

# Visionen und Trends für die getriebelosen Antriebskonzepte

Prof. Dr.-Ing. Friedrich Klinger

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

## Inhalt

- Welche Bedeutung haben getriebelose Windenergieanlagen am Markt
- Entwicklungstendenzen der getriebelosen Anlagentechnik
- Visionen für wartungsfreie getriebelose Anlagen
- Jetzige und zukünftige Marktteilnehmer

Eize de Vries in Windpower Monthly (September 2010):

“Etwa 85% aller an Land installierten Turbinen im letzten Jahr und fast alle Offshore-Turbinen hatten einen konventionellen Antriebsstrang mit einem Getriebe...”

Hendrik Stiesdal, CTO Siemens Wind, about direct drive:

“Our main target was to reduce complexity to increase reliability and profitability”

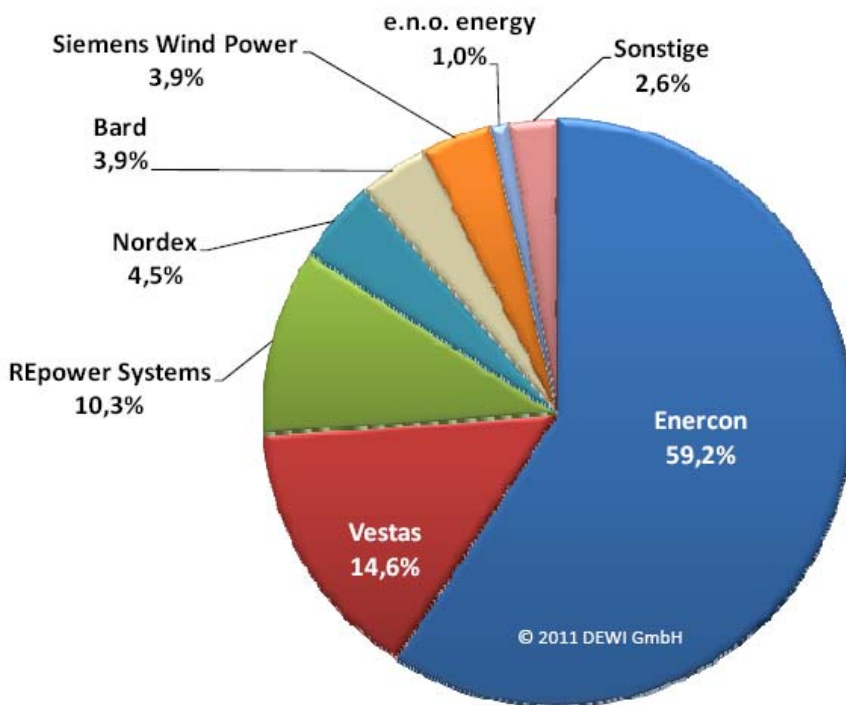
## Direct Drive Turbinen im Kommen

Hersteller		Rotor	Leistung	Erregung
Enercon	D	127	7,5	EM
		101	3	
		82	2	
VENSYS	D	70	1,5	PM
		100	2,5	
		-	6	
Leitner	I	106	2,5	PM
		93	3	
Siemens	DK	120	6	PM
		113	2,3	
		101	3	
Lagerwey	NL	90	2,5	PM
EWT	NL	90	2	PM
MTorres	SP	-	1,65	EM
		-	2,5	
Nordex	D	150	6	PM
Alstom	F	150	6	PM
XEMC Darwind	CH	115	5	PM
AVANTIS/ Hyundai	J	-	2,5	PM

