur Untersuchung spezieller biologischer, chemischer und physikalischer Parameter zur Verfügung.

↳ Dr. sc. agr. Imme Deecke, imme.deecke@iwes.fraunhofer.de

DeMoTec: Design-Zentrum Modulare Versorgungstechnik

Das DeMoTec wird gemeinsam mit der Universität Kassel betrieben. Hier werden dezentrale Stromerzeuger, Speicher und Lasten sowie neuartige Energiemanagementsysteme entwickelt und getestet. Eine besondere Rolle spielt die Netzintegration von Stromrichtern und der Aufbau von Hybridsystemen und Inselnetzen. Die Regelungstechnik für dezentrale Netzdienstleistungen kann hier im Zusammenwirken der dezentralen Generatoren im realen Maßstab untersucht werden. Insbesondere Systeme für die netzferne Elektrifizierung im ländlichen Raum und auf Inseln werden hier technisch optimiert und für Schaltungen verwendet. Eine reproduzierbar definierte Hardware-Simulation eines 90-kVA-Netzanschlusses und eine regelbare Gleichstromquelle erlauben akkreditierte Prüfungen von Netzstromrichtern und die Bewertung von PV-Stromrichtern z. B. bezüglich des MPP-Trackingverhaltens.

↳ Markus Landau, markus.landau@iwes.fraunhofer.de

Akkreditierte Prüflabore für Stromrichter und elektromagnetische Verträglichkeit

Das Fraunhofer IWES untersucht in seinem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Labor elektromagnetische Störaussendungen und Störfestigkeiten sowie die Netzeigenschaften und Wirkungsgrade von Stromrichtern und dezentralen Erzeugungsanlagen. Der Scoperahmen der Akkreditierung beinhaltet neben den klassischen EMV-Prüfnormen auch beispielsweise BDEW-Prüfungen, FGW-TR3 und DIN EN 50530. Auch entwicklungsbegleitende Tests für die Qualifizierung von Fertigeräten und Komponenten, insbesondere Stromrichtern, werden angeboten.

↳ Jörg Kirchof, joerg.kirchof@iwes.fraunhofer.de

Entwicklungslabore für Stromrichter

Für die Entwicklung von Stromrichtern für Windkraftanlagen, Batteriesysteme und andere dezentrale Stromerzeuger stehen mehrere Labore für die Schaltungsentwicklung, für Mikroprozessor- und geräteorientierte Softwaretechnik sowie für Steuerungen Hardware-in-the-Loop- bzw. Rapid-Prototyping-Verfahren zur Verfügung. Die Zuverlässigkeit von Geräten kann in Klimakammern und thermographisch getestet werden.

↳ Dr.-Ing. Norbert Henze, norbert.henze@iwes.fraunhofer.de

Batterielabore

Die Infrastruktur zum Test elektrochemischer Systeme umfasst automatisierte Lade- und Entladeeinrichtungen, Klimakammern und die notwendige Mess- und Sicherheitstechnik. Außerdem steht ein Labor zur Untersuchung von Brennstoffzellensystemen zur Verfügung. Ergänzt werden diese Einrichtungen durch eine Entwicklungsumgebung für virtuelle und multivirtuelle elektrochemische Systeme wie virtuelle Starterbatterien oder virtuelle Lithium-Ionen-Zellen.

↳ Matthias Puchta, matthias.puchta@iwes.fraunhofer.de



IWES-SysTec: Testzentrum für intelligente Netze und Elektromobilität

Das neue Fraunhofer Testzentrum für Intelligente Netze und Elektromobilität IWES-SysTec konnte 2011 in Betrieb gehen. Es setzt sich zusammen aus:

- Forschungs- und Prüflabor Netzintegration PNI
- Test- und Prüfzentrum für Elektromobilität TPE
- Outdoor-Testfeldern für Photovoltaiksysteme

↳ Dr. rer. nat Thomas Degner, thomas.degner@iwes.fraunhofer.de

IWES-PNI: Forschungs- und Prüflabor zur Netzintegration

Das neue PNI ist ein Referenzlabor, in dem Netzkomponenten und Netzbetriebsmittel hinsichtlich neuer System-Funktionen realitätsnah entwickelt und geprüft werden können. Schwerpunkt sind die Netzschnittstellen von Speichern, Generatoren, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, regelbaren Verbrauchern, Elektrofahrzeugen und regelbaren Transformatoren. Die Infrastruktur erlaubt Untersuchungen im Nieder- und Mittelspannungsnetz im Leistungsbereich bis zu 6 MVA. Das Labor ermöglicht insbesondere den Nachweis des Verhaltens der Geräte und Betriebsmittel bei unterschiedlichen Netzbedingungen, besonders zu den Aspekten: statische Spannungsstützung, Spannungshaltung, dynamische Spannungsstützung, Einspeise- und Lastmanagement, Frequenzstützung, abgestimmtes Regelverhalten.

↳ Dr.-Ing. Gunter Arnold, gunter.arnold@iwes.fraunhofer.de

IWES-TPE: Test- und Prüfzentrum Elektromobilität

Hier werden gemeinsam mit Partnern aus der Industrie und dem Forschungsverbund Fahrzeugsystemtechnik der Universität Kassel Elektrofahrzeuge, Batterien und Ladesysteme sowie deren Netzeinbindung entwickelt und getestet. Auf einem Rollenprüfstand können mit Hilfe von hochpräzisen Batteriesimulatoren (virtuelle Batterien) Fahrzeuge und Batterielayout im definierten Fahrbetrieb aufeinander abgestimmt werden. Das induktive Laden wird auf Stromparkplätzen und auf einer Teststrecke weiterentwickelt. Netzsimulatoren helfen die Ladestationen und die entsprechende Stromrichtertechnik weiterzu-

entwickeln und für die neuen Anforderungen sog. intelligenter Netzstrukturen (smart grids) zu optimieren.

↳ Markus Landau, markus.landau@iwes.fraunhofer.de

Outdoor-Testfelder für Photovoltaiksysteme

In den Outdoor-Testfeldern für Photovoltaik-Systeme werden einzelne Module und Gesamtsysteme über längere Zeiträume nach europaweit abgestimmten Richtlinien für viele Hersteller vermessen. Kassel ist ein wichtiger Referenzstandort in den von DERlab e.V. europaweit angebotenen Messungen nach einheitlichem Verfahren.

↳ Peter Funtan, peter.funtan@iwes.fraunhofer.de

DERlab: European Distributed Energy Resources Laboratories

Unter Federführung des Fraunhofer IWES wurde der gemeinnützige internationale Verein DERlab mit dem Sitz am Fraunhofer IWES in Kassel gegründet. Mitglieder des DERlab e.V. sind über 20 führende Forschungs- und Testinstitute, die gemeinsam Kriterien für den Betrieb dezentraler Stromerzeuger am Netz entwickeln und daraus Prüfverfahren und Normen ableiten. Die Laborinfrastruktur wird in aufeinander abgestimmter Weise ausgebaut und kann sich so gegenseitig ergänzen. Im Rahmen von europäischen Forschungsprojekten bietet DERlab die Möglichkeit, die Infrastruktur für Forschungszwecke teilweise kostenlos zu nutzen. Die Industrie kann Angebote des Vereins für normkonforme Prüfungen, z. B. zur Netzintegration, wahrnehmen.

↳ www.der-lab.net

↳ Dr.-Ing. Philipp Strauß, philipp.strauss@iwes.fraunhofer.de

FORSCHUNGSABTEILUNGEN

KOMPETENZZENTRUM ROTORBLATT

Der in der Windenergie verbreitete Ansatz zur experimentellen Validierung von Design-Annahmen und dem Nachweis der Struktureigenschaften unterscheidet im Wesentlichen vier Ebenen: Prüfung von Coupons, Prüfung von Elementen und Details, Prüfung von Subkomponenten und Ganzblattprüfung. Die Anzahl der erforderlichen Prüfungen auf jedem Level wird an Designaktivitäten und -aufwand angepasst. Aufgrund der großen Leichtbuanstrengungen der Windbranche ist eine Entwicklung in Richtung von erhöhten Anstrengungen, insbesondere auf Detail- und Komponentenebene, zu beobachten.

Rotorblätter von Windenergieanlagen sind komplexe und hochbeanspruchte Bauteile. Aufgrund der Leichtbauanforderungen und der hohen Ermüdungsbeanspruchungen werden sie aus Faser-Verbund-Werkstoffen (FVW) gefertigt. Für die Konstruktion und die Beurteilung bzw. den Nachweis der Zuverlässigkeit von solchen Faserverbundstrukturen ist die Kombination von analytischen beziehungsweise numerischen Berechnungen und experimentellen Untersuchungen verbreitet. Rotorblätter bestehen aus glasfaserverstärkten Kunststoffen. Neue Materialkombinationen erhöhen die Ermüdungsfestigkeit, erleichtern die Fertigung und steigern die Steifigkeit und damit die Formstabilität der Flügel. Die Kosten spielen in der Windenergie eine große Rolle – während ein Kilogramm Rotorblatt umgerechnet für zehn bis zwölf Euro zu erwerben ist, kommen in der Luftfahrt für ein Kilo Tragfläche aus Composite-Material 100 bis 1000 Euro zusammen. Die Differenz geht auf unterschiedliche Fertigungs- und Prüfverfahren sowie Qualitätssicherungsaufwand zurück. Effiziente Designentwicklung ist für die Windkraft daher unabdingbar.

Nachweis von Struktureigenschaften auf vier Ebenen

Generell ist der Aufwand auf der Ebene Couponprüfung und Prüfung von Elementen und Details für eine einzelne Prüfung gering. Deshalb kann auf diesem Level durch die Untersuchung einer großen Anzahl von Prüflingen Sicherheit gewonnen werden. Außerdem kann die Leistungsfähigkeit verschiedener Konstruktionsdetails und möglicher Konstruktionsänderungen

betrachtet werden. Auf der höchsten Ebene erfolgt üblicherweise nur die Untersuchung einer einzelnen Struktur. Damit kann die Zuverlässigkeit geprüft werden, aber statistische Aussagen zur Struktur oder parameterische Untersuchungen sind nicht möglich.

Materialprüfung

Materialuntersuchungen dienen in erster Linie der Absicherung der physikalischen Eigenschaften der in der Struktur verwendeten Materialien. Dies sind in erster Linie statische und zyklische Kennwerte, die das mechanische Verhalten der Faserverbundwerkstoffe, der Kernwerkstoffe und Klebstoffe beschreiben. Häufig werden auch Kennwerte von alternativen Materialien bestimmt, um eine Werkstoffwahl treffen zu können. Untersuchungen auf Materialebene erfolgen an relativ kleinen Prüflingen (z. B. 15 Zentimeter Länge zzgl. Einspannung) und sind für viele Untersuchungen etabliert und standardisiert. Die Untersuchungen beruhen meist auf einachsigen Verfahrenen und werden z.T. mit Klimakammernversuchen ergänzt. Torsionsuntersuchungen sind für die Ermittlung von Schub-eigenschaften an Klebstoffen verbreitet. Für die Entwicklung von Werkstoffmodellen sind darüber hinaus auch mehraxiale Versuche wichtig. Mit diesen kann der Einfluss von mehreren Beanspruchungen – üblicherweise zwei – auf das Material untersucht werden. Aufgrund der hohen Betriebsbeanspruchungen und der langen Lebensdauer von Rotorblättern sind die Ermüdungseigenschaften der verwendeten Materialien von eminenter Bedeutung.



Details und Komponenten

Die Lastenverteilung auf ca. 15 cm lange Couponproben weicht aufgrund von Fertigungs- und Geometrieeffekten und der eigentlichen Beanspruchung erheblich von der tatsächlichen Verteilung an einem Rotorblatt ab. Daher werden zunehmend auch bauteilähnliche Prüflinge (Details bzw. Komponenten) geprüft, um die Lücke zwischen Ganzblatt- und Materialtests auf Couponebene zu schließen. Insbesondere für kritische Rotorblattbereiche (z. B. Klebnähte oder Übergänge im Laminat und den Kernwerkstoffen) werden solche Details und Komponenten geprüft. Diese Prüfungen sind bisher kaum standardisiert und auf Komponentenebene ist die Etablierung von einheitlichen Prüfungen aufgrund der vielfältigen Rotorblattdesigns in naher Zukunft unwahrscheinlich.

Forscher des Fraunhofer IWES haben zusammen mit Industriepartnern einen Subkomponententest zur Klebnahtprüfung entwickelt, der das Verständnis des Materialverhaltens um die strukturelle Dimension ergänzt. Somit wird das Risiko beim Scale-Up reduziert. Die Lasten, die auf die Klebverbindung wirken, sowie der Anspruch, eine Nutzungsdauer von 20 Jahren zu garantieren, stellen extreme Anforderungen dar. Die Klebnaht kann eine Dicke von rund 10 Millimetern und eine Länge von rund 60 Metern erreichen.

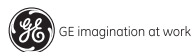
Gesamtstruktur

Rotorblätter von Windenergieanlagen werden immer noch weitestgehend von Hand gefertigt. Das Einlegen des Trockenlegees wird manuell durchgeführt. Weiterhin wird auch der Auftrag des Klebstoffes manuell durchgeführt. Die Qualitätssicherung der Gesamtbauweise ist daher für einen sicheren Betrieb der hoch beanspruchten Bauteile sehr wichtig. Hinzu kommt auch, dass die Blätter permanent weiterentwickelt werden. Die Materialien, der Aufbau der Struktur, die Fertigungsverfahren und vor allem das Fertigungsteam ändern sich hierdurch. Um das Bauteilzertifikat zu erhalten, fordern

Zertifizierer die Überprüfung eines der ersten Blätter aus einer anlaufenden Serienfertigung für eine Ganzblattprüfung. Ziel des Tests ist es, die gesamte Belastung der Struktur im Verlauf der Lebenszeit zu simulieren, um mögliche Probleme zu identifizieren. Die im Test ermittelten Eigenfrequenzen des Blatts sowie die Steifigkeiten, Dehnungen und Verformungen können so abgeglichen werden, um die numerischen Simulationsergebnisse sicherer zu gestalten. Nach einem Eigenfrequenztest wird das Blatt mit Seilen und Hydraulikzylindern nacheinander in vier Richtungen ausgelenkt, bis die Extremlasten in der Struktur und die aus der Zertifizierung notwendigen Sicherheitszuschläge erreicht sind. Nach diesem Extremlastentest folgt ein Versuch, um die Ermüdung des Bauteils zu prüfen. Die Belastung wird am Fraunhofer IWES durch die Anregung des Blatts in seiner Eigenfrequenz erzeugt. Die Schwingung wird dann mit Hydraulikzylindern über mehrere Wochen angeregt, um die notwendigen 1 Mio bis 5 Mio Lastwechsel aufzubringen. Abschließend folgt dann noch mal ein Test der Extremlasten, um auch am Ende der so simulierten Lebenszeit z. B. extreme Windereignisse zu überprüfen.

↳ Dr.-Ing. Arno van Wingerde
arno.van.wingerde@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 471 14 290-320

Kompetenzzentrum Rotorblatt Lenkungsausschuss





TRAGSTRUKTUREN UND MONITORING

Die stetig wachsende Leistung und Größe von Windenergieanlagen – insbesondere im Offshore-Bereich – stellt extreme Anforderungen an deren Gründungen und Tragstrukturen. Die neuen Dimensionen von Bauteilen und Lasten erfordern fundierte theoretische und experimentelle Untersuchungen der Tragstrukturen. So massiv sie auch scheinen, die aggressiven Offshore-Bedingungen gehen an den Komponenten nicht spurlos vorüber. Für die Schadensfrüherkennung an Windenergieanlagen empfiehlt sich daher eine permanente Zustandsüberwachung. Eine hohe Wirtschaftlichkeit kann nur bei maximaler Anlagenverfügbarkeit sichergestellt werden.

Das Fraunhofer IWES baut seine Kompetenzen im Forschungsbereich Tragstrukturen für Windenergieanlagen systematisch aus. Neben dem Institutsteil in Bremerhaven sprechen für einen weiteren Standort in Hannover die Kooperationsmöglichkeiten mit den Instituten des universitären Forschungsverbunds ForWind und das geplante Großversuchslabor in Marienwerder. Ab 2014 werden dort Struktur-, Trag- und Verformungsverhalten von Tragstrukturen und Komponenten bei langzeitiger Beanspruchung getestet und beurteilt. Durch die definierte Belastung bis zu Extremlasten können Sicherheitsreserven quantifiziert und angepasst werden. Die Bewertung der 20-jährigen Lebensdauer erfolgt im Rahmen eines 3-4 monatigen Tests »im Zeitraffer«. Im Fokus stehen die Optimierung und Neuentwicklung von Tragstrukturen für Repowering-Maßnahmen Onshore und Offshore. Optimierte Designprozesse durch verbesserte Simulationsmodelle und -tools in Kombination mit begleitenden experimentellen Untersuchungen sowie messtechnischer Überwachung im Feld und Labor sollen innovative Tragstrukturkonzepte entwickelt werden. Weitere Themen sind neue Materialkombinationen, Korrosionsschutz und Bauverfahrenstechnik.

Experimentelle Tests unter multiaxialer Belastung

Aufgelöste Tragstrukturen für Wassertiefen zwischen 25 und 70 Metern werden auf See durch räumlich angreifende Wind-, Wellen- und Betriebslasten besonders im Bereich der Strukturknoten mehraxial beansprucht. Die geplanten Versuchseinrichtungen ermöglichen dem Fraunhofer IWES neuartige Strukturtests unter multiaxialer dynamischer Belastung.

Boden-Bauwerks-Interaktion

Die dynamischen Eigenschaften der Tragstruktur werden signifikant von den Bodenverhältnissen beeinflusst. Bodeneigenschaften, die sich durch dynamische Beanspruchungen im Laufe der Betriebsdauer einer Windenergieanlage verändern, müssen bei der Entwicklung des Ermüdungsdesigns unbedingt berücksichtigt werden. Es besteht enormer Forschungsbedarf, um das Verhalten der Gründungselemente unter zyklischen Lasten präziser voraussagen zu können. Ein neuartiges Prüfkonzept für Tests an Tragstrukturen mit Gründungselementen unter realen Offshore-Bodenverhältnissen und in großem Maßstab sollen die Auslegungsgrundlagen für die Gesamtstruktur und für Gründungselemente absichern und verbessern.

Optimierung und Innovation

Optimierte, leichtere Tragstrukturen steigern die Wirtschaftlichkeit der Windenergie durch Material- bzw. Kosteneinsparungen und schonen die Umwelt. Versuche im Großmaßstab an Gesamtstrukturen und Versuche im Maßstab 1:1 an neuralgischen Bauteilen unter realitätsnahen, mehraxialen Belastungsszenarien liefern hierfür eine erstklassige Grundlage. Validierungstests, beschleunigte Lebensdauer Tests von Strukturen aus Stahl-, Stahlverbund- und Faserverbund-Werkstoffen, Prüfung von Gründungselementen unter zyklischen Lasten in nachgestellten Offshore-Bodenprofilen, Tests des dynamischen Verhaltens der Gesamtstruktur unter realitätsnaher Abbildung der Boden-Bauwerks-Interaktion und die Optimierung und Erprobung von Bauverfahrenstechniken sollen im Testzentrum für Tragstrukturen ausgeführt werden.



Schadenfrüherkennung

Für Betreiber von Offshore-Windenergieanlagen ist die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Anlagen von höchster Bedeutung, denn Ausfall sowie unplanmäßige Wartung führen meist zu hohen Kosten. Ein Schlüsselfaktor für die verbesserte Wirtschaftlichkeit ist die Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten bei der Entwicklung neuer Anlagengenerationen sowie Potenziale für das nachträgliche Aus- und Umrüsten bestehender Windenergieanlagen.

Zustandsorientierte Instandhaltung

Der Bedarf an zuverlässiger Messtechnik und Sensorik für die Fernüberwachung der Strukturen und Anlagen wird in den nächsten Jahren weiter an Bedeutung gewinnen, da zukünftige Offshore-Windparks weit entfernt vor den Küsten erbaut werden und daher der Zugang sehr erschwert ist. Windenergieanlagen unterliegen im Offshore-Bereich starken mechanischen und witterungsbedingten Belastungen. Hierdurch entstehende Defekte an kritischen Stellen müssen rechtzeitig erkannt und im Rahmen zustandsorientierter Instandhaltungsmaßnahmen behoben werden. Eine zustandsorientierte Instandhaltung setzt permanentes Monitoring zur Zustandsüberwachung sowie die Entwicklung von Schadensfrüherkennungsalgorithmen voraus.

Technisch zuverlässige Auslegung und Applikation von Sensorik

Structural Health/Condition Monitoring Systeme (SHM/CMS) liefern die erforderlichen Daten zur Ermittlung von Lastkollektiven und Beanspruchungen der Anlage und ihrer Komponenten. Hierfür werden Rotorblätter, Turm, Gründung sowie Antriebsstrang mit Sensoren ausgestattet. Die technisch zuverlässige Auslegung und Applikation von Sensorik im Offshore-Bereich ist eine Grundvoraussetzung. Die Nachbildung von Offshore-Umweltbedingungen mit Hilfe einer Offshore-Klimakammer sowie Belastungstests mittels HALT-HASS-Verfahren ermöglichen erstmals Benchmarking und Qualifizierung von Sensorik und Elektronikkomponenten sowie die Festlegung von Designregeln für offshore-taugliche Sensor- und Messtechnik mit erhöhter Zuverlässigkeit.

Härtetest unter Offshore-Bedingungen

An verschiedenen Feldversuchsständen entlang der deutschen Nordseeküste werden Korrosionsschutzsysteme und Polymermaterialien für die Anwendung im Offshore-Bereich unter realen Bedingungen getestet. Dabei werden biologische Lastkollektive besonders untersucht, da deren Transfer ins Labor extrem schwierig und aufwändig wäre. Die Schädigungsmechanismen werden aufgedeckt und entsprechende Gegenmaßnahmen und Schutzstrategien werden erarbeitet.

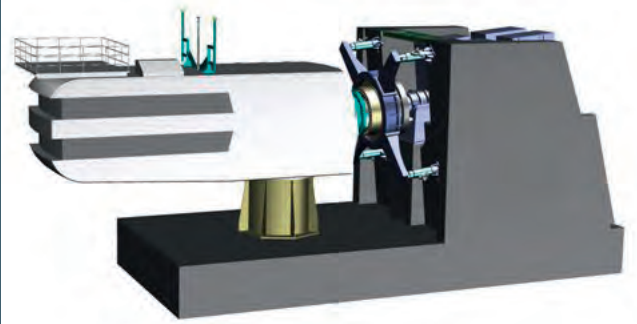
Dienstleistungen

- Erprobung und Bewertung von Korrosionsschutz-Systemen für den Offshore-Bereich, z. B. nach ISO 20340
- Feld- und Laborversuche zur Untersuchung von Materialdegradation
- Nachbildung von Offshore-Umweltbedingungen mit Hilfe einer Offshore-Klimakammer
- Robustheitstests mittels HALT-HASS-Verfahren
- Technisch zuverlässige Auslegung und Applikation von Sensorik
- Messkampagnen zur Anlagenüberwachung einschliesslich Datenauswertung
- Ermittlung von Lastkollektiven und Beanspruchungen
- Entwicklung von Tragstrukturkonzepten
- Geotechnische Beratung bei der Entwicklung von neuartigen Gründungssystemen

↘ Prof. Dr.-Ing. habil. Raimund Rolfes
 raimund.rolfes@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 511 762-3867

↘ Prof. Dr.-Ing. Peter Schaumann
 peter.schaumann@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 511 762-3781

↘ Dr.-Ing. Holger Huhn
 holger.huhn@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 511 762-17671



ANTRIEBSSTRANG

Der Antriebsstrang einer Windenergieanlage ist das hochbeanspruchte Bindeglied zwischen strömungsmechanischer Energiewandlung durch den Rotor und elektromechanischer Energiewandlung auf der Netzseite. Sein Systemverhalten wirkt sich unmittelbar an diesen Schnittstellen aus und kann durch Eingriffe der Anlagenregelung stark beeinflusst werden. Über Lagerungen, Drehmomentstützen und Dämpferelemente bestehen in allen Freiheitsgraden direkte Wechselwirkungen mit der tragenden Gondelstruktur.

DyNaLab & Technologieentwicklung

Das Fraunhofer IWES baut im Rahmen des öffentlich geförderten Forschungsvorhabens DyNaLab (DynamicNacelle Laboratory) einen großtechnischen Prüfstand für komplette Gondeln von Windenergieanlagen auf. Mit dem DyNaLab wird Ende 2014 erstmals in Deutschland allen Anlagenherstellern ein realitätsnahes Testumfeld im Multimewattbereich zugänglich sein.

Aussagefähige Labortests ermöglichen die Beurteilung und Optimierung bestehender und zukünftiger Anlagenkonzepte. Die technischen Anforderungen an diese Test- und Experimentierplattform wurden in enger Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Forschung definiert. Technologieentwicklungen und industriennahe Forschung rund um das mechatronische Subsystem Triebstrang bilden einen weiteren Schwerpunkt. Auch die Erarbeitung und Validierung von Schnittstellendefinitionen für Triebstrangkomponenten und Anlagensubsysteme unterstützt das DyNaLab.

Simulation verschiedener Netzzustände

Der Gondelprüfstand mit einer geplanten Antriebsleistung von ca. 10 Megawatt wird mit zusätzlichen Einrichtungen für die Simulation verschiedener Netzzustände zur Nachbildung von »Fault Ride Through« (FRT)-Szenarien und Kompatibilitätsprüfungen mit den unterschiedlichen »Grid Codes« ausgestattet. Die Sollwertvorgaben für die Prüfstandsregelung werden mit Hilfe von Anlagen- und Windsimulationsmodellen in Echtzeit berechnet.

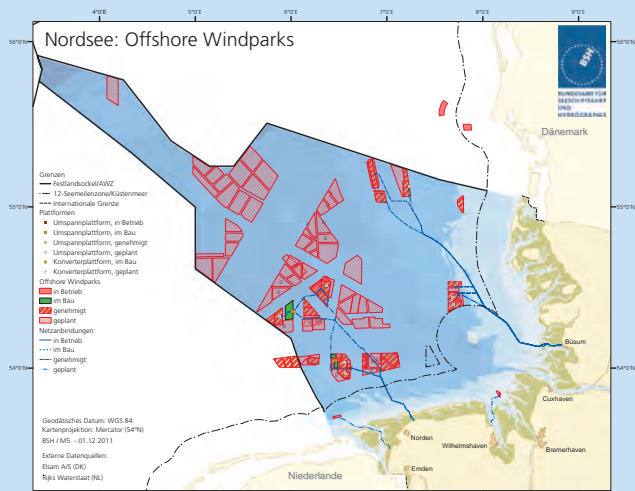
Direkt- oder Hybrid-Drive-Topologien

Die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten fokussieren auf »Direct-« oder »Hybrid-Drive« Topologien, d. h. kompakte Triebstrangkonzepete mit langsam laufenden Direktantrieben oder integrierten niedrig übersetzenden Getriebeleistungen und mittelschnell laufenden Generatoren. Auf das Generatordesign abgestimmte Ansteuerverfahren für den Mittelspannungsbereich, detaillierte Verlustbetrachtungen und Analysen des Thermalhaushalts vervollständigen diesen Bereich.

Es sollen ferner neue regelungstechnische Ansätze für die aktive Schwingungsdämpfung in »Direct-« und »Hybrid-Drive-Antriebssträngen« entwickelt werden, die sich veränderlichen äußeren Einflüssen, variablen Systemeigenschaften und Ziel-funktionen anpassen können.

- Optimierung von bestehenden / Entwicklung neuartiger Generatorkonzepte(n)
- mechanische Integration
- optimierte Magnetkreise
- Einsatz neuer Werkstoffe für den Elektromaschinenbau
- Erarbeitung und Validierung von Schnittstellendefinitionen für Komponenten und Subsysteme

↳ Dr.-Ing. Jan Wenske
 jan.wenske@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 471 14 290-400



PROJEKT- UND RISIKOMANAGEMENT

»Traue keiner Statistik, die du nicht selbst erstellt hast.« Diese Aussage gilt auch für das Risiko-, Zeit- und Kostenmanagement von großen Windparkprojekten, wie sie heute besonders auf See umgesetzt werden. Die Crux hierbei ist, Unsicherheiten und Kostentreiber zuverlässig zu erfassen, zu bewerten und zu minimieren.

Bei der quantitativen Bestimmung der Risiken von Offshore-Windparks ist die Ermittlung zuverlässiger Eingangsdaten in der Praxis ein sehr schwieriges Geschäft. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Bewertungsmethoden ist zumeist nicht gegeben. Somit ist die Aussagekraft entsprechender Risikoanalysen begrenzt. Einerseits gibt es die zum Teil widersprüchlichen Interessen der verschiedenen Projektbeteiligten – Projektgesellschaften, Sponsoren, Banken, öffentliche Geldgeber, Genehmigungsbehörden, Zulassungsstellen, Zulieferer/Lieferanten, Betreiber, Energieversorger und Netzbetreiber; andererseits umfassen die diversen juristischen, wirtschaftlichen, planerischen und ingenieur-wissenschaftlichen Aufgaben ein sehr breites Spektrum unterschiedlichster Fachdisziplinen. Diese Vielfalt an Interessen und Aufgaben zusammen mit den Unwägbarkeiten der Offshore-Windenergie erfordert die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache, abgestimmter Arbeitsweisen und einheitlicher Methoden. Nur auf dieser Basis können Risikobewertungen, Zeitplanungen und Finanzstrukturen für alle Projektbeteiligten glaubwürdig sein.

Das Fraunhofer IWES deckt alle technischen Fachdisziplinen rund um die Windenergie ab und entwickelt übergreifende Arbeitsmethoden und -werkzeuge für eine optimierte Planung und Umsetzung der umfangreichen Aufgaben im Risiko-, Zeit- und Kostenmanagement. Zusätzlich unterstützt es die Entwicklung eines Minimalstandards, um die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Projektbeteiligten und Fachdisziplinen zu erleichtern und um den Aussagegrad von Kosten-, Zeit- und Risikoanalysen zu erhöhen.

Unser Angebot:

- Kosten-, Zeit- und Risikoanalysen für komplette Offshore-Windparkprojekte und deren Teilsysteme
- Optimierung der Finanzstrukturen, Zeitabläufe und Ressourceneinsätze für Planung, Installation und Betrieb

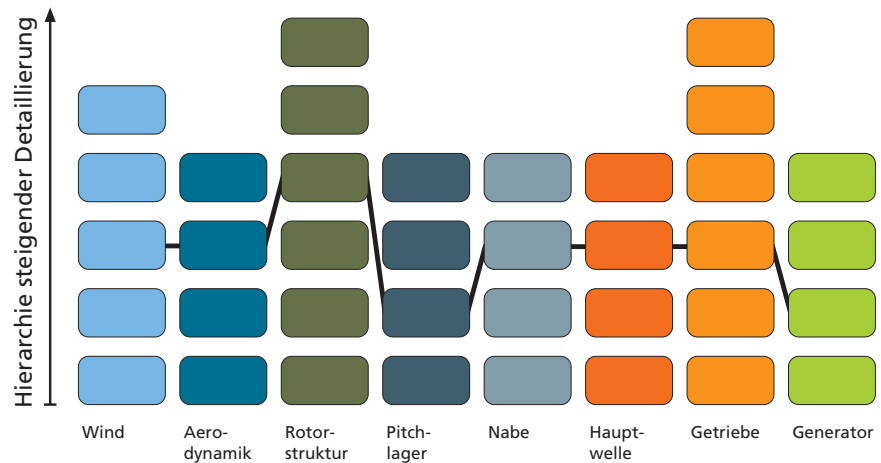
Berücksichtigte Einflussgrößen:

- Windenergieanlagen, Umspannwerke und Verkabelung
- Wind- und Wellen-Statistiken
- Geographische Rahmenbedingungen
- Technische Ausfallzeiten
- Logistikkonzepte
- Kosten für Anschaffung, Wartungs- und Logistikzeiten

Eingesetzte Arbeitsmethoden und -mittel:

- Szenarien- und Empfindlichkeitsanalysen zur Optimierung des Cash-Flow sowie der Zeit- und Ressourcen-Planung
- Monte-Carlo-Simulationen, kritischer Pfad, Gantt Chart, Tornado Charts, Histogramme, etc.
- Statistische Analysen besonders mit @RISK (Pallisade), Microsoft Excel und Microsoft Project
- Spezial-Software für Planungs-, Installations- und Betriebsphase

↳ Dr. habil. Hans-Gerd Busmann
 hans-gerd.busmann@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 4471 14 290-300



ANLAGENSIMULATION UND -BEWERTUNG

Die rechnerische Vorhersage des Verhaltens von Windenergieanlagen ermöglicht bereits in einer frühen Entwicklungsphase die Optimierung der Systemkomponenten mit minimalem Kostenaufwand. Da es sich hierbei um eine ingenieurwissenschaftliche Querschnittsaufgabe handelt, sind die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Ingenieure verschiedener Fachrichtungen, Physiker, Informatiker und eine Meerestechnikerin.

Lastenrechnung und Anlagenentwicklung

Aufgrund dynamischer Wechselwirkungen und signifikanter Nichtlinearitäten werden die verschiedenen Teilsysteme einer (Offshore-)Windenergieanlage – (O)WEA – wie Rotorblätter, Antriebsstrang, Tragstruktur und Regelung zur realistischen Simulation ihres Verhaltens in einem numerischen Modell zusammengefasst. Die so genannten aero-servo-hydro-elastischen Simulationen von (O)WEA werden zur Berechnung der Beanspruchungen der Anlagen genutzt, die wiederum Basis der Auslegung jeder Anlagenkomponente sind. Auch die Zertifizierung einer Anlage ist ohne eine solche Lastenrechnung nicht möglich.

