

24.– 25. September 2013 in Frankenthal

Dynamische Antriebsstranguntersuchung von Windenergieanlagen

**Planung und Realisierung eines 10 MW
Prüfstandes für die ganzheitliche
Untersuchung von Windenergieanlagen.**

*Prüfen in der Automobilindustrie
Vom Konzept bis zum Betrieb*

Ein Vortrag von Martin Pilas. Fraunhofer IWES, Bremerhaven

Gesamtsystem Windenergieanlage: Vom Wind bis zum Netz





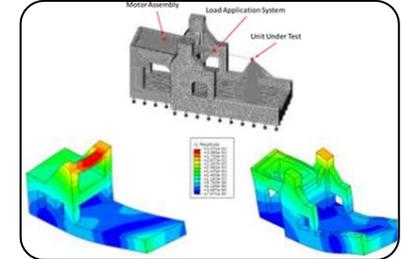
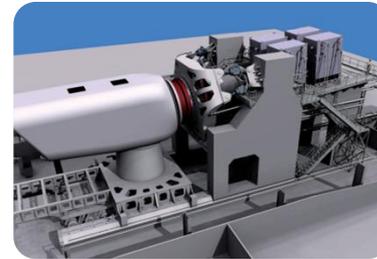
Foto: Kistler



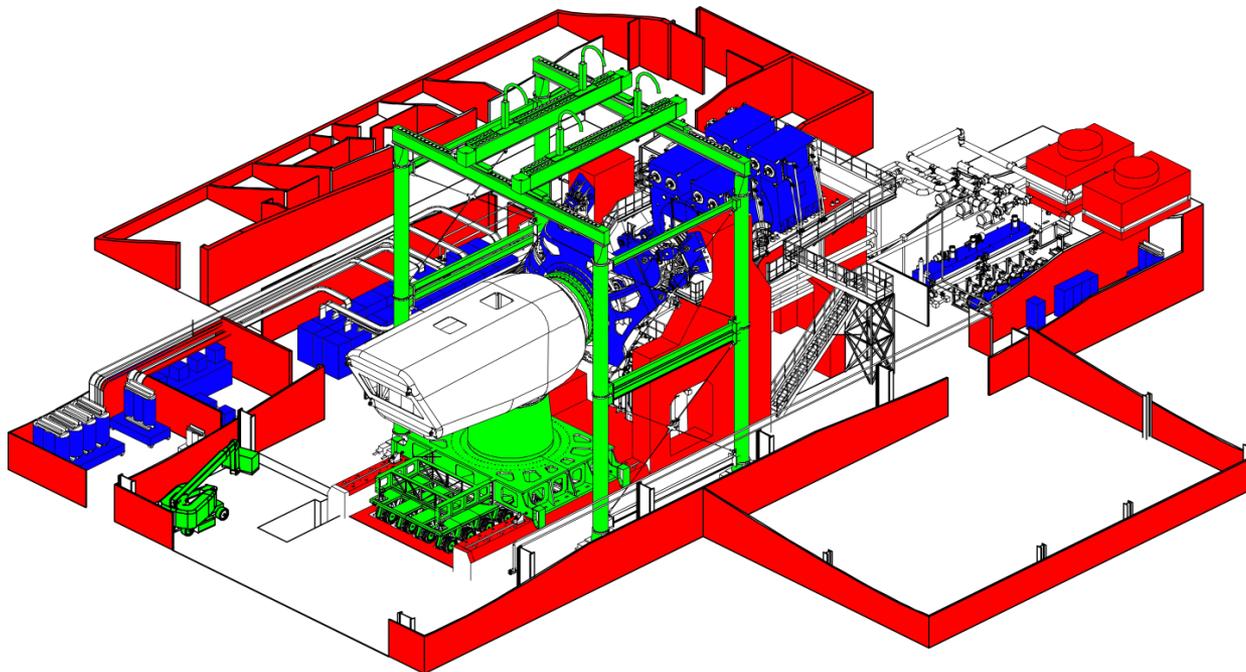
Foto: Idiada

Vergleich von WEA und Automobil Prüfung

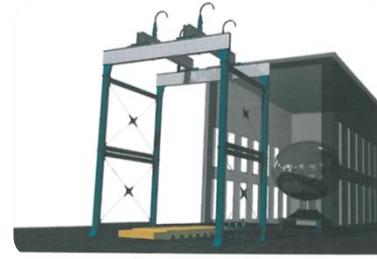
	Windenergie	Automobil
Auslegung	ca. 120.000 [h]	ca. 6.000 [h]
Wirkende Lasten	Wechselnde Lasten. Hohe Unsicherheit, schwer zu bestimmen. Teilweise simulationsbasiert.	Erfahrung, Teststrecken, relativ gut bekannte Lasten.
Herstellung	Geringer Automatisierungsgrad.	Hohe Qualität in der Produktion, gute Reproduzierbarkeit.