EM – Elektromagnetische Erregung

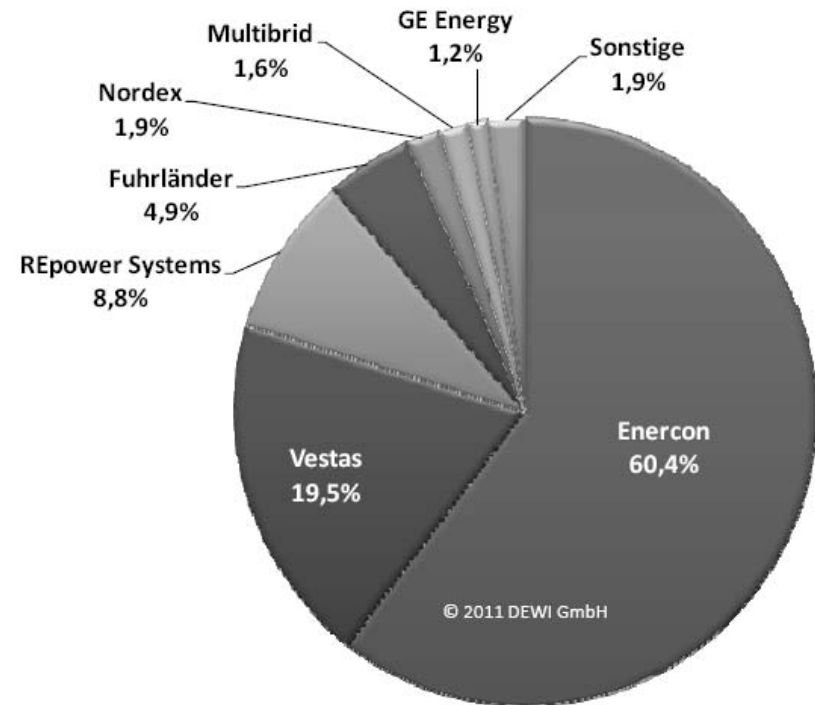
PM – Permanentmagnetische Erregung

# Marktanteile der Hersteller in Deutschland



**2010**

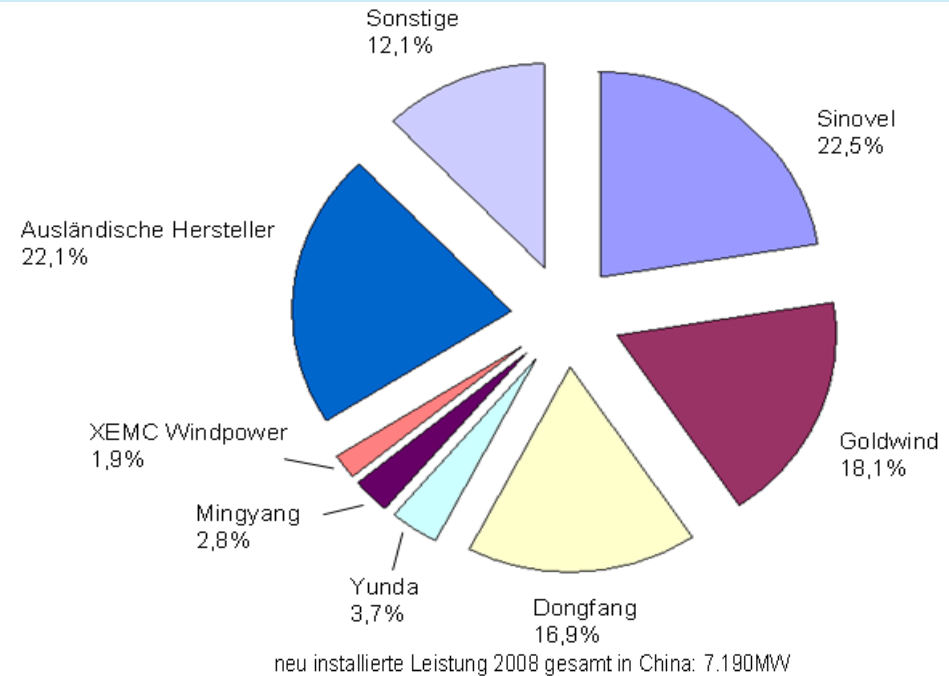
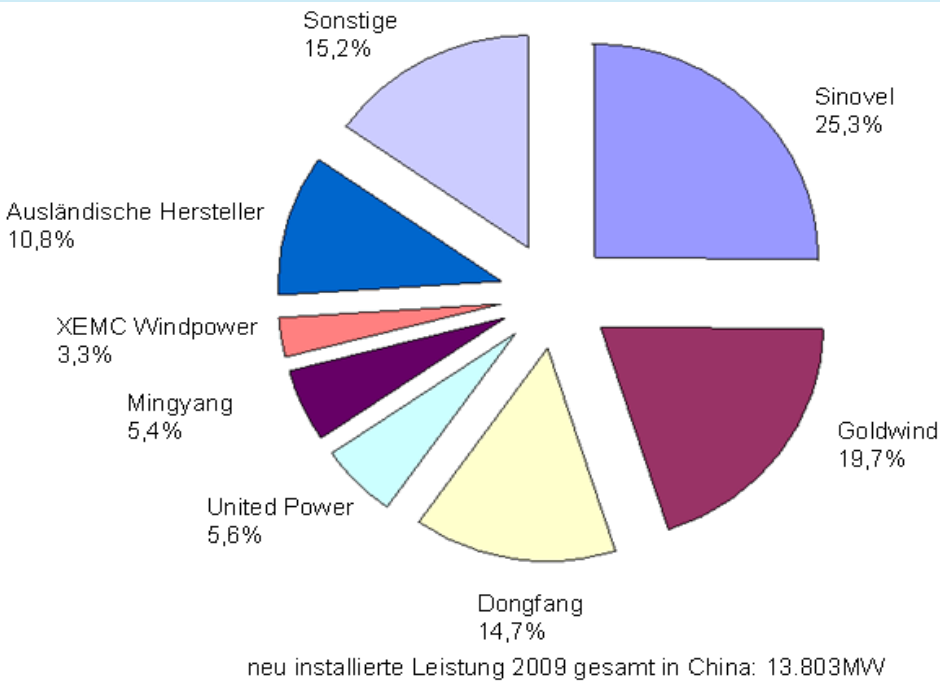
Basis 1.551,03 MW



**2009**

Basis 1.918,8 MW

# Zubauanteile in China in 2009 und 2008



# Windenergieanlagen der Zukunft



“Our main target was to reduce complexity to increase reliability and profitability”

Hendrik Stiesdal,  
Siemens Wind CTO

# Getriebelose Windenergieanlagen

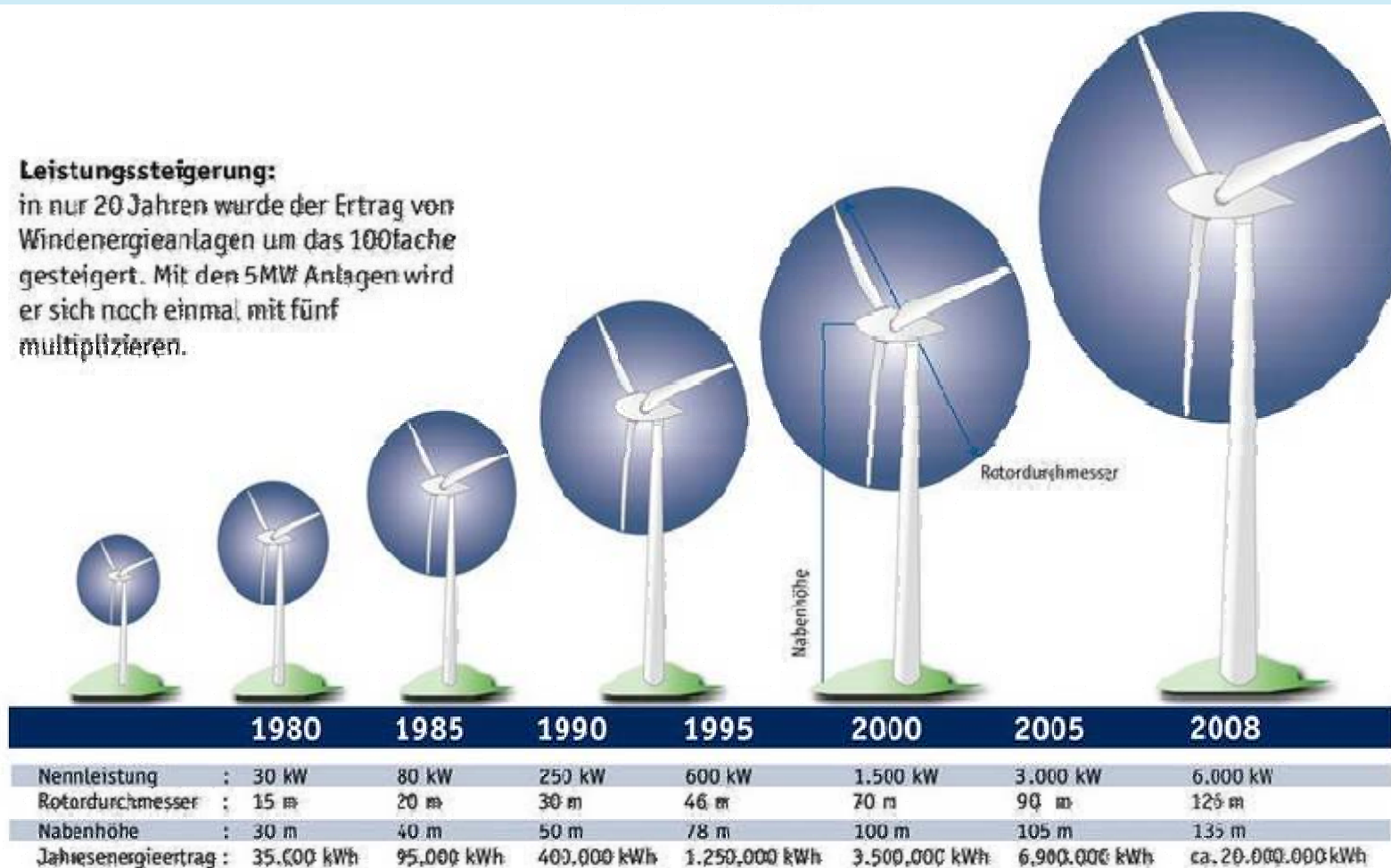
	2000	2011 : 2020				
Nennleistung	1,5	2	3	6	7,5	10
Rotordurchmesser	70	100		126	160	
Synchrongenerator	Elektromagnet			Permanentmagnet		
Läuferbauweise	Innenläufer			Außenläufer		
Kühlung	offen			geschlossen		
Turm	Stahl	Beton		Hybrid		
Nabenhöhe	80	120		180		
Rotorlager	Fest- Loslager			Momentenlager		