Ständig neue Anforderungen

Die stetige Weiterentwicklung der Anlagentechnik und die Professionalisierung der Entwicklungsprozesse in einer wachsenden Branche stellen kontinuierlich neue Anforderungen an die Anlagensimulation. Geschweißte Knoten verzweigter Tragstrukturen, Rotorblätter mit relevanter Biege-Torsions-Kopplung, Verankerungssysteme für schwimmende OWEA oder Eislasten an Rotorblättern und Tragstrukturen müssen korrekt berechnet werden. Die weiterentwickelten Simulationssysteme werden dabei kontinuierlich verifiziert und validiert. Der Trend zu größeren Anlagenserien und Projekt-Budgets erlaubt aufwändigere Entwicklungsprozesse, um Optimierungspotenziale umfassend zu erschließen.

Mitarbeiter und Werkzeuge

Entwicklung beziehungsweise Weiterentwicklung der Simulationswerkzeuge, Anlagenberechnung, Bewertung der Ergebnisse und Anpassung des Anlagendesigns auf dieser Basis sind multidisziplinäre Aufgaben, die von einem Team aus Ingenieuren

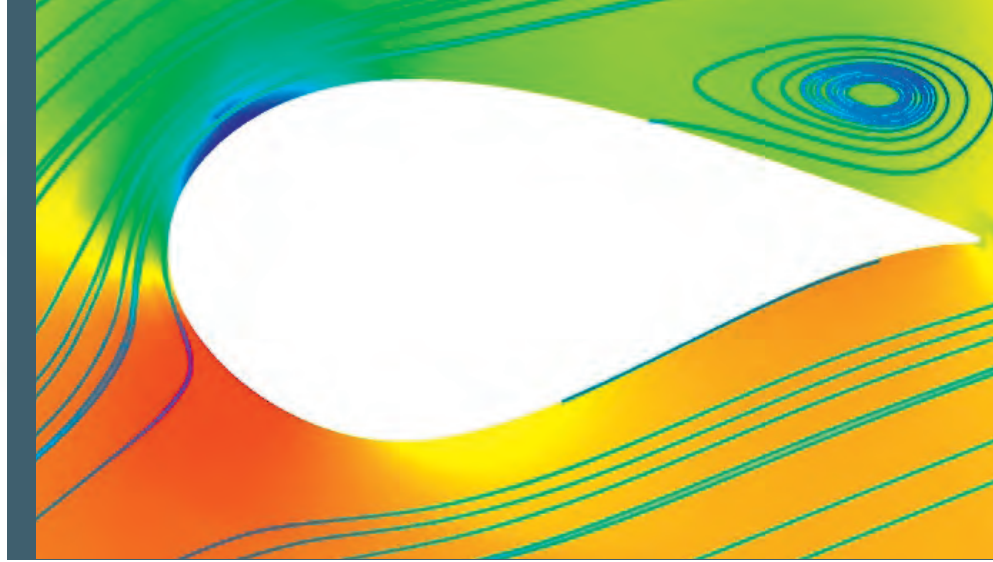
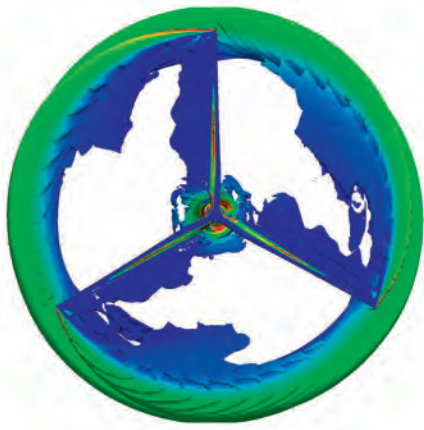
verschiedener Fachrichtungen, Informatikern und Physikern bearbeitet werden. Dabei steht das Gesamtsystem-Know-how im Vordergrund, was die Übertragung auf andere Systeme erlaubt und beispielsweise zu Projekten in den Bereichen Höhenwindenergie und Meeresenergie führt.

Neben der Verwendung von kommerzieller Simulationssoftware findet in größerem Umfang eigene Softwareentwicklung statt. Dabei wird das technisch physikalische Systemwissen der Ingenieure mit der weitreichenden Erfahrung von Informatikern in der Softwareentwicklung kombiniert. Die IWES-Software OneWind wird erstmalig die Möglichkeit bieten, die Grenzen zwischen Lastenrechnung und Komponentendesign zu automatisieren und damit die Fehleranfälligkeit dieser Schnittstelle und den Aufwand im Entwicklungsprozess zu reduzieren. Bereits heute erlaubt die am IWES weiterentwickelte Software ADCoS-Offshore die Berechnung von OWEA unter Verwendung von Matrizenreduktionsmethoden in der Abbildung der Tragstruktur. Erste Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit dieser verbesserten Methode bei Anlagen mit Tripod-Tragstrukturen.

Dienstleistungen

- Lastenrechnung für (O)WEA mit beliebig verzweigten Tragstrukturen
- Beratung im Entwicklungs- und Zertifizierungsprozess von (O)WEA
- Entwicklung von Software-Komponenten zur Automatisierung von Entwicklungsprozessen

↳ Dipl.-Ing. Michael Strobel, michael.strobel@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 471 14 290-360



STRÖMUNGS- UND SYSTEMDYNAMIK

Windenergieanlagen unterliegen turbulenten Anströmbedingungen, was eine Vielzahl von bisher kaum behandelten Effekten wie Rüttelkräften, Dynamic Stall und fluktuierender Leistungsabgabe zur Folge hat. Entsprechende Windfelder müssen mit aeroelastischen und systemdynamischen Berechnungen gekoppelt werden. Numerische Modellierungen von Strömungen, Computational Fluid Dynamics (CFD), machen die physikalischen Vorgänge für Windenergieanlagen exakter erfassbar.

Insbesondere für Windpotenzialberechnungen, die Berechnung der aerodynamischen Umströmung von Windenergieanlagen, einschließlich Wind-Rotor-Wechselwirkung, Lastenbestimmungen, Ablöseverhalten und der Nachlaufströmung einer oder mehrerer Anlagen können diese Methoden erfolgreich eingesetzt werden. Ziel ist es, entsprechende Strömungssimulationen als CFD-Simulationen mit vollem Rechenaufwand durchführbar zu machen.

Durch den Zugriff auf einen modernen Hochleistungsrechner kann die Projektgruppe selbst aufwändige Verfahren zur Strömungsberechnung nutzen und weiterentwickeln. Verbesserte Ansätze sollen Vereinfachungen in der aerodynamischen Modellierung ersetzen und eine Evaluierung neuer Möglichkeiten vornehmen.

Vergleich von Realität und zeitabhängigem Modell

Eine realitätsnahe Modellierung der Dynamik der Atmosphäre zu entwickeln, ist eine zentrale Herausforderung für die Aktivitäten der Gruppe. Instationäre Effekte erfordern zeitabhängige Modelle. Neue Modelle, die auf den strömungsmechanischen Grundprinzipien basieren, versprechen eine höhere Genauigkeit als (halb)empirische Modelle. Die heute vorwiegend verwendeten Modelle versagen in Situationen mit partiellem Nachlauf, bei Schiefstand der Windenergieanlagen oder in komplexem Gelände. Diese Situationen sind immer häufiger in Windparks anzutreffen. »Full-Scale«-Experimente haben bis dato lediglich globale, indirekte Informationen geliefert, abgeleitet aus den Energieerträgen einzelner Windenergieanlagen in Windparks. Eine detaillierte Strömungssimulation ermöglicht einen profunden Abgleich zwischen Realität und Modell.

Die stark wachsende Anzahl und Größe von Windparks wirft Fragen über die gegenseitige Beeinflussung und Rückkopplung über die atmosphärische Strömung auf. Numerische Modelle bieten die Möglichkeit, den Einfluss dicht benachbarter Windparks aufeinander zu berücksichtigen. Die konstante Weiterentwicklung bestehender Modelle ermöglicht die verschiedenen Einflussfaktoren immer besser einzuschätzen. Dies ist vor allem unter Offshore-Bedingungen von großer Bedeutung.

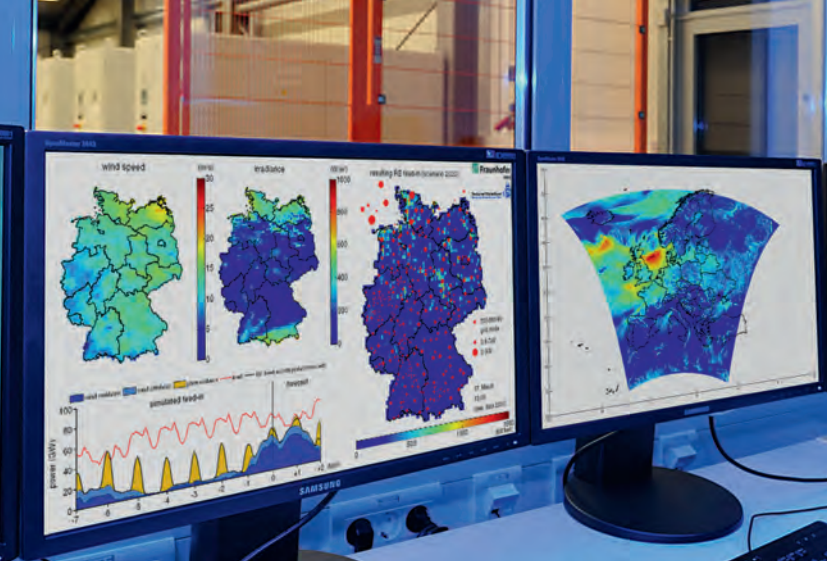
Stationäre oder gemittelte CFD-Berechnungen sind für die Modellierung der Umströmung sich bewegender Rotorblätter in einem turbulenten Windfeld nicht mehr hinreichend. Die Entwicklung von modernen lastminimierenden Rotorblättern macht eine hochgenaue dynamische CFD erforderlich.

Dienstleistungen

- Windphysik
- Strömungsmodellierung (CFD)
- Systemdynamik
- Stochastik
- Aerodynamische Berechnungen

➤ Prof. Dr. rer. nat. Joachim Peinke
joachim.peinke@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 441 798-5050

➤ Dr. rer. nat. Bernhard Stoevesandt
bernhard.stoevesandt@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 441 798-5011



ENERGIEWIRTSCHAFT UND NETZBETRIEB

Die weltweite Energieversorgung steht vor ihrer bisher größten Herausforderung: Der Umwandlung der heutigen Struktur hin zu einer dekarbonisierten, rein auf regenerativen Energieträgern basierten Versorgung. Bei dieser Transformation wird der Windenergie die Schlüsselrolle zugesprochen, die jedoch nur bei adäquater Einbindung in die Netz- und Systemregelung sicher zu realisieren ist. Trotz der Fortschritte der FuE auf den Gebieten Anlagentechnik, Standortanalyse und Energiemeteorologie, Regelung und Betriebsführung sowie Netzeinbindung existiert noch ein erheblicher Bedarf an Innovationen. Die besondere Herausforderung liegt dabei in der Betrachtung des gesamten Systems, wofür die Rollen von Systemdienstleistungen, Netzausbau, Erzeugungs- und Lastmanagement sowie Speicher zu analysieren und bewerten sind.

Ausrichtung

Die Themen des FuE-Bereichs behandeln technische und energiewirtschaftliche Fragestellungen zur Integration der erneuerbaren Energien von der aktuellen Situation bis hin zu zukünftigen Szenarien einer Vollversorgung. Die Arbeiten umfassen Analysen und Studien, Modellbildung und Simulation, Entwicklungen von Softwarelösungen zur Betriebsführung und Netzintegration, Durchführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen sowie Mess- und Testaufgaben. Weitere Aktivitäten beinhalten das Monitoring der Windenergienutzung sowie die Entwicklung neuer Instandhaltungsstrategien. Für die Netzintegration werden neue Methoden zur Leistungssicherung, ein optimales Zusammenspiel von Erzeugung und Verbrauch sowie eine angepasste Kraftwerks- und Netzstruktur mit besonderem Augenmerk für die großräumige Nutzung entwickelt. Im Mittelpunkt stehen dabei ganzheitliche, systemtechnisch orientierte Betrachtungen und Verbesserungen.

FuE-Themen, Fachabteilungen und -gruppen

Die Bearbeitung der FuE-Themen wird von mehreren Fachgruppen und Abteilungen durchgeführt.

Energiemeteorologie und Systemintegration

Die Abteilung arbeitet standortübergreifend mit Gruppen in Bremerhaven, Bremen und Kassel. Die Forschungsaktivitäten in Kassel umfassen die Entwicklung von Mess- und Analysemethoden zur Charakterisierung der Umweltbedingungen für Offshore-Windparks, die Simulation und Charakterisierung

der Windleistung, Verfahren zur zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung, die Koordination der Forschungsinitiative RAVE sowie das Monitoring der Technologieentwicklung Offshore. (siehe auch S. 36)

Energieinformatik und Informationssysteme

Der Fokus der Abteilung liegt auf der Erschließung von Potenzialen moderner Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der Entwicklung von Software-Tools für die Integration von erneuerbaren Energien, wie dem Prognosesystem für Windstromspeisung. Neben diesen Aufgaben werden Querschnittsbereiche wie die zentrale Datenbankverwaltung, Serverwartung und die Betreuung des IWES-Windmessnetzes abgedeckt. (siehe auch S. 37)

Großräumige Energieverbünde

Die Wetterabhängigkeit zukünftiger Energieversorgungsstrukturen erfordert neue Wege bei Netzplanung und -betrieb. Grundlage hierfür sind Analysen der Einspeisefelder regenerativer Kraftwerke. Diese werden auf Basis zeitlich und räumlich hoch aufgelöster Simulationen auf einem High-Performance-Rechencluster ermittelt. Besonderer Schwerpunkt liegt auf der Analyse des zeitlich-räumlichen Verhaltens der residualen Last, der Einbindung von innovativen Lastdeckungsoptionen sowie der Analyse der Lastflüsse. Zur Unterstützung des Netzbetriebs werden Prognoseverfahren für die Solarenergieeinspeisung entwickelt, die mit der Windleistungsprognose zu einer Gesamtprognose der erneuerbaren Energien kombiniert wird.



Übertragungsnetze

Die Verleihung von kraftwerksähnlichen Eigenschaften in Bezug auf Verlässlichkeit und Unterstützung der Netz- und Systemführung auf Hoch- und Höchstspannungsebene ist eine der größten Herausforderungen beim Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE). Mit einer übergeordneten Betriebsführungsebene für Windparkcluster entwickelt die Abteilung neue Methoden zur aktiven Beteiligung von Windparks an der Netz- und Systemführung.

Regenerativkraftwerke

Regenerativkraftwerke sind informationstechnische Zusammenschlüsse von verschiedenen regenerativen Einspeisern (RE), Speichern und Verbrauchern mit dem Ziel, diese optimal in das Energiesystem zu integrieren. Dabei beschäftigt sich die Abteilung mit optimaler Vermarktung und Einsatzplanung von RE. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Transformation des Energiesystems mit Fragestellungen zur Gestaltung von Förderinstrumenten, um RE in den Markt zu integrieren: Zur Anpassung von rechtlichen und organisatorischen Rahmenbedingungen an das sich ändernde Energiesystem mit immer höheren Anteilen an RE, zum Beitrag von Systemdienstleistungen (z. B. Regelleistung) durch dezentrale RE und zur zukünftigen Rolle von Regenerativkraftwerken in regionalen Energieversorgungskonzepten. Diese und andere Fragen werden u. a. im E-Energy Projekt Regenerative Modellregion Harz und im Projekt Kombikraftwerk II behandelt.

Energiewirtschaft und Systemanalyse

Die Arbeiten dieser Gruppe umfassen die dynamische Simulation der Stromversorgung, die Entwicklung von Szenarien zur Transformation der Energiesysteme, die Entwicklung von Systemlösungen zur Kopplung von Strom- und Gasnetz und für eine regenerative Energieversorgung. Dazu zählt die Erstellung von Energieszenarien wie der BMU Leitstudie, dem UBA Energieziel 2050, dem FVEE Energiekonzept und den Dekarbonisierungsszenarien für den WBGU. Zu den herausragenden Projekten zählt die Entwicklung der Energiesystemtechnik für die Speicherung von regenerativem Strom im Erdgasnetz als erneuerbares Gas im industriellen und öffentlichen Rahmen.

Aus- und Weiterbildung

Dieser Schwerpunkt zielt auf die akademische Weiterbildung von Fach- und Führungskräften für den wachsenden Bedarf auf dem Arbeitsmarkt der EE. Flexible Programme der berufsbegleitenden Weiterqualifizierung werden kundenorientiert konzipiert und in Lernallianzen mit der Industrie durchgeführt. Dabei fließen sowohl technologie-orientiertes Know-how aus der Industrie als auch Erkenntnisse aus Forschung und Entwicklung in die Lerninhalte ein. Ein Online-Masterstudiengang Windenergiesysteme in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel ist in Vorbereitung.

Dienstleistungen und Produkte

- Auftragsforschung: Durchführung von Auftragsforschung zu allen Arbeitsgebieten des Bereichs
- Energiewirtschaftliche Studien: Studien und Analysen für Unternehmen aus der Energiewirtschaft
- Regionale Energiekonzepte: Entwicklung und Begleitung von regionalen Energieversorgungskonzepten mit regenerativen Energien
- Analysen und Gutachten für Systemdienstleistungen: Erstellung und Begleitung von Systemdienstleistungsgutachten für regenerative Stromerzeuger
- Beratung, Studien und Weiterbildung: kompetente Beratung, wissenschaftliche Begutachtungen, Studien und Weiterbildungsangebote für Fach- und Führungskräfte
- Lizenzen: Vergabe nichtausschließlicher Lizenzen an den vom Fraunhofer IWES gehaltenen Schutzrechten
- Weitere Produkte und Dienstleistungen sind auf S. 36 und S. 37 zu finden.

↳ Dr.-Ing. Kurt Rohrig
 kurt.rohrig@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 561 7294-330



ENERGIEMETEOROLOGIE UND SYSTEMINTEGRATION

Die zunehmende wetterabhängige Stromerzeugung erfordert ein grundsätzliches Umdenken bei der Planung und dem Betrieb des Energieversorgungssystems und den Einsatz von Methoden und Werkzeugen der Energiemeteorologie. Für das Design und den zuverlässigen Betrieb von Windenergieanlagen und Windparks als Teil des Stromversorgungssystems ist die genaue Kenntnis der Standortbedingungen und die Prognose der wetterabhängigen Erzeugung entscheidend.

Standortbewertung

Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten ist die Entwicklung von Mess- und Analysemethoden zur Charakterisierung der Umweltbedingungen. Dabei steht an Land insbesondere die Planung von Windparks mit hohen Nabenhöhen in hügeligem oder bewaldeten Gelände im Vordergrund. Für die Offshore-Windenergienutzung werden innovative und angepasste Mess- und Analysemethoden für die Standortbedingungen Wind, Wellen, Strömung und Boden entwickelt. Für die Offshore-Baugrundbewertung wird ein Konzept für die optimale Kombination von seismischen Messmethoden mit geologischen und geotechnischen Erkundungsverfahren erarbeitet.

Werkzeuge zur Systemintegration

Die Optimierung von deterministischen und probabilistischen Windleistungs-Prognoseverfahren mit verschiedenen numerischen Wetterprognosen und Online-Messungen stellt den Fokus im Bereich Netzbetrieb dar. Für die Kurzfristvorhersage werden Online-Leistungsmessungen von repräsentativen Windparks sowie Online-Windmessungen des IWES-Windmessnetzes verwendet. Die Simulation von Windleistungszeitreihen und -prognosen für zukünftige Szenarien ergänzt das Angebot.

Entwicklung der Offshore-Windenergienutzung

Im Rahmen der Offshore-Windenergienutzung koordiniert das Fraunhofer IWES die Forschungsinitiative RAVE zum Testfeld alpha ventus und führt ein Monitoring-Programm zur Technologieentwicklung der Offshore-Windenergienutzung durch.

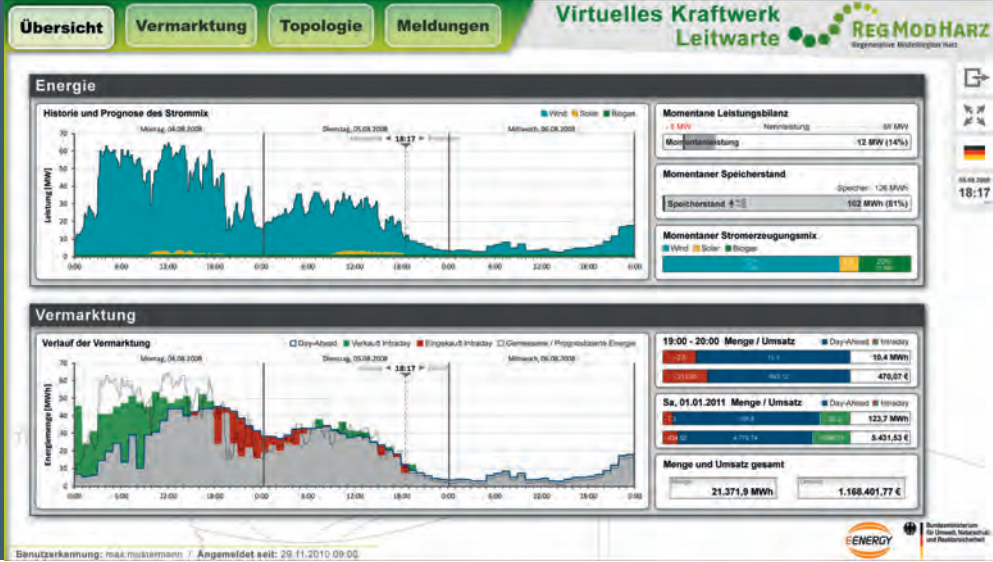
Zuverlässigkeit

Schwerpunkt der Forschung sind Verfahren zur zuverlässigkeitsorientierten Instandhaltung, basierend auf statistischen Analysen empirischer Daten. Aus den Instandhaltungsdaten und Betriebserfahrungen können Ausfallwahrscheinlichkeiten bestimmt und Schwachstellen der Instandhaltungsabläufe und des Designs abgeleitet werden. Für kleine Windenergieanlagen wird außerdem ein Teststandort betrieben.

Dienstleistungen und Produkte

- Messung der Umweltbedingungen und Standortbewertung für Onshore- und Offshore-Windparks
- Seismische Bodenerkundung für Offshore-Windparks sowie Labortests an Bodenproben
- Entwicklung von Algorithmen zur deterministischen und probabilistischen Windleistungsprognose
- Beratung und Analyse verschiedener Windleistungsprognoseverfahren und deren Unsicherheiten
- Simulation von Zeitreihen der Einspeisung und ihrer Prognose für die Systemplanung
- Unterstützende Beratung bei Erfassung und Analyse zuverlässigkeitsrelevanter Informationen

↘ Dr. rer. nat. Bernhard Lange
bernhard.lange@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 471 14 290-350



ENERGIEINFORMATIK UND INFORMATIONSSYSTEME

Die Integration erneuerbarer Energien in die Energieversorgungssysteme von heute bedingt einen hohen Durchdringungsgrad von Informations- und Kommunikationstechnologien. Schwerpunkte der Aktivitäten sind die Erstellung von unterstützenden Werkzeugen und Verfahren, wie dem Prognosesystem für Windstromeinspeisung, die Vernetzung von Energieerzeugern, Speichern und Verbrauchern zu virtuellen Kraftwerken und die Untersuchung sowie die Weiterentwicklung moderner Konzepte zu Datenaustausch und Sicherheit im Hinblick auf die intelligenten Netzstrukturen (Smart Grids) von morgen.

Architekturen und Umsetzungen virtueller Kraftwerke

In Zukunft wird sich die Stromversorgung Deutschlands mehrheitlich auf viele kleine Erzeugungseinheiten stützen. Der Zusammenschluss einer großen Menge von Einzelanlagen erfordert geeignete Architekturen und Kommunikationskomponenten, die einen sicheren Betrieb gewährleisten. Ein Schwerpunkt der FuE-Aktivitäten ist der Entwurf solcher Architekturen und deren Umsetzung unter Berücksichtigung bzw. Ergänzung anerkannter Normen, wie der IEC61850, der IEC61970 und dem darin enthaltenen Common Information Model (CIM).

Untersuchung der Rolle von E-KFZ

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Untersuchung der Rolle von Elektromobilität im Stromversorgungssystem der Zukunft. Neben der Verbrauchsseite der Elektromobilität wird untersucht, inwiefern E-KFZ als Kurzzeitspeicher für die elektrischen Netze zur Verfügung stehen und inwieweit sich damit die Versorgung mit erneuerbarer Energie optimieren lässt.

Istwertbestimmung und Prognosesysteme für Windstromeinspeisung

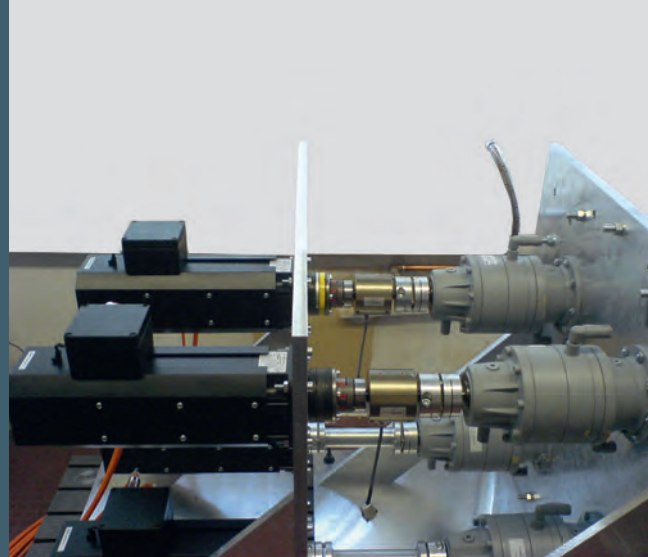
Ohne verlässliche Bestimmung der aktuellen sowie der Vorhersage der künftigen Einspeisung aus Windenergieanlagen wären heutzutage weder der zuverlässige Betrieb der elektrischen Netze möglich, noch könnte die eingespeiste Energie sinnvoll in die Strommärkte integriert werden. Neue Prognoseverfahren sowie die Anforderungen, die bei der Integration in

moderne IT-Systeme bei Kunden entstehen, sorgen dafür, dass Prognosemethoden und softwaretechnische Umsetzung auf der Höhe der Zeit gehalten werden.

Dienstleistungen und Produkte

- Softwaresysteme zur Prognose der Einspeisung aus Windenergieanlagen für verschiedene Zeitbereiche (Kurzfrist- und Folgetagsprognose)
- Algorithmen und Parameter zur Onlineberechnung der Windenergieeinspeisung
- Aufnahme und operative Bereitstellung von Windmessdaten (Windgeschwindigkeit und -richtung) aus einem deutschlandweiten Netz von 30 bis 50 Meter hohen Messmasten
- Beratungsleistungen, Demonstratoren und Funktionsmuster virtueller Kraftwerke
- Frei parametrierbare Simulationen von Elektrofahrzeugen unter verschiedensten Randbedingungen

↳ Dr.-Ing. Reinhard Mackensen
 reinhard.mackensen@iwes.fraunhofer.de
 Telefon +49 561 7294-245



REGELUNGSTECHNIK UND ENERGIESPEICHER

Die Tätigkeitsfelder des Bereichs umfassen die interdisziplinäre Verbindung der Gebiete Energiewandlung und Regelungstechnik unter Verwendung moderner Methoden der Regelungs- und Systemtechnik. Wichtigste Anwendungsfelder sind die Windenergie- und Meeresenergietechnik sowie die Energiespeicher-Systemtechnik. Das methodische Spektrum reicht von grundlegenden theoretischen Untersuchungen durch mathematische Modellierung und Simulation über experimentelle Verifikationen und praktische Erprobungen im Labor und im Feld, bis zur Realisierung von Funktionsmustern einschließlich Integration in Anlagen und Systeme.

Schwerpunkte

Trotz der enormen Erfolge der Windenergienutzung und einer weitgehend ausgereiften Anlagentechnik besteht in der Windenergietechnik noch ein großes technisches Innovations- und Kostensenkungspotenzial. Ziele sind zuverlässige und wartungsarme Windkraftanlagen für den On- und Offshore-Bereich. Dabei verdient die Regelung großer Windparks in den kommenden Jahren eine besondere Aufmerksamkeit.

Technologien zur Nutzung maritimer Energiequellen stehen noch ganz am Anfang. Interessant erscheinen vor allem Meeresströmungsturbinen. Trotz vieler Parallelen zur Windenergie sind noch viele technische Probleme zu lösen. Das gilt auch für andere Techniken zur Nutzung der Meeresenergie.

In vielen Bereichen der Nutzung erneuerbarer Energien spielen Speicher eine große Rolle. Im Rahmen der Elektromobilität wird ihnen sogar eine Schlüsselrolle zugewiesen. Dabei kann die Energiespeichersystemtechnik helfen, neue technische Möglichkeiten zu erschließen, Wirkungsgrade und Umweltverträglichkeit zu verbessern sowie Kosten zu reduzieren.

FuE-Themen

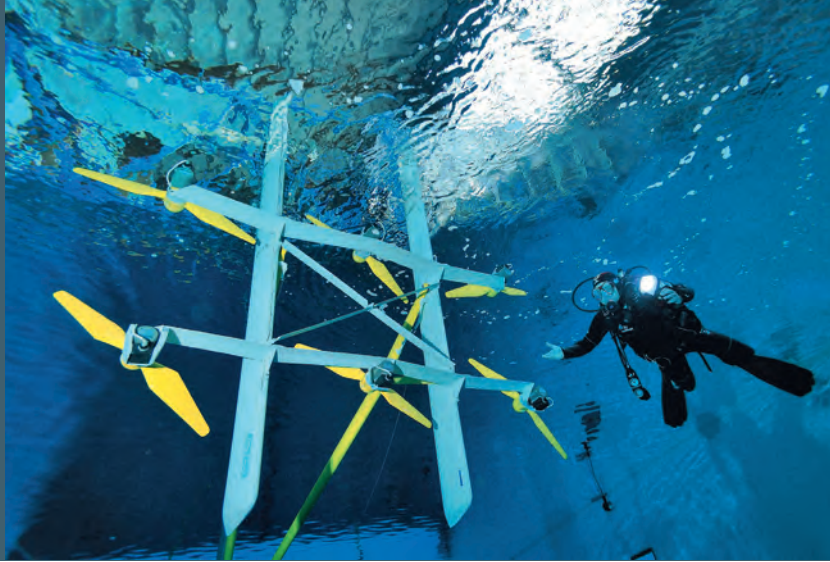
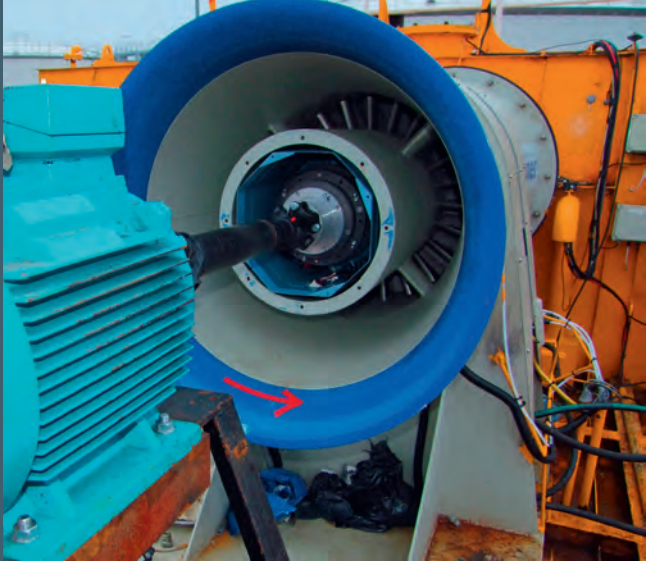
- Neue Regelungsverfahren zur Reduktion der mechanischen Belastungen in großen Windkraftanlagen und Windparks
- Zustandsdiagnose- und Fehlerprognosesysteme für Windkraftanlagen und Windparks
- Entwicklung mathematischer Modelle und virtueller Systeme für Windenergie-, Meeresenergie- und Speichertechnik

- Regelungs- und Systemtechnik für Meeresenergienutzung
- Systemtechnik elektrischer Energiespeicher und neuer Energiewandler

Dienstleistungen und Produkte

- ISET-LAB und ISET-LIB: Software zur Simulation von Blei-Säure- und Lithium-Ionen-Batterien für vorindustrielle und industrielle Forschung in verschiedenen Simulationsumgebungen
- Virtual Battery: Hardware-Simulation des Klemmenverhaltens von Bleibatterien oder Lithium-Ionen-Batterien mit der Echtzeitvariante von ISET-LAB und ISET-LIB
- Alternative Power Library: Universelle Modellbibliothek für die Simulation dezentraler Energieversorgungssysteme
- Virtual Wind Turbine: Software zur HIL-Simulation (Hardware in the loop) von Windkraftanlagen in Versuchs- und Testeinrichtungen
- Wind Turbine Control Designer: Software zur Entwicklung von Regelungssystemen für große Windkraftanlagen
- Auftragsforschung zu allen Arbeitsgebieten des Bereichs

↘ Dipl.-Ing. Peter Caselitz, peter.caselitz@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-332



MEERESENERGIENUTZUNG

Meeresenergie in Form von Wellen und Gezeitenströmungen hat das Potenzial, signifikante Beiträge zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu leisten. Unterschiedliche Technologien befinden sich in der Entwicklung. Die Abteilung unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung marktfähiger Technologien: Von der Konzeptphase, bei Test und Erprobung vom Labormaßstab bis zu Demo- und Pilotprojekten im Megawatt-Bereich, führt Potenzial- und Machbarkeitsstudien durch und entwickelt Strategien für die Markteinführung.