Testen	Umfassendes Prüfen steht am Anfang. Prüfprozeduren müssen entwickelt werden.	Gute Vernetzung innerhalb der Branche. Langjährige Erfahrung.
Auswirkungen	Hohe Kosten, Ertragsverlust.	Imageschaden.
Kosten	Sehr teure Prüflinge und hohe Investitionskosten für Prüfeinrichtungen.	Verhältnismäßig viele Prüflinge verfügbar.



Planungsumfang eines WEA Systemprüfstands



- Logistik
- Infrastruktur
- Prüfstand



Logistik

Geographische Lage

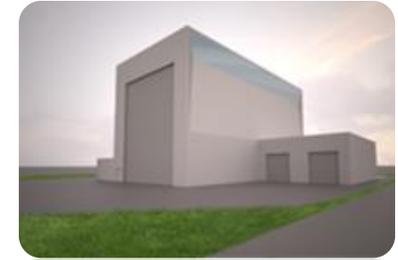
- ↖ 500 m zum Schwerlasthafen
- ↖ Direkte Nähe zur lokalen Windenergieindustrie

Hubgerüst

- ↖ 420 t Hebelast mit 4 separaten Litzenebnern
- ↖ Innen- und Außeneinsatz durch schienengeführtes System
- ↖ Notwendig für Prüfstandsinstallation
- ↖ Keine Abhängigkeit von externen Unternehmen

Transport zum Prüfstand

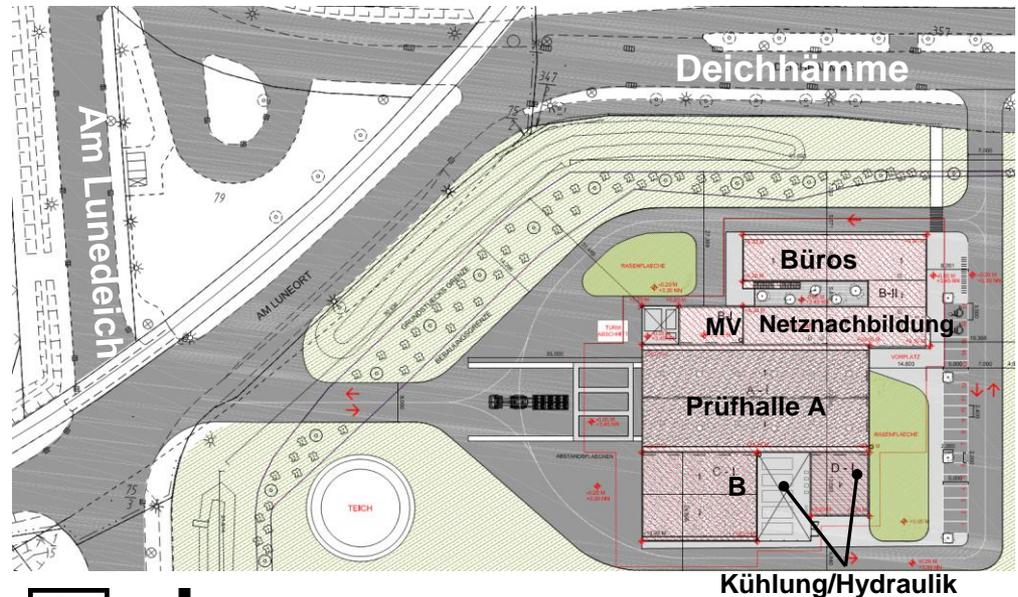
- ↖ Transport mit SPMT vom Hafen zum Prüfstand