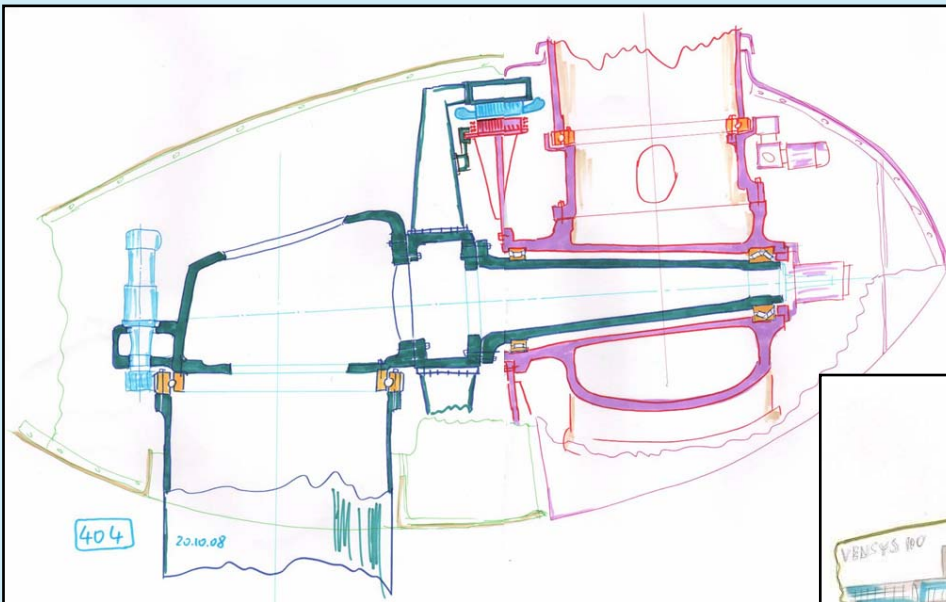
# Rotordurchmesser und Nennleistung

## Leistungssteigerung:

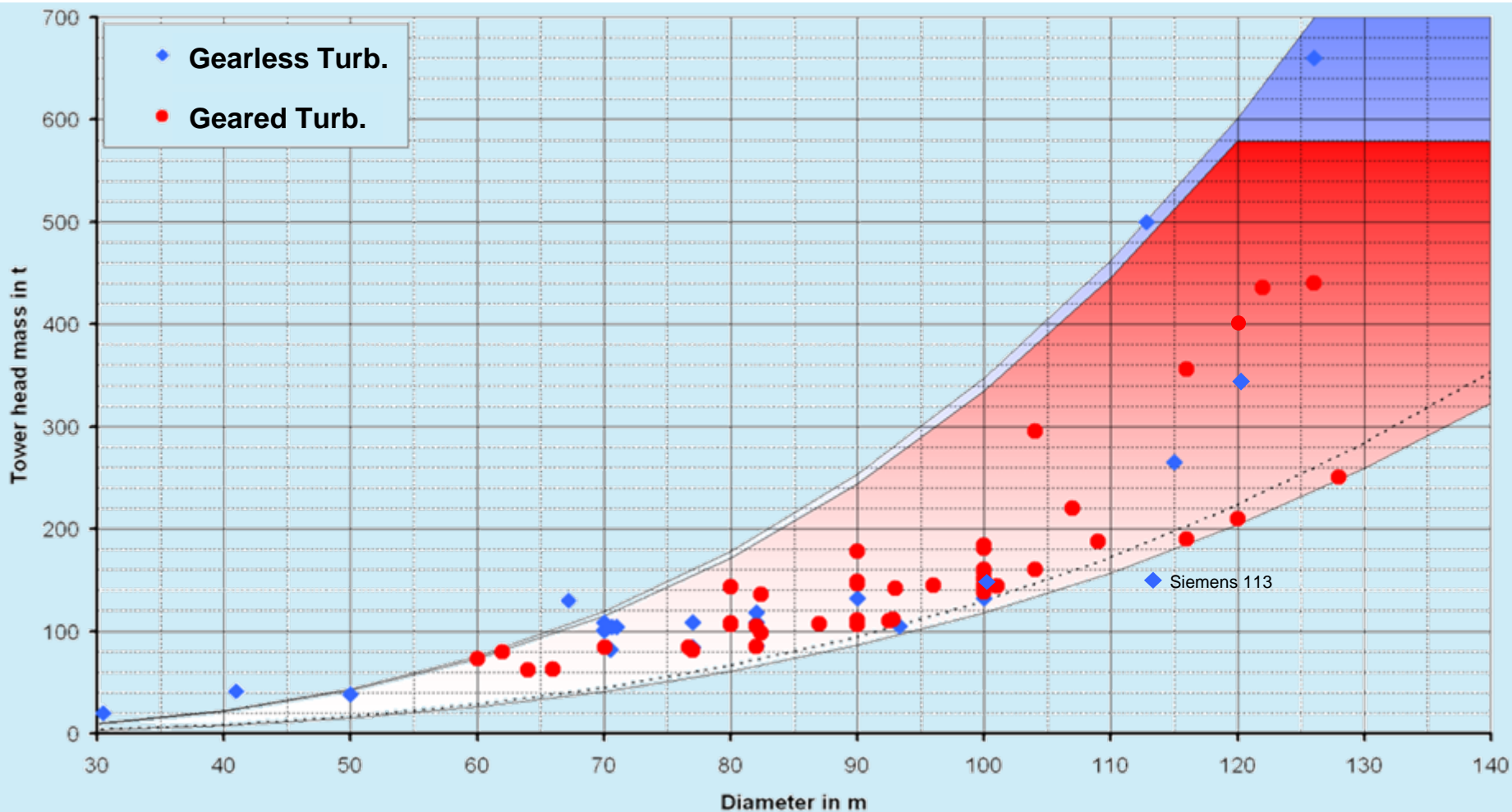
in nur 20 Jahren wurde der Ertrag von Windenergieanlagen um das 100fache gesteigert. Mit den 5MW Anlagen wird er sich noch einmal mit fünf multiplizieren.