Schwerpunkte

Die Kommerzialisierung von Meeresenergiotechnologien erfordert die genaue Kenntnis der wirtschaftlich nutzbaren Ressourcen, die Entwicklung zuverlässiger und wettbewerbsfähiger Technologien und die Implementierung von Markteinführungsstrategien und -instrumenten. Zentrale Herausforderungen zur Nutzung von Wellen- und Strömungsenergie sind die verbesserte Ermittlung verfügbarer Ressourcen, deren Charakterisierung mit Hilfe neuer Messverfahren sowie die energetische Nutzung optimierter Simulationsmodelle. Die Entwicklung geeigneter Energiewandlungstechnologien erfolgt schrittweise von der Konzeptphase, über Modellversuche bis hin zu Feldversuchen im kleinen Maßstab und schließlich Demonstrationsprojekten mit Leistungen im Megawattbereich. Dabei werden Erfahrungen, Konzepte und Methoden aus der Entwicklung und Realisierung anderer Technologien, insbesondere der Wasserkraft und der Windenergie, genutzt und auf die spezifischen Bedürfnisse für Meeresenergiesysteme angepasst bzw. weiterentwickelt. Im Bereich der Normung und der internationalen Zusammenarbeit bestehen Kooperationen mit der IEA, der IEC und anderen Netzwerken und Organisationen.

FuE-Themen

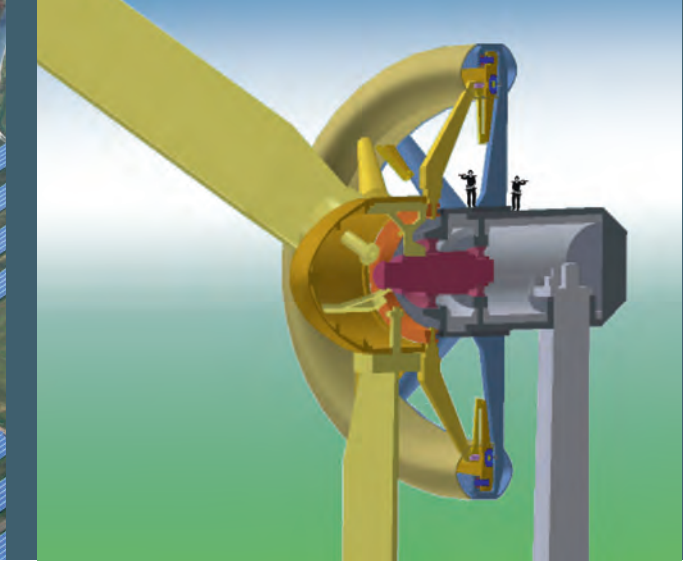
- Potenzialuntersuchungen zur Nutzung der Wellen- und Strömungsenergie sowie Offshore-Windenergie i. V. m. GIS
- Methodenentwicklung für die Vermessung und Charakterisierung von Standorten und Anlagen
- Technologiespezifische Modellbildung zur Entwicklung neuer Regelungsverfahren zur Verbesserung des Anlagenenergieertrags sowie zur Reduktion dynamischer Lasten

- Entwicklung von Systemtechnik für die Energiewandlung in Strömungsturbinen und Wellenenergieanlagen (Power Take Off – PTO)
- Untersuchung von Anlagenkonzepten zur kombinierten Nutzung von Strömungen, Wellen und Offshore Windenergie sowie nichtenergetischer Anwendungen
- Entwicklung von Konzepten zur Netzanbindung von Meeresenergieanlagen
- Untersuchungen zur Machbarkeit und Realisierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen zur Nutzung von Offshore-Windpotenzialen in großen Wassertiefen (schwimmende Windkraftanlagen)

Dienstleistungen und Produkte

- Durchführung von Potenzial-, Markt- und Machbarkeitsstudien für Meeresenergieanlagen und schwimmende Windkraftanlagen
- Entwicklung technologiespezifischer Lösungen für die Regelung- und Betriebsführung sowie die Energiewandlung (PTO) und Netzintegration
- Untersuchungen zu Synergieeffekten und technischen Lösungen für die kombinierte Nutzung von Offshoreanlagen
- Konzipierung, Umsetzung und Auswertung von Modellversuchen, Feldtests im kleinen Maßstab und Demonstrationsprojekte im kommerziellen Maßstab
- Auftragsforschung zu allen Arbeitsgebieten der Abteilung

↳ Dipl.-Phys. Jochen Bard, jochen.bard@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-346



ANLAGENTECHNIK UND VERTEILUNGSGEWEBE

Der Bereich untersucht die Systemtechnik für den Einsatz erneuerbarer Energien, wie Photovoltaik und Windenergie sowie anderer Stromerzeuger, Speichersysteme und Elektrofahrzeuge. Wichtig ist die Stromrichtertechnik als Bindeglied zwischen Stromerzeugern, Speichern und Lasten mit dem Netz. Es werden Stromrichter und andere Betriebsmittel entwickelt, die die neuen Anforderungen intelligenter Netze unterstützen. Die Laborausstattung erlaubt normkonforme Gerätetests und Versuche in Verteilungsnetzen unter Verwendung neuer Informations- und Kommunikationseinrichtungen.

Schwerpunkte

Im Bereich werden grundsätzliche technische Probleme zur Energieversorgung mit hohem regenerativen Anteil bearbeitet, neue systemtechnische Ansätze konzipiert sowie Labor- und Feldtests durchgeführt. Weitere Forschungsschwerpunkte liegen auf der Technik für Photovoltaiksysteme, Speichersysteme und dem elektrischen Teil von Windkraftanlagen. Neben Geräteentwicklungen bis zum Laborprototyp werden ganzheitliche, systemtechnische Betrachtungen zur Netzeinbindung dezentraler Stromerzeuger, Speicher und Lasten durchgeführt. Die Gestaltung und Demonstration intelligenter elektrischer Verteilungsnetze und Inselnetze ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Arbeit.

Die Netzschnittstelle und das Systemverhalten von Windkraft- und Photovoltaikanlagen werden über die Steuerung und Regelung von Stromrichtern und elektrischen Maschinen weiterentwickelt. Hier werden die Kommunikationsschnittstellen und die Interaktion mit den Netzbetriebsmitteln und der Betriebsführung auf der Verteilnetzebene untersucht.

Der Bereich betreibt zwei Test- und Prüfzentren DeMoTec und SysTec für die Netzintegration dezentraler Stromerzeuger und koordiniert die Zusammenarbeit im Exzellenznetzwerk DERLabe.V.

FuE-Themen

- Betriebsführung, Betriebsmittel, Auslegungs- und Regelungsverfahren für elektrische Verteilungsnetze
- Anlagentechnik und Prüfung von Windenergieanlagen, Photovoltaiksystemen und Elektrofahrzeugen
- Netzintegration von dezentralen Erzeugungsanlagen, Speichern, steuerbaren Lasten und Elektrofahrzeugen
- Elektrische Maschinen und Stromrichtertechnik für dezentrale Erzeugungsanlagen
- Elektromagnetische Verträglichkeit von Komponenten und Systemen
- Induktive und konduktive Übertragungssysteme für Elektrofahrzeuge
- Wirtschaftliche Aspekte dezentraler Netzdienstleistungen
- Dezentrales Energie- und Leistungsmanagement
- Inselnetze, Hybridsysteme, ländliche Elektrifizierung
- Informations- und Kommunikationstechnik für Stromversorgungssysteme

Dienstleistungen und Produkte

- Auftragsmessungen: Elektrische Systemkomponenten, Stromrichter für Photovoltaik- und Windkraftanlagen, PV-Module und elektrische Energiespeichersysteme
- Auftragsforschung: Privat und öffentlich geförderte Forschungsprojekte
- Labore und besondere Geräte: Sechs Entwicklungslabore, drei Outdoor-Experimentierfelder, akkreditierte Labore für EMV, Netzstromrichter und Solarzellensensoren, Testfeld für intelligente Netze, Labor zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen, FRT-Messsystem für Erzeugungsanlagen bis sechs Megawatt



Fachabteilungen und -gruppen

Anlagen- und Messtechnik

Der Schwerpunkt der Abteilung liegt auf messtechnischen Untersuchungen an Stromrichtern und Photovoltaikmodulen und Windenergieanlagen (EMV, Wirkungsgrad, Netzintegration). (siehe auch S. 42)

Energiemanagement

Die Abteilung befasst sich mit Erzeugungs- und Lastmanagement für Privathaushalte, Gewerbe und Industrie im Verteilungsnetz. Ziel ist die Einbindung des dezentralen Energie- und Gebäudemanagements in Netzbetrieb und Energiemärkte. (siehe auch S. 43)

Betrieb Verteilungsnetze

Die Abteilung entwickelt Verfahren für Planung und Betrieb von Verteilungsnetzen sowie Verfahren für die Betriebsführung von Kundenanlagen zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen. Ferner werden Betriebsführungsstrategien bei Nutzung von Anreiz- und Aggregationsmechanismen untersucht. (siehe auch S. 44)

Netztechnik und Integration

Zentrale Themen sind Netzqualität und Netzdynamik, neue Verfahren der Netzregelung, neue Netzbetriebsmittel und Netztechnologien, Netzanschlussbedingungen und Prüfverfahren für den Netzanschluss von dezentralen Erzeugungsanlagen, Netzschutz, Kommunikations- und Leittechnik sowie die ländliche Elektrifizierung. (siehe auch S. 45)

Generatoren und Antriebe

Die Abteilung Generatoren und elektrische Antriebe beschäftigt sich mit der Berechnung und Optimierung unterschiedlicher elektrischer Maschinen und der zugehörigen Regelungstechnik zur Erfüllung der Netzanschlussbedingungen. Das Leistungsspektrum reicht von der Kleinwindanlage bis in den Multimegawattbereich. Für sehr große Generatoren wird ein Magnetring-Generatorkonzept entwickelt, das zu spezifisch geringeren Gondelmassen führen soll.

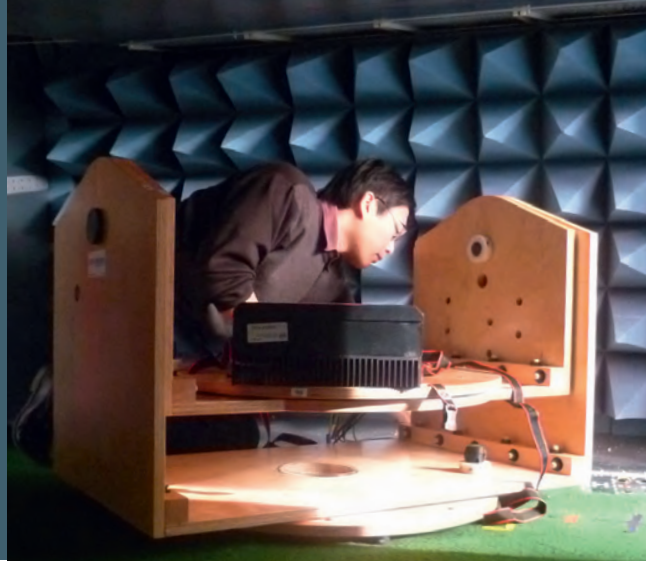
Elektromobilität

Die Netzintegration von Elektromobilen sowie Ladeinfrastruktur und Batteriemangement sind die Kernthemen dieser Fachgruppe. Netzstöraussendungen und die Stömpfindlichkeit von E-Fahrzeugen werden nach den vorgeschriebenen Normen geprüft sowie Stromparkplätze für E-Fahrzeugflotten untersucht. Fokus ist die Entwicklung von Energiemanagementsystemen zur zeitlichen Kopplung von erneuerbarer Energieerzeugung und der Ladung von Elektrofahrzeugen. Ein spezieller Prüfstand ermöglicht die Hardware-in-the-Loop Optimierung von Fahrzeugen mit verschiedenen Batteriedesigns unter reproduzierbaren Randbedingungen sowie die Optimierung der Netzintegration.

Stromrichtertechnik

Die Abteilung entwirft die Regelung und die Hardware von Stromrichtern als Bindeglieder zwischen verteilten Erzeugungsanlagen und dem Energieversorgungsnetz. Die Entwicklung und Optimierung von Regelungsstrategien für Stromrichter, die das Betriebsverhalten der netzgekoppelten Komponenten mitbestimmen, sind ein Untersuchungsschwerpunkt. Insbesondere werden Stromrichter für Windkraftanlagen und Speichersysteme sowie für Elektroantriebe und Ladestationen optimiert.

↳ Dr.-Ing. Philipp Strauß, philipp.strauss@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-144



ANLAGEN- UND MESSTECHNIK

Die Abteilung Anlagen- und Messtechnik befasst sich mit den technischen Aspekten von umweltfreundlichen Energieversorgungsanlagen. Einen Schwerpunkt bilden Photovoltaik-Anlagen und photovoltaisch versorgte Geräte, wobei insbesondere auch die Integration in Gebäude betrachtet wird. Neben der Konzeption und Durchführung kundenspezifischer sowie standardisierter Prüfungen an PV-Modulen und -Systemen werden auch spezielle Messtechnik-Komponenten für diese Aufgaben entwickelt. Ein weiteres Arbeitsgebiet ist die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten und Systemen sowie die Durchführung von Stromrichterprüfungen.

PV-Systeme und Messtechnik

Die Gruppe konzipiert, entwickelt und prüft umweltfreundliche Energieversorgungsanlagen. In verschiedenen Testlaboren werden wissenschaftliche Begleituntersuchungen durchgeführt, um die System- und Geräteeigenschaften zu charakterisieren. Schwerpunkte sind messtechnische Untersuchungen an PV-Systemen und Komponenten. Zu diesem Zweck werden auch geeignete Messtechniklösungen entwickelt. In einem Outdoor-Prüflabor für Photovoltaik-Systeme können im Rahmen von Langzeitmessungen hochaufgelöste charakteristische Messdaten ermittelt werden. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Modellbildung und Simulation photovoltaischer Systeme und deren Komponenten.

Photovoltaik-Gebäudeintegration

Die Integration von Photovoltaikelementen im Gebäude bietet die Möglichkeit, neben der Stromerzeugung auch weitere Eigenschaften der Bauelemente zu nutzen. Auf diese Weise können multifunktionale PV-Module den Wert des Gebäudes deutlich steigern. Die Fachgruppe befasst sich mit allen technischen Aspekten von gebäudeintegrierten PV-Systemen. Dabei werden elektrische, mechanische und bautechnische Fragestellungen behandelt. Die multifunktionalen Eigenschaften können durch Messungen und Simulationen charakterisiert werden. Insbesondere können dachintegrierte Systeme und Fassadensysteme in Freifeldtests unter realen Einsatzbedingungen untersucht werden.

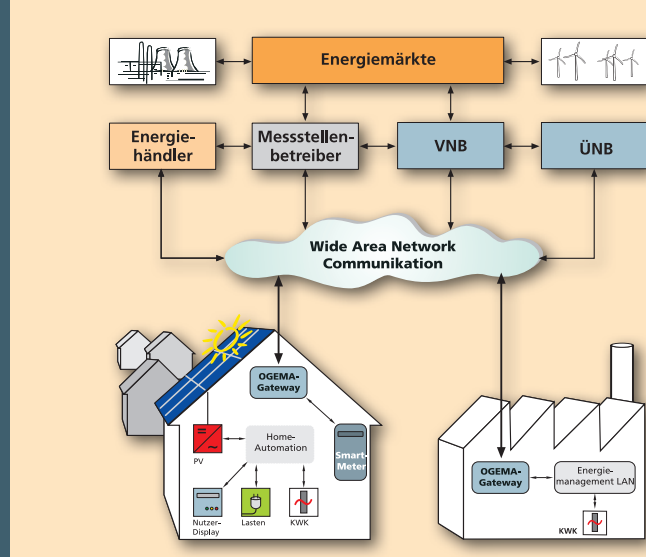
Elektromagnetische Verträglichkeit

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) ist aus Gründen der Geräte- und Personensicherheit ein wichtiger Aspekt bei elektronischen Komponenten und Systemen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Durch die Einhaltung der EMV wird sichergestellt, dass elektronische Systeme untereinander störungsfrei funktionieren und die Umgebung nicht in unzulässigem Maß mit elektromagnetischen Feldern belastet wird. Die Fachgruppe befasst sich mit der Durchführung von Prüfungen, der Entwicklung von Prüfeinrichtungen sowie der Simulation elektromagnetischer Felder und deren Wechselwirkungen auf System- und Komponentenebene. Darüber hinaus ist das Fraunhofer IWES für EMV-Prüfungen in seinen Laboren am Standort Kassel nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiert.

Dienstleistungen

- Akkreditierte und entwicklungsbegleitende EMV-Prüfungen
- Wirkungsgradmessungen an PV-Stromrichtern nach DIN EN 50530
- Elektrolumineszenzmessungen
- Langzeitmessungen an PV-Modulen und -Systemen
- PV-Ertragsgutachten und Anlagenbegutachtung
- Entwicklung kundenspezifischer Messtechnik
- Kalibrierung von Bestrahlungsstärkesensoren und »ISET-*mpp meter*«

↳ Dr.-Ing. Norbert Henze, norbert.henze@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-219



ENERGIEMANAGEMENT

Die Abteilung Energiemanagement befasst sich mit dem Erzeugungs-, Speicher- und Lastmanagement sowie mit rationeller Energiewandlung für Haushalte, Gewerbe und Industrie. Die Forschungsthemen reichen von der Entwicklung der benötigten Hard- und Software über die Implementierung beim Kunden bis hin zur Interaktion der Energiemanagementsysteme mit Handel und Netzbetrieb. Besonders wichtig sind hierbei die Schnittstellen zu den Nutzern, zur Gebäudeautomation sowie zum Netzbetrieb.

Ein Untersuchungsschwerpunkt liegt auf der Entwicklung geeigneter Informations- und Kommunikations-Technik (IKT) für das Energiemanagement in Stromversorgungssystemen. Neue IKT-Lösungen ermöglichen es, Schaltzeitpunkte und Betriebsmodi von Geräten automatisch zu optimieren. So kann ein dezentrales Energiemanagement der Erhöhung der Energieeffizienz oder der Reduzierung der Spitzenlast von Kunden dienen. Auch Stromlieferanten oder Netzbetreiber können diese Technik zur technisch/wirtschaftlichen Optimierung einsetzen. Die Abteilung unterstützt auch die entsprechende Gremienarbeit und Standardisierung und organisiert gemeinsam mit der Industrie und anderen Forschungseinrichtungen die »Open Gateway Energy Management Alliance« OGEMA.

Softwareentwicklung

In dieser Gruppe wird Software für automatische Energiemanagement-Systeme entwickelt. Ein Schwerpunkt liegt momentan auf der Betriebsführungs-Software für sogenannte Energiemanagement-Gateways zwischen dem Versorgungsnetz und den lokalen Strukturen. Die Aufgaben des Gateways umfassen Messung, Regelung, Optimierung und Visualisierung von Energieflüssen und Elektroenergiequalität. Eine wichtige Rolle spielt auch die Datensicherheit. Hierfür wird eine modulare Softwareumgebung spezifiziert, die als Plattform für die Umsetzung des Gateways dient. Darüber hinaus werden Anwendungen im Bereich Energiemanagement und -effizienz als Softwaremodule (»Apps«) basierend auf OGEMA umgesetzt. Dazu zählt auch die Entwicklung von Datenmodellen und der Support der Anwender bei Tests in Labor und Praxis.

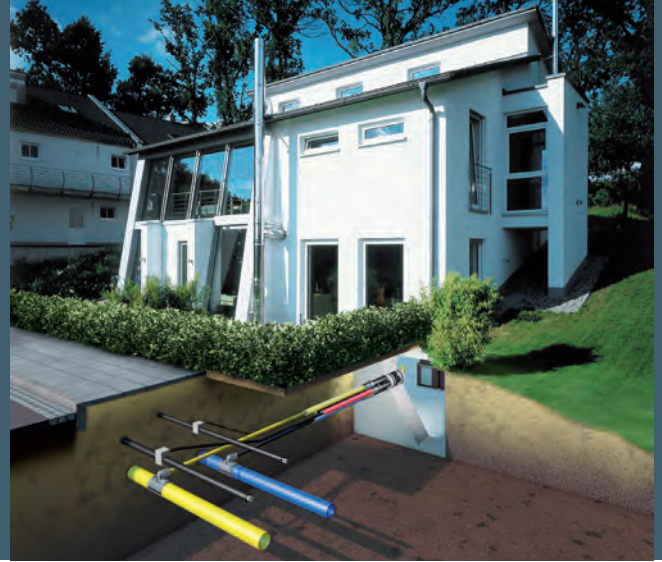
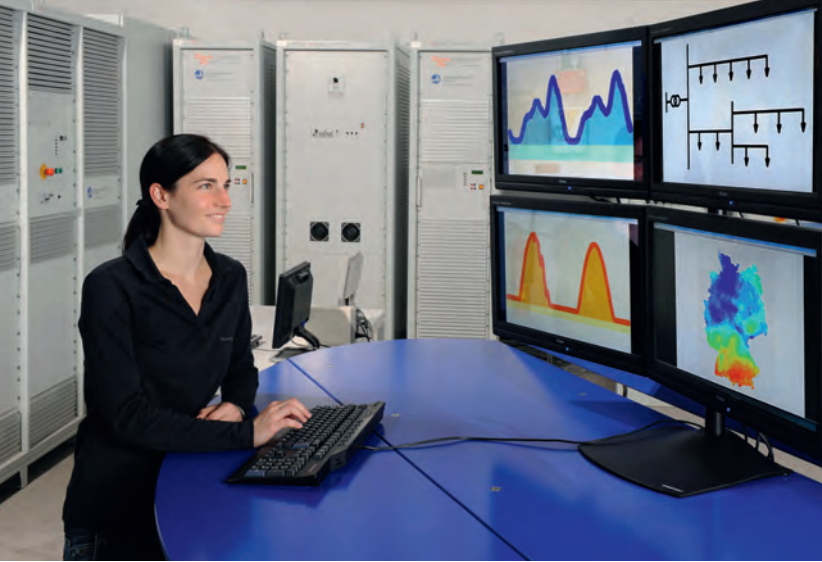
Energiemanagement-Anwendungen

Energiemanagement-Systeme in Kundennetzen haben vielfältige Anwendungen – lokal als auch im Umfeld aktiver Versorgungsnetze. Schwerpunkt der Gruppe ist die Konzeptionierung, Umsetzung und Integration von entsprechenden Bausteinen mittels multifunktionaler Soft- und Hardwareinfrastrukturen. Dies umfasst die Analyse und Beschreibung von Use Cases sowie Auswahl, Entwicklung und Umsetzung von Sensor-/Aktorsystemen. Hardware/Software-Schnittstellen werden unter Nutzung der OGEMA-Plattform mit dem Ziel der Modularisierung und Vereinheitlichung entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt ist die simulationsbasierte Untersuchung der Anwendungen im Kundennetz. Im Hinblick auf die Auswirkungen im Verteilungsnetz arbeitet die Gruppe stark mit der Abteilung »Betrieb Verteilungsnetze« zusammen.

Dienstleistungen und Produkte

- Ermittlung von Energiemanagementpotenzialen
- Energiemanagementlösungen für Kundenanlagen
- Begleitung, Umsetzung und Auswertung von Demonstrations- und Praxistests
- Beratung, Schulung und Support zur Nutzung von OGEMA
- Entwicklung, Zertifizierung, Test und Qualitätskontrolle von OGEMA-basierten Lösungen
- Entwicklung von Tarif- /Geschäftsmodellen für Energiemanagement und variable Strompreise

↳ Dr.-Ing. Philipp Strauß, philipp.strauss@wes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-144



BETRIEB VERTEILUNGSNETZE

Bereits heute sind über eine Million Erzeugungsanlagen in Deutschland im Verteilungsnetz angeschlossen. Neben dezentralen Erzeugungsanlagen werden auch immer mehr Lasten und Speichersysteme in den Netzbetrieb integriert. Dabei ist der Multisparten-Gedanke (Strom, Wärme/Kälte, Gas, Mobilität) konsequent umzusetzen, um bei den Investitionen in die Netzinfrastruktur und bei deren Betrieb minimale Kosten für die gesamte Energieversorgung zu erreichen. Die Abteilung entwickelt und untersucht Verfahren für die Planung und den Betrieb von Verteilungsnetzen sowie Verfahren für die Betriebsführung von Kundenanlagen zur Bereitstellung von Systemdienstleistungen. Zudem wird das Zusammenspiel verschiedener Betriebsführungsstrategien auch bei Nutzung von Anreiz- und Aggregationsmechanismen im gesamten Energieversorgungssystem untersucht.

Multisparten Speichersysteme

Bei Netzkunden gibt es regelbare Erzeuger (z. B. PV-, KWK-Anlagen), Speicher (z. B. Elektrofahrzeuge, Batterien, Wärmespeicher) und Verbraucher (z. B. Wärmepumpen). Der Schwerpunkt der Gruppe liegt auf Untersuchungen zur spartenübergreifenden Bereitstellung von Systemdienstleistungen am Netzanschlusspunkt unter Berücksichtigung des lokalen Energiemanagements. Dafür wird ein netzorientiertes spartenübergreifendes Leistungsmanagement mit Sollwertvorgaben des Netzbetreibers, Tarifierenzen sowie lokalen Messinformationen am Netzanschlusspunkt umgesetzt.

Betrieb und Planung / Hybridnetze

Die Transformation des Energieversorgungssystems und die damit verbundene Dezentralisierung führen zu einer neuartigen Situation im Verteilungsnetz. Die Gruppe entwickelt Verfahren für eine dezentrale und zentrale Betriebsführung des Verteilungsnetzes durch die Nutzung von Systemdienstleistungen. Dafür sind eine hohe zeitliche Auflösung und eine netzebenenübergreifende Betrachtung notwendig. Wichtig ist zudem eine kombinierte Optimierung von Netzplanung und -betrieb auch bei netzspartenübergreifender Betrachtung. Damit können Empfehlungen für eine strategische Weiterentwicklung von Verteilungsnetzen hin zu Smart Grids gegeben werden.

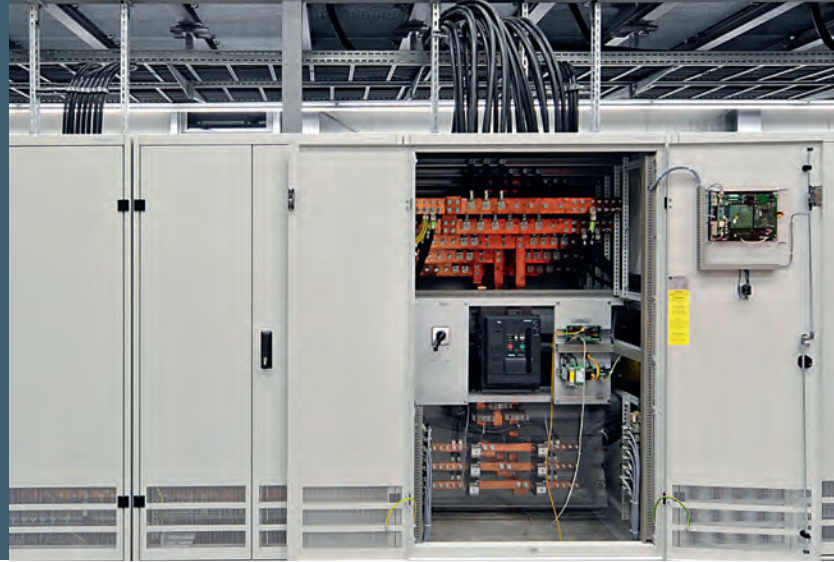
Aggregierte Betriebsführung

Das Energieversorgungssystem wird durch lokales/regionales Energiemanagement sowie Integrations- und Aggregationsstrategien komplexer. Der Schwerpunkt der Gruppe ist die Entwicklung einer Verteilungsnetz-Simulationsplattform für die Abbildung der Wechselwirkungen der verschiedenen Betriebsführungsverfahren bei Netzkunden, Aggregatoren und dem Übertragungsnetz auf das Verteilungsnetz. Auf Basis dieser Gesamtsystemabbildung werden neue Betriebsführungskonzepte, z. B. für die Bereitstellung anreizbasierter und aggregierter Systemdienstleistungen im Verteilungsnetz, entwickelt.

Dienstleistungen

- Netzberechnungen
- Energiefluss- und Netzsimulationen
- Verfahren für Netzbetrieb und Netzplanung
- Betriebsführung von Speichersystemen
- Test von Betriebsführungsverfahren in softwarebasierter Echtzeit-Simulation und Labor
- Analyse von Geschäftsmodellen, regulatorischer Rahmenbedingungen und Anreizsystemen

↳ Prof. Dr.-Ing. Martin Braun, martin.braun@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-118



NETZTECHNIK UND INTEGRATION

Die Abteilung befasst sich mit technischen Aspekten und neuen Technologien für Verteilungsnetze mit einem großen Anteil dezentraler Erzeuger und Speicher, regelbaren Lasten und Elektrofahrzeugen. Zentrale Themen sind die Netzqualität und Netzdynamik, neue Verfahren der Netzregelung, neue Netzbetriebsmittel und Netztechnologien, Anschlussbedingungen und Prüfverfahren für den Netzanschluss von dezentralen Erzeugungsanlagen, die Weiterentwicklung von Netzschutz, Kommunikations- und Leittechnik sowie die ländliche Elektrifizierung.

Netzqualität und Netzanschluss

Durch die dezentrale Einspeisung verändern sich die Leistungsflüsse, die Netzdynamik und die Netzqualität in den Verteilungsnetzen. Diese Veränderungen werden durch detaillierte, räumlich verteilte und zeitlich synchronisierte Messungen im Verteilungsnetz erfasst und analysiert. Ein weiteres Thema der Fachgruppe ist die Weiterentwicklung von Netzanschlussrichtlinien für Erzeugungsanlagen, die Entwicklung von Prüfprozeduren und Prüfaufbauten sowie die Entwicklung von Einheiten- und Anlagenmodellen für dezentrale Erzeuger.

Netzregelung und Netzdynamik

Die Gruppe befasst sich mit der Entwicklung von neuen Regelungsverfahren und Betriebsmitteln für Netze mit einem hohen Anteil dezentraler Erzeugung. Durch den zukünftig immer kleiner werdenden Anteil konventioneller Kraftwerke sollen diese neuen Verfahren einen stabilen Netzbetrieb sicherstellen. Neu entwickelte Regelungskomponenten können mit »Hardware-in-the-Loop« Systemen vor einem Einsatz im realen Netz getestet und validiert werden. Derzeit wird die Netzregelung und Betriebsführung für eine intelligente, regelbare Ortsnetzstation entwickelt und implementiert.

Schutz- und Leittechnik

Die Gruppe analysiert den Netzbetrieb unter dem Aspekt des Netzschutzes und entwickelt darauf aufbauend neue Verfahren und Technologien für den Schutz in Netzen mit dezentraler Einspeisung. Ein weiteres Thema ist die Weiterentwicklung der Netzleit- und der Kommunikationstechnik, insbesondere für Netze mit einem großen Anteil sehr kleiner Erzeugungsanlagen.

Ländliche Elektrifizierung und Hybridsysteme

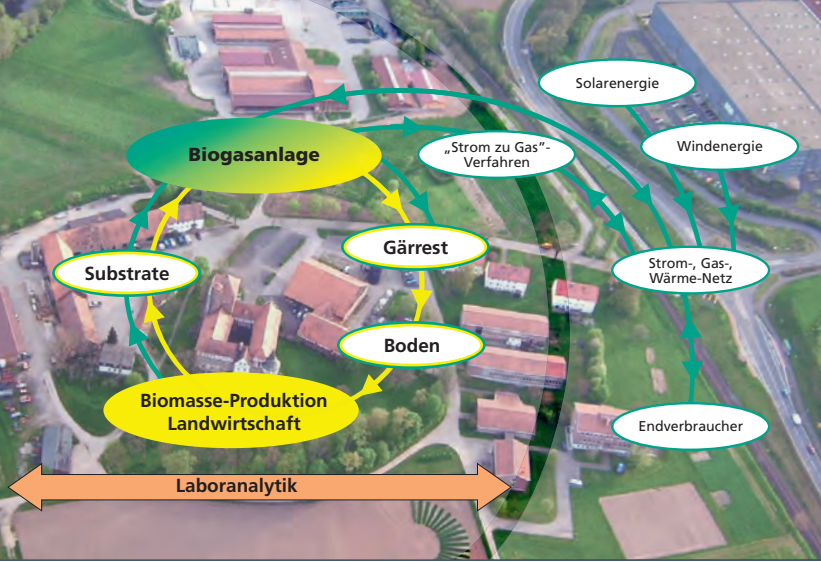
Hybride Stromversorgungssysteme vereinen unterschiedliche Quellen und Speicher. Typischerweise werden Technologien für Photovoltaik-, Windkraft- und Dieselsysteme mit stationären Speichern kombiniert. Die Gruppe beschäftigt sich dabei mit der Entwicklung von neuen Konzepten und Betriebsführungsverfahren, der optimierten Planung und Systemauslegung sowie der Erprobung in Feldversuchen.