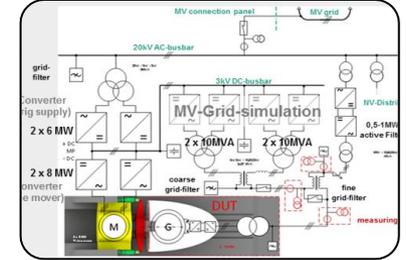
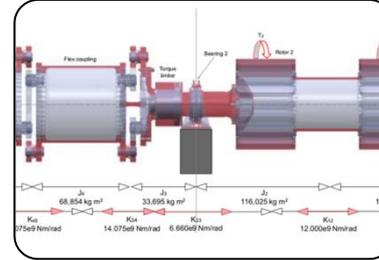
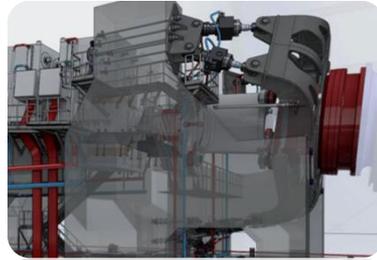
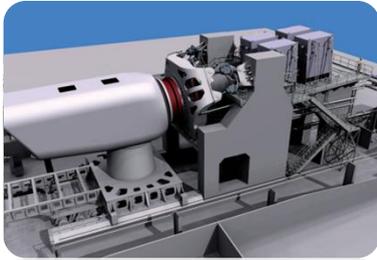


Infrastruktur

Layout Dynamic Nacelle Laboratory:

- ↖ Büros für 24 Wissenschaftler und Techniker
- ↖ Testhallen A und B
- ↖ Lagermöglichkeiten für Prüflinge
- ↖ 1.5 MW installierte Hydraulikleistung
- ↖ 3,5 MW installierte Kühlleistung
- ↖ Baubeginn: August 2013





Prüfstandsanforderungen

- ↖ Integration unterschiedlicher Anlagentypen
- ↖ Nachbildung von mechanischen Windlasten
- ↖ Nachbildung der Rotorträgheit
- ↖ Elektrische Netznachbildung



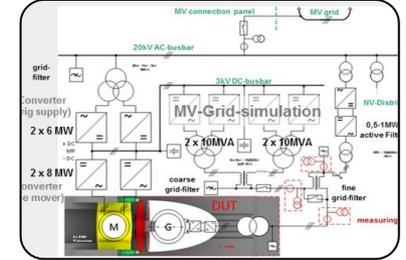
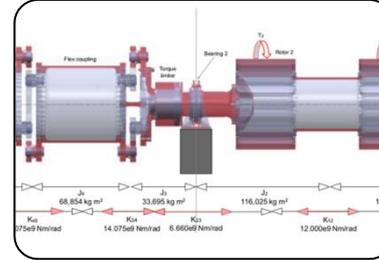
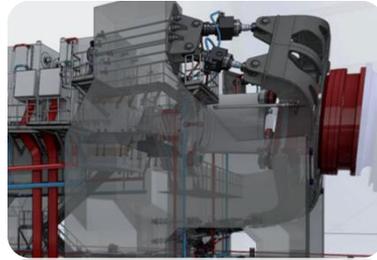
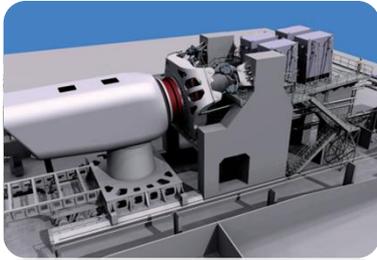
Foto: C-Powers