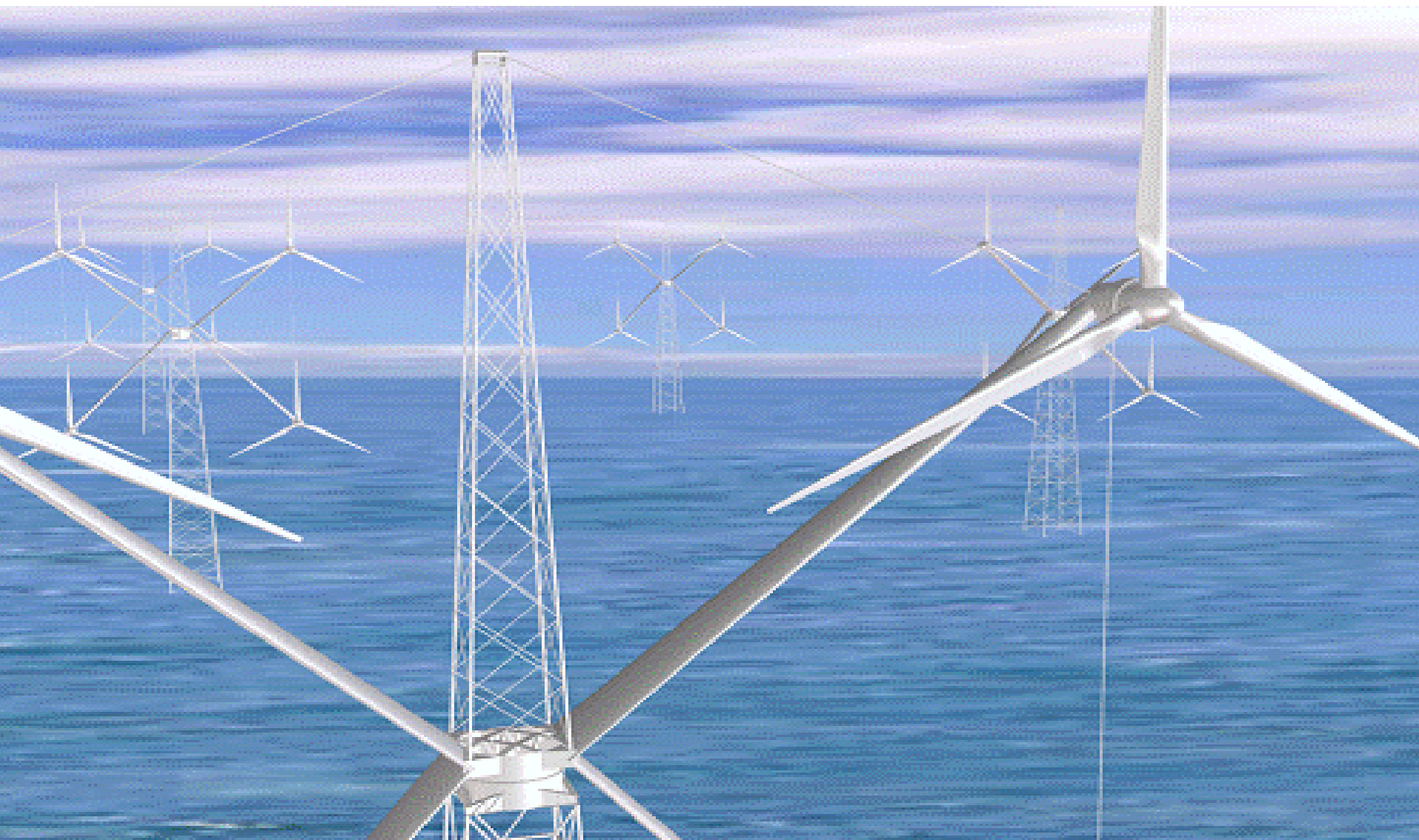


# Innen und Außenläufer und deren Lagerung



# Turmkopfmassen