Dienstleistungen

- Prüfung von Erzeugungseinheiten und Zertifizierung von Erzeugungsanlagen gemäß Netzanschlussrichtlinien
- Messtechnische Überprüfung des Verhaltens von Schutzeinrichtungen an Verteilnetzkomponenten
- Netzqualitätsmessungen und Leistungsanalysen
- Untersuchungen von neuen Netzbetriebsmitteln
- Untersuchung der Netzregeleigenschaften von Photovoltaikanlagen, netzgekoppelten Speichern, Biogasanlagen, KWK Anlagen etc.
- Erzeugung definierter, reproduzierbarer Netzsituationen im Niederspannungsnetz
- Testmöglichkeiten von Geräten und Komponenten im Systemverbund
- Test der Netzintegration von Erzeugungsanlagen
- Modellierung und Simulation der Netzeigenschaften von Erzeugungseinheiten und Erzeugungsanlagen

↳ Dr. rer. nat. Thomas Degner

thomas.degner@iwes.fraunhofer.de, Telefon +49 561 7294-232



BIOENERGIE-SYSTEMTECHNIK

Die Abteilung forscht auf dem Gebiet der Integration von Bioenergieanlagen in Energieversorgungsstrukturen. Ziel ist es, die vorhandenen Potenziale und Möglichkeiten dieser Technologien im Sinne einer nachhaltigen Energieversorgung mit hohem Anteil an erneuerbaren Energien auszuschöpfen und neue Perspektiven zu eröffnen. Im Vordergrund der FuE-Aktivitäten zur energetischen Biomassenutzung steht die Systemtechnik von Biogasanlagen und Biogasaufbereitungstechnologien. Diese besitzen ein hohes Potenzial zum Ausgleich dargebots- oder verbrauchsabhängiger Schwankungen in zukünftigen Energieversorgungsstrukturen.

Ausrichtung

Technologien zur energetischen Nutzung von Biomasse haben in einigen Bereichen bereits einen hohen technischen Stand erreicht. Darauf aufbauend wird durch die Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IWES eine effiziente Einbindung der Biogasanlagen in regenerative Kraftwerkparcs möglich. Nur so kann Biomasse ihre unverzichtbare Aufgabe als Ausgleichenergie künftig wahrnehmen. In diesem Zusammenhang werden auch weitergehende Einsatz- und Vermarktungsmöglichkeiten ganzer Anlagen oder einzelner Komponenten betrachtet. Hierzu bedarf es neuer Gesamtkonzepte, die bessere Energie- und Ökobilanzen aufweisen und den Rohstoff Biomasse effizienter und nachhaltig nutzen und gleichzeitig die Erzeugungskosten reduzieren. Künftig ist eine bedarfsgerechte Stromversorgung durch Biogasanlagen nur mit einem passenden, hoch effizienten Wärmenutzungskonzept sinnvoll und ggf. nur im Verbund mit einem Gasnetz zu realisieren.

Neben dem dezentralen Einsatz in großen Verbundnetzen eignen sich mit Biomasse betriebene Stromerzeugungsanlagen auch als hervorragende Ergänzung in autonomen Hybridsystemen.

↳ Dr.-Ing. Bernd Krautkremer
bernd.krautkremer@iwes.fraunhofer.de
Telefon +49 561 7294-420

FuE-Themen

- Ganzheitliche, systemtechnisch orientierte Betrachtung und Untersuchung der gesamten Prozesskette für die Strom-, Wärme- und Energieträgererzeugung aus Biomasse
- Biomasseinsatz bei neuen Energiewandlungstechnologien, wie z. B. Mikrogasturbinen, Brennstoffzellen, Stirlingmotor
- Biogasbasierte Systeme in kleinen und mittleren Leistungsbereichen für den dezentralen Einsatz sowie die Integration größerer Systeme in den Netzverbund
- Optimierung des Zusammenspiels von Bioenergiesystemen und anderen erneuerbaren Energien
- Analyse bestehender und Entwicklung neuer Integrations- und Vermarktungsmöglichkeiten von Bioenergiesystemen
- Monitoring und Integration von Biogas-Aufbereitungstechnologien
- Methanisierung von überschüssigem Strom aus anderen EE

Dienstleistungen und Produkte

- Auftragsforschung: Zu allen Arbeitsgebieten der Abteilung bieten wir die Durchführung von Auftragsforschungsprojekten an
- Auftragsmessungen: Breitentestprogramme und Monitoring für Bioenergiesysteme
- Studien und Consulting: Begleitforschung, Studien, Aus- und Weiterbildung und Beratung zur Integration von Biogasanlagen
- Technologiebewertung
- Pilot- und Demonstrationsanlagen

FORSCHUNG IM FOKUS: HIGHLIGHTS UND INTERVIEWS



GANZBLATTPRÜFUNG BIS 90 METER



DURCH DIE ENGE ZUSAMMENARBEIT MIT FÜHRENDEN ROTORBLATHTHERSTELLERN WIRD EINE HOHE INTEGRITÄT DER FORSCHUNGSBEREICHE MIT DEN ANFORDERUNGEN DER ROTORBLATTINDUSTRIE GEWÄHRLEISTET. DAS KOMPETENZZENTRUM ROTORBLATT ERARBEIT KOMPLEXE LÖSUNGSKONZEPTE ZU VIELFÄLTIGEN FRAGESTELLUNGEN: OPTIMIERUNG VON HERSTELLUNGSPROZESSEN VON FASER-VERBUNDWERKSTOFFEN, DURCHFÜHRUNG VON MATERIALPRÜFUNGEN, WEITERENTWICKLUNG VON KOMPONENTENPRÜFMETHODEN UND ZERTIFIZIERUNG GANZER ROTORBLÄTTER MIT EINER LÄNGE BIS ZU 90 METERN.

Vor dem Betrieb von Windenergieanlagen müssen die Rotorblätter von einer offiziellen Stelle zertifiziert werden. In den Prüfhallen des Kompetenzzentrums Rotorblatt können bis zu 90 m lange Rotorblätter geprüft werden, was eine Voraussetzung für die Zertifizierung ist. Das einmalige Prüfkonzept ermöglicht eine exakt definierte Beanspruchung der Blätter. Während der statischen Prüfmethode werden die Rotorblätter an einen Stahlbetonblock gespannt und in einer vertikalen Abwärtsbewegung über hydraulische Zylinder, die über Seile und individuell gefertigte Lastrahmen gekoppelt sind, belastet. Das dabei erreichbare statische Biegemoment liegt bei 115.000 kNm. Mittels Dehnungsmessstreifen, Kraftaufnehmern, optischer Wegmessverfahren, Seilzugaufnehmern sowie Beschleunigungs- und Temperatursensoren wird das Verhalten des Blattes kontrolliert.

Zusätzlich werden zyklische Ermüdungstests sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung durchgeführt. Dabei lässt ein Hydraulikzylinder das Rotorblatt in Eigenfrequenz bis zu einem Biegemoment von +/-30.000 kNm schwingen, wodurch die Zylinderkräfte sehr gering bleiben. Diese Bedingung führt zu einer realitätsnahen Biegemomentverteilung im Blatt. Auf Basis dieser Ergebnisse lassen sich Rückschlüsse auf die Auslegung von Rotorblättern ziehen.

Herstellverfahren von Faserverbundwerkstoffen

Bis zu 40 Prozent der auftretenden Fehler an einem Rotorblatt entstehen im Fertigungsprozess. Riesige Dimensionen und komplexe Bauteilgeometrien stellen besondere Herausforderungen an die Eigenschaften der verwendeten Materialien. Im Fertigungslabor des Kompetenzzentrums Rotorblatt werden neue Materialien auf die Verwendbarkeit im Rotorblattbau ge-

prüft. Insbesondere der Einsatz unterschiedlicher Harzsysteme und Klebstoffe ist für den Fertigungsprozess ein entscheidendes Kriterium. Neue Harzsysteme mit Füllstoffen wie beispielsweise Carbon-Nanotubes versprechen eine Verbesserung der Materialeigenschaften. Doch der Herstellprozess im Vakuuminfusionsverfahren der bis zu 15 cm dicken Laminatschichten muss dafür komplett angepasst werden. Im Labor können Vergleichsbauteile oder ein Referenzrotorblatt im kleinen Maßstab hergestellt werden, um die Eignung des Materials auf die besonderen Anforderungen des Herstellverfahrens im Rotorblattbau klassifizieren zu können.

Zerstörungsfreie Prüfung

Die zuverlässige Ermittlung von Fehlstellen in Rotorblättern wird auch mittels zerstörungsfreier Prüfmethoden durchgeführt. In Kooperation mit Partnern werden verschiedene Methoden an realistischen Bauteilen erprobt und verbessert. Neben Thermografie, Akustik-Emissionsverfahren, Ultraschallmethode und Shearographie verspricht vor allem eine gezielte Kombination von ergänzenden Verfahren gute Ergebnisse.

Numerische Untersuchung von Faserverbundstrukturen

Unterstützend zu experimentellen Prüfmethoden liefern numerische Untersuchungen detaillierte Erkenntnisse über die Spannungsverteilungen und sogenannte Hotspots in Bauteilen. Auf Basis der Simulationsprogramme ANSYS, FOCUS und ABAQUS können die optimalen Krafteinleitungspunkte komplexer Bauteile bestimmt oder komplizierte, nichtlineare Fragestellungen im Faserverbundbereich analysiert werden.

Transport eines Rotorblatt-Prototypen zur 90-Meter-Testhalle

↳ Dr. Arno van Wingerde
arno.van.wingerde@iwes.fraunhofer.de

WEITERENTWICKLUNG VON SIMULATIONS- TOOLS FÜR WINDENERGIEANLAGEN



WINDENERGIEANLAGEN WERDEN MIT HILFE VON KOMPLEXEN SIMULATIONS- WERKZEUGEN ENTWICKELT. DIE VERIFIZIERUNG DIESER WERKZEUGE ERFOLGT IM RAHMEN EINES »IEA TASKS« MIT EINER VIELZAHL INTERNATIONALER PARTNER. DABEI FLIESEN ALLE ERGEBNISSE DER SIMULATION EINER 5-MW OFF- SHORE-WINDENERGIEANLAGE MIT JACKET-TRAGSTRUKTUR ZUSAMMEN, WER- DEN ZENTRAL AUSGEWERTET UND IN DER PROJEKTGRUPPE INTERPRETIERT. DIE SCHLUSSFOLGERUNGEN WERDEN DIREKT IN DER SOFTWAREENTWICKLUNG AM FRAUNHOFER IWES GENUTZT.

Aufgrund dynamischer Wechselwirkungen und signifikanter Nichtlinearitäten werden die Teilsysteme von (Offshore-) Windenergieanlagen – (O)WEA und die externen Lasten zur realistischen Simulation in einem numerischen Modell zusammengefasst. Die so genannte aero-hydro-servo-elastische Simulation wird zur Berechnung der Beanspruchungen der Anlagen genutzt, die wiederum Basis der Auslegung jeder Anlagenkomponente sind. Eine Weiterentwicklung der Anlagentechnik ist ohne die entsprechenden numerischen Werkzeuge nur bedingt möglich. Diesen Codes und den Simulationsergebnissen kommt damit eine immense Bedeutung zu.

Ständige Überprüfung der numerischen Werkzeuge

Die Simulationen werden ständig weiterentwickelt und an geänderte Anforderungen – beispielsweise durch neue Tragstrukturkonzepte – angepasst. Aufgrund der Komplexität der Systeme und der Bedeutung der berechneten Ergebnisse müssen diese ständig verifiziert und validiert werden. Eine Verifizierung durch code-to-code-Vergleich erlaubt ein graduelles Erhöhen der Komplexität der Modelle und Lastfälle, eine Möglichkeit, die eine Validierung anhand gemessener Daten so nicht bietet. Die Gefahr übereinstimmender Simulationsergebnisse weitab der Realität wird wie folgt minimiert: Zunächst wird eine Vielzahl verschiedener Berechnungsansätze genutzt und weiterhin wurden einige der Codes bereits im Vorfeld – für andere Randbedingungen – validiert.

Fraunhofer IWES leitet IEA Projekt

Im Rahmen des »Wind Implementing Agreement« der Internationalen Energieagentur (IEA) wurde von 2005 bis 2009 das Projekt »Offshore Code Comparison Collaboration (OC3)« be-

Exakte Lastannahmen für die Simulation führen zu zuverlässigeren und kostengünstigeren OWEA.

arbeitet, in dem eine generische 5-MW OWEA in Kombination mit vier verschiedenen Tragstrukturen simuliert wurde. Nach Abschluss von OC3 wurde weiterer Forschungsbedarf erkannt, weshalb 2010 das Folgeprojekt »IEA Wind Task 30 – Offshore Code Comparison Collaboration Continuation (OC4)« ins Leben gerufen wurde. Die Leitung dieses Projekts liegt beim »National Renewable Energy Laboratory (NREL, USA)« und Fraunhofer IWES. Bisher sind in OC4 Partner von 24 Organisationen aus 9 Ländern aktiv. Neben NREL und IWES handelt es sich um Forschungsinstitute wie DTU Wind Energy – vormals RISØ DTU (Dänemark), CENER (Spanien), ECN (Niederlande), Firmen wie den Germanischen Lloyd oder REpower und Universitäten wie die Universität Stuttgart oder die norwegische NTNU. Ein Großteil der international relevanten Simulationstools werden in OC4 verglichen, um unter anderem die folgenden Ziele zu erreichen: Erfassen der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Codes und der Ergebnisse, bestimmen der Grenzen der implementierten Theorien, verbessern der Analysemethoden und identifizieren weiteren Forschungsbedarfs. Das Projekt ist in zwei Phasen und ein zusätzliches Expertentreffen gegliedert. Zunächst wird eine Anlage mit Jacket-Struktur untersucht, anschließend eine Anlage mit schwimmender Tragstruktur.

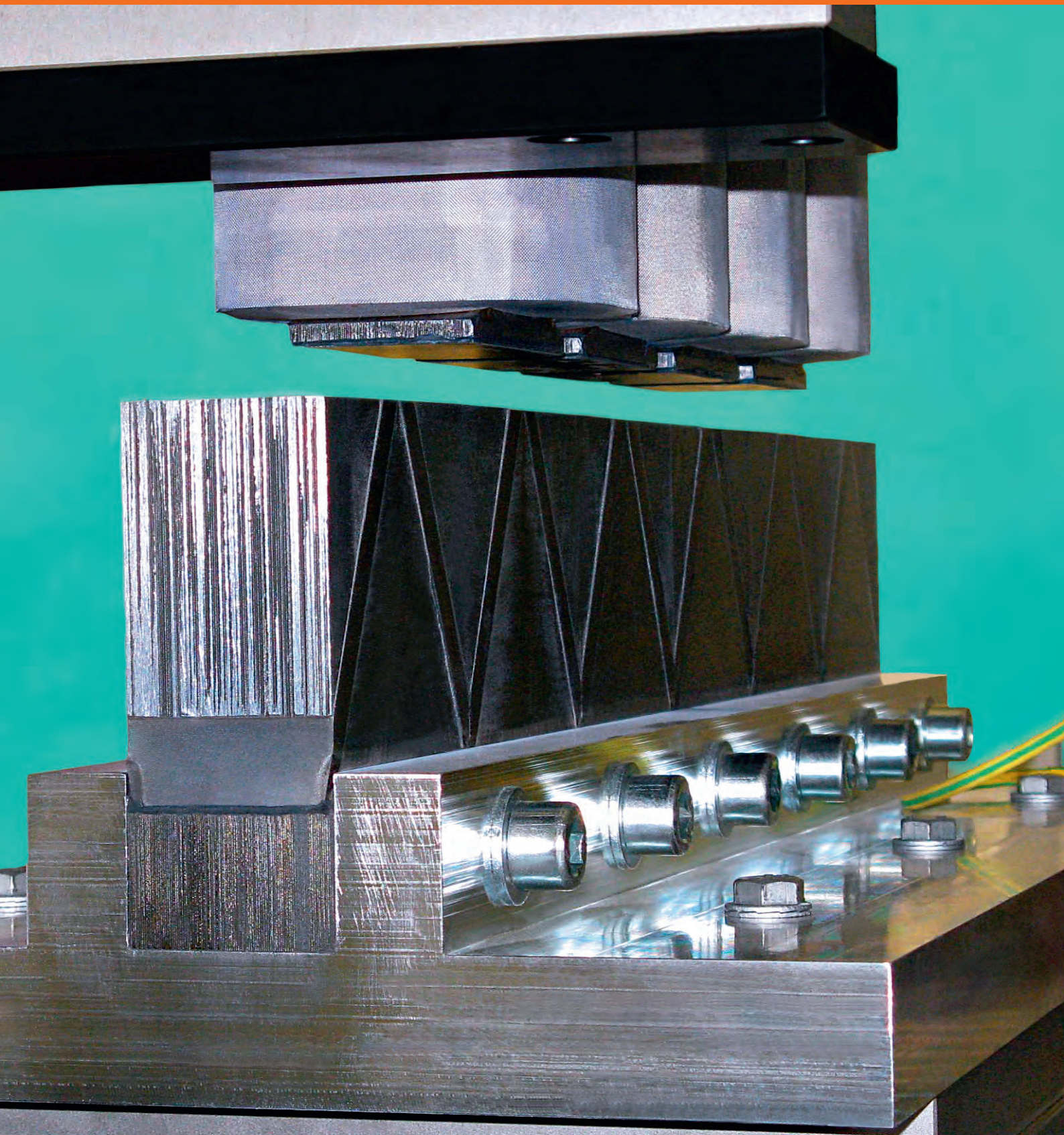
Ergebnisse fließen in Weiterentwicklung ein

Nach Erstellung des Referenzmodells und einer Anzahl von Lastfällen wurde bereits ein Großteil der Simulationen für Phase I (Jacket) durchgeführt. Dabei werden die Ergebnisse aller Partner am IWES gesammelt und ausgewertet. Die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich Modellierung und Simulation von OWEA im Allgemeinen und Jacket-Strukturen im Besonderen werden zu genaueren Lastannahmen und damit schlussendlich zuverlässigeren und kostengünstigeren OWEA führen und fließen bereits heute in die Weiterentwicklung von Simulationssoftware am IWES ein.

↘ Fabian Vorpahl, fabian.vorpahl@iwes.fraunhofer.de

↘ Wojciech Popko, wojciech.popko@iwes.fraunhofer.de

MAGNETRING – EIN NEUES GENERATOR- KONZEPT FÜR WINDKRAFTANLAGEN



7000 TONNEN WIEGT DIE MOMENTAN GRÖSSTE WINDKRAFTANLAGE DER WELT. IHR GENERATOR WIEGT 220 TONNEN UND LIEFERT MAXIMAL 7500 KILOWATT LEISTUNG. DIESE MASCHINE IST SEHR LEISTUNGSFÄHIG, BESITZT ABER EINE GROSSE SPEZIFISCHE MASSE. MIT PERMANENTMAGNET ERREGTEN GENERATOREN IST ES MÖGLICH, DAS GEWICHT VON WINDKRAFTANLAGEN DIESER LEISTUNGSKLASSE ZU REDUZIEREN UND SOMIT BAUAUFWAND UND KOSTEN EINZUSPAREN.

Fraunhofer IWES erforscht im Projekt MagnetRing innovative Generatorkonzepte. Mit neuen technologischen Ansätzen sollen leichtere, zuverlässigere und kostengünstigere Windkraftanlagen entwickelt werden. Dazu werden die elektromagnetischen und mechanischen Eigenschaften des neuen Generatortyps untersucht. Der Generator wird zunächst analytisch mit mathematischen Rechenmodellen sowie numerisch mit Computersimulationen ausgelegt. Schließlich werden die Eigenschaften einzelner Generatorsegmente mit Hilfe mehrerer Teststände messtechnisch untersucht.

Das neue Generatorkonzept

Der Rotor des Generators wird durch Permanentmagnete in einer V-förmigen Sammleranordnung erregt. Die Pole des Stators bestehen aus mehrphasig angeordneten Einzelzahnwicklungen. Jeweils 4 Statorpole werden zu einem Segment zusammengefasst. Auf diese Weise werden über 500 Pole kreisförmig nebeneinander zu einem Generator mit fast 20 Metern Durchmesser angeordnet. Die Rotor- und Statorpole bilden dabei zwei große Ringe, die sich in einem Abstand von 10 Millimetern gegenüber stehen. Im Gegensatz zu den konventionellen Schnellläufer-Maschinen mit geringerer Polzahl entsteht ein getriebeloser Langsamläufer. Ein berührungsloses und selbstregelndes Magnetlager soll den Luftspalt des Generators, also den Abstand zwischen Rotor und Stator, millimetergenau einstellen. Durch diese Maßnahmen wird eine höhere Leistungsdichte erreicht, so dass das Gewicht des neuen Generatorkonzepts gegenüber konventionellen Generatoren reduziert werden kann. Nur rund 7 Tonnen aktive Masse sind theoretisch für einen 10 Megawatt Generator erforderlich.

Die V-förmige Anordnung der Permanentmagnete im Rotor verstärkt die Flussdichte des Magnetfelds und erhöht dabei gleichzeitig die Kraftdichte der elektromagnetischen Kopplung zwischen Rotor und Stator. Je größer der Durchmesser des Generators wird, desto kleiner wird die aktive Blechpaketlänge (Dicke des Generators), die für die Erzeugung einer bestimmten Leistung maßgebend ist. Das Gewicht des Generators wird im Wesentlichen durch diese Blechpaketlänge bestimmt. Sowohl für die Länge der Blechpakete im Generator, als auch für dessen Durchmesser lassen sich Werte finden, bei denen die Masse des Generators minimal ist. Mit dem untersuchten Generatorkonzept kann also die Leistung bei gleichzeitiger Verringerung der Masse gesteigert werden. Dank der niedrigen Drehzahl und der kontaktlosen Generatorlagerung wird der Verschleiß reduziert und die Lebensdauer der Anlage verlängert. Trotz niedriger Drehzahlen werden durch den großen Durchmesser hohe Umfangsgeschwindigkeiten und damit hohe Leistungsdichten erreicht.

Konzeptverifikation im Kraftmessstand

Um genau zu bestimmen, wie stark sich die Kraftdichte erhöhen lässt und wieviel Strom die Spulen tragen können, wurden Kraftmessstände für die Tangential- und Normalkraftkomponenten des Generators in Zusammenarbeit mit der Firma Krämer Energietechnik und dem Institut für Elektrische Energietechnik (IEE) der Universität Kassel aufgebaut. Die Messungen konnten die deutlich höhere Kraft- bzw. Leistungsdichte in den Generatorsegmenten verifizieren. Darüber hinaus wurde ein Messstand für das Magnetlager entwickelt und aufgebaut, um die Rückstellkräfte im Lager zu ermitteln. Durch ein entsprechendes Design kann mit Hilfe des Magnetlagers genug Kraft entwickelt werden, um den Rotor-Ring stabil auf Position zu halten.

Versuchsaufbau zur Ermittlung der magnetischen Kräfte von Generatorsegmenten

↳ PD. Dr.-Ing. René Marklein, rene.marklein@iwes.fraunhofer.de
↳ Dr. Philipp Strauß, philipp.strauss@iwes.fraunhofer.de

REGELUNG VON WINDENERGIEANLAGEN UND WINDPARKS



INNOVATIVE REGELUNGSSYSTEME FÜR WINDENERGIEANLAGEN TRAGEN ZUR LASTREDUKTION UND ZUR ERHÖHUNG DER BETRIEBSSICHERHEIT BEI. WINDPARK-REGELUNGSSYSTEME SORGEN FÜR STABILITÄT UND ERLEICHTERN DIE NETZINTEGRATION.

Moderne Windenergieanlagen erreichen eine Höhe von 200 Metern. Mit der Höhe und mit dem Rotordurchmesser nehmen die strukturellen Belastungen der Anlagen enorm zu. Moderne Regelungssysteme begrenzen und reduzieren Extrem- und Betriebslasten. Auch die Netzintegration großer Windparks verlangt hoch entwickelte Regelungssysteme.

Regelungssysteme zur Lastreduktion

Bei der aktiven Lastreduktion über Einzelblattverstellung lassen sich zwei Ziele unterscheiden: die Reduktion periodischer Anregungen aus der unsymmetrischen Anströmung und die Dämpfung der Eigenschwingungen durch kontrollierte Erzeugung aerodynamischer Gegenkräfte. Zum ersten Ziel gehört die Nick- und Giermomentkompensation, bei der diese Momente gemessen und durch Einzelblattverstellung kompensiert werden. Dabei wird für jedes Rotorblatt ein kleiner individueller Offset zum kollektiven Pitchwinkel vorgegeben, der zyklisch mit den Rotordrehungen variiert. Zum zweiten Ziel gehört die aktive Turmschwingungsdämpfung, bei der über individuelle Blattverstellung periodische Komponenten in den aerodynamischen Kräften gegenphasig zur Auslenkungsgeschwindigkeit am Turmkopf erzeugt werden.

Im Fraunhofer IWES wurden in zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten verschiedene Regelungsverfahren zur aktiven Lastreduktion entwickelt, die zurzeit gemeinsam mit Partnern aus der Industrie in Windenergieanlagen der Multimegawatt-Klasse getestet werden.

Regelungssysteme zur Netzintegration großer Windparks

Ein wichtiger Aspekt der Netzintegration großer Windparks ist ihre Netzverträglichkeit. Um den Anteil der Windenergie in der elektrischen Energieversorgung zu steigern, ohne die Stabilität der elektrischen Netze zu gefährden, müssen sich Windparks, ebenso wie traditionelle Kraftwerke, mehr und mehr an der Stabilisierung und Regelung des Netzes beteiligen. Windpark-Regelungssysteme koordinieren das dynamische Zusammenspiel der einzelnen Anlagen eines Windparks unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen durch gegenseitige Abschattung und unter Beachtung einer Vielzahl weiterer Kriterien. Dies erfordert die Verwendung hoch entwickelter Optimierungsverfahren für multikriterielle Zielfunktionen.

Der Entwurf solcher Regelungssysteme ist mit den zurzeit vorhandenen Entwicklungswerkzeugen kaum zu realisieren. Im Rahmen laufender Projekte werden daher besondere Werkzeuge entwickelt, die den Entwurf von Windparkregelungen beträchtlich erleichtern. Ein Echtzeit-Simulator für Windparks wird einen einfachen Hardware-in-the-loop-Test der neu entwickelten Regelungsalgorithmen erlauben. Bisher wurden für verschiedene Industriepartner Regelungsalgorithmen für die Spannungs- bzw. Blindleistungsregelung großer Windparks entworfen.

GEOPHYSIKALISCHE BAUGRUNDERKUNDUNG



VOR DER INSTALLATION VON OFFSHORE-WINDENERGIEANLAGEN MÜSSEN DIE BAUGRUNDVERHÄLTNISSE IN EINEM WINDPARK GENAU BEKANNT SEIN. IM VORFELD WERDEN UNTER ANDEREM GEOPHYSIKALISCHE MEERESBODENVERMESSUNGEN DURCHGEFÜHRT. DAS SPEZIELL FÜR DIESEN ZWECK NEUENTWICKELTE SEISMISCHE MESSSYSTEM DES IWES HATTE IM FRÜHSOMMER 2011 SEINEN ERSTEN MESSEINSATZ IM DEUTSCHEN NORDSEEGBIET UND KONNTE SEINE LEISTUNGSFÄHIGKEIT ERFOLGREICH UNTER BEWEIS STELLEN.

Zu Beginn der Erkundungstätigkeiten für Offshore Windparks ist die Durchführung geophysikalischer Vermessungen vorgeschrieben. Ziel ist es, die geologischen Verhältnisse eines Gebiets schnell und großflächig zu erfassen, ohne eine Vielzahl an aufwändigen Beprobungen (geologische Bohrungen, Drucksondierungen) durchführen zu müssen. Insbesondere sollen potenziell kritische Strukturen rasch identifiziert werden. Für die Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit einer Offshore-Windenergieanlage und die Auswahl und Dimensionierung von Fundamenten sind diese Informationen von äußerster Wichtigkeit.

Die heute hauptsächlich zum Einsatz kommende Messtechnologie (Boomer Einkanalseismik) erfüllt die Anforderungen nur unzureichend. Insbesondere liegt die Signaleindringtiefe oft nur bei 20 bis 30 m und erreicht damit in den meisten Fällen nicht die erforderliche Gründungstiefe. Aussagen über den Baugrund sind so zwangsläufig mit Unsicherheiten belastet. Das Fraunhofer IWES arbeitet stattdessen mit digitaler Mehrkanal-seismik. Das Messsystem, bestehend im wesentlichen aus der seismischen Quelle, dem hochempfindlichen Signalempfänger (Streamer) und einer Datenregistriereinheit, erreicht ein neues Leistungsniveau; es konnten bereits Eindringtiefen von über zweihundert Metern realisiert werden.

Nordsee-Premiere

Im Mai 2011 fand der erste Messeinsatz des neuen Fraunhofer Systems in der Nordsee statt. Im Laufe der dreiwöchigen Expedition wurden Vermessungen im gesamten deutschen Nordseegebiet durchgeführt. Mehr als die Hälfte aller derzeit geplanten Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee wurden dabei gequert. Die ersten Messungen lieferten bereits vielversprechende Ergebnisse. Das System erwies sich als besonders geeignet zur Detektion von Sedimenten mit

Eine seismische Vermessung gewährt tiefe Einblicke in den Meeresboden.

erhöhtem Gasgehalt. Auch konnten an zahlreichen Positionen Torfvorkommen im Meeresboden identifiziert werden – Relikte versunkener eiszeitlicher Moorgebiete. Sehr deutlich konnte auch der Verlauf des Elbe-Urstromtals verfolgt werden, das sich bis weit in die Nordsee erstreckt und heute unter mehreren Metern mächtigen Sedimentpaketen begraben liegt.

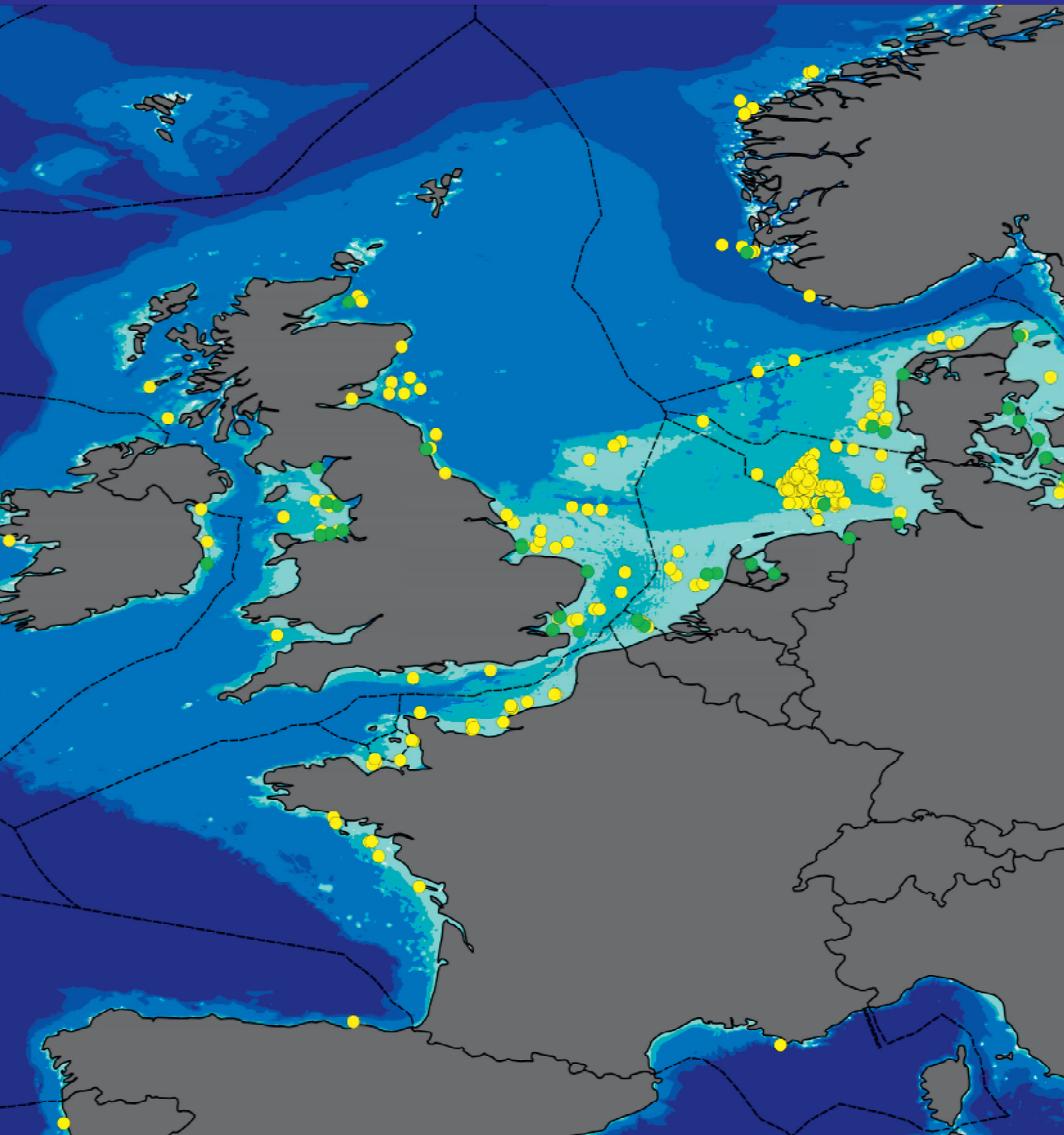
Eine der wichtigsten Aufgaben des Fraunhofer Messsystems ist das Lokalisieren von Sedimentstrukturen, die für den Bau von Offshore-Windenergieanlagen kritisch sein können. Sehr verbreitet, aber noch weitgehend unerforscht, sind verschüttete subglaziale Rinnensysteme, die im Laufe der letzten Eiszeiten an der Basis mächtiger Gletscher entstanden. In diesen Bereichen ist verstärkt mit dem Auftreten problematischer Weichsedimente zu rechnen. Im Vergleich mit den herkömmlichen Methoden zeigt sich an dieser Stelle eine der großen Vorteile des mehrkanal-seismischen Messsystems des IWES, da dieses unter anderem bei der Abbildung eiszeitlicher Rinnenstrukturen deutlich leistungsstärker ist. Im Laufe der diesjährigen Expedition konnte eine Vielzahl solcher Rinnen identifiziert werden, von denen einige trotz ihrer Lage in intensiv erkundeten Windparkgebieten zuvor unentdeckt geblieben waren.