Offshore

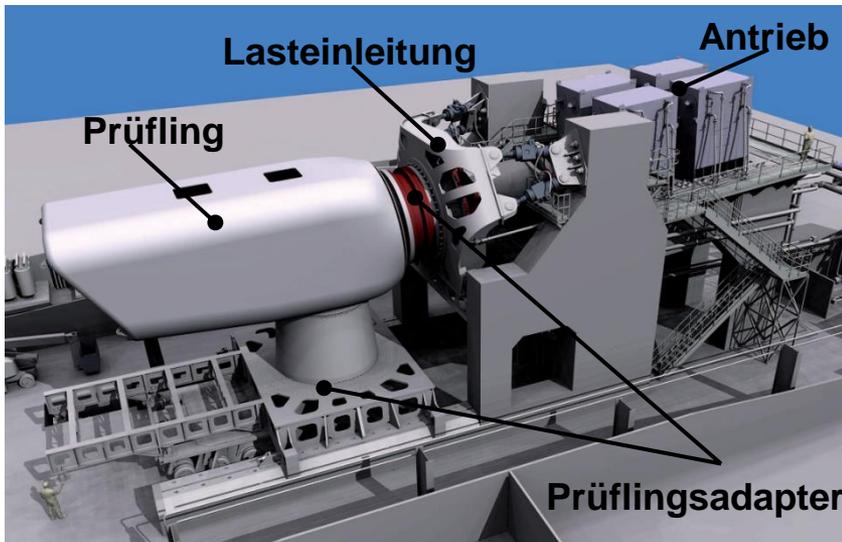


Foto: GE

Onshore



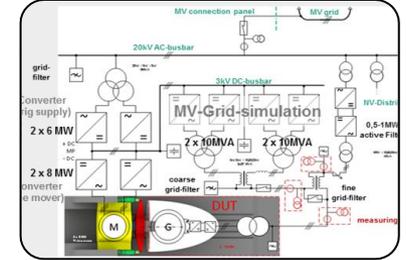
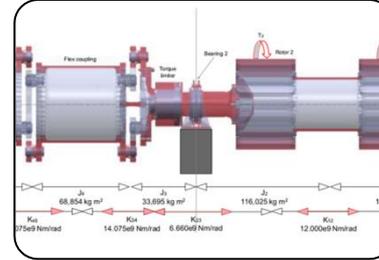
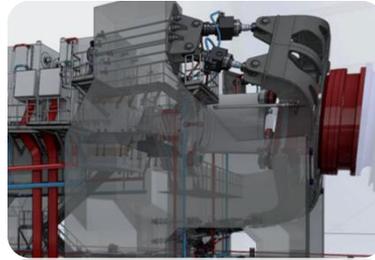
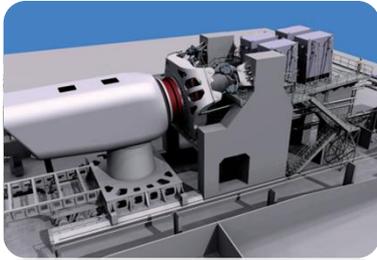
Prüfstand