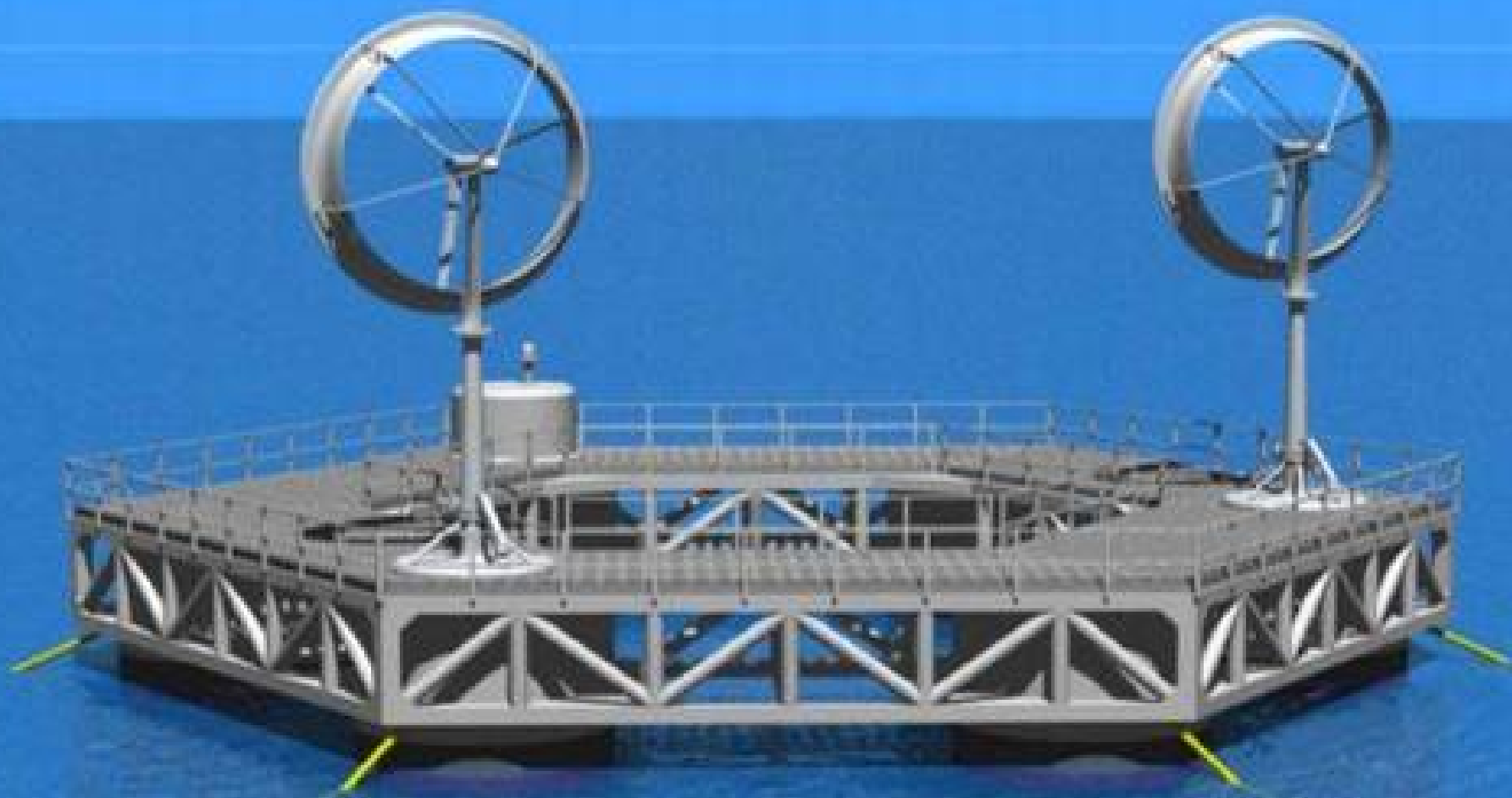






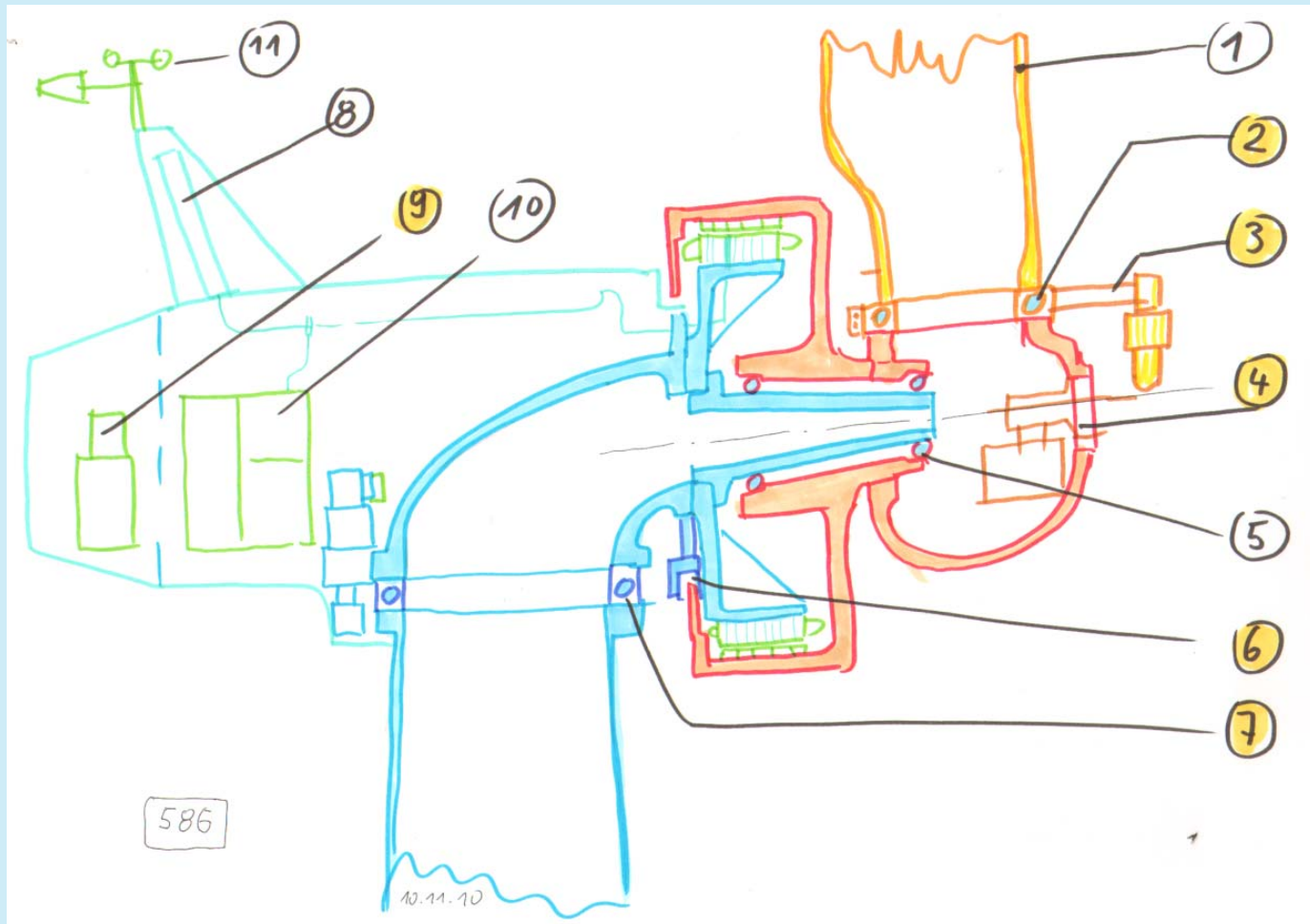






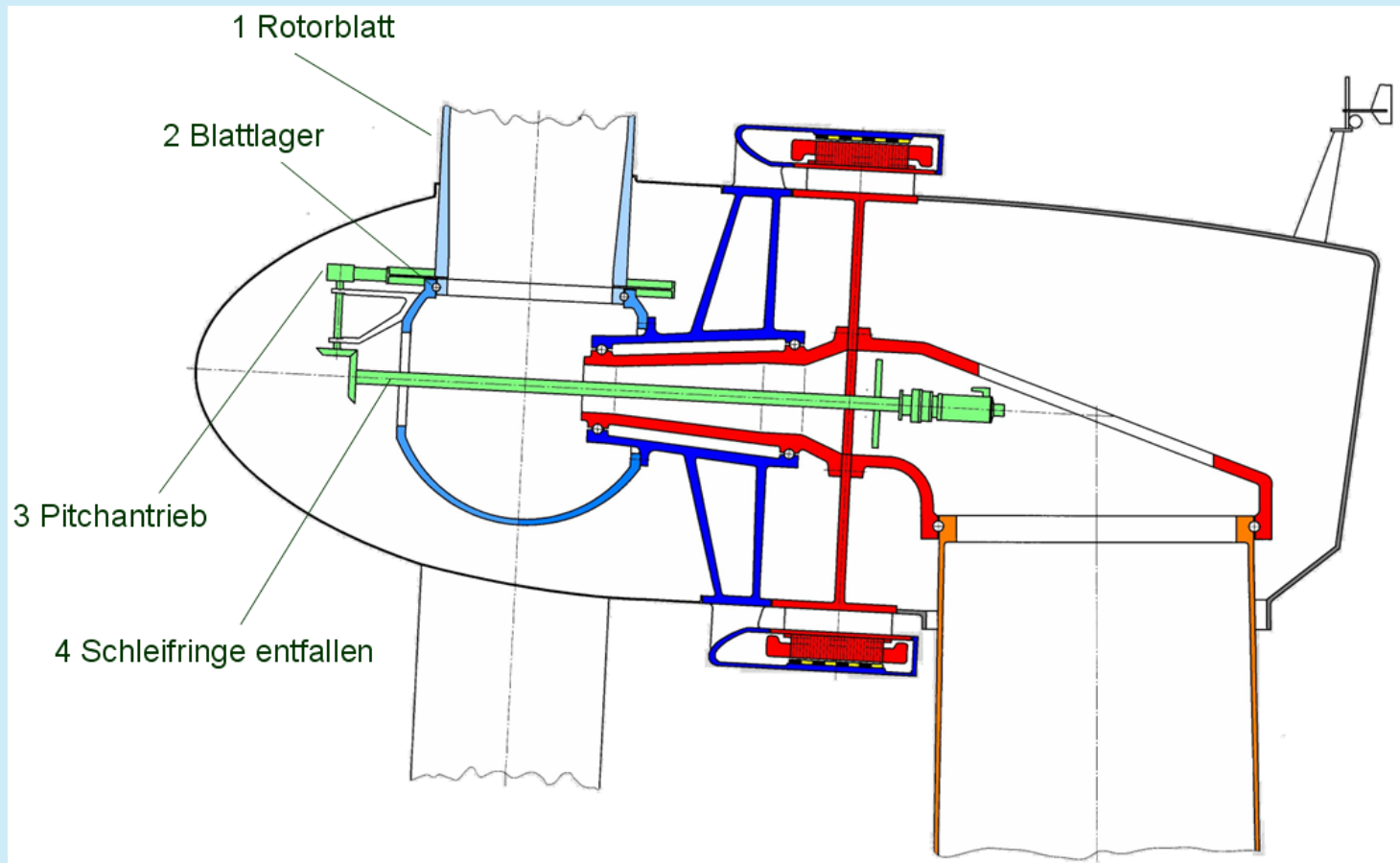