Erfolgreicher Abschluss der Testphase

Das neuentwickelte und weltweit einzigartige Flachwasser-Messsystem des Fraunhofer IWES ist das fehlende Bindeglied zwischen der verbreiteten hochfrequenten Einkanal-seismik und den tieffrequenten Mehrkanalsystemen aus dem Bereich der Kohlenwasserstoffexploration. Der erste Einsatz in der Nordsee hat gezeigt, dass sich das Messsystem im besonderen Maße für die Erkundung der Baugrundverhältnisse im Offshore Flachwasserbereich eignet und in der Lage ist, die Qualität geophysikalischer Vermessungen deutlich zu steigern.

↳ Florian Meier, florian.meier@iwes.fraunhofer.de

ORECCA – OFFSHORE-PLATTFORMEN FÜR WIND-, STRÖMUNGS- UND WELLENENERGIE



DIE ZIELE DER EU-KOORDINATIONSMASSNAHME ORECCA IST DIE SCHAFFUNG EINES EUROPaweITEN RAHMENS ZUM WISSENSAUSTAUSCH UND DIE ERSTELLUNG EINER ROADMAP FÜR FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN IM KONTEXT DER NUTZUNG SOWOHL DER OFFSHORE-WIND-, ALS AUCH DER STRÖMUNGS- UND WELLENENERGIE. DURCH DIE ZENTRALE BEREITSTELLUNG UND DEN AUSTAUSCH VON KNOW-HOW ZWISCHEN AKTEUREN AUS POLITIK, INDUSTRIE UND FORSCHUNG SOLL DIE EUROPaweITE ENTWICKLUNG DER ENERGIEN IM OFFSHORE-BEREICH BESCHLEUNIGT WERDEN.

ORECCA (Offshore Renewable Energy Conversion Platforms Coordination Action) ist ein EU-Projekt im Rahmen des Seventh Framework Programme (FP7). Neben dem Fraunhofer IWES als Projektkoordinator waren 29 andere Forschungsinstitute, Universitäten und Unternehmen aus ganz Europa, aber auch aus den USA und Kanada, beteiligt. Das Ziel des Projekts ist die Vermeidung bzw. der Abbau der Know-how-Splitterung auf den Gebieten der Offshore-Wind-, Strömungs- und Wellenenergie durch die europaweite Förderung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit und durch Wissenstransfer zwischen Akteuren aus Politik, Industrie und Forschung. Dies soll letztlich notwendige Schritte zur umweltfreundlichen Entwicklung der entsprechenden Technologien durch diese Akteure einleiten.

Wissenstransfer-Portal

Konkrete Maßnahmen, die durch ORECCA zum Erreichen dieses Ziels umgesetzt wurden, sind zum einen die Schaffung einer Plattform zum europaweiten Wissenstransfer: Über das internetbasierte und browsergestützte ORECCA-Portal (www.orecca.eu) haben neben den Projektteilnehmern internationale Organisationen und auch einzelne Personen Zugriff auf die aus dem Projekt hervorgegangenen Dokumente der Themenbereiche Politik, Technologie und Szenarios. Unter den Dokumenten sind u.a. Berichte mit den Schwerpunkten Ressourcen, Installationsstandorte, politische Rahmenbedingungen und Investitionsmöglichkeiten, state-of-the-art-Plattformtechnologien, Offshore-Netze, Richtlinien, Werkzeuge und Standards, Schiffe und Häfen sowie Synergien, Hybride und Multifunktionsplattformen.

Beispiel aus der Web-GIS-Anwendung unter www.orecca.eu: Bestehende (grün) und derzeit geplante (gelb) Offshore-Windparks in Europa in verschiedenen Wassertiefen und nationalen Wirtschaftszonen

Zusätzlich wurde eine Datenbank mit Steckbriefen von derzeit verwendeten und zukünftig einsetzbaren Offshore-Installations- und -Wartungsschiffen angelegt.

Web-GIS-Anwendung

Darüber hinaus kann auf eine Web-GIS-Anwendung (Geografisches Informationssystem) zugegriffen werden, die es dem Benutzer ermöglicht, Ergebnisse aus den Dokumenten auf einer Europakarte zu visualisieren und weiterzuverwenden (Beispiel siehe Abbildung). So lassen sich etwa bereits funktionsfähige und geplante Offshore-Windparks oder Meeresenergieanlagenstandorte in verschiedenen Kontexten, z. B. Meerestiefe, Entfernung zur Küste, mittlere Windgeschwindigkeit oder spezifische Wellenenergie, darstellen.

EU-Roadmap

Die zweite zielführende Projektmaßnahme ist die Erstellung einer Roadmap mit Handlungsempfehlungen zur Technologieförderung mit Fokus auf Synergien zwischen den unterschiedlichen Energiewandlungstechnologien sowie deren Entwicklungsmöglichkeiten und evtl. bestehenden Barrieren. In dieser werden strategische Investitionsmöglichkeiten, Forschungsprioritäten sowie Regularien und sozioökonomische Aspekte angesprochen, die mittelfristig angegangen werden müssen, um eine gemeinschaftliche europäische Entwicklung des Sektors der erneuerbaren Offshore-Energien zu ermöglichen und sicherzustellen.

↳ Jochen Bard, jochen.bard@iwes.fraunhofer.de

TRANSFORMATION DES ENERGIE- VERSORGUNGSSYSTEMS



DAS ERREICHEN DER KLIMASCHUTZZIELE BEDINGT DIE TRANSFORMATION DER ENERGIEVERSORGUNG UND DEREN KONSEQUENTE UMSETZUNG IN DEN BEREICHEN STROM, WÄRME UND VERKEHR.

Die Transformation des Energieversorgungssystems hin zu einer dekarbonisierten Stromerzeugung und die Umsetzung der zugehörigen Maßnahmen ist die Herausforderung des 21. Jahrhunderts. Die Umgestaltung betrifft die energieabhängigen Sektoren Strom, Wärme, Verkehr und alle zugehörigen Bereiche wie Erzeuger, Netze, Speicher, Verbraucher und Märkte. Dies wirft vielseitige Forschungsfragen auf, deren Beantwortung eine zentrale Aufgabe des Fraunhofer IWES ist. Hierbei werden in einer Vielzahl von strategischen Projekten Modelle erweitert und Teilfragestellungen bearbeitet, welche synergetisch zu einer Gesamtentwicklung zusammenfließen.

Das Fraunhofer IWES hat für die Analyse zukünftiger Energieversorgungskonzepte eine sehr leistungsstarke Simulationsumgebung aufgebaut, die es ermöglicht, Szenarien mit einer detaillierten räumlichen Abbildung gekoppelt mit einer hohen zeitlichen Auflösung zu generieren. Hierfür wurde ein Simulationsmodell, basierend auf detaillierten geographischen Informationen und hoch aufgelösten Wettermodellldaten sowie Netz-, Kraftwerks- und Speichermodellen entwickelt und auf einer leistungsstarken Rechnerhardware implementiert. Mit Hilfe dieser Simulationsumgebung hat IWES zahlreiche Studien für Politik, Verbände und Industriepartner erstellt bzw. unterstützt.

Neben der präzisen Vorhersagbarkeit verlangt die fluktuierende Erzeugung einen höheren Anteil an steuerbaren, flexiblen Elementen bei der Windenergieerzeugung. Das am Fraunhofer IWES entwickelte Windpark-Cluster-Management-System (WCMS) fasst einzelne Windparks zu Clustern zusammen und koordiniert diese, wodurch sich Einspeiseeigenschaften realisieren lassen, die mit denen konventioneller Kraftwerke vergleichbar sind. Diese übergeordnete Steuerung befähigt Windparks, wichtige zukünftige Funktionen wie Frequenz- und Spannungsregelung zu unterstützen und ermöglicht so auch die Teilnahme am Regelleistungsmarkt.

Das elektrische Netz und die räumliche Verteilung der Stromerzeuger und -verbraucher sind maßgebend für die Analyse der Netzstabilität und der Versorgungssicherheit. Für eine funktionierende und stabile Stromversorgung ist nicht nur die Verbrauchsdeckung, sondern auch die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenz-, Spannungshaltung) erforderlich. Dass die regenerativen Energien die notwendigen Systemdienstleistungen selbst bereitstellen können, wird aktuell im Verbundvorhaben »Kombikraftwerk 2« demonstriert. Im Rahmen dieses Projekts entwickelt das IWES zusammen mit namhaften Anlagen- und Komponentenherstellern ein großes virtuelles Kraftwerk, was hohe Anforderungen an die Betriebsführung sowie an die Informations- und Kommunikationstechnik stellt. Der betriebswirtschaftlich optimale Betrieb eines solchen Kraftwerks ist auch für die regionale Stromversorgung von Interesse, die im Fokus der »Regenerativen Modellregion Harz« steht. Hier werden regenerative Einspeiser mit traditionellen und neuen Speichertechnologien und flexiblen Verbrauchern so koordiniert, dass eine regionale, regenerative Stromversorgung ermöglicht wird.

NEUBEWERTUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER WINDENERGIE IM BINNENLAND



DIE NUTZUNG DER WINDENERGIE IM BINNENLAND KÖNNTE IN DEUTSCHLAND EINEN DEUTLICHEN AUFSCHWUNG ERLEBEN. DAS FRAUNHOFER IWES UNTERSTÜTZT DIESE ENTWICKLUNG DURCH FORSCHUNG ZU WINDPOTENZIALEN UND WINDCHARAKTERISTIKA INSBESONDERE AN BINNENLANDSTANDORTEN.

Die Windenergienutzung an Land wird eine wesentliche Rolle als Säule des zukünftigen Energieversorgungssystems spielen. In den letzten Jahren ist der Ausbau mit 1-2 GW pro Jahr nur langsam vorangeschritten, Ende 2010 waren ca. 27 GW Windenergieanlagen an Land installiert. Die technologische Entwicklung von Windenergieanlagen und die erhöhte Akzeptanz von Windenergieprojekten nach dem Reaktorunglück von Fukushima führen zu einer Neubewertung der Windenergienutzung im Binnenland. Viele Bundesländer formulieren neue, deutlich ambitionierte Ausbauziele für die Windenergie, die sich bis zum Jahr 2020 auf etwa 60 GW summieren.

Potenzial der Windenergienutzung an Land

Die technologische Entwicklung der Windenergieanlagen hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass heute insbesondere hohe Türme und große Rotoren zur Verfügung stehen. Das Potenzial der Windenergienutzung an Land hat sich dadurch deutlich erhöht. Das belegte das Fraunhofer IWES in einer Studie, die im Auftrag des Bundesverband Wind Energie e.V. (BWE) durchgeführt wurde. Auf Basis von GIS Daten (Geoinformationssystem) wurden zu verschiedenen Gebiets- und Landnutzungsarten Flächenpotenziale bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass das vom BWE vorgeschlagene Ziel, 2 Prozent der deutschen Fläche zur Stromerzeugung aus Windenergie zu nutzen, technisch umsetzbar ist. Dies würde ausreichen, um mit modernen, großen Windenergieanlagen mit Nabenhöhen bis zu 150 m etwa 60 Prozent des heutigen deutschen Strombedarfs zu decken. Zudem wurde aufgeführt, dass sich auch erhebliche Potenziale in Waldgebieten befinden. Insbesondere Waldstandorte werden bisher kaum für die Windenergie genutzt, es besteht hier erheblicher Forschungsbedarf zu den vorherrschenden Windbedingungen.

*Einsatz von LIDAR-Messgeräten zur
Charakterisierung von Windprofilen*

Windcharakteristik an bewaldeten Mittelgebirgsstandorten

Die genaue Kenntnis der Windcharakteristik in hügeligen oder bewaldeten Binnenlandregionen ist unabdingbar für den Erfolg von Windparkprojekten und die Optimierung von Windenergieanlagen, speziell für solche Standorte. Planer, Betreiber und Hersteller von Anlagen und Komponenten brauchen daher exakte und hochaufgelöste Messungen und Modelle der Windbedingungen. Besonders die Fragestellungen, wie die Windressourcen an einem Standort ausreichend genau bestimmt werden können und welche standortangepassten Lastannahmen für das Anlagendesign verwendet werden sollen, sind weiter zu bearbeiten. Zur Beantwortung wird im Rahmen des Forschungsprojekts »Windenergienutzung im Binnenland« ein 200 m hoher meteorologischer Messmast in der Nähe von Kassel betrieben. Ziel ist die Entwicklung von exakteren Methoden für die Ressourcenbestimmung für Anlagen mit großen Höhen, die in bewaldetem, hügeligen Gelände stehen. Außerdem sollen Windprofil und Turbulenz charakterisiert werden, um bessere Annahmen für die designbestimmenden Lasten der Windenergieanlagen machen zu können. Zusätzlich setzen Forscher des Fraunhofer IWES LIDAR-Systeme (lasergestützte Windgeschwindigkeitsmessung) ein, um Windgeschwindigkeiten bis in 200 m Höhe vom Boden aus zu messen. Diese neue bodenbasierte Fernmesstechnik soll langfristig in der Lage sein, Windmessmasten zu ersetzen. Das Fraunhofer IWES entwickelt in diesem Zusammenhang Korrekturmethode für den Einsatz der LIDAR Messgeräte in komplexem Gelände.

↳ Dr. Bernhard Lange, bernhard.lange@iwes.fraunhofer.de

ELEKTROFAHRZEUG-ROLLENPRÜFSTAND MIT VIRTUELLEN TRAKTIONSBATTERIEN



DURCH DIE KOMBINATION EINES ROLLENPRÜFSTANDES MIT VIRTUELLEN BATTERIEN SIND BESONDERE REPRODUZIERBARE HARDWARE-IN-THE-LOOP (HIL) TESTS IM FAHRBETRIEB MÖGLICH. LANGWIERIGE OPTIMIERUNGSPROZESSE ZWISCHEN FAHRZEUG UND VERSCHIEDENEN BATTERIETYPEN UND -ZUSTÄNDEN KÖNNEN SO WESENTLICH VERKÜRZT WERDEN.

Elektrofahrzeuge sind geeignet sowohl den Kohlendioxidausstoß des Verkehrssektors insgesamt als auch die Abgasbelastung in Städten zu reduzieren, wenn sie regenerative Energien nutzen. Ein kritisches Thema für die breite Einführung der Elektrotraktion ist jedoch die technische Auslegung des elektrochemischen Speichers. Fraunhofer IWES hat deshalb für die Batterieauslegung von Elektrofahrzeugen einen speziellen Hardware-in-the-Loop Rollenprüfstand entwickelt. Dieser Teststand erlaubt es, Fahrzeuge mit definierten Fahrprofilen zu testen und dabei die Batterieeigenschaften mit virtuellen Traktionsbatterien zu variieren. Wichtige Vorteile des vorgestellten Konzepts sind die Beschleunigung der Entwicklung und die Reproduzierbarkeit der Messungen.

HIL-Rollenprüfstand

Neben dem Fahrzeugverhalten am elektrischen Netz betreffen viele Aufgabenstellungen das Verhalten des Fahrzeugs im Fahrbetrieb. Hier spielt beispielsweise die Zusammenarbeit zwischen Batterie, Motor und der verbindenden Leistungselektronik eine wichtige Rolle. Für die Forschung und Entwicklung ist es daher sehr vorteilhaft, den Fahrbetrieb im Labor exakt nachbilden zu können. Auf einem Rollenprüfstand können zwei- oder vierradgetriebene Fahrzeuge mit standardisierten oder im Feld gemessenen Fahrprofilen getestet und optimiert werden. Optimierungskriterien sind z. B. die Leistungsfähigkeit des Antriebsstrangs oder die Effizienz der Rekuperation. Der konfigurierbare Hardware-in-the-Loop (HIL)-Prüfstand für Elektrofahrzeuge hat den Vorteil, dass die Auswirkungen konkreter Belastungssituationen auf das Energiemanagement des Fahrzeugs untersucht werden können und die Ergebnisse exakt reproduzierbar sind. Hieraus lassen sich beispielsweise standardisierte Testbedingungen für den Vergleich verschiedener Fahrzeugmodelle unter definierten Einsatzbedingungen entwickeln.

Rollenprüfstand mit virtueller Batterie für Elektromobilität im IWES-SysTec

Netzsimulator

Die Verwendung eines parametrierbaren Netzanschlusses, der mit einer Echtzeit-Netzsimulation gekoppelt ist, ermöglicht detaillierte Untersuchungen zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen. Durch die ganzheitliche Betrachtung von Fahrzeug und Netz können die Batterieauslegung und das Energiemanagement optimiert werden. Dabei ist es insbesondere möglich, die Zielabhängigkeit zwischen großer Reichweite, langer Lebensdauer und maximaler Netzstützung detailliert zu untersuchen und zu bewerten.

Virtuelle Batterien

Lithium-Ionen-Batterien werden in der Elektromobilität eine Schlüsselrolle spielen. Für die Entwicklung zukünftiger Hybrid- und Elektrofahrzeuge und den Entwurf intelligenter Systeme zur bidirektionalen Netzanbindung spielen die dynamischen Eigenschaften und das Alterungsverhalten dieser Speicher eine wichtige Rolle. Für Forschung und Entwicklung im Bereich der Elektromobilität sind gute Simulationsmodelle für Lithium-Ionen-Speicher daher von hoher Bedeutung.

In der Automobil- und Zulieferindustrie hat sich die Software ISET-Lab seit vielen Jahren als Standardsoftware zur Simulation des dynamischen Verhaltens von Blei-Säure-Starterbatterien etabliert. Modelliert werden alle relevanten physikalischen und elektrochemischen Prozesse in den Zellen, so dass die Software mit einfachen Herstellerdaten parametrierbar werden kann. Auf derselben Basis wurde das Softwarepaket ISET-Lib zur Simulation von Lithium-Ionen-Batterien entwickelt. Die Echtzeitvarianten dieser Software werden zur Realisierung virtueller Batterien verwendet, die das Klemmenverhalten realer Batterien physikalisch nachbilden.

↳ Dr. Philipp Strauß, philipp.strauss@iwes.fraunhofer.de
↳ Peter Caselitz, peter.caselitz@iwes.fraunhofer.de

POWER-TO-GAS – IN SITU METHANISIERUNG MIT BIOGAS



DAS POWER-TO-GAS-VERFAHREN BIETET NEBEN DER SPEICHERUNG VON ERNEUERBAREN STROMÜBERSCHÜSSEN NEUE WEGE FÜR DIE BEDARFSGERECHTE STROMERZEUGUNG AUS BIOGASANLAGEN. AUF DEM GELÄNDE DES HESSISCHEN BIOGAS-FORSCHUNGSZENTRUM IN BAD HERSFELD WIRD DAS FRAUNHOFER IWES IM RAHMEN EINES GEMEINSAMEN FORSCHUNGSVORHABENS MIT DEN PARTNERN ZSW UND SOLARFUEL DEN KOMBINIERTEN BETRIEB AUS POWER-TO-GAS- UND BIOGASANLAGE ERPROBEN.

Bedarfsgerecht Strom speichern – bedarfsgerecht Strom erzeugen

Das Power-to-Gas-Verfahren – die Umwandlung von überschüssigem Strom aus Wind und Sonne zu speicherbarem Methan über die Verfahrensschritte Elektrolyse und Methanisierung – ist ein zukunftsweisendes, bereits ausgezeichnetes Konzept. Es wurde vom Fraunhofer IWES zusammen mit dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und der Firma SolarFuel entwickelt. Jetzt gehen die Akteure einen nächsten, logischen Schritt. Als Kohlendioxidquelle für die Methanisierung wird direkt, ohne vorherige Abtrennung, das im Biogas enthaltene Kohlendioxid genutzt (in situ Methanisierung). Damit ist das erzeugte Gas 100 Prozent erneuerbaren Ursprungs.

Power-to-Gas mit Biogas: Leistungsstarke Systemdienstleistung

Die in situ Methanisierung mit Biogas aus einer landwirtschaftlichen Biogasanlage ist Ziel eines Forschungsvorhabens der Partner ZSW, SolarFuel und Fraunhofer IWES. Deshalb wird auf dem Gelände des Hessischen Biogas-Forschungszentrums (HBfZ) in Bad Hersfeld die 25 kW alpha-Anlage von SolarFuel in die vorhandene Infrastruktur eingebunden. Am Ende des Projekts soll das Verfahren trotz der wechselhaften Bedingungen auf landwirtschaftlichen Betrieben (z. B. Schwankungen der Gasqualität) dauerhaft einsatzfähig sein. Die für eine sichere, erneuerbare Stromversorgung unerlässliche Ausgleichsfunktion der Biogasanlage im Stromnetz der Zukunft kann dadurch erheblich verbessert werden, denn mit diesem

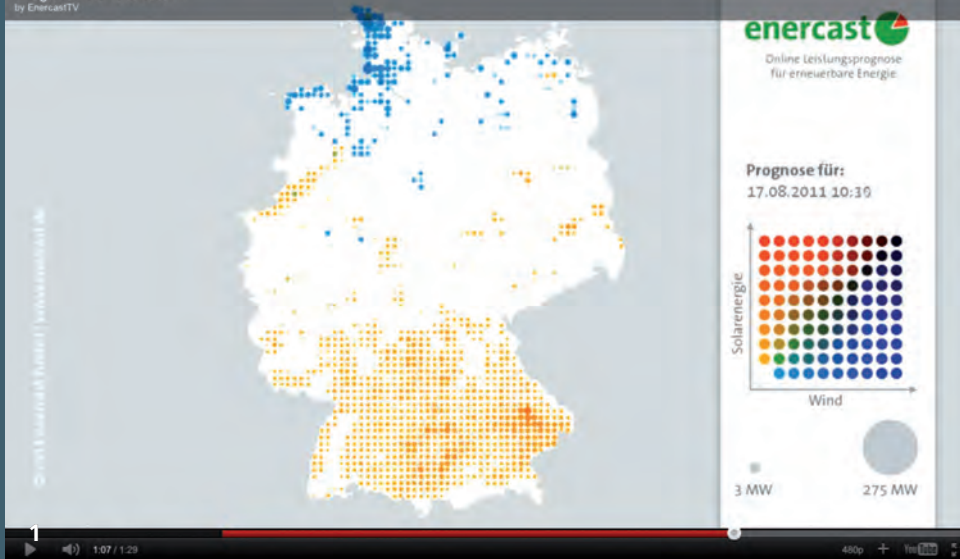
Verfahren können Biogasanlagen zukünftig nicht nur Strom bedarfsgerecht produzieren, sondern auch bedarfsgerecht speichern. Mit länderübergreifender Unterstützung des Thüringischen Ministeriums für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (TMLFUN) und des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) kann somit die Rolle der Biogasanlage als Systemdienstleister gestärkt und erweitert werden.

Power-to-Gas mit Biogas: Alternatives Biogasaufbereitungsverfahren

Gelingt die in situ Methanisierung in landwirtschaftlichen Biogasbetrieben, kann das Power-to-Gas-Verfahren auch eine Alternative zu üblichen Biogasaufbereitungsverfahren sein. Wird bei klassischen Aufbereitungsanlagen das Kohlendioxid aus dem Biogas abgetrennt, um den Methangehalt zu erhöhen, kann bei der in situ Methanisierung das Kohlendioxid zu Methan umgewandelt und somit der Methangehalt gesteigert werden, um ein einspeisefähiges Erdgasäquivalent zu produzieren. Durch die Einspeisung des Biomethans in das Erdgasnetz wird die Gasnutzung zeitlich und räumlich von der Gasproduktion entkoppelt, das gilt dann sowohl für das Biogas als auch für den in Form von Methan gespeicherten Strom.

Biogasanlagen spielen eine wichtige Rolle bei der bedarfsgerechten Stromerzeugung.

↳ Dr. Imme Deecke, imme.deecke@iwes.fraunhofer.de
↳ Mareike Jentsch, mareike.jentsch@iwes.fraunhofer.de



PRÄZISE WIND- UND PV-VORHERSAGEN ÜBER DAS INTERNET

Kaum ein Wirtschaftsbereich wird nach der Energiewende stärker durch das Wetter beeinflusst als die Energiebranche. Die Energiewirtschaft braucht auf ihren Bedarf zugeschnittene Wetterprognosen, um einschätzen zu können, wieviel Energie die volatilen Stromerzeuger Wind und Solar produzieren. Seit zwei Jahren entwickelt das Fraunhofer IWES mit enercast in einem Kooperationsprojekt zuverlässige und genaue Leistungsprognosen sowie Hochrechnungen für Wind- und Photovoltaikanlagen und stellt diese über das Webportal enercast.de zur Verfügung. Die Berechnungen basieren auf künstlicher Intelligenz – durch den Einsatz von neuronalen Netzen. Wir sprachen mit Dr. Kurt Rohrig, Fraunhofer IWES, und Thomas Landgraf, enercast, über eine erfolgreiche Kooperation.

enercast erstellt Energieprognosen. Wie müssen wir uns das vorstellen? Wie funktioniert Ihr Prognosesystem?

Kurt Rohrig: Basis von enercast.de ist das Wind-Power-Management-System des Fraunhofer IWES, das auf meteorologischen Vorhersagedaten von Wetterdiensten und gemessenen Leistungsdaten von Windparks aufbaut. Hinzu kommen für die Photovoltaik-Satellitendaten zur Sonneneinstrahlung und Daten des Solarenergie-Messnetzes der SMA Solar Technology AG. Die Berechnung der Windleistung erfolgt mit Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN).

Thomas Landgraf: Sämtliche Daten werden durch diese Algorithmen verarbeitet. Die KNN modellieren die komplexen Zusammenhänge von Wetterdaten und der Stromproduktion der Anlagen über Erfahrungen und Daten aus der Vergangenheit und ziehen Schlüsse für die erwartete Energie-Einspeisung. Auf dem Internetportal enercast.de erhält der Nutzer dann die Leistungsprognosen für die jeweiligen Wind- und Solaranlagen.

Was sind die Aufgaben des Wind-Power-Management-Systems (WPMS)?

Kurt Rohrig: Das WPMS ist ein System zur kurz- bis mittelfristigen Vorhersage der Windstromeinspeisung. Durch die Regelbarkeit von Wirk- und Blindleistung werden im Stromnetz die

Frequenz und die Spannung stabil gehalten. Diese Aufgaben werden heute von konventionellen Kraftwerken übernommen. Wenn in Zukunft die erneuerbaren Energien zeitweise die gesamte Netzlast decken, müssen konventionelle Kraftwerke gedrosselt oder abgeschaltet werden. Windparks und andere EE müssen die erforderlichen Systemdienstleistungen bereitstellen, um das Netz stabil zu fahren.

Thomas Landgraf: Die Implementierung der WPMS-Funktionalitäten in die enercast.de Plattform ermöglicht die Realisierung dieser Anforderungen auf einfache, sichere und preiswerte Weise.

Für welche Sektoren sind Prognosen der volatilen Erneuerbaren Energien bereits jetzt schon wichtig?

Kurt Rohrig: Windleistungsprognosemodelle sind bereits seit einigen Jahren bei den deutschen Übertragungsnetzbetreibern im Einsatz. Prognosemodelle für die PV-Einspeisung haben in 2010 signifikant an Bedeutung gewonnen. Das System unterstützt die Netzbetreiber bei der Reserve- und Regelleistungsbeschaffung und dem Netzbetrieb. Windparkbetreiber und Ökostromanbieter können nun die Prognosen über die Internetplattform enercast.de beziehen.



Thomas Landgraf



Kurt Rohrig

Thomas Landgraf: Ein weiteres Feld ist die Direktvermarktung von Strom an der Börse, die durch das Erneuerbare Energien Gesetz 2012 interessanter geworden ist. Wenn man für den Strom aus Windparks oder Photovoltaikanlagen einen optimalen Preis auf dem Strommarkt erzielen will, benötigt man besonders genaue Prognosen. Je besser Betreiber und Händler die Strommengen vorhersagen können, umso weniger Reserven müssen sie bereitstellen. Auch der teure Zukauf von Ausgleichsenergie verringert sich.

In welchen Bereichen wird enercast in Zukunft ebenfalls eine Rolle spielen?

Kurt Rohrig: Die Vorhersagen im Rahmen der Direktvermarktung erneuerbarer Energien für einzelne Anlagenbetreiber und Stromhändler sowie für die Vermarktung und Steuerung virtueller Kraftwerke und Speicher sind in Zukunft von großer Bedeutung. Für diese Anwendungsgebiete und das damit verbundene Risikomanagement werden besonders probabilistische Prognosen essentiell.

Thomas Landgraf: Die Elektromobilität wird ein Thema sein. Mithilfe der Prognosen können die Elektrofahrzeuge zu dem Zeitpunkt geladen werden, an dem Strom aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen im Überfluss vorhanden ist. Auf der anderen Seite besteht die Möglichkeit, die gespeicherte Energie zur Überbrückung kürzerer Zeitspannen der Unterversor-

gung im Netz zu nutzen. Auch hierfür sind genaue Prognosen der nutzbaren Energiemenge erforderlich.

Das Fraunhofer IWES hat gemeinsam mit enercast den Prognosedienst umgesetzt. Was ist das Besondere an dieser Kooperation?

Kurt Rohrig: Die Kooperation mit enercast ist ein typisches Fraunhofer-Modell: Wissenschaft und Industrie arbeiten eng zusammen und ergänzen sich. Die wissenschaftlichen Kompetenzen von Fraunhofer IWES bei der Wind- und PV-Prognose werden durch das fundierte Know-how und die Erfahrungen von enercast im operationellen Bereich komplettiert und münden so in ein enorm leistungsfähiges System.

Thomas Landgraf: Durch das Fraunhofer IWES wird sichergestellt, dass die Prognosesysteme immer auf den neuesten Forschungs- und Entwicklungsergebnissen basieren und enercast stellt sicher, dass diese Forschungsergebnisse schnell und zuverlässig in das operationelle System integriert werden.

Thomas Landgraf

Geschäftsführer des Spezialisten für Energiemeteorologie enercast GmbH, einer Ausgründung aus der Micromata GmbH. Dort war Landgraf seit dem Gründungsjahr 1996 als Geschäftsführer für sämtliche Projekte im Energie- und Rohstoffsektor verantwortlich. Zudem war er als Diplomingenieur für Theoretische Elektrotechnik bereits dort Hauptprojektleiter für das Online-Portal enercast.de.
www.enercast.de



HERAUSFORDERUNGEN MIT GEMEINSAMEN FORSCHUNGSPROJEKTEN MEISTERN

In Deutschland sind Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von rund 20 Gigawatt installiert. Rund 85 Prozent der Anlagen speisen ihren Strom in das Niederspannungsnetz ein. In einigen Regionen kommen die Stromnetze an sonnigen Tagen bereits an ihre Kapazitätsgrenzen. Doch der für die Integration erneuerbarer Energien notwendige Netzausbau lässt auf sich warten. Dr. Philipp Strauß, Fraunhofer IWES, sprach mit Professor Bernd Engel, Vorstandsbeauftragter für die Netzintegration bei der SMA Solar Technology AG, über Herausforderungen und Lösungsansätze.

Philipp Strauß: Herr Professor Engel, welche Herausforderungen müssen unsere Stromnetze meistern?

Bernd Engel: Unsere Stromnetze stehen derzeit vor zwei großen Herausforderungen. Eine davon ist die Integration der Windenergie. Die großen Offshore- und Onshore-Windparks im Norden Deutschlands erzeugen an windreichen Tagen regelmäßig mehr Energie als die derzeitige Netzinfrastruktur verkraftet. Wir müssen die Höchstspannungsleitungen ausbauen, um den Windstrom auch ins Binnenland zu transportieren.

Die zweite große Herausforderung ist die dezentrale Einspeisung von Solarstrom in das Verteilnetz. Das bisherige Stromnetz war dazu ausgelegt, den Strom zentral in großen konventionellen Kohle- oder Atomkraftwerken zu erzeugen und zum Verbraucher zu bringen. Die steigende Zahl an dezentral und fluktuierend einspeisenden Photovoltaikanlagen erfordert nun aber ein Umdenken. Wir müssen die vorhandenen Verteilnetze ertüchtigen, damit sie mehr PV-Strom aufnehmen können. Zugleich müssen wir diesen Ausbau möglichst preiswert gestalten.