Prüfstand

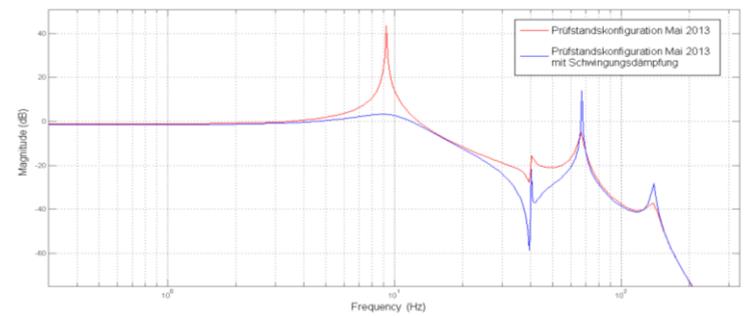
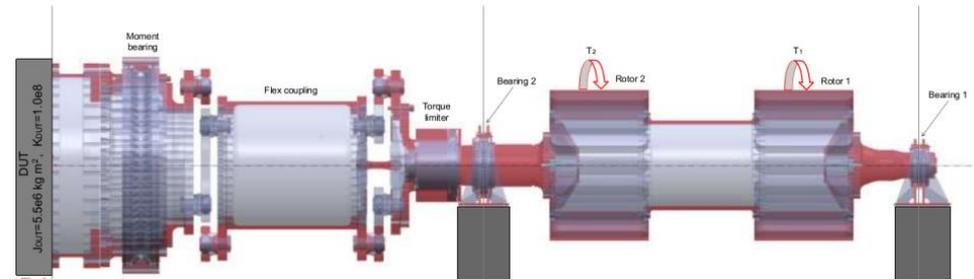
- ↘ 10 MW Antrieb
- ↘ Antriebsachse um 5° geneigt
- ↘ Lasteinleitung
- ↘ Prüflinge von 2 bis 7.5 MW (bis 400 t)
- ↘ LxBxH (18x12x13 m)

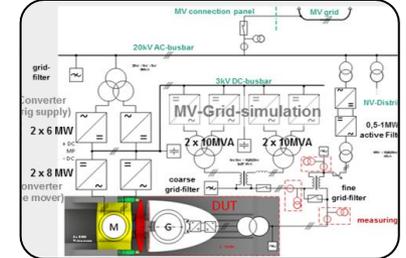
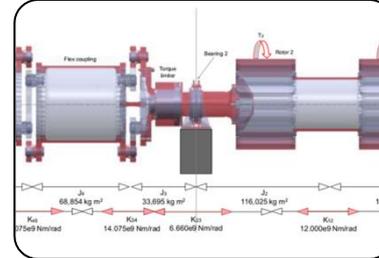
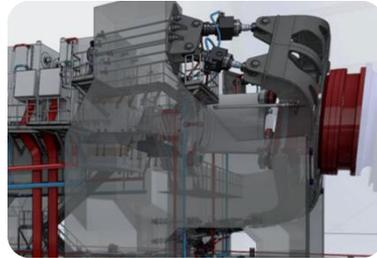
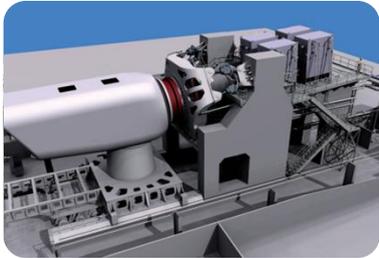




Prüfstandsantriebsstrang

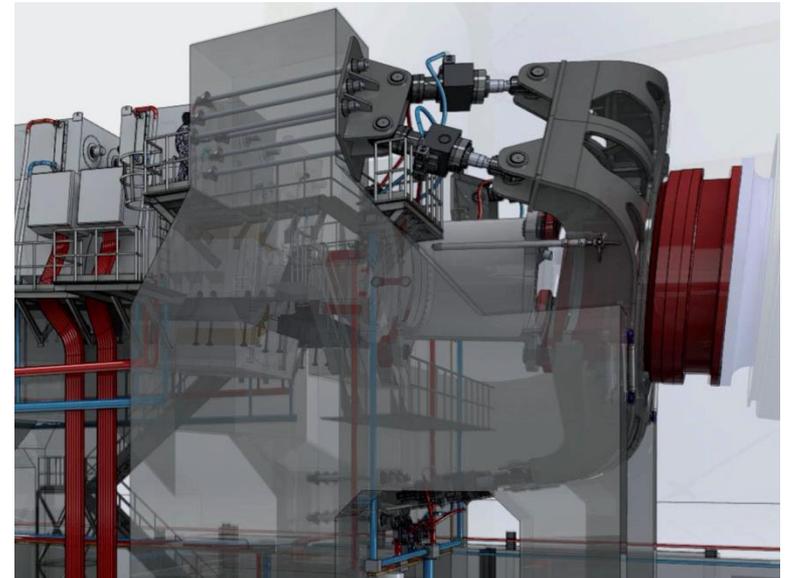
- 10 (15) MW Antriebsleistung
- 8600 kNm Nenndrehmoment (11 rpm)
- 13000 kNm Überlast (< 6 Minuten)
- Max. Drehgeschwindigkeit 25 rpm
- Kompakter, steifer Triebstrang.
- Drehsteife Kupplung bei gleichzeitig großen Verlagerungen
- 1. Eigenfrequenz ca. 10 Hz, regelbar bis 20 Hz