# Komponenten mit Wartungsbedarf

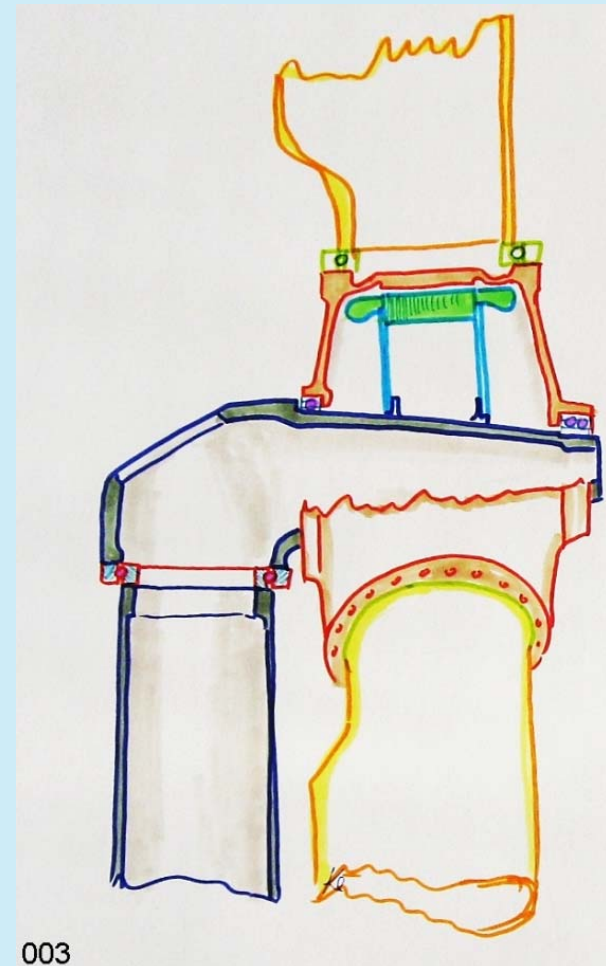
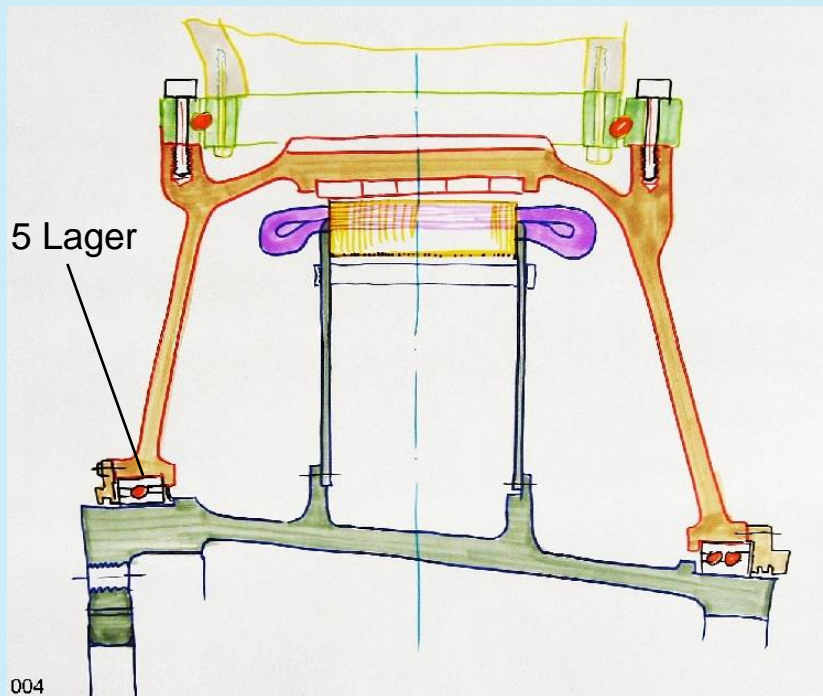