Philipp Strauß: Zusammen mit dem Fraunhofer IWES arbeitet SMA an mehreren Projekten zur Netzintegration dezentraler Energieerzeuger. Worum geht es dabei im Detail?

Bernd Engel: Aktuell arbeiten wir an vier vom Bundesumweltministerium geförderten Projekten mit drei bis vier Jahren Laufzeit.

Dazu zählen die Projekte »PV-Energiemanagement Station«, kurz: PV-EMS, »Aktives, intelligentes Niederspannungsnetz«, »PV-Integrated« und »Kombikraftwerk 2«. Das Projekt PV-EMS ist am weitesten fortgeschritten. Hier ging es unter anderem darum, wie viele dezentrale Solarwechselrichter die gleichen Netzdienstleistungen liefern können wie wenige zentrale Großwechselrichter.

Philipp Strauß: Welche Ergebnisse haben Sie bisher erzielt?

Bernd Engel: Wegen der vermehrten Einspeisung von Strom durch PV-Anlagen kann es im Niederspannungsnetz zu Überspannungen kommen. Ziel des Projekts war es, kostengünstige Möglichkeiten zu finden, um mehr Photovoltaik-Leistung an die bestehenden Verteilnetze anzuschließen, ohne das Netz mit zusätzlichen Kupferkabeln oder Transformatoren ausbauen zu müssen. Unser Projekt hat gezeigt, dass sich allein durch die Netzdienstleistungen des Wechselrichters die Kapazität des Netzes um mehr als das Doppelte erhöhen lässt. Entnimmt der Wechselrichter bei kritischen Spannungswerten dem Netz Blindleistung oder stellt diese bereit, wirkt sich das stabilisierend auf die Spannung aus. Dadurch lassen sich die Kosten für den Netzausbau massiv senken.

Außerdem beschäftigten wir uns mit dem sogenannten 50,2-Hertz-Problem: Ursprünglich mussten sich Wechselrichter auf Wunsch der Verteilnetzbetreiber vom Netz trennen, wenn



Philipp Strauß

Bernd Engel

die Netzfrequenz 50,2 Hertz überstieg. Bei mehreren Gigawatt installierter PV-Leistung, wie wir sie nun in Deutschland haben, kann dies aber zu einem erheblichen Leistungsausfall und unter Umständen zu einem Blackout führen. Deshalb macht es Sinn, wenn Wechselrichter auch bei steigender Frequenz weiter einspeisen, aber gleichzeitig ihre Leistung schrittweise reduzieren. Unsere Erkenntnisse haben die Normungs- und Zertifizierungsarbeit für Solarwechselrichter erheblich vorangebracht. Neue Netzanschluss-Richtlinien berücksichtigen unsere Ergebnisse und regeln die Netzdienstleistungen, die Wechselrichter erbringen können.

Philipp Strauß: Welche Ziele wollen Sie mit den anderen Projekten erreichen?

Bernd Engel: Im Rahmen des Projekts »Aktives, intelligentes Niederspannungsnetz« untersuchen wir die Kapazität der Verteilnetze. Ziel ist es, eine regelbare, intelligente und aktive Ortsnetzstation zu entwickeln, die die Spannung im Netz steuern kann. Außerdem untersuchen wir, welche Potenziale im Zusammenspiel mit regelbaren Wechselrichtern und anderen Komponenten erreichbar sind.

Im Projekt »PV-Integrated« suchen wir dagegen gemeinsam mit dem Fraunhofer IWES und weiteren Partnern nach Regeln, wie zukünftig Verteilnetze mit mehr Photovoltaik preisgünstig gestaltet und betrieben werden können. Dabei beziehen wir auch künftige Stromspeichertechnologien mit ein, um Photovoltaikanlagen an der Betriebsführung von Mittel- und Niederspannungsnetzen zu beteiligen. Das Zusammenspiel von Solar-, Windkraft- und Biogasanlagen untersuchen wir in Modellen und Feldversuchen im Rahmen des Projekts »Kombikraftwerk 2« Die drei Projekte starteten Ende 2010 und laufen bis 2013.

Philipp Strauß: Wie sind die Aufgaben unter den Projektpartnern verteilt?

Bernd Engel: In der Regel ist es so, dass das Fraunhofer IWES mit Netzsimulationen die Anforderungsprofile für das gewünschte Netzverhalten der dezentralen Erzeugungsanlagen entwickelt. Wir untersuchen dann, wie wir diese Anforderungen im Solarwechselrichter umsetzen können. Die Lösungsvorschläge testen wir dann gemeinsam im DeMoTec des Fraunhofer IWES oder beim Netzbetreiber. Das Fraunhofer IWES entwickelt dabei die entsprechenden Testverfahren. Im Falle des PV-EMS-Projekts wurden die Wechselrichter den Prüfungen für die Zertifizierung unterzogen, wie sie mittlerweile für die BDEW-Mittelspannungsrichtlinie zum Standard geworden sind. Auch daran hatte das Fraunhofer IWES unter der Federführung von Dr. Gunter Arnold maßgeblichen Anteil.

Wir kooperieren bereits seit 20 Jahren mit dem Fraunhofer IWES. Die Zusammenarbeit ist sehr eingespielt und wir ergänzen uns sehr gut.

Professor Dr. Bernd Engel

war von 2003 bis 2008 Entwicklungsleiter Solarwechselrichter bei der SMA Solar Technology AG. Seit 1.10.2011 ist er Professor an der Technischen Universität Braunschweig für das Fachgebiet Komponenten nachhaltiger Energiesysteme. Daneben ist er als Vorstandsbeauftragter Netzintegration weiterhin für SMA in verschiedenen Gremien tätig. Zum Beispiel ist er gewähltes Mitglied des Forums Netztechnik Netzbetrieb (FNN) im VDE und Sprecher der Fachgruppe Netzfragen beim Bundesverband der Solarwirtschaft.



HBFZ – INDUSTRIENAHE BIOGAS-FORSCHUNG

Zusammen mit seinen Partnern Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) und Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) hat das Fraunhofer IWES das Hessische Biogas-Forschungszentrum (HBFZ) gegründet. Hier ist die Betrachtung des gesamten Konversionspfads von der Urproduktion über die Substratbereitstellung, die Energiegewinnung und -verteilung bis hin zur Gärrestausrückführung auf den Acker möglich. Die fachliche Tiefe und technische Ausstattung der Partner ermöglicht die Projektierung vom Labor bis in die Praxis. Dr. Bernd Krautkremer und Wirtschaftspartner des Fraunhofer IWES beschreiben den Mehrwert des HBFZ.

An wen richten sich die Dienstleistungen des HBFZ?

Bernd Krautkremer: Das HBFZ steht als Forschungsplattform den Industriepartnern ebenso wie der Wissenschaft zur Verfügung. Ziel ist es, interdisziplinäre Forschung für eine bedarfsgerechte Biogasproduktion zu ermöglichen. Hier bietet das HBFZ die gesamte Palette von der Auftragsforschung bis hin zur Begleitung industrieller Eigenforschung an. Mit der strategischen Kooperation zwischen Landesbetrieben und Fraunhofer IWES ist es möglich, ganzheitliche Energieversorgungskonzepte zu entwickeln, die von der Landwirtschaft über die Verfahrens- und Prozessautomatisierung bis zur Energiewirtschaft die gesamte Prozesskette abbilden. Durch die Vernetzung des HBFZ mit dem Gas- und Wärmenetz bietet der Eichhof in allen relevanten Bereichen der Energiesystemtechnik Dienstleistungen für Unternehmen und Forschungsinstitute an.

Wie entstand das HBFZ?

Bernd Krautkremer: Die Idee zum Aufbau einer gemeinsamen Forschungseinrichtung am Standort Eichhof wurde gemeinsam im Laufe der mehr als zehnjährigen Zusammenarbeit zwischen den Partnern LLH, LHL und Fraunhofer IWES entwickelt. Mit den Mitteln des Konjunkturpakets II des Bundes und Förderung durch das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst sowie des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, aber auch Eigenmitteln

der Partner konnte nun die Basis geschaffen werden. Auf diese baut die weitere Entwicklung des HBFZ auf. Zahlreiche Industrieanfragen und erste Projekte bestätigen uns, dass wir mit diesem Konzept den Bedarf getroffen haben.

Wie sind diese Versuchsanlagen beschaffen?

Bernd Krautkremer: Die Biogasanlage des HBFZ besteht aus einem »Mutterfermenter« mit 650 m³ und einem Forschungsfermenter mit 400m³. Im LHL stehen Versuchsreaktoren für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb (6* 200 l, 160* 20 l) sowie hochmoderne Analysegeräte zur Verfügung. Auf der genannten Containerfläche können verschiedene Fermenter, Gasaufbereitungsanlagen und Blockheizkraftwerke (BHKW) betrieben und optimiert werden. Konversionsaggregate stehen in Form von BHKW, Mikroturbinen und einem Hybridbrenner bereit.

Daneben betreibt das Fraunhofer IWES zwei Technika. Das »Technikum Nachwachsende Rohstoffe« steht zur Forschung im pflanzenbaulichen Versuchswesen bereit. Das »Technikum Biogas« ist mit Versuchsanlagen im Labor- und halbtechnischen Maßstab bestückt. Die Breite der bereitgestellten Versuchsanlagen unterstreicht die Attraktivität des HBFZ.

Wie beschreiben Wirtschaftspartner die Zusammenarbeit mit Fraunhofer IWES?

Achim Nottinger, einer der beiden geschäftsführenden Gesellschafter der ÖKOBIT GmbH, die die Forschungsbiogasanlage des HBFZ gebaut hat: Die Entscheidung für ÖKOBIT untermauert unsere Innovationskraft und ist ein Beleg der guten Vernetzung in die Forschungslandschaft.

Christoph Spurk, Mitbegründer und Geschäftsführer der ÖKOBIT GmbH: Unser Engagement gilt einer intelligenten Integration von Biogasstrom in den Strommarkt und einer bedarfsgerechten Stromerzeugung, ein Thema, das wir gemeinsam mit dem IWES schon länger verfolgen.

Andreas Ganz, CoE Biomass, ABB Automation: Die zunehmende Professionalisierung der Biogastechnologie macht diesen Zweig der Energietechnik auch für unser Unternehmen interessant. Mit dem Fraunhofer IWES haben wir einen Forschungspartner, mit dem wir zusammen schon frühzeitig neue Impulse aufgreifen und so unseren Kunden zukunftssichere Lösungen anbieten können.

Wie wird Biogastechnologie am HBFZ in Zukunft weiterentwickelt?

Bernd Krautkremer: Die zukünftige Aufgabe von Biogasanlagen wird die bedarfsgerechte Bereitstellung von Energie sein. Hierzu bedarf es innovativer Konzepte im Bereich der Anlagentechnik und Prozessautomatisierung. Dies wurde bereits bei der Errichtung der Forschungsbiogasanlage berücksichtigt. Hier gelang es dem Fraunhofer IWES, mit ABB und ÖKOBIT zwei kompetente Industriepartner zusammenzubringen, die gemeinsam mit dem IWES die Biogastechnologie von morgen entwickeln möchten.

Achim Nottinger, Christoph Spurk

geschäftsführende Gesellschafter der ÖKOBIT GmbH
www.oekobit-biogas.com

Andreas Ganz

CoE Biomass, ABB Automation



» ES WERDEN NOCH JAHRZEHNTELANG GETRIEBE GEBAUT «

Ein hoher Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit, ein schlankes Design und Betriebssicherheit sind ausschlaggebend für den effizienten Offshore-Anlagenbetrieb. Zwischen diesen konkurrierenden Ansprüchen muss der bestmögliche Kompromiss ausgelotet werden. Das Potenzial zur Senkung der Stromgestehungskosten kann nur erschlossen werden, wenn der Anlagenbetrieb über die gesamte Lebensdauer betrachtet wird. Prof. Friedrich Klinger gibt Dr. Jan Wenske, Fraunhofer IWES, Antworten zu Triebstrangkzepten und Standardisierungspotenzialen.

Jan Wenske: Wir prognostizieren mittelfristig eine weitere Zunahme der Diversifikation bei Triebstrangkzepten. Gibt es für Sie einen klaren Trend für zukünftige Entwicklungen?

Friedrich Klinger: Ich glaube, es gibt einen ganz klaren Trend hin zum Direktantrieb. Viele Firmen steigen jetzt um. Entweder sie haben schon Produkte im Markt, oder sie sind dabei, Neuentwicklung zu diskutieren, zu bauen oder zu testen.

Die Firma Siemens hat hierzu ein klares Zeichen gesetzt. Sie hat nach der Übernahme von Bonus mit deren zuverlässigen Getriebemaschinen gute Geschäfte gemacht und die Produktion erweitert, um dann vor zwei Jahren zu sagen: Wir steigen um auf getriebelose Anlagen, 2012 wird die letzte Getriebemaschine verkauft. Das ist ein starkes Argument in diesem Markt und von diesem bedeutenden Hersteller.

Jan Wenske: Könnte hier der noch kurze Track Record für diese getriebelosen Anlagen mit PM-Generatoren gerade im Offshore Bereich nicht zum Problem werden?

Friedrich Klinger: Die Siemens Werbung sagt ganz klar: Wir haben ein Direct Drive Konzept mit nur halb so vielen Teilen. Und es ist für Offshore schon deswegen besonders gut geeignet, weil es einfach weniger Wartungskosten verursacht. Das wird bei Siemens nirgendwo eingeschränkt, mit dem Hinweis, dass man jetzt neue Maschinen braucht. Die haben sie ja noch

nicht. Die neuen Maschinen befinden sich im Probelauf und in der Vorbereitung für die Serienfertigung.

Jan Wenske: In der Summe der Eigenschaften wie z. B. Herstellungskosten, Gewicht und Reparaturanfälligkeit – welches Konzept erhält hier von Ihnen die besseren Noten?

Friedrich Klinger: Ganz klar das Direct Drive Konzept. Zuerst hieß es, die Getriebelosen seien doppelt so schwer. Das war in den 90er Jahren richtig. Sie sind heute bereits an der unteren Grenze des Spektrums. Da drehen sich die Dinge um: Es wird inzwischen relativ viel entwickelt und investiert, um die getriebelosen Maschinen auch leichter und günstiger zu machen. In den Köpfen herrscht natürlich das Gegenteil vor: Getriebelos ist gleich schwer und teuer. Ob die Getriebemaschine, insbesondere Onshore, günstiger hergestellt werden kann, wird immer an den großen Enercon-Maschinen gemessen, die in der Herstellung teurer sind. Wenn die getriebelose Maschine aber wirklich so konsequent weiterentwickelt wird, wie Siemens das jetzt macht, dann wird sie wahrscheinlich günstiger als die Getriebemaschine. Von der Wartung und dem Ärger hinterher ganz zu schweigen.

Jan Wenske: Ist die Kombination aus 2-stufigem Getriebe und einem elektrisch erregten Synchrongenerator eine Alternative zur klassischen Getriebeanlage oder dem PM-Direktantrieb? Schließlich fällt hier der Gewichtsnachteil



Friedrich Klinger



Jan Wenske

der elektrisch erregten Variante gegenüber der PM-Maschine weniger ins Gewicht, deren spezifische Nachteile können umgangen werden: wie z. B. die Verwendung von Seltenen Erden oder Wirkungsgradeinbußen beim Betrieb außerhalb des Nennpunkts.

Friedrich Klinger: Bei diesem sog. »Hybrid« Konzept hat man Nachteile von beiden Konzepten: Man hat einen größeren Generator und das Getriebe, insbesondere die hochbelastete Stufe, aber es ist ja wohl so, dass die schnell laufenden Teile das Problem sind. Es hängt vielleicht damit zusammen, dass ein sehr großes, unabhängiges Entwicklungsbüro dieses Konzept über Jahre als den großen Fortschritt herausgestellt hat, da es angeblich die leichtesten Maschinen hervorbringt. Allerdings haben sie nie eine getriebelose Anlage erfolgreich in die Produktion gebracht. Dann sagen sie halt »Wir machen Hybrid«. Das ist ein Trend, der kommt gut an. In ganz China ist das als Zukunftsmodell bekannt. In Deutschland sehe ich das jedoch nicht. Man hat die Nachteile beider Welten: Die Maschinen sind zwar leichter, aber wenn Schäden auftreten, muss man alles mit nach Hause nehmen. Gerade bei Offshore ist das ein Problem.

Jan Wenske: Sind Getriebemaschinen also ein Auslaufmodell?

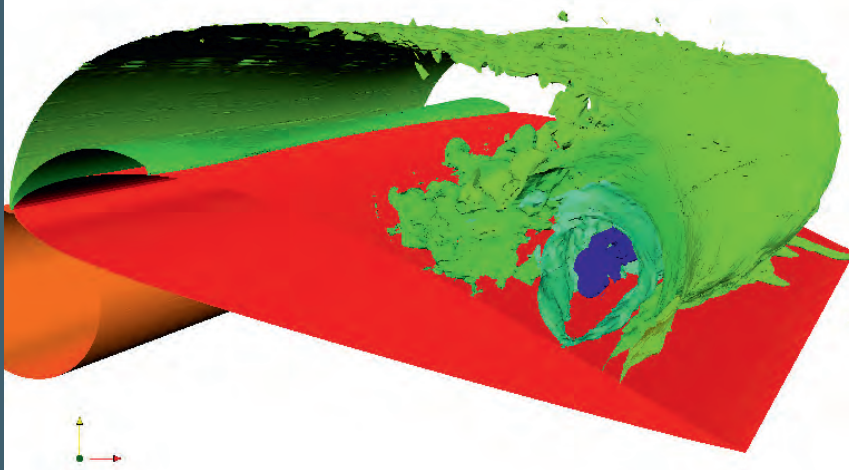
Friedrich Klinger: Es werden noch jahrzehntelang Getriebe gebaut und weiterentwickelt. So wie heute über Elektrofahrzeuge geredet wird, da meinen alle, in zwei Jahren wäre der Wandel da. Aber die Otto- und Diesel-Motoren werden noch sehr lange laufen. Das ist bei den Windrädern genauso. Bis wirklich jeder umgestellt hat, kann es noch lange dauern. Und es müssen auch noch Ersatzgetriebe lieferbar sein. Daher werden Getriebe und Getriebeanlagen in absehbarer Zeit nicht vom Markt verschwinden. Trotzdem können wir heute in eine neue Richtung gucken und sagen: Direct Drive ist langfristig die Zukunft.

Jan Wenske: Wären nicht Turbinenkonzepte aus dem Baukasten, mit standardisierten Schnittstellen, welche Preisvorteile in der Serienfertigung bringen könnten und den Austausch von Komponenten unterschiedlicher Zulieferer ermöglichen, sinnvoll?

Friedrich Klinger: Es hört sich zunächst einmal sinnvoll an, durch größere Stückzahlen und modular aufgebaute Windenergieanlagen Vorteile zu bekommen. Das ist ja bei anderen Produkten auch so. Beim Fahrzeug kommt keiner auf die Idee, die Reifen selbst zu entwickeln, die kauft man bei einem Reifenhersteller. Aber bei der getriebelosen Maschine ist das Kernstück der Generator – von dem fast alles abhängt. Derjenige der ein günstiges Generatorkonzept in den Markt gebracht hat, der wird es nicht an andere weiterverkaufen. Das ist höchstens denkbar, wenn zum Beispiel so ein Institut wie das IWES sagen würde: »Wir bauen den Generator und testen ihn für interessierte Hersteller«. Das ist aber eher unwahrscheinlich.

Prof. Friedrich Klinger

gilt als Pionier der direktangetriebenen Windenergieanlage und »Vater« der Anlagentechnologie der Vensys Energy AG. Seit Oktober 2011 leitet er die Projektgruppe »getriebeloses Anlagendesign« des Fraunhofer IWES in Saarbrücken. Darüber hinaus ist er Gesellschafter der Innowind Forschungsgesellschaft mbH. Zuvor führte er die Forschungsgruppe Windenergie (FGWE) der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) des Saarlandes.



»AERO- UND STRUKTURDYNAMIK MIT DEM THEMA REGELUNG ZUSAMMENFÜHREN«

Numerische Modellierungen von Strömungen, meist unter dem Namen Computational Fluid Dynamics (CFD) zusammengefasst, erweitern die Möglichkeiten, physikalische Vorgänge für Windenergieanlagen genauer zu erfassen. Wie die Aerodynamik ganz praktisch zur Weiterentwicklung der Anlagentechnik beitragen, Lasten minimieren und Leistung optimieren kann, skizzieren Prof. Gijs van Kuik, TU Delft, und Prof. Joachim Peinke, Fraunhofer IWES, in ihrem Gespräch.

Joachim Peinke: Welche Potenziale sehen Sie für die Weiterentwicklung von Windenergieanlagen durch die Aerodynamik?

Gijs van Kuik: Die Forschung zur Aerodynamik hat sich von der Effizienzoptimierung hin zur präzisen Bewertung von Lasten weiterentwickelt. In beiden Forschungsfeldern ist noch immer Raum für Verbesserungen, besonders bei der Abweichung von etablierten Formgestaltungen. Eine Weiterentwicklung stellt der Ansatz der »Fluid Structure Control Interaction« (FSCI) dar, der Aero- und Strukturdynamik mit dem Thema der Regelung zusammenbringt. Derzeit wird in Berechnungen als einziger stochastischer Parameter die atmosphärische, verwirbelte Strömung einbezogen. Die FSCI berücksichtigt mehrere stochastische Parameter, beispielsweise die Strukturunsicherheit der Rotorblattgeometrie oder der Werkstoffeigenschaften.

Joachim Peinke: Wo liegen die Hauptherausforderungen für die Aerodynamik?

Gijs van Kuik: Momentaner Stand der Technik bei Entwurfswerkzeugen ist die »Blade Element Method« (BEM), die Blattelementmethode, die inzwischen durch viele empirische Verbesserungen auch Aspekte erfasst, deren Grundlagen nicht im Detail verstanden sind. Gerade für nicht optimale Arbeitsbedingungen, wie bei Schräganströmung oder im Nachlauf anderer Anlagen und insbesondere für neue innovative Rotorkonzepte (z. B. große Schnelllaufzahlen, Swept Blades) sind die BEM-Modelle nicht mehr ausreichend. Die Wissensgrundlage zu den Details dieser Strömungsprobleme muss durch Experimente, Modellierung der Wirbel und numerische Strömungssimulationen (CFD) erweitert werden. Hierbei ist die CFD ein leistungsstarkes Werkzeug geworden, was für die Analyse und die Auslegung der Gestaltungsdetails eingesetzt wird. Die zusätzliche Einbindung meteorologischer Modelle in die CFD-Berechnungen der Rotorbewegungen ist eine weitere große Herausforderung, die noch vor uns liegt.



Gijs van Kuik



Joachim Peinke

Joachim Peinke: Welche Rolle werden künftig numerische Strömungssimulationen in der Forschung und Entwicklung spielen?

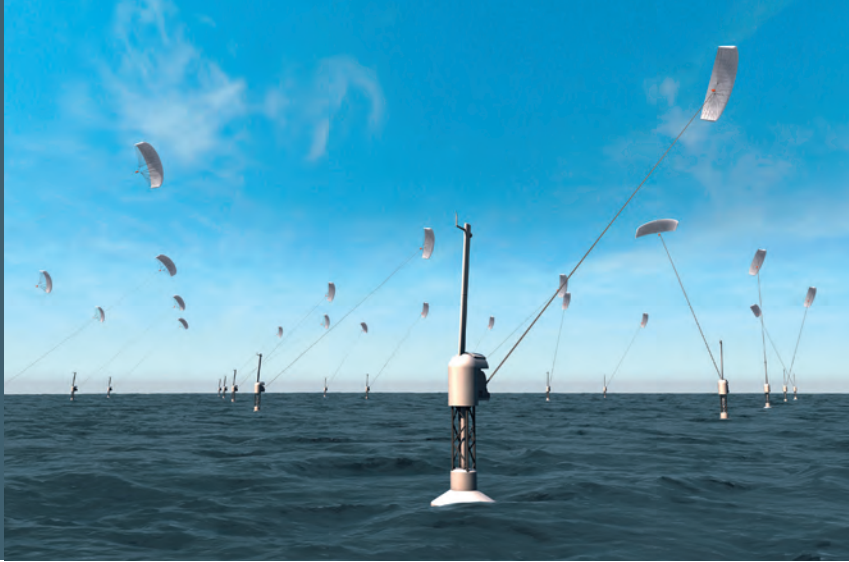
Gijs van Kuik: Numerische Strömungssimulationen werden zunehmend an Bedeutung für Lastenminimierung und Leistungsoptimierung in komplexen Situationen gewinnen, wie dies zum Beispiel für Offshore-Windparks der Fall ist. Wenn numerische Berechnungen auch noch Aerodynamik mit der Strukturmechanik und Regelung erfassen können, wird eine detaillierte Optimierung möglich. Das Manko für diese Vorgehensweise ist der für Berechnungen erforderliche Zeitaufwand. Dadurch wird die Möglichkeit, Eingabeparameter oder Strömungsvorgänge frei zu variieren, eingeschränkt. Die Lücke zwischen BEM und CFD wird derzeit wesentlich besser von Wirbelmodellen geschlossen.

Joachim Peinke: Wie stellen Sie sicher, dass ihre Forschung auf die Bedürfnisse der Industrie ausgerichtet ist?

Gijs van Kuik: Die Industrie ist durchaus in der Lage, Forschungsaufgaben zu definieren und bei den genannten Punkten mit Forschungseinrichtungen zusammenzuarbeiten. Was die Designcodes betrifft, ist BEM das Zugpferd, aber Erweiterungen zu Wirbelmodellen oder CFD für Teilaspekte der Strömung werden mehr und mehr Eingang in die Praxis finden.

Prof. Gijs van Kuik

wird im Rahmen eines Forschungsaufenthalts die IWES-Arbeitsgruppe in Oldenburg 2012 im Bereich Aerodynamik unterstützen. Der Pionier der Windenergieforschung ist seit 1977 im Bereich erneuerbare Energien tätig. Er gründete das fakultätsübergreifende Institut Duwind an der TU Delft, dem er als wissenschaftlicher Direktor vorsteht. Er wurde 2011 mit dem »Science Award« der European Academy of Wind Energy (EAWE) ausgezeichnet.



DEN WIND AN DIE LEINE LEGEN

Viele Surfer peppen das geliebte Brett früher oder später durch die Kreuzung mit einem Drachen auf. Wenn der Wind den farbenfrohen Kite erfasst, trägt er den Surfer zum sportlichen Höhenflug empor. Doch moderne Lenkdrachensysteme sind nicht nur Sportgerät, sondern auch Energieerzeuger. Die Flugbewegung des Drachensystems kann genutzt werden, um einen Generator anzutreiben. Michael Strobel, Fraunhofer IWES, sprach mit Stephan Brabeck, SkySails über die Offshore-Energieerzeugung mit Drachensystemen.

Michael Strobel: Mit der Geschäftssparte SkySails Power steigen Sie mit einem Drachensystem in die Energieerzeugung ein. Wieviel Energie lässt sich mit Kites generieren und welche Offshore-Standorte eignen sich dafür?

Stephan Brabeck: Bei gleichen Herstellungskosten lässt sich mit unserem System im Vergleich zu konventionellen Anlagen rund 30 Prozent mehr Energie erzeugen. Ein besonderer Vorteil ist, dass unser System nur etwa 1/3 der Masse einer konventionellen Windkraftanlage besitzt und die Generatoreinheit sich in Bodennähe befindet. Dadurch wird insbesondere die Aufstellung an Offshore-Standorten erheblich vereinfacht und die Anlage kann sogar mit vergleichsweise geringem Aufwand auf schwimmenden Plattformen installiert werden. So lassen sich auch Tiefwasser- bzw. Far-Offshore-Standorte erschließen. Die Meere um Norwegen, Schottland und Irland bieten dazu z. B. gute Möglichkeiten. Die Nennleistung der Anlagen soll zunächst 200 kW - 3,5 MW betragen. Bei späteren Modellen soll die Nennleistung weiter gesteigert werden.

Um einen gleichmäßigen Ertrag zu erzielen, werden vier Anlagen am Standort als Cluster betrieben, so dass durch Verschaltung eine Verstärkung des Ausgangsstroms erzielt werden kann. Über einen Umrichter wird der generierte Strom als Gleichstrom in das interne Netz übertragen. Die Cluster werden zu einem Windpark zusammengeschlossen. Die Flugbewegungen werden untereinander koordiniert und die Höhe gestaffelt, um eine gegenseitige Abschattung zu vermeiden. Für 2016 plant SkySails ein erstes Windpowercluster mit vier Anlagen mit mehreren Megawatt Leistung.

Michael Strobel: Für welche Lebensdauer sind die Komponenten des Drachensystems ausgelegt?

Stephan Brabeck: Der Kite ist ein vergleichsweise kostengünstiges Verschleißteil und hat eine Lebenserwartung von einem Jahr, Steuergondel und Zugseil werden momentan alle zwei Jahre ausgewechselt. In dieser Kalkulation ist noch Spielraum für Optimierungen – durch Weiterentwicklung wurde bei den Seilen bereits eine Vervierfachung der Haltbarkeit im Vergleich zu Anfangskonstruktionen erreicht. Design und Schnittmuster für die Kites stammen von SkySails, genäht und geklebt werden die Schirme in Neuseeland, die Konfektionierung der Komponenten erfolgt in der SkySails-eigenen Produktion in Wismar. Die Konstruktion und Entwicklung der Steuerungssoftware erfolgt am Hauptsitz in Hamburg. Der Teleskopmast für den automatischen Start und die Landung des Kites wird von einem kooperierenden Kranhersteller zugeliefert.

Michael Strobel: Wie starten und landen Sie die Systeme offshore?

Stephan Brabeck: So, wie es bereits auf den Frachtschiffen mit SkySails-Windantrieb erfolgt: Der Teleskopmast fährt aus einem Schacht aus und hebt dabei den noch gerefften Zugdrachen aus seiner Stauung in eine Höhe von rund 25 Metern. Dort entfaltet er sich in einem kontrollierten Entreff-Vorgang. Ist er voll entfaltet, wird er gestartet. Der Kite steht im Lee vor dem Mast und richtet sich aus. Zwei Mitarbeiter auf dem Vordeck steuern den Vorgang. Wenn der Kite vom Mast abdockt, übernimmt der Autopilot und bringt den Kite auf Arbeitshöhe – bei



den Windantrieben sind das 300 - 400 Meter, bei den Anlagen zur Energieerzeugung werden es etwa 800 Meter sein. Die Besatzung auf der Brücke wird über ein Benutzer-Interface über den Systemzustand informiert und kann per Knopfdruck in das System eingreifen – ähnlich wird es im Leitstand eines Windparks erfolgen.

Michael Strobel: Stellt die Regulierung des Luftraums ein Hindernis für die Ausbreitung dieser Technologie dar?

Stephan Brabeck: Die Verkehrsdichte über der Nordsee ist sehr hoch. Auf deutschem Hoheitsgebiet gibt es bis zur Sichtflughöhe der Kites von 800 Meter keine Einschränkung. Zusammen mit einer niederländischen Behörde wird jedoch ein System entwickelt, das via Transponder Daten an die Flugsicherung übermittelt.

Michael Strobel: Welche Stationen markieren den Weg in die Zukunft für Ihr Unternehmen?

Stephan Brabeck: Momentan baut SkySails einen Prüfstand auf, um die Drachensysteme zur Energieerzeugung mit 400m² Fläche in Höhen von bis zu 800 Metern zu testen. Ein Demonstrator mit automatischer Steuerung des Kites soll voraussichtlich 2013 in der Ostsee installiert werden.

Michael Strobel: Hauptberuflich Drachen steigen zu lassen und damit einen Beitrag zur umweltgerechten Energieversorgung zu leisten klingt wie ein Kindertraum. Was treibt Sie in Ihrer Position an?

Stephan Brabeck: Meine berufliche Basis ist die Luft- und Raumfahrttechnologie. Außerdem war ich für einen Schiffsmaschinenhersteller tätig und habe in diesem Bereich umfassende Kenntnisse über Antriebe erworben. In meiner Freizeit bin ich gern mit dem Segelboot unterwegs. Bei SkySails kann ich alle diese Passionen und Erfahrungen einbringen und einen innovativen Beitrag zur Offshore-Energiegewinnung leisten. Unser Team von 80 Mitarbeitern begleitet den Weg von der Idee zum Produkt mit großer Begeisterung. Diese Dynamik trägt die Suche nach neuen, anspruchsvollen technischen Lösungen und schafft Raum für neue Ansätze und Entwicklungen. Und so entstand im Rahmen der Entwicklung unseres Basisprodukts – dem Zugdrachen-Windantrieb für Frachtschiffe – auch die Idee, unsere Technologie für die Erzeugung von Energie aus dem besonders starken Wind in großen Höhen einzusetzen.

Stephan Brabeck

verantwortet als technischer Geschäftsführer der SkySails GmbH die Bereiche Forschung & Entwicklung, Produktion und Service. Zuvor war der Experte für Schiffspropulsion 14 Jahre lang für den Schiffsantriebshersteller Schottel u. a. als Entwicklungsleiter, technischer Leiter sowie kommissarischer Geschäftsführer tätig.

Am 1. November 2011 startete das Projekt OnKites. Darin untersucht das Fraunhofer IWES im Auftrag des Bundesumweltministeriums das Potenzial von Lenkdrachensystemen für die Energiegewinnung. Die Firma SkySails stellt für diese Studie einen Prototypen ihres Drachensystems zur Verfügung.