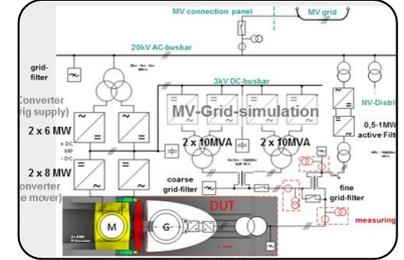
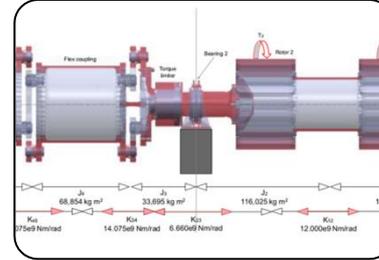
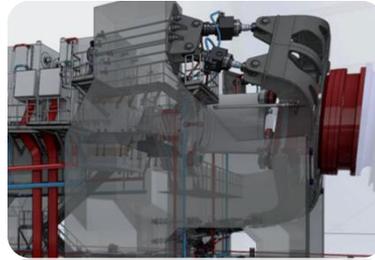
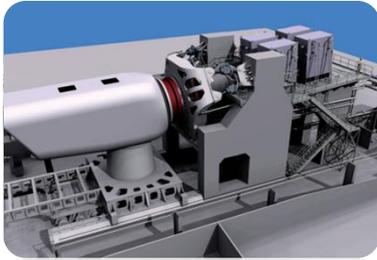




Lasteinleitung

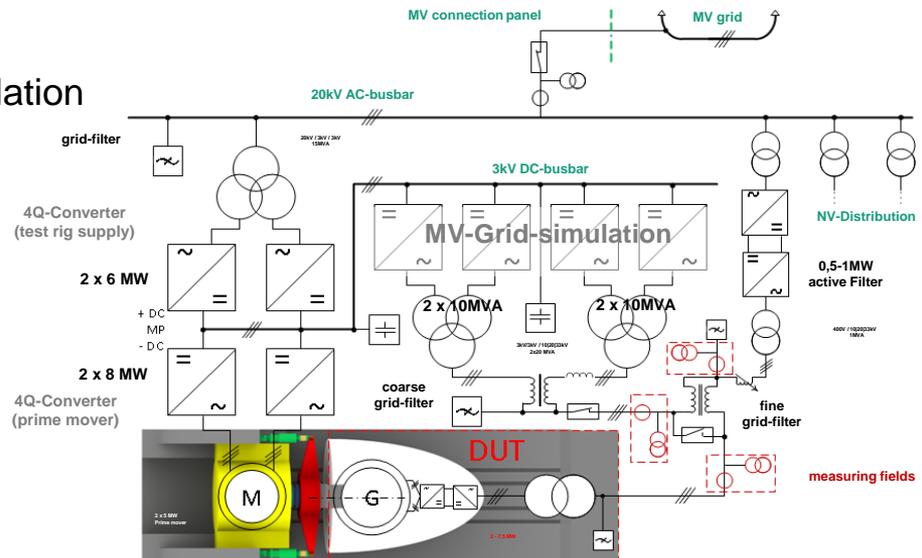
- ↖ 5 Freiheitsgrade über Momentenlager (d_{innen}=3m)
- ↖ Schub: ± 1900 kN
- ↖ Biegung: ± 20000 kNm (rotierend um y- und z-Achse)
- ↖ Radiale Lasten
- ↖ Dynamik: 0-2 Hz (30% von max. Last)
- ↖ 1,5 MW installierte Hydraulikleistung