# Wartungsfrei?

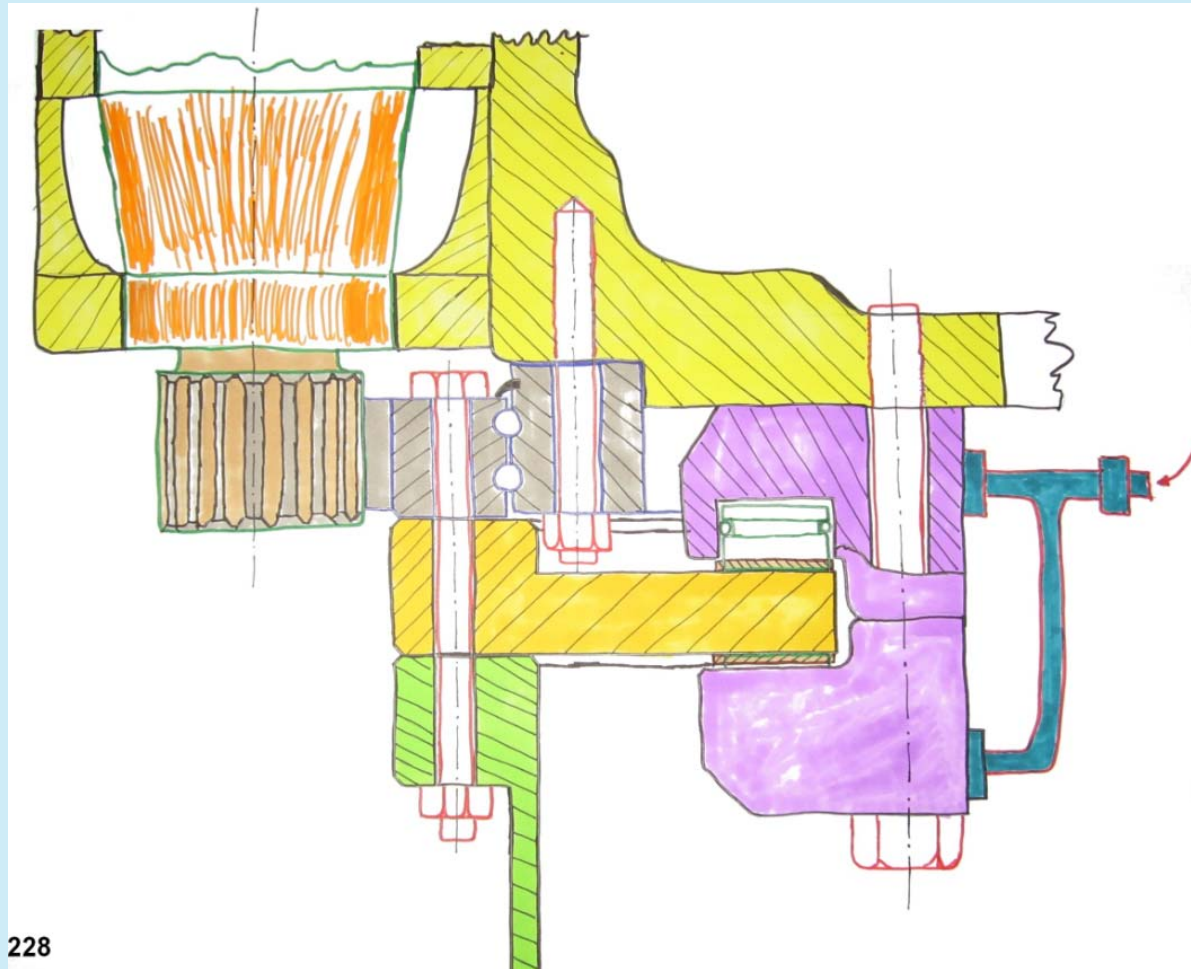


# Hauptlager



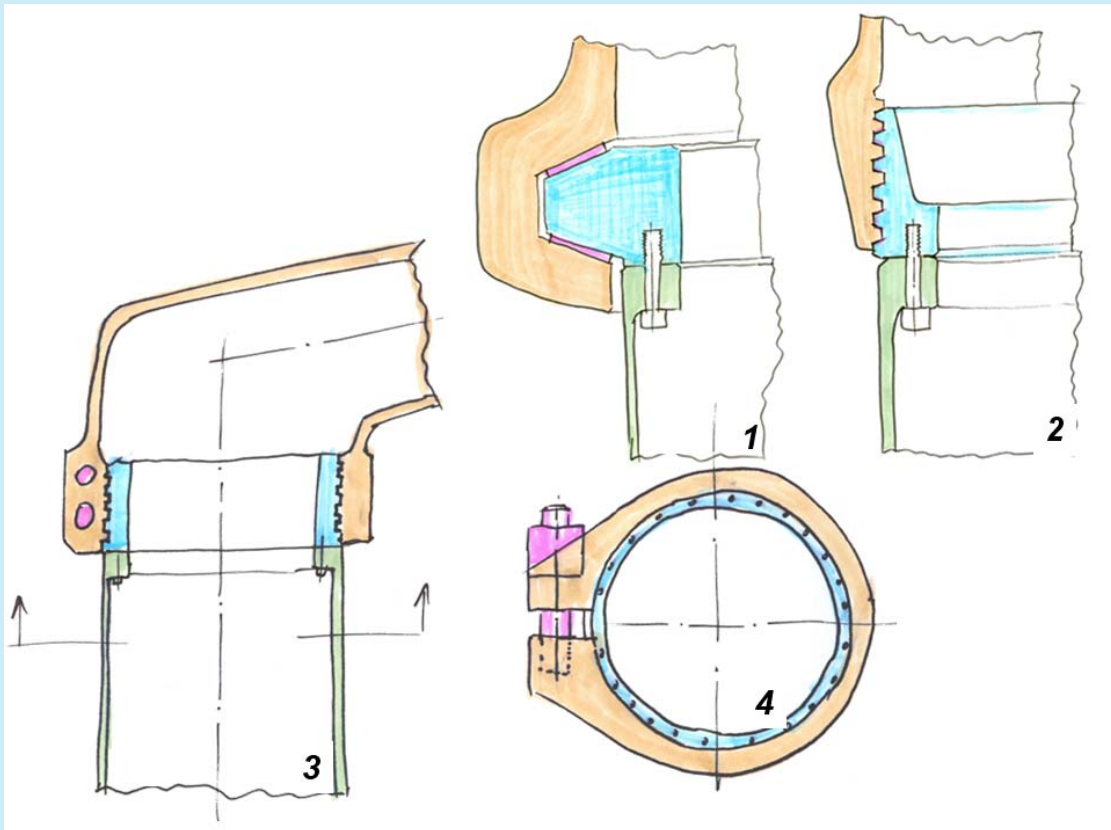
# Windrichtungsnachführung (konventionell)

- Antrieb
  - Azimutlager
  - Bremse
  - Schmierung
- = hoher Wartungsaufwand



228

# Windrichtungsnachführung (Vision)



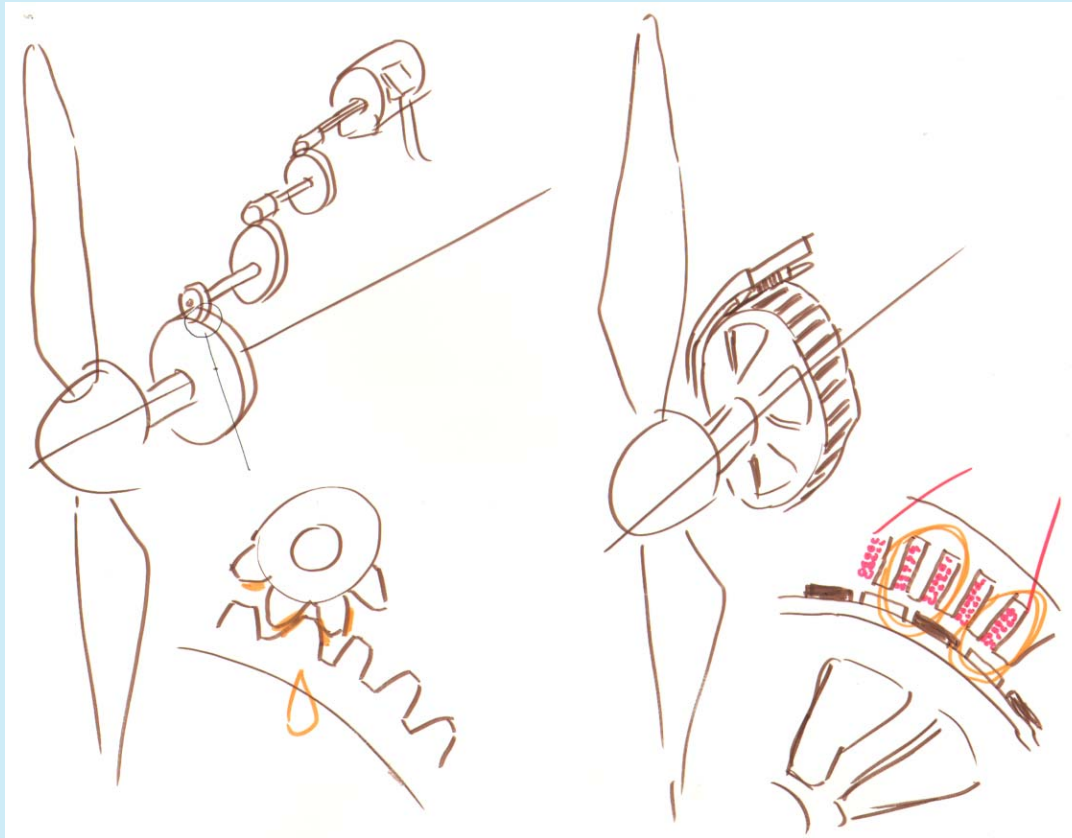
- Antrieb
  - kein Lager
  - keine Bremse
  - keine Schmierung
- = geringer Wartungsaufwand