» WIR BRAUCHEN BEGLEITENDE FORSCHUNG UND EINE SACHLICHE DISKUSSION «

Ob Jacket, Tripod oder Tripile bei der Offshore-Logistik, der Installation, dem Anlagenbetrieb und in der Fertigung überzeugen können, wird lebhaft diskutiert. Schwergewichte mit Tiefgang stellen eine weitere Alternative dar: Schwerekraftfundamente versprechen durch eine optimale Vormontage der Windenergieanlagen an Land weniger Offshore-Risiko. Dr. Klaus Weber, Strabag Offshore Wind, und Dr. Holger Huhn, Fraunhofer IWES, stellen sich die Offshore-Gretchenfrage: Stahl oder Beton?

Holger Huhn: Wird Strabag künftig auf Schwerekraftfundamente setzen?

Klaus Weber: Bauingenieure werden immer standortspezifisch nach wirtschaftlichen Kriterien entscheiden, ob eine Schwerekraft-Gründung oder eine Pfahlgründung sinnvoll ist. Wenn der Boden die erforderliche Tragfähigkeit aufweist, werden Schwerekraftfundamente eingesetzt, weil sie dann die wirtschaftlichere Lösung darstellen. Ist der Boden nicht so stark verdichtet, werden Pfahlfundamente – aus meiner Sicht hauptsächlich Jackets – eingesetzt. Es wird eine projektspezifische Gesamtlösung angeboten – der Kunde trifft dann die Wahl. Wir wollen Offshore-Fundamente wirtschaftlich realisieren. Preis, Termin und Gewährleistung sind für den Kunden entscheidend.

Holger Huhn: Wird die logistische Abwicklung durch das Schwerekraftfundament einfacher?

Klaus Weber: Die Gesamtanlagen können an Land vormontiert werden, das reduziert das Offshore-Risiko um 60-70 Prozent. An Land werden dafür stationäre, sehr robuste Kräne eingesetzt. Pro Fahrt wird eine komplette Anlage mit einem Gewicht von 7000 Tonnen transportiert. Das Schwerekraftfundament mit der Windkraftanlage wird mit einem Halbtäucherschiff zur Lokation gebracht. Die Bewegungen im Seegang sind dadurch minimiert und man ist unabhängiger von der Wellenhöhe. Der gesamte Umlauf dauert je nach Küstentfernung des Windparks 2-3 Tage, innerhalb der 60-80 Seemeilenzone geht es auch schneller.

Die Installationskosten von Schwerekraftfundamenten sind bei Verwendung von vorhandenen Schwimmkränen relativ hoch. In Großserie gefertigte Schwerekraftfundamente mit einer speziellen Logistiklösung – hier spreche ich von einigen hundert Fundamenten – sind Schwerekraftfundamente erste Wahl. Das Strabag Schwerekraftfundament hat ein schlankes Design, um die Wellenlasten gering zu halten. Bei Großserien von Schwerekraftfundamenten amortisiert sich das Strabag Installationsschiff schnell. Es ist darüber hinaus auch für den Rückbau nutzbar.

Holger Huhn: Wie punktet das Schwerekraftfundament im Hinblick auf Umweltverträglichkeit?

Klaus Weber: Der wesentliche Vorteil des Schwerekraftfundaments im Hinblick auf Umweltverträglichkeit liegt in der Vermeidung von Rammschallemissionen. Bei Pfahlgründungen müssen bei den extrem dichten Lagerungen im Sandboden der Nordsee die Pfähle bis zu 50-70 Meter eingerammt werden. Zum Schutz der Umwelt müssen hier noch wirksame Schallschutztechniken entwickelt werden – wir arbeiten ebenfalls an Lösungen. Zudem sind Schwerekraftfundamente komplett rückbaubar. Die Materialien werden recycelt und finden dann Verwendung im Straßenbau.

Auf der anderen Seite erfordert das Schwerekraftfundament am Standplatz eine ausreichend feste Sandschicht, die in der Regel in 3 bis 5 Metern Tiefe vorliegt. Beim Bodenaushub entstehen Schwebstoffe und eine Trübung des Wassers mit



Klaus Weber



Holger Huhn

möglichen Umweltauswirkungen. Der Flächenverbrauch von Schwerkraftanlagen und von Pfahlgründungen liegt in einer vergleichbaren Größenordnung, weil vor allem Kolkeffekte maßgebend sind.

Hier muss die Begleitforschung zeigen, welche Auswirkungen mittel- und langfristig zu spüren sind. Strabag kooperiert dazu mit allen beteiligten Behörden wie dem BSH, BAW, BAM, Bundesumweltministerium u. a.

Die Windenergieanlagen werden grundsätzlich immer Auswirkungen haben, die es zu bewerten gilt. Die technischen Systeme müssen dabei gegeneinander abgewogen werden. Die öffentliche Diskussion ist da manchmal leider schwarz-weiß und sie wird teilweise etwas zu emotional geführt. Begleitende Forschung und eine sachliche Diskussion sind gefragt. Die Bundesbehörden fokussieren die Technikfolgenabschätzung und vergleichen denkbare Szenarien. Ich bin ein großer Verfechter dieser bedachten Vorgehensweise im Hinblick auf die Genehmigungen für Windparks in Deutschland.

Holger Huhn: Im Rahmen des Projekts Albatros 1 sollen 10 Anlagen 100 Seemeilen vor Cuxhaven aufgestellt werden. Welche Erkenntnisse erhoffen Sie sich von diesem Projekt?

Klaus Weber: Albatros 1 ist das erste Projekt aus der Strabag-Projektpipeline, die etwa 850 Offshore-Windkraftanlagen umfasst. Mit Albatros 1 erfolgt unser Markteinstieg mit dem von uns entwickelten Schwerkraftfundament. Vorlaufend wurde das Schwerkraftfundament in umfangreichen, durch das Bundesumweltministerium geförderten Tests im Originalmaßstab auf unserer Produktionsfläche in Cuxhaven geprüft und untersucht. Bei diesen Versuchen wurden ein 3/4 Jahr lang Nordseestürme realitätsnah simuliert und insbesondere die Auswirkungen auf den Boden untersucht und das Tragverhalten des Fundaments erforscht – das ist einmalig in Europa. Im nächsten Schritt sollen nun die durchweg positiven Ergebnisse beim Demonstrationsprojekt Albatros 1 verifiziert werden. Im Rahmen von ökologischer und technischer Begleitforschung wird bei Albatros 1 vor allem die Umweltverträglichkeit untersucht.

In einem späteren Schritt wird Strabag mit seiner Fundamenttechnik und den geplanten Produktionsanlagen auch außerhalb von Deutschland präsent sein.

Dr. Klaus Weber

arbeitet seit 10 Jahren im Bereich Offshore Wind und hat in dieser Anfangszeit der Branche den Geschäftsbereich Offshore Wind bei der Ed. Züblin AG und in der Folge bei Strabag S.E. aufgebaut. Seit 2010 ist er Geschäftsführer der Strabag Offshore Wind GmbH, Cuxhaven und Direktionsleiter bei Strabag.



» EIN STANDARDISIERTER PROZESS FÜR OFFSHORE-RISIKO-MANAGEMENT FEHLT «

Die Innovationsquote der Offshore-Windwirtschaft liegt deutlich über dem gesamtdeutschen Vergleichswert. Es werden neue technische Lösungen für komplexe Fragestellungen entwickelt, was die Kalkulierbarkeit des Risikos äußerst diffizil macht. Der Aufbau von Vertrauen hängt am Track Record und an validen Zahlen. Thomas Haukje, Nordwest Assekuranzmakler, und Dr. Hans-Gerd Busmann, Fraunhofer IWES, gehen der Frage nach, wie man eine Rechnung mit vielen unbekanntem Faktoren bezifferbar und vergleichbar machen kann.

Hans-Gerd Busmann: Wo liegen aus Sicht der Versicherer die größten Risiken bei der Umsetzung von Windenergie-Projekten?

Thomas Haukje: Die größten Risiken liegen einmal generell im Bereich der Technologie. Ist die Technologie schon erprobt und ausgereift? Ist sie wirklich einsetzbar? Was für Versicherer grundsätzlich beunruhigend, da schwer einschätzbar ist, sind zum einen die Schnittstellen zwischen den einzelnen Beteiligten an einem Offshore-Windpark. Zum anderen sehen Versicherer das Thema Netzanbindung kritisch – ist sie wirklich sichergestellt und einigermaßen redundant? Insbesondere, wenn man wenig über die Fazilitäten der Netzbetreiber im Offshore-Bereich weiß, ist das technologische Risiko dahinter schwer einzuschätzen.

Hans-Gerd Busmann: Wie gestaltet sich die Interaktion zwischen Projektgesellschaften und den Versicherern bzw. Banken? Besteht der Bedarf einer engeren Verbindung zwischen Projekt- und Risikomanagement?

Thomas Haukje: Was fehlt, zumindest für uns, ist ein standardisierter Prozess für Offshore-Risiko-Management, der Sicherheit bringen könnte. Derzeit geht jedes Institut seinen eigenen Weg. Es gibt erste Ansätze zur Harmonisierung.

Wenn man ein gewisses Verfahren durchlaufen hat und zu einem bestimmten Ergebnis kommt, sollten alle wissen, ob

das Projekt mit »geringem Risiko«, »mittlerem Risiko« oder »hohem Risiko« zu bewerten ist. Es ist definitiv noch Bedarf da. Ich kenne viele Advisor, die in den Prozessen eingebunden sind, und als Zusatzaufgabe die Risikobewertung übernehmen.

Hans-Gerd Busmann: Wenn man den Gedanken der Standardisierung oder Harmonisierung wieder aufnimmt – bestünde die Möglichkeit, alle Beteiligten an einen runden Tisch zu bringen?

Thomas Haukje: Das wäre auf alle Fälle sinnvoll, um die unterschiedlichen Sphären und Einflussbereiche in Unternehmen kennenzulernen. Die Bank setzt einen anderen Fokus im Risiko-Management, als es die Hersteller tun. Um ein einheitliches Vorgehen festzulegen, wäre ein runder Tisch sicherlich sehr sinnvoll. Aus persönlicher Erfahrung kann ich ergänzen: Runde Tische ja, aber nie zu groß, um die Produktion von Ergebnissen nicht zu langwierig zu gestalten. Jeder Beteiligte sollte ein bis zwei Vertreter schicken können.

Hans-Gerd Busmann: Was tun Versicherer, um sich Know-how zum Thema Offshore-Windenergie ins Haus zu holen?

Thomas Haukje: Üblicherweise werden eigene Mitarbeiter, die früher im Onshore-Geschäft tätig waren, weiterqualifiziert. Ich glaube auch, dass es für Versicherer zumindest zur Zeit sehr schwer ist, erfahrene Offshore-Leute zu bekommen – Versiche-



Thomas Haukje



Hans-Gerd Busmann

rungen sind für den Offshore-Mann und für die Offshore-Frau nicht unbedingt das Spannendste von der Welt. Diese Leute wollen da draußen sein und Parks bauen oder große Liefer- und Leistungsverträge verhandeln.

Hans-Gerd Busmann: Gibt es einen Richtwert, wie viele Offshore-Projekte Versicherer in ihr Portfolio aufnehmen, um eine optimale Risikostreuung zu erreichen?

Thomas Haukje: Jeder Versicherer hat da seine eigene Philosophie. Es gibt einige, vor allem bei den großen Gesellschaften, die wollen überall dabei sein, andere machen aus ihrem Blickwinkel eher »cherry-picking«, und legen fest, dass sie immer dabei sein möchten, wenn eine Turbine A, B oder C errichtet wird. Das sind unterschiedliche Unternehmensphilosophien. Da hat sich noch kein klarer Trend herauskristallisiert.

Hans-Gerd Busmann: Stichwort Transparenz: Wie zugänglich sind die relevanten Zahlen, auf deren Basis das Risiko eines Projektes bewertet wird?

Thomas Haukje: Es ist sehr intensive Detailarbeit. Das Problem ist, dass wesentliche Daten zur Bewertung des Risikos z. B. der ausführenden Firmen erst im Prozess klar werden. Man muss deshalb simultan-sukzessiv arbeiten. Wenn wir zum Beispiel den Weg eines Versicherungsprogramms für einen Offshore-Windpark nachzeichnen, vergehen vom ersten Telefonat, dem ersten Treffen zur Analyse und Detailarbeit bis zum Abschluss des Versicherungsvertrags locker drei Jahre. Das heißt, wir reden hier über einen sehr langen Prozess, der miteinander gesteuert wird. Man kennt dann meist das Büro des Kunden besser als sein eigenes, das ist einfach so. Wenn ich von Finanzierbarkeit als Zielsetzung spreche, meine ich damit nicht nur Bereitstellung von Geldern durch Banken, sondern auch die

indirekte: Der Vorstand eines Energieversorgers würde für ein Projekt ohne adäquaten Versicherungsschutz und vernünftiges Risiko-Management die Gelder nie freigeben. Insoweit ist das ein ganz wichtiger Faktor, um die Projekte erfolgreich zu errichten.

Hans-Gerd Busmann: Momentan finanzieren oder stützen die großen Energieversorger die deutschen Offshore-Projekte. Wird das Feld der Geldgeber in Zukunft bunter durchmischt sein?

Thomas Haukje: Man sieht definitiv neue Interessenten, die im Markt auftauchen. Pensionsfonds haben eine extreme Langfristigkeit und nehmen dafür auch geringere Renditen in Kauf. Dafür wollen sie allerdings vor allem eins: Sicherheit, Sicherheit, Sicherheit. Damit gelangen wir wieder zum Thema Risiko-Management – es macht die Themen bewertbar und Sicherheit bezifferbar. Am liebsten wollen diese Investoren einen Offshore-Festzins.

Thomas Haukje

ist Versicherungsfachwirt und arbeitete fast 10 Jahre für einen Industrierversicherer in Deutschland. 7 Jahre wirkte er bei internationalen Industrierversicherungsmaklern und baute dort das Windenergiegeschäft federführend auf. Er strukturierte und platzierte die Absicherungskonzepte namhafter Betreiber, Zulieferer und Hersteller. Seit dem 01.01.2008 ist er Geschäftsführender Gesellschafter der Nordwest Assekuranzmakler GmbH & Co. KG (NWA).



»KOSTENSENKUNG VON 50 PROZENT IN 10 JAHREN IST MÖGLICH«

Ambitionierte Ziele für die Offshore-Windenergie führen bei den einen zu leuchtenden Augen, bei den anderen zu Stirnrunzeln. Ist der geplante gewaltige Ausbau auf dem Meer zu schaffen, und was kann eine konzertierte Forschung in Europa dazu beitragen? Dr. Jos Beurskens, ECN Wind Energy, John Olav Tande, SINTEF, und Dr. Bernhard Lange, Fraunhofer IWES, diskutieren, wie realistisch die Pläne sind und welche Impulse der Offshore-Ausbau benötigt.

Bernhard Lange: In den letzten Jahren überboten sich Politik und Windenergie-Verbände gegenseitig mit immer ehrgeizigeren Zielen für die Offshore-Entwicklung. Sind diese Vorgaben erfüllbar?

Jos Beurskens: Zählt man alle Ausbaupläne der Nordsee-Staaten zusammen, ergibt dies bis zum Ende des Jahres 2030 mehr als 72 GW. Die Windenergie-Branche hat in der Vergangenheit bereits gezeigt, dass sie in der Lage war, dieselbe Kapazität an Land aufzubauen. Was die Fertigungskapazitäten anbelangt, sehe ich daher keine unüberwindbaren Barrieren, diese Erreichung der Ziele zu erreichen. Notwendige Voraussetzungen sind die Qualifizierung von Personal für den Offshore-Einsatz, Infrastruktur, europäische oder multinationale Raumordnungspläne, gesetzliche Grundlagen und Anreize für die langfristige Finanzierung. Dies sind Voraussetzungen, ohne die es nicht geht und die sehr zeitintensiv sind, die für die Umsetzung der Pläne jedoch kurzfristig bewältigt werden müssen.

John Olav Tande: Ich stimme zu, dass der Ausbau nicht nur von Fertigungskapazitäten abhängt, sondern auch Regierungen und Forschung eine Rolle spielen. Forschung ist wichtig, um Verbesserungen und innovative Ideen einzubringen, während die Regierungen den Weg zu einem höheren Marktvolumen ebnen müssen.

Bernhard Lange: In welchen Bereichen bieten Forschungsaktivitäten das größte Optimierungspotenzial?

Jos Beurskens: Die Integration von Konzepten für Transport, Installation und Tragstrukturen in ein umfassendes Konzept hat klares Kostensenkungspotenzial, ebenso wie eine Weiterentwicklung von Tragstrukturen für verschiedene Wassertiefen und Bodenbeschaffenheiten sowie Ansätze zur Fertigungsautomatisierung. Strategien zur Wartung und Instandhaltung mit Schwerpunkt auf der Zugänglichkeit und präventiver Instandhaltung sind ebenfalls ein Kernelement. Langfristig sehe ich ein Potenzial für radikal neue Offshore-Designs, auch für Anlagen für große Wassertiefen.

John Olav Tande: Meiner Ansicht nach ist die Hauptherausforderung für die Offshore-Windenergie die Senkung der Kosten. Ich gehe davon aus, dass die Forschung signifikante Kostensenkungen bei Betrieb und Instandhaltung, Netzintegration, Substrukturen und Errichtung erzielen kann.

Bernhard Lange: Der Ausbau von Offshore-Windparks ist nicht allein eine Frage der Anlagentechnologie. Welche weiteren großen Herausforderungen sehen Sie?

Jos Beurskens: Die größten Herausforderungen sind der Aufbau der elektrischen Infrastruktur offshore, die Integration in die Transportnetze an Land, die Ausbildung von Fachpersonal, die Einschätzung der kumulativen Wirkung von Windparks auf das Ökosystem des Meeres und gegebenenfalls deren Reduzierung.



Jos Beurskens



John Olav Tande



Bernhard Lange

John Olav Tande: Aus einem weiteren Blickwinkel betrachtet sind Fragestellungen des Markts vielleicht die zentrale Herausforderung. Dies gilt für die Schaffung eines Offshore-Transportnetzes und für die Aufrechterhaltung von wirtschaftlicher Unterstützung für Windparkentwickler durch eine Einspeisevergütung oder andere Mechanismen. Die Finanzkrise erschwert die Finanzierung neuer Projekte. Risikoreduzierung und Modelle zur Risikoteilung sind wichtige Punkte.

Bernhard Lange: Offshore-Windenergie ist eine junge Technologie, die Kosten dafür derzeit noch hoch. Können Forschung und Entwicklung mittelfristig zur Kostensenkung beitragen?

Jos Beurskens: Wenn die Forschenden in der Industrie, den Hochschulen und den Forschungseinrichtungen sich zunächst auf den Kapazitätsfaktor und die Reduzierung der Kosten für Errichtung und Tragstrukturen konzentrieren und langfristig radikal neue Anlagenkonzepte für Offshore-Windenergieanlagen entwickeln, erscheint eine Kostensenkung von 50 Prozent in 10 Jahren möglich. Skalierungseffekte werden nicht automatisch geringere Kosten nach sich ziehen, aber sie werden die Kosten an anderer Stelle senken – zum Beispiel bei Installation sowie Instandhaltung.

John Olav Tande: Ich sehe mehrere lohnenswerte Ansätze. Eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie anzustreben, um die kontinuierliche Designoptimierung und Risikoreduzierung zu begleiten, ist ein Weg. Durch Ausbildung gut qualifiziertes Personal zur Verfügung zu stellen, ein zweiter. Drittens ist Forschung mit langfristiger Perspektive gefragt – das sehe ich für Innovation als entscheidend an.

Bernhard Lange: Wird offshore-erzeugter Strom jemals konkurrenzfähig zur Erzeugung an Land sein?

Jos Beurskens: Die Antwort ist abhängig von der Windgeschwindigkeit, Küstenentfernung und weiteren Faktoren. Kurzfristig: Nein. Mittelfristig: Vielleicht. Langfristig: Ja. Die

Kosten sind nicht der Grund, um Windenergie offshore zu betreiben; ausschlaggebend für diese Entscheidung sind Beschränkungen an Land. Die vollen Ressourcen der Windenergie können nur durch On- und Offshore-Nutzung erschlossen werden.

John Olav Tande: Langfristig schon. Das heißt nicht unbedingt, dass Offshore günstiger wird als der preiswerteste an Land erzeugte Strom, aber Nutzungsbeschränkungen und andere Faktoren werden die Entwicklung von Onshore-Windenergie in vielen Fällen schwierig machen.

Dr. Jos Beurskens

ist Direktor des Niederländischen Offshore-Programms WE@SEA und Senior-Forscher am Energieforschungszentrum der Niederlande (ECN). Er ist Mitbegründer der European Academy of Wind Energy (EAWE) und berät die Europäische Kommission. 2008 wurde ihm der Preis »Poul la Cour« verliehen, 2009 erhielt er die Ehrendoktorwürde der Universität Oldenburg.

John Olav Tande

hat die Position des Senior Research Scientist bei SINTEF Energy Research in Norwegen inne und zeichnet als Geschäftsführer der Forschungseinrichtung NOWITECH verantwortlich. Im Rahmen der European Energy Research Alliance leitet er die Einheit Offshore Windenergie. Außerdem steht er der Arbeitsgruppe Offshore Wind der »European Technology Platform« vor.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Vor Einlass der Gäste genossen Prof. Andreas Reuter, Fraunhofer IWES, der Bremer Senator Martin Günthner und Bremerhavens Oberbürgermeister Melf Grantz den Blick in die Weiten der Prüfhalle.



Über 200 geladene Gäste aus Wirtschaft, Politik und Forschung stellten sich zur Eröffnungsfeier ein.



Dr. Helmut Schmidt, Fraunhofer-Gesellschaft, Dr. Rita Kellner-Stoll, Bremer Senat für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa, Prof. Dr. Andreas Reuter, Fraunhofer IWES, Kerstin Deller, BMU, Melf Grantz, OB Bremerhaven und Dr. Arno van Wingerde, Fraunhofer IWES, bestritten die Festreden zur Eröffnung.

Eröffnung 90-Meter-Rotorblattprüfstand

Mit einem Festakt am 9. Juni 2011 eröffnete das Fraunhofer IWES nach einer Bauzeit von anderthalb Jahren feierlich den neuen Prüfstand für Rotorblätter. Die 20.000 Quadratmeter große Einrichtung verdoppelt die vorhandene Prüfkapazität für die Ganzblattprüfung des Instituts. Der Neubau für 11 Mio Euro leistet einen wertvollen Beitrag zur Qualitätssicherung von Rotorblatt-Prototypen.

Das Fraunhofer IWES hat am Standort Bremerhaven eine in ihrer Art einmalige Prüfeinrichtung geschaffen, in der Rotorblatt-Prototypen besonders realistisch belastet werden können. Finanziert wurde die Einrichtung durch Mittel des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), der Fraunhofer-Gesellschaft, des Landes Bremen sowie des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Die Rotorblattprüfung liefert gemäß IEC-Vorgaben nach wenigen Monaten belastbare Aussagen darüber, ob ein Rotorblatt eine 20-jährige Betriebsdauer unbeschadet übersteht. Die Anforderungen der Industrie sind in die Konzeption des Prüfstands eingeflossen: Von der vorbereitenden Planung bis zur Betriebsphase hat ein Steuerungsgremium aus Industrievertretern das Projekt begleitet.

Gegenüber der seit 2009 betriebenen, vollausgelasteten 70-Meter-Prüfhalle, bietet die neue Einrichtung neben Platz für sehr lange Rotorblätter einen kippbaren Einspannblock. Dieser Stahlkoloss ermöglicht durch eine Neigung von maximal 20 Grad auch bei sehr langen Rotorblättern eine Durchbiegung der Spitze über 30 Meter und beschleunigt die Montage. Mit einer Prüfkapazität für Rotorblätter, wie sie für künftige 10 MW-Turbinen geplant sind, sieht sich das IWES für die Zukunft gut aufgestellt. Die erste Prüfung startete bereits wenige Tage nach der Eröffnungsfeier.

Testzentrum für intelligente Netze und Elektromobilität SysTec eingeweiht

Mit Unterstützung des Landes Hessen von rund 1,5 Mio Euro aus dem Konjunkturpaket II des Bundes wurde am 16. September 2011 mit über 250 Gästen in Fuldata-Rothwesten nahe Kassel das neue Fraunhofer Testzentrum für intelligente Netze und Elektromobilität IWES-SysTec eingeweiht. Neben den Baukosten hat das Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) mit insgesamt rund 3,2 Mio Euro Förderung im Rahmen der FuE-Projekte »Erprobung neuer Netze« und »Stromparkplätze für Elektrofahrzeuge« zu den modernen Testeinrichtungen beigetragen. Das Bundesumweltministerium (BMU) fördert seit 2007 den Auf- und Ausbau von Testeinrichtungen im IWES-SysTec im Gesamtumfang von rund 4,5 Mio Euro im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsprojekte »Optinos«, »PV Multielement«, »PV-Integrated«, »Aktives Intelligentes Niederspannungsnetz« und »PV & Netz«.

Die Gesamtinvestitionen dieser Hauptausbaustufe betragen rund 9,5 Mio. Euro. Prof. Dr. Jürgen Schmid, Leiter des Fraunhofer IWES in Kassel und Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen WBGU, dankte dem Land Hessen, dem Bundeswirtschaftsministerium und dem Bundesumweltministerium für die Förderung dieser strategisch wichtigen Zukunftsinvestition: »Mit dieser Einrichtung hat das Kasseler IWES seine europaweit einzigartige Stellung als Forschungs- und Entwicklungszentrum zur Integration der erneuerbaren Energien in Versorgungsnetze weiter ausgebaut.«

Im SysTec entwickelt und testet das Fraunhofer IWES neue Betriebsmittel und Betriebsverfahren für intelligente Nieder- und Mittelspannungsnetze. Darüber hinaus werden hier die Netzintegration und Netzkopplung von Elektrofahrzeugen und deren Versorgung mit Strom aus erneuerbaren Energien sowie Photovoltaiksysteme, Windenergieanlagen, Speicher- und Hybridsysteme unter realen Bedingungen untersucht.



Hessens Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann hob die Wichtigkeit von Investitionen in die Forschung hervor.



Applaus für ein gelungenes Bauprojekt: Ministerin Eva Kühne-Hörmann, Referatsleiter Dr. Knut Kübler (BMWi), Referatsleiterin Kerstin Deller (BMU), Fraunhofer-Vorstand Prof. Ulrich Buller, Bürgermeisterin Annegret Werderich, Helmut Barth (HMWK).



IWES-SysTec Testzentrum für intelligente Netze und Elektromobilität.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Gemeinsam für eine Konzentration der hessischen Biogasforschung: LLH-Leiter Andreas Sandhäger, IWES-Leiter Prof. Jürgen Schmid, Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann, Umweltministerin Lucia Puttrich, Klaus Reinhardt (LLH), Dr. Bernd Krautkremer (IWES).



Neue Forschungsbiogasanlage im HBFZ für die bedarfsgerechte Stromproduktion.



Peter Funtan (IWES, rechts) erhielt von Harald Kownatzky (mitte) und Martin Grote (Vorstandsmitglieder NHI/HH-Recyclingverein) einen 30.000 Euro-Scheck.

Hessisches Biogas-Forschungszentrum HBFZ eingeweiht

Gemeinsam unterstützten Hessens Ministerien für Wissenschaft und Umwelt die Gründung des HBFZ. Am 19. August 2011 weihten sie das in Kooperation des Fraunhofer IWES, des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) und des Landesbetriebs Hessisches Landeslabor (LHL) entstandene und bundesweit einmalige Forschungszentrum für die Biogasproduktion ein. Das HBFZ kann dabei auf die vorhandene Forschungsbiogasanlage, den landwirtschaftlichen Versuchsbetrieb, die dorffähnliche Struktur des Eichhofs sowie die dort vorhandene labortechnische Ausrüstung des LLH zurückgreifen. Rund 3,3 Mio. Euro wurden in die Erweiterung der Infrastruktur investiert. Die Leistung der vorhandenen Biogasanlage wurde um einen Versuchsfermenter im technischen Maßstab ergänzt und zu einer modernen, praxisrelevanten Forschungsbiogasanlage für die bedarfsgerechte Stromproduktion umgerüstet, ein neuer Gebäudekomplex für ein Technikum für nachwachsende Rohstoffe geschaffen und ein vorhandenes Gebäude für spezielle Laboruntersuchungen des Fraunhofer IWES zum Technikum Biogas umgestaltet. Für diese Maßnahmen hat das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst aus dem Konjunkturpaket II des Bundes rund 2 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Die Restfinanzierung wurden vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, dem LLH und dem Fraunhofer IWES getragen.

Forschungsarbeiten von Peter Funtan ausgezeichnet

Der NH/HH-Recyclingverein würdigte im Rahmen der Hannover Messe 2011 Aktivitäten im Bereich von Schmelzsicherungen und deren Komponenten. Zehn führende deutsche Universitäten, Hochschulen und das Fraunhofer IWES erhielten Spendenschecks in Höhe von 20.000 bis 35.000 Euro. Die langjährigen Forschungsarbeiten von Peter Funtan zum Einsatz von Sicherungen in Photovoltaikanlagen wurden mit 30.000 Euro honoriert. Dafür soll zusammen mit der Universität Kassel eine didaktische Lehr-CD für die Berufsausbildung erarbeitet werden.

VDI-Fachkonferenz Rotoren und Rotorblätter von Windenergieanlagen

Die Geschwindigkeit an der Spitze eines Rotorblatts ist mit einem Formel-1-Wagen vergleichbar: Mit bis zu 320 Kilometern pro Stunde durchschneiden sie die Luft. Für diese Höchstleistung müssen Material und Design ideal zusammenspielen. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWES richtete der VDI am 12. bis 13. April 2011 in Hamburg dazu eine Konferenz aus. Testwerte zu neuen Materialien und Optimierungsansätzen im Fertigungsprozess wurden in diesem Rahmen von erfahrenen Praktikern vorgestellt. Dabei ging es auch um die Frage, wie sich die Lebensdauer von Rotorblättern simulieren und erhöhen lässt.



Konferenzort auf dem Ponton: Die rund 150 Teilnehmer diskutierten auch Ansätze der Lastenreduktion und Aerodynamik.

IWES leitete größtes deutsches Photovoltaik-Symposium

Zum größten deutschen Symposium für photovoltaische Solarenergie trafen sich vom 2. bis 4. März 2011 rund 1000 Teilnehmer in Bad Staffelstein. Die fachliche Leitung des Symposiums mit dem diesjährigen Schwerpunkt Netzintegration von Solarstromanlagen hatte Dr. Philipp Strauß vom IWES. Beiträge des IWES befassten sich mit der Zertifizierung von PV-Erzeugungseinheiten/-anlagen, Möglichkeiten der aktiven Spannungsregelung im Niederspannungsnetzen, Betriebsgeräuschen von PV-Wechselrichtern, DC-seitige Netznachbildungen für EMV-Messungen, Modellierung des Temperaturverhaltens von PV-Modulen, Wirkungsgrad- und Leistungsmessungen von PV-Wechselrichtern.



Das größte deutsche Symposium zur Photovoltaik leitete 2011 Dr. Philipp Strauß vom IWES.

EWEA Brüssel

Auf der Fachmesse EWEA präsentierte sich das Fraunhofer IWES den 9000 Fachbesuchern vom 14. bis zum 17. März 2011 mit den Themen Rotorblattprüfung, Netzintegration und Anlagensimulation. Unter dem Dach der EWEA fanden Fachforen zu den internationalen Verbundprojekten HiPRWind und OC4 statt, die Einblick in den Stand der Projekte gewährten. Besucher konnten sich am Messestand zu den neuesten Entwicklungen informieren.

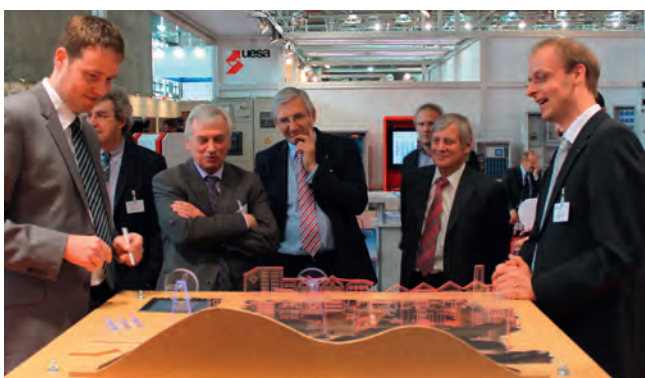


Das Rotorblatt weist den Weg: geballte Windenergiekompetenz auf der EWEA in Brüssel.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Fraunhofer IWES und das Fraunhofer-Netzwerk Windenergie präsentierten sich mit einem Gemeinschaftsstand Wind auf der Hannover Messe 2011.



Mit Freude erläuterten Dr. Dietrich Schmidt (IBP, rechts) und Patrick Selzam (IWES, links) den Fraunhofer-Vorständen Prof. Ulrich Buller und Prof. Alfred Gossner sowie IWES-Leiter Prof. Jürgen Schmid (von links) ihr Modell zum Energiesystem Stadt.



Das ZDF-Morgenmagazin berichtete live von der Hannover Messe über die Fernleitwarte der E-Energy-Modellregion Harz.