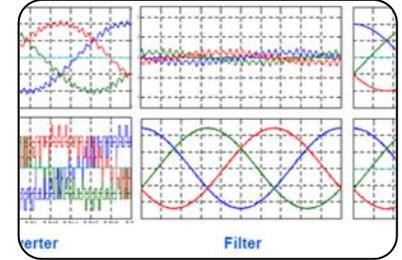
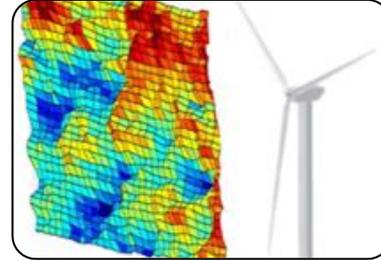
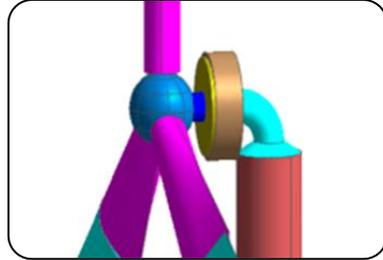
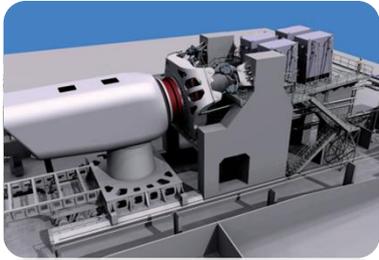




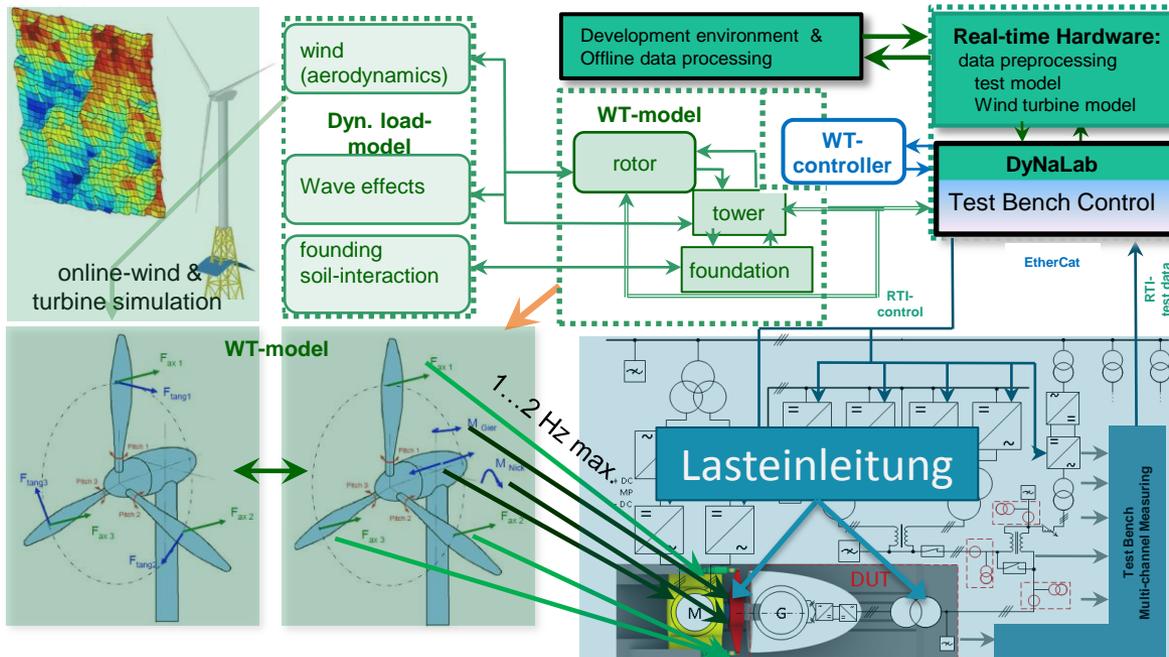
Elektrische Tests und Netzsimulation

- ↖ 15 MVA Netzanschluss
- ↖ 40 MVA 50/60Hz transiente Netzsimulation
- ↖ Spannungslevel 10|20|36 kV
- ↖ Regelungsstrategien
- ↖ Künstliches Netz
- ↖ Fehlernachbildung (z.B. Kurzschluss)