Hannover Messe 2011: Gemeinschaftsstand Wind

Vom 4. bis 8. April 2011 stellte das Fraunhofer IWES gemeinsam mit dem Fraunhofer-Netzwerk Windenergie in Halle 27 das Thema »Smart Grids« in den Mittelpunkt. Viele Besucher lockte die Frage an den Stand, was virtuelle Kraftwerke zur stabilen dezentralen Energieversorgung aus regenerativen Energien beitragen können. Eine neue Software des IWES demonstrierte, wie sich Wind- und Biogaskraftwerke sowie Solarstromanlagen in Modellen und Feldversuchen über moderne Informations- und Kommunikationstechniken zu einer virtuellen Einheit zusammenfassen lassen. Außerdem war das Thema Qualität zentral: Wie Rotorblätter vor der Serienfertigung überprüft und wie Schäden mittels Infrarot-Thermographie ermittelt werden können, zeigten plastische Exponate.

Hannover Messe 2011: Gemeinschaftsstand Allianz Energie

Der Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung ist eine der zentralen Zukunftsaufgaben des 21. Jahrhunderts. Die Fraunhofer-Allianz Energie, die sich aus 16 Instituten mit rund 1 500 Mitarbeitern zusammensetzt, entwickelt für ihre Kunden zukunftsweisende und wettbewerbsfähige Produkte. Auf der Hannover Messe präsentierten die Forscher ausgewählte Highlights in den Kategorien regenerativ, effizient, intelligent, kompakt. Das IWES zeigte zusammen mit dem IBP das Kooperationsprojekt Energiesystem Stadt.

Hannover Messe 2011: Gemeinschaftsstand E-Energy Projekte

E-Energy – Smart Grids made in Germany, so der Slogan für ein Förderprogramm des Bundeswirtschaftsministeriums in ressortübergreifender Partnerschaft mit dem Bundesumweltministerium. Technologiepartnerschaften in sechs Modellregionen entwickeln und erproben Schlüsseltechnologien und Geschäftsmodelle für ein »Internet der Energie«. Die Zwischenergebnisse wurden auf einem großen Gemeinschaftsstand auf der Hannover Messe präsentiert. Besonderes Highlight war eine Fernleitwarte des IWES und seiner Partner für die Modellregion Harz.

Fraunhofer-Pressekonferenz auf der Hannover Messe

»Für die Netze ist auch der zusätzliche Stromtransport eine enorme Belastung, weil sie nicht für Tausende von Windrädern im Norden Deutschlands und Millionen von Solarmodulen ausgelegt sind, die ihren Strom in die Übertragungs- oder Verteilnetze einspeisen. Damit das Stromnetz weiter funktionstüchtig bleibt, muss es für das neue Ökostrom-Zeitalter gerüstet werden. Und für die Netzbetreiber sind neue Steuerungsinstrumente, wie beispielsweise Wind- und Solarleistungsprognosen, für die Kraftwerkseinsatzplanung bereit zu stellen«, umreißt Prof. Dr. Jürgen Schmid die Zukunftsaufgaben auf der Pressekonferenz der Hannover-Messe 2011.



Fraunhofer Pressekonferenz Hannover Messe 2011 (von links): Dr. Jens Tübke (ICT), Prof. Dr. Matthias Busse (IFAM), Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger (Präsident Fraunhofer), Prof. Dr. Jürgen Schmid (IWES).

Girls Day im Fraunhofer IWES in Bremerhaven

Das Wachstum der Wirtschaft in der Nordwest-Region hat einen ausgeprägt technischen Charakter. Die Windenergiebranche bietet vielversprechende Perspektiven für gut ausgebildetes Fachpersonal. 25 Mädchen konnten auf einer »Windtour« am 14. April 2011 im Rahmen des »Girls Days 2011« das Studium »Maritime Technologien«, den Alltag eines Elektrikers sowie Messtechnik und Materialentwicklung für Offshore-Windenergieanlagen kennenlernen und selbst »Nordseeklima auf Knopfdruck« erzeugen. Dabei erhielten sie einen Eindruck über die vielfältigen Möglichkeiten in Forschung und Industrie.



Arbeiten mit großen, präzise gefertigten Bauteilen – interessierte Mädchen zwischen 14 und 17 Jahren erkunden Berufsfelder im Fraunhofer IWES.

Girls Day im Fraunhofer IWES in Kassel

Zum »Girls Days 2011« brachten die Mädchen am 14. April 2011 viele Fragen mit in das IWES. »Was bedeutet es eigentlich, Strom zu haben und wie kommt der Strom vom Windrad oder der Solarzelle zum Fön an der Steckdose?«. Antworten gaben Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen vom Fraunhofer IWES. Dann legten die 14 Schülerinnen selbst Hand an und löteten eine Solaranlage zusammen, die ein selbst gebautes Windrad antreibt. Nach einem Streifzug durch die Labore folgte eine Spritztour mit Elektrofahrzeugen des Instituts.



Maria Roos vom Fraunhofer IWES erklärt den interessierten Mädchen am »Girls Days 2011« die Funktion einer Photovoltaikanlage.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Prof. Erich Barke, Präsident der Leibniz Universität Hannover (li.), Dr. Wolfram von Fritsch, Vorstandsvorsitzender der Deutschen Messe AG (Mitte), und Prof. Andreas Reuter initiierten die Leibniz Zukunftsdialoge.



Tourabsprache zur elektromobilen Selbsterfahrung mit Pedelecs: Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann, Prof. Jürgen Schmid, Städtische Werke Vorstand Dr. Thorsten Ebert, Dr. Kurt Rohrig, Dr. Bernd Leßmann (HMWK), Dr. Ulrich Adolphs (HMWK).



Wie lässt sich die Verfügbarkeit einer Windenergieanlage steigern? Konzepte wurden in Bremen diskutiert.

Leibniz Zukunftsdialoge – Wissenschaft trifft Wirtschaft

Im Fokus der Auftaktveranstaltung der neuen Reihe der Universität Hannover und der Deutschen Messe AG stand am 17. Mai 2011 die Offshore-Windenergie. Ausgewiesene Experten referierten zu wissenschaftlichen, technologischen und wirtschaftlichen Aspekten und beschrieben die politischen Rahmenbedingungen. Andreas Reuter, Leiter des IWES-Standorts Bremerhaven und Professor für Windenergietechnik an der Leibniz Universität, übernahm die wissenschaftliche Koordination des Leibnizdialogs. Die Veranstaltung versammelte rund 120 Vorstände, Geschäftsführer und Entwicklungsleiter aus den nördlichen Bundesländern.

Elektromobilitäts-Sommertour von Hessens Wissenschaftsministerin Eva Kühne-Hörmann

»Erlebnis Elektromobilität – vom Labor auf die Straße«, so war die Sommertour am 2. Juli 2011 von Eva Kühne-Hörmann, Hessens Ministerin für Wissenschaft und Kunst, überschrieben. Dabei informierte sie sich über Elektromobilitätsaktivitäten in Nordhessen bei den Städtischen Werken Kassel, der Firma Fräger in Immenhausen, Volkswagen in Baunatal, der Universität und dem Fraunhofer IWES in Kassel. Für die Transfers wurden sowohl E-Autos als auch Pedelecs »praktisch erfahren«. Das IWES präsentierte der Ministerin und den begleitenden Journalisten die Virtuelle Batterie, Standardisierungsansätze zur Ladeinfrastruktur, eine neue kontaktlose Ladestation sowie die Einbindung von Elektromobilität in die Versorgungsstrukturen.

VDI-Fachkonferenz Instandhaltung Windenergieanlagen

Einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren für eine hohe Verfügbarkeit und geringe Schäden an der Windenergieanlage ist ein vorausschauendes Service-, Wartungs- und Logistikkonzept. Die Instandhaltungsdienstleistungen gelten als einer der Zukunftsmärkte in der Windenergiebranche. Aus diesem Grund griff das VDI Wissensforum in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IWES dieses wichtige Thema mit einer eigenen Konferenz am 23. und 24. August 2011 in Bremen auf. In einem Vertiefungsseminar wurden auch rechtliche Aspekte der Wartung und Instandhaltung thematisiert.

International Solar World Congress 2011

Der SWC fand vom 28. August bis 2. September 2011 in Kassel statt. Ausrichter war die Universität Kassel in Kooperation mit der International Solar Energy Society (ISES). Der weltweit größte Kongress zum Bereich Solarenergie und -architektur, auf dem aber z. B. auch Fragen der Windenergie diskutiert wurden, führte rund 800 Teilnehmer aus über 60 Nationen im Kasseler Kongress-Palais zusammen. Fraunhofer IWES und IBP unterstützten den bedeutenden Weltkongress mit einem gemeinsamen Themenstand zur Transformation der Energiesysteme und zu Visionen für die Energiesysteme der Städte und Exkursionen zu den Institutslaboren.



Gemeinsamer Stand des IWES und IBP zum International Solar World Congress 2011 in Kassel.

Parlamentarischer Abend Elektromobilität in Hessen

Mehr Verkehr mit den Herausforderungen des Klimaschutzes in Einklang zu bringen ist für Hessen als Transitland und Logistikstandort eine der wesentlichen Aufgabenstellungen. Unter dem Motto »Strom bewegt« warb die Hessische Landesregierung am 8. und 9. September 2011 in Berlin für seine Bewerbung zur Schaufensterregion Elektromobilität. In einer begleitenden Ausstellung stellten die verschiedenen hessischen Akteure Ihre Entwicklungen und Projekte vor. Das Fraunhofer LBF präsentierte einen neuen Radnabenmotor und das IWES seine Virtuelle Batterie.



Besuch am IWES-Stand zum Thema Virtuelle Batterie (von rechts) Prof. Dr. Holger Hanselka (LBF), Umweltministerin Lucia Puttrich, Minister Axel Wintermeyer, Matthias Puchta (IWES), Uwe Kregel (IWES).

VDI-Fachkonferenz Netzanbindung und Netzintegration von Windenergie

Unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Jürgen Schmid zeigte die Konferenz vom 13. - 14. September 2011 in Bremen auf, welche Anforderungen Windenergieanlagen erfüllen müssen, um die gewonnene Energie in die vorhandenen Stromnetze einspeisen zu können. Es wurde dargestellt, welche Wechselwirkung zwischen Maschinenteknik und Netzanschluss zu berücksichtigen sind und wie sich die SDLWind auswirkt. Weiterhin wurden Aspekte des Netzausbaus und die damit einhergehenden Anforderungen an die Erzeugungseinheiten besprochen.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Biogasanlagen spielen eine wichtige Rolle bei der bedarfsgerechten Stromerzeugung (Foto: fotalia.com).



Matthias Puchta (rechts) erläuterte auf der IAA die Vorzüge der Virtuellen Batterie des Fraunhofer IWES (Foto: Andreas Fischer).



Der Veranstaltungsort inspirierte die Offshore-Diskussion: Im Bremerhavener Sail City Hotel wurden Erfahrungen ausgetauscht.

VDI-Spezialkonferenz: Stationäre Stromspeicher für erneuerbare Energien

Die Anforderungen und verschiedene Technologien für Stromspeicher zur Pufferung des fluktuierenden Angebots erneuerbarer Energien standen im Fokus der Spezialkonferenz am 15. September 2011 in Bremen. Dazu zählten Themen wie die zukünftige Einspeisecharakteristik, Ausgleichsenergie und -leistung, regelbare Bioenergieerzeugung, Lastmanagement mit Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen. Die fachliche Leitung hatten Prof. Jürgen Schmid und Prof. Michael Sterner.

Internationale Automobilausstellung IAA

Auf der 64. Internationalen Automobil-Ausstellung IAA in Frankfurt am Main präsentierte das IWES vom 13. - 25. September 2011 modernste Entwicklungstools für die Automobilindustrie auf dem Gemeinschaftsstand Elektromobilität Hessen. Virtuelle Batterien des Fraunhofer IWES helfen Industrie und Forschung, bei der Entwicklung von Elektrofahrzeugen Zeit und Geld zu sparen.

2. VDI-Fachkonferenz Offshore-Windenergieanlagen

Die Bundesregierung fördert ambitionierte Ausbaupläne – unter anderem mit Krediten in Höhe von fünf Milliarden Euro für die ersten zehn Windparks auf hoher See. Der Trend geht gerade Offshore zu größeren Rotordurchmessern, mit denen sich mehr Volllaststunden erzeugen lassen. Die zentrale Herausforderung ist dabei, die aerodynamische Effizienz ohne spürbare Gewichtszulagen und Zusatzkosten zu verwirklichen. Die VDI-Konferenz vom 27. - 28. September 2011 in Bremerhaven gab Projektierern, Versicherern, Betreibern und Entwicklern Raum zum Erfahrungsaustausch. Beiträge des Mitorganisators Fraunhofer IWES brachten Zukunftsperspektiven aus der angewandten Forschung ein.

Dritter Kongress 100 % Erneuerbare Energie Regionen

Der Kongress am 27. September 2011 im Kongress-Palais Kassel war eine geeignete Plattform für den Austausch von Erfahrungen und die Vorstellung erprobter Strategien auf dem Weg zu einer nachhaltigen regionalen Energieversorgung. Auf einem gemeinsamen Fraunhofer-Stand präsentieren das IBP und das IWES ihre sich ergänzenden Kompetenzen für eine energetisch nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung.



Das Modell »intelligente Stadt« bildete den Mittelpunkt des gemeinsamen Ausstellungsstandes von Fraunhofer IBP und IWES.

Start des Studiengangs Windenergie-Ingenieurwesen

Zum Wintersemester 2011/2012 startete an der Leibniz Universität Hannover der neue Masterstudiengang »Windenergie-Ingenieurwesen«. 25 Plätze stehen Absolventen der Fachrichtungen Bau- und Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik sowie Computergestützte Ingenieurwissenschaften zur Verfügung. Der Studiengang ermöglicht nach vier Semestern den Einstieg in klassische Berufszweige des Bauingenieurwesens, aber auch eine Beschäftigung bei Energieversorgern, Windenergieanlagenherstellern oder Banken und Versicherungen. Prof. Andreas Reuter, Leiter des IWES-Standorts Bremerhaven und Institutsleiter an der Leibniz Universität Hannover, hat das Konzept mitentwickelt und unterstützt die Lehre.



Willkommen zum Aufbaustudium! Gute Jobaussichten in der Windenergie sorgten für rege Nachfrage nach den 25 Studienplätzen.

Gemeinsamer Online-Studiengang Windenergiesysteme

Die Universität Kassel und Fraunhofer IWES werden gemeinsam den europaweit ersten Online-Masterstudiengang Windenergiesysteme entwickeln. Zielgruppe sind Naturwissenschaftler oder Ingenieure, die eine berufsbegleitende Weiterqualifizierung zum Master of Science »Windenergiesysteme« suchen. Prof. Dr. Detlef Kuhl von der Uni Kassel sowie Prof. Dr. Jürgen Schmid und Dr. Kurt Rohrig vom Fraunhofer IWES übernehmen die fachliche- sowie Telsche Nielsen-Lange die organisatorische Leitung. Im Wintersemester 2013 soll das zeit- und ortsunabhängige Studium starten.



Studenten können zukünftig europaweit den Master Windenergiesysteme am Computer studieren.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Mit dem Helikopter ließ das IWES-Projektteam die letzten Mastelemente des 200 m Windmessmast anbringen (von links): Doron Calles, Klaus Otto, Dr. Kurt Rohrig, Richard Döpfer, Tobias Klaas.

Aufbau eines 200-Meter-Windmessmasts

Im Auftrag und mit Förderung des Bundesumweltministeriums erforscht das Fraunhofer IWES die Windcharakteristika im bewaldeten Mittelgebirge und den Einsatz neuartiger laserbasierter Fernmesstechnik (LiDAR) für die Windenergienutzung. Dafür hat das IWES einen 200 Meter hohen Messmast auf dem Rödeser Berg in Wolfhagen-Nothfelden nahe Kassel errichtet. Dieser nordhessische Standort ist aufgrund der Geländestruktur und des in Hauptwindrichtung vorgelagerten Waldes sehr gut für die Untersuchungen geeignet. Ziel des Projekts ist es, mit dieser in Deutschland einmaligen Infrastruktur grundsätzliche Erkenntnisse für höhere Windenergieanlagen nahe bzw. in Wäldern zu gewinnen.



DERlab Konferenz in Kassel (Foto: DERlab e.V., Frank Hellwig).

DERlab Conference

Das auf Initiative des IWES gegründete europäische Exzellenznetzwerk Distributed Energy Resources Laboratories DERlab diskutierte am 6. Oktober 2011 in Kassel die Herausforderungen aufgrund des rasanten Wachstums der Integration dezentraler Stromerzeuger in die Netze. Als Ergebnis will das IWES einen neuen Industriearbeitskreis zur Netzintegration einrichten, um Kenntnisse aus der Forschung schneller in Produkte einfließen zu lassen und umgekehrt Erfahrungen aus der Industrie in die Agenda der Forscher zu integrieren.



16. Kasseler Symposium im Hörsaal der Universität Kassel.

16. Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik

Die Netzintegration erneuerbarer Energien war das Thema des 16. Kasseler Symposiums Energie-Systemtechnik, zu dem der diesjährige wissenschaftliche Tagungsleiter Dr. Philipp Strauß vom 6. - 7. Oktober 2011 rund 250 Experten begrüßen konnte. Die vielfältigen Herausforderungen, Energieversorgung dezentral und vernetzt umzusetzen, standen im Mittelpunkt der Tagung. Die Netzintegration von Windenergie sowie die Frage, wie Stromnetze auf hohe Einspeisung durch Photovoltaik reagieren, waren für die Wissenschaftler von besonderer Bedeutung.

5. Biomasse-Forum

Die Novellierung der Gesetze bzw. Verordnungen EEG, Bio-AbfV und KrWG und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Verwertung von Bioabfällen waren die Schwerpunktthemen des 5. Biomasse-Forums in der Bad Hersfelder Stadthalle vom 16. - 17. November 2011. Veranstaltet wurde das Forum vom Witzenhausen-Institut in Zusammenarbeit mit dem Hessischen Biogas-Forschungszentrum (LLH, Fraunhofer IWES).



5. Biomasse-Forum in Bad Hersfeld.

EEG-Biogas-Workshop: Flexibilisierung der Strom-einspeisung

Der im Anschluss an das Biomasse-Forum abgehaltene EEG-Biogas-Workshop beschäftigte sich vom 17. - 18. November 2011 mit Fragestellungen der intelligenten Energieproduktion aus Biomasse sowie neuen Instrumenten des EEG hinsichtlich optionaler Marktprämie und Flexibilitätsprämie. Der Workshop wurde vom Hessischen Biogas-Forschungszentrum im Schloss Eichhof veranstaltet.



EEG-Biogas-Workshop: Frank Schünemeyer (IWES) berichtete über Hemmnisse bei der Flexibilisierung der Stromeinspeisung.

5. OTTI-Anwenderforum Windenergie im Binnenland

Politische Rahmenbedingungen, Standortfindung und Genehmigungsverfahren, Finanzierung, Wirtschaftlichkeit und Versicherung von Windkraftanlagen, Innovative Anlagen- und Speichertechnik; Erfolgsbeispiele und Erfahrungsberichte standen auf der Tagesordnung des fünften OTTI-Anwenderforums vom 17. - 18. November 2011 in Neumarkt, zu dem auch das IWES als Mitveranstalter eingeladen hatte.



5. OTTI-Anwenderforum Windenergie im Binnenland in Neumarkt.

EREIGNISSE UND AUSZEICHNUNGEN



Großes Interesse beim Power-to-Gas-Workshop der Bundesnetzagentur und des IWES in Berlin.



Machten sich stark für die Windenergie im Nordwesten: Dr. Stephan Barth, Prof. Dr. Babette Simon, Prof. Dr. Andreas Reuter, Niedersachsens Wissenschaftsministerin Prof. Dr. Johanna Wanka, Bremens Senator Dr. Joachim Lohse, Ronny Meyer, Bremens Staatsrat Dr. Heiner Heseler (v.l.).



Status und Perspektiven von Biogasanlagen wurden beim OTTI-Anwenderforum in Regensburg diskutiert (Foto: fotalia.com).

Power-to-Gas-Workshop mit Bundesnetzagentur in Berlin

Einen vielversprechenden Ansatz zur Speicherung erneuerbarer Energien diskutierten am 22. November 2011 in Berlin rund 300 Experten aus Unternehmen und Verbänden der Energiewirtschaft, aus Wissenschaft, Politik und Verwaltung. Die Bundesnetzagentur und das Fraunhofer IWES hatten zu einem Workshop zum Thema »Power-to-Gas« eingeladen.

Parlamentarischer Abend WindPowerCluster

Der WindPowerCluster in der Nordwest-Region schaffte es in die Endrunde des Spitzenclusterwettbewerbs des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Die drei Koordinatoren der Bewerbung, das Branchennetzwerk WAB, ForWind und das Fraunhofer IWES, luden am 22. November 2011 in Berlin zu einem Parlamentarischen Abend unter dem Motto »Offshore-Wind – Energie der Zukunft« ein. In den Räumen des Fraunhofer Forums wurden die geplanten Aktivitäten der 300 Cluster-Partner vorgestellt. Rund 150 Teilnehmer folgten der Einladung in die Hauptstadt, um sich über die Potenziale der Nordwest-Region zu informieren.

OTTI-Anwenderforum Biogasanlagen

Unter der fachlichen Leitung von Dr. Bernd Krautkremer vom Fraunhofer IWES boten am 23. November 2011 in Regensburg namhafte Referenten aus Praxis und Forschung aktuelle Informationen zu Rahmenbedingungen, Finanzierung, Technik, Logistik und innovativen Konzepten von Biogasanlagen an.

Einführung OneWind Student Simulationsoftware

Bei »OneWindStudent« handelt es sich in der ersten Version um eine Auslegungssoftware für Rotorblätter und die Blattverstellregelung, die in Anlehnung an die Theorien aus Lehrbüchern implementiert wurde. Die Antwort liefert das detaillierte Simulationsprogramm »OneWind«, das am Fraunhofer IWES entwickelt wird. Am 25. November 2011 führte Prof. Andreas Reuter die Studentenversion, die zur Nutzung in der Lehre bereit steht, in seiner Vorlesung »Windenergietechnik 1« an der Leibniz Universität Hannover erstmals ein.



Früh übt sich: Studenten an der Leibniz Universität Hannover berechnen die Lasten, die auf Windenergieanlagen wirken, mit einer Freeware des Fraunhofer IWES.

EWEA Offshore 2011

»Kurs Offshore« hat sich die internationale Leitmesse der EWEA auf die Fahnen geschrieben. 480 Aussteller boten 8200 Besuchern vom 29. November bis 1. Dezember 2011 dafür ihre Komponenten und Lösungen an. Das Fraunhofer IWES war auf dem Gemeinschaftsstand des Branchennetzwerks WAB vertreten und unterstützte den Kongress mit Fachvorträgen. In Extra-Sessions dokumentierte der Film »RAVE – Reserach at alpha ventus« die Fortschritte des Verbundforschungsprojekts. Der zweite 2. OMO-Workshop – Operation and Maintenance of Offshore Windparks – informierte über aktuelle Instandhaltungskonzepte.



Auf dem Gemeinschaftsstand der WAB präsentierte sich das Fraunhofer IWES mit den Ergebnissen aus dem RAVE-Forschungsprojekt.

BILDNACHWEIS

- 7 | 1 Prof. Dr. Andreas Reuter, Institutsleiter Bremerhaven (Foto: Dawin Meckel), 2 Prof. Dr. Jürgen Schmid, Institutsleiter Kassel (Foto: Dieter Schwerdtle)
- 17 | 1 Prof. Dr. Andreas Reuter; 17 | 2 Kerstin Deller (Fotos: Dawin Meckel)
- 18 | Thomas Becker (fotalia.com)
- 19 | Agnis res estius repudae ctamus aut et vel estis dolupture odi verit, te solorem blandus (Foto: Thomas Becker, fotalia.com)
- 21 | 1 Dr. Knut Kübler, BMWI (Foto: 2011 Energie- und Umwelt- Managementberatung Pöschk)
- 21 | 2 Prof. Dr. Jürgen Schmid, Institutsleiter IWES, Kassel (Foto: Pia Malmus)
- 23 | 1 Ganzblattprüfungen machen mögliche Schäden in verkürzten Zeiträumen sichtbar (Foto: Jan Meier); 23 | 2 200-m Windmessmast (Foto: Richard Döpfer)
- 24 | 1 Biogasanlage am Hessischen Biogasforschungszentrum HBFZ des IWES in Bad Hersfeld (Foto: Klaus Wagner)
- 24 | 2 DeMoTeC des Fraunhofer IWES (Foto: Renate Rothkegel)
- 25 | 1 Prüflabor Netzintegration im IWES SysTec (Foto: Volker Beushausen)
- 25 | 2 IWES SysTec Testzentrum in Rothwesten bei Kassel (Foto: Frank Hellwig);
- 27 | 1 Verladung eines Rotorblattes (Foto: Jan Meier); 27 | 2 Vor der Zertifizierung neuer Rotorblatttypen steht der Belastungstest im Prüfzentrum (Foto: Jan Meier)
- 28 | 1 Abladen einer Tripodstruktur am Offshore-Standort (Foto: alpha ventus)
- 28 | 2 Vorbereitung des Rammbereichs einer Tripod-Gründungsstruktur (Foto: alpha ventus)
- 29 | 1 Schweißen eines Gestells für Stahlbleche, die in der Nordsee ausgelagert werden
- 29 | 2 Die permanente Zustandserfassung durch Condition Monitoring Systeme macht Wartungsarbeiten planbar (Foto: Jens Meier)
- 30 | 1 Endmontage von Windenergieanlagen-Gondeln (Foto: Enercon); 2 ENERCON E-70 (Foto: Enercon)
- 31 | 1 Ausbauplan für Offshore-Windparks in der Nordsee (Foto: BSH/M5, 1.12.2011)
- 31 | 2 Offshore-Schlepper auf dem Weg zum Baufeld (Foto: DOTI alpha ventus 2009)
- 32 | 1 Rohrknoten als Shell-Element; 32 | 2 OneWind wind turbine library
- 33 | 1 RANS-Simulation des Blattspitzenwirbels des Rotors einer Windenergieanlage; 33 | 2 Umströmung eines dicken Profils im Rotorblatt-Nabenbereich
- 34 | 1 Leitwarte (Foto: Volker Beushausen); 34 | 2 Leitwarte (Foto: RED Eletrica)
- 35 | 1 Alpha-Ventus (Foto: doti); 35 | 2 200-Meter-Messmast (Foto: Klaus Otto)
- 36 | 1 Einsatz von LIDAR-Messgeräten zur Charakterisierung von Windprofilen (Foto: Renate Rothkegel)
- 36 | 2 Strömungsmessgerät mit Auslöseeinheit zum Rückholen der Messapparatur. (Foto: Jan Meier)
- 37 | 1 Computercluster zur Berechnung detaillierter Simulationen; 37 | 2 Benutzerschnittstelle eines virtuellen Kraftwerks
- 38 | 1 Virtuelle Batterie im Bordnetz eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor; 38 | 2 Teststand für Blattverstellungssysteme in Windenergieanlagen
- 39 | 1 Inbetriebnahme der Testanlage in Irland, CORES Projekt; 39 | 2 Strömungsversuche im Kanal von Ifremer für das Marinet-Projekt (www.maritimejournal.com)
- 40 | 1 IWES SysTec Testzentrum Intelligente Netze und Elektromobilität (Foto: Tom Prall); 40 | 2 Magnetring-Windgenerator-konzept
- 41 | 1 Mittelspannungsanlagen im IWES SysTec (Foto: Frank Hellwig); 41 | 2 Prüflabor Netzintegration im IWES SysTec (Foto: Volker Beushausen)
- 42 | 1 Testfeld für Photovoltaikmodule (Foto: Frank Hellwig); 42 | 2 Inbetriebnahme eines PV-Wechselrichters in einer GTEM-Messzelle
- 43 | 1 Teststand bidirektionales Energiemanagement (Foto: Renate Rothkegel); 43 | 2 OGEMA-Gateways im Energieversorgungssystem
- 44 | 1 Betriebsführung in Verteilungsnetzen (Foto: Volker Beushausen); 44 | 2 Multispartenhausanschluss (Foto: www.doyma.de)
- 45 | 1 Leitstelle des Prüflabors (Foto: Volker Beushausen); 45 | 2 1 MVA AC-Netzsimulator (Foto: Volker Beushausen)
- 46 | 1 Ganzheitlicher Forschungsansatz des Hessischen Biogasforschungszentrums (Luftbild: Jean Corell); 46 | 2 Biogasaufbereitungsanlage (Foto: Michael Beil)
- 47 | istock
- 48 | Transport eines Rotorblatt-Prototypen zur 90-Meter-Testhalle (Foto: Jan Meier)
- 50 | Exakte Lastannahmen für die Simulation führen zu zuverlässigeren und kostengünstigeren OWEA (Foto: DOTI alpha ventus 2009)
- 52 | Generatorsegmente

54 | Blattverstellungssystem einer Multi-Megawatt-Anlage (Foto: Multibrid)

56 | Eine seismische Vermessung gewährt tiefe Einblicke in den Meeresboden (Foto: Fraunhofer IWES)

60 | Europäischer Stromverbund (Foto: DLR)

62 | Einsatz von LIDAR-Messgeräten zur Charakterisierung von Windprofilen (Foto: Renate Rothkegel)

64 | Rollenprüfstand für Elektromobilität im IWES SysTec (Foto: Volker Beushausen)

66 | Biogasanlagen spielen eine wichtige Rolle bei der bedarfsgerechten Stromerzeugung (Foto: fotalia)

68 | 1 Online Leistungsprognose für erneuerbare Energie

69 | 1 Thomas Landgraf, enercast; 69 | 2 Dr. Kurt Rohrig, Fraunhofer IWES

70 | 1 25 GW PV Freifeldanlage und IWES SysTec (links) in Fulda bei Kassel (Foto: Tom Prall)

71 | 1 Dr. Philipp Strauss, Fraunhofer IWES, im Gespräch mit Prof. Dr. Bernd Engel (Foto: Andreas Berthel)

72 | 1 Forschungsbiogasanlage am Hessischen Biogasforschungszentrum Eichhof (Foto: Klaus Wagner)

74 | 1 Schema eines WEA-Gondelprüfstands (Bild: RENK Test System GmbH)

75 | 1 Prof. Dr. Friedrich Klinger; 75 | 2 Dr. Jan Wenske, Fraunhofer IWES

76 | 1 Numerische Berechnung der Umströmung eines Rotorblattsegments

77 | 1 Prof. Gijs van Kuik, TU Delft; 77 | 2 Prof. Joachim Peinke, Leitung Strömungs- und Systemdynamik

78 | 1 Offshore-Windpark mit gekoppeltem Drachensystem zur Energieerzeugung (Foto: SkySails GmbH)

79 | 1 Stephan Brabeck (re.), SkySails, Michael Strobel (li.), Fraunhofer IWES

80 | 1 STRABAG-Testanlage für Schwerkraftfundamente in Cuxhaven (Foto: Britta Rollert)

81 | 1 Dr. Klaus Weber, STRABAG Offshore Wind GmbH; 81 | 2 Dr. Holger Huhn, IWES

82 | 1 Rechenmodelle helfen, die Risiken von der Planung bis zum Betrieb der Windenergieanlage bewertbar zu machen

83 | 1 Thomas Haukje, Nordwest Assekuranzmakler GmbH & Co KG ; 83 | 2 Dr. Hans-Gerd Busmann, Fraunhofer IWES

84 | 1 Offshore Windpark (Foto: Vestas S/A)

85 | 1 John Olav Tande, SINTEF; 85 | 2 Dr. Jos Beurskens, ECN Wind Energy; 85 | 3 Dr. Bernhard Lange, Fraunhofer IWES

FÖRDERER

Danksagung an die Förderer des Fraunhofer IWES



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie



Niedersächsisches Ministerium
für Wissenschaft und Kultur



HESEN



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

IMPRESSUM

Redaktion, Koordination, Grafik

Uwe Kregel, Britta Rollert,
Uta Werner, Renate Rothkegel

Autoren: J. Bard, Prof. Dr. M. Braun, Dr. H.-G. Busmann, F. Bürkner, D. Callies,
P. Caselitz, Dr. I. Deecke, Dr. T. Degner, J. Dubois, P. Funtan, Dr. N. Henze,
S. Hetmanczyk, R.-R. Hoßbach, Dr. H. Huhn, M. Jentsch, J. Kirchhof,
Dr. B. Krautkremer, P. Kühn, M. Landau, Dr. B. Lange, Dr. R. Mackensen,
F. Meier, Dr. D. Nestle, Prof. Dr. J. Peinke, Prof. Dr. A. Reuter, Dr. K. Rohrig,
Prof. Dr. R. Rolfes, F. Sayer, Prof. Dr. P. Schaumann, F. Schlögl, Prof. Dr. J. Schmid,
Dr. H. Schnars, A. Schulz, M. Shan, Prof. Dr. M. Sterner, Dr. B. Stoevesandt,
Dr. P. Strauß, M. Strobel, F. Thalemann, F. Vorpahl, Dr. J. Wenske, Dr. A. van
Wingerde

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES

Institutsteil Bremerhaven
Am Seedeich 45, 27572 Bremerhaven
Telefon +49 471 14 290-100

Institutsteil Kassel
Königstor 59, 34119 Kassel
Telefon +49 561 7294-0

info@iwes.fraunhofer.de
www.iwes.fraunhofer.de

Redaktionsschluss: 31.12.2011

Druck: Bernecker MediaWare AG, Melsungen