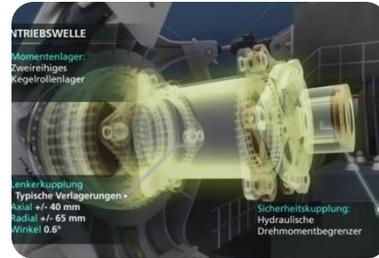




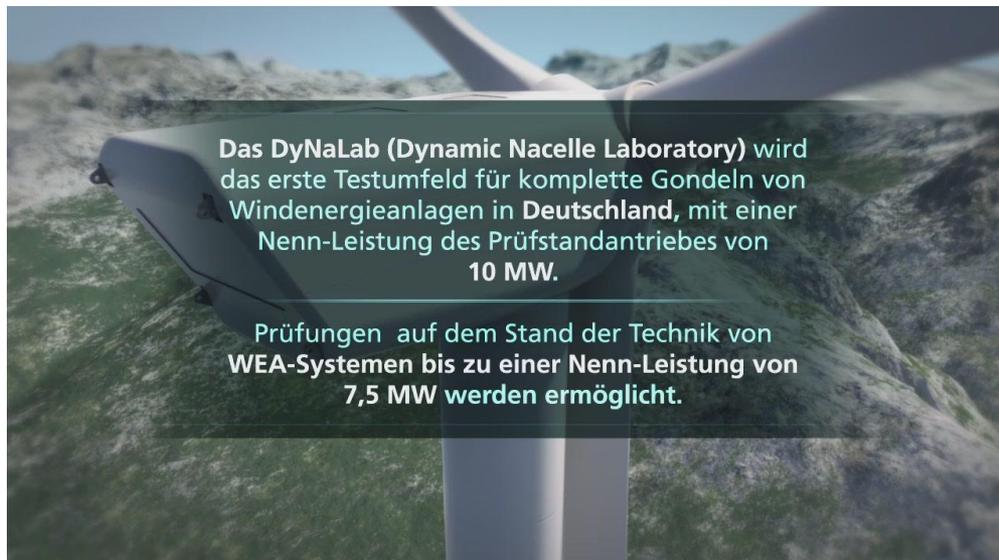
Hardware in the loop



- ↘ Echtzeitfähiges Modell von WEA
- ↘ Echte Hardware wird im geschlossenem Regelkreis getestet



Ausblick und Ziele



- ↪ Optimierung bestehender Windenergieanlagen
- ↪ Steigerung der Verfügbarkeit
- ↪ Steigerung der Konkurrenzfähigkeit
- ↪ Verkürzte Time-to-Market
- ↪ Kostenreduzierung von Windenergie

Inbetriebnahme: Ende 2014

Danksagung

Das Fraunhofer IWES wird gefördert durch:

Land Bremen

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

Land Hessen

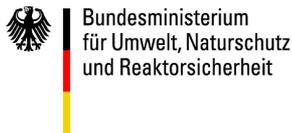
Land Niedersachsen und

BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

BMBF Bundesministerium für Bildung und Forschung

mit Unterstützung durch

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (*EFRE*)



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



Fragen?



Dipl.-Ing. Martin Pilas

Project Manager

Antriebs- und Systemtechnik | Triebstrang und Testsysteme

Fraunhofer-Institut für Windenergie und
Energiesystemtechnik

Am Seedeich 45 | 27572 Bremerhaven

Telefon +49 471 14290-410

martin.pilas@iwes.fraunhofer.de | www.iwes.fraunhofer.de