# Vorteil getriebeelos

## Getriebe und Generator

mechanische Übertragung durch Flächenpressung

→ Reibung + Verschleiß



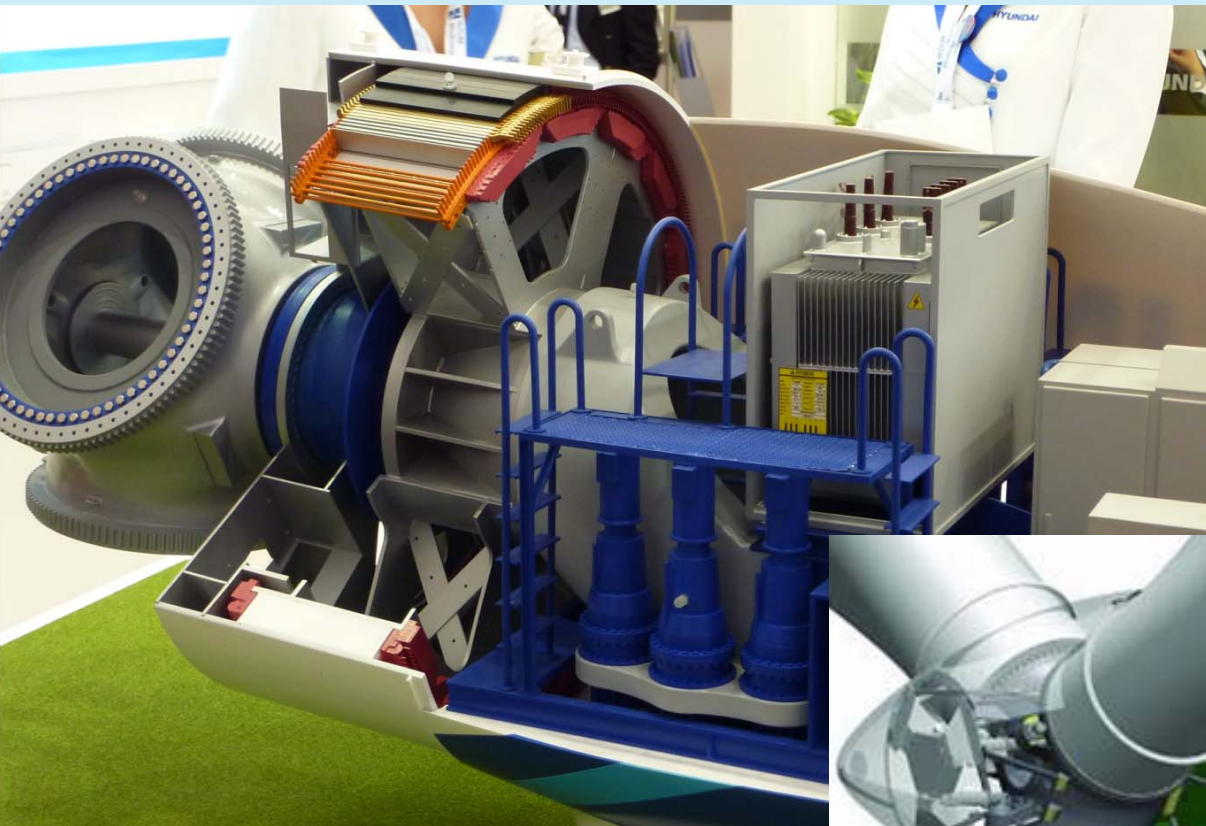
## Ringgenerator mit PM-Erregung

Magnetische Übertragung

→ berührungsfrei + verschleißfrei



## Avantis/Hyundai



- 2,3 bis 3,5 MW bei 93,2 bis 100,6 m Rotordurchmesser
- Generatorenfertigung bei Hyundai Heavy Industry
- Generator als Außenläufer
- Wasserkühlung



## Siemens: “Direktantriebe sind die Zukunft”



- Gondelgewicht 73 t; Blattgewicht 10,3 t → konsequenter Leichtbau
- 101 m Rotordurchmesser bei 3 MW Nennleistung
- Gondeldurchmesser 4,2 m → problemloser Transport
- Momentenlager



# Vensys/Goldwind

- 2.5 MW bei 90/100 m Rotordurchmesser
- Blattverstellantrieb mit Zahnriemen → wartungs- und spielfrei
- Momentenlager

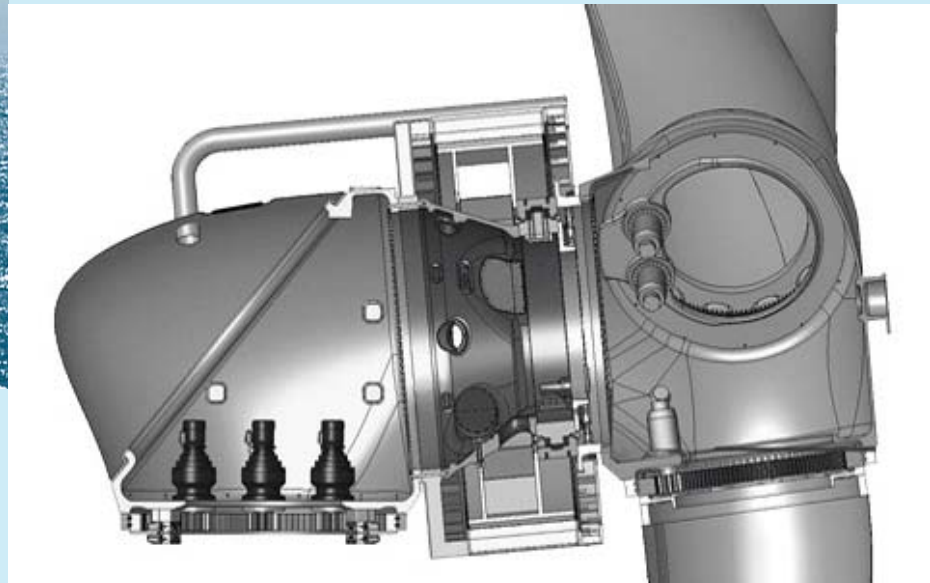




## Darwind/XEMC



- 5 MW bei 115 m Rotordurchmesser
- Momentenlager
- Für Offshoremarkt konzipiert
- externe Luftkühlung
- 108 m/s Blattspitzengeschwindigkeit



# Lagerwey



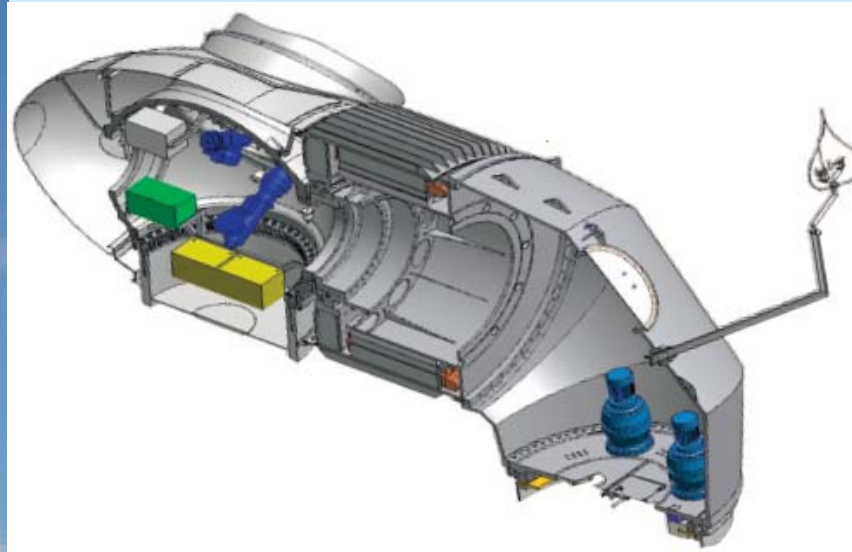
- Momentenlager
- 2,5 MW bei 90 m Rotordurchmesser
- Direct Drive Pionier in den Niederlanden



# Leitwind- Hersteller von Skiliften



- Momentenlager
- Passivkühlung
- keine Gondelverkleidung
- zwei unabhängige elektrische Systeme
- Generator als Innenläufer



# EWT



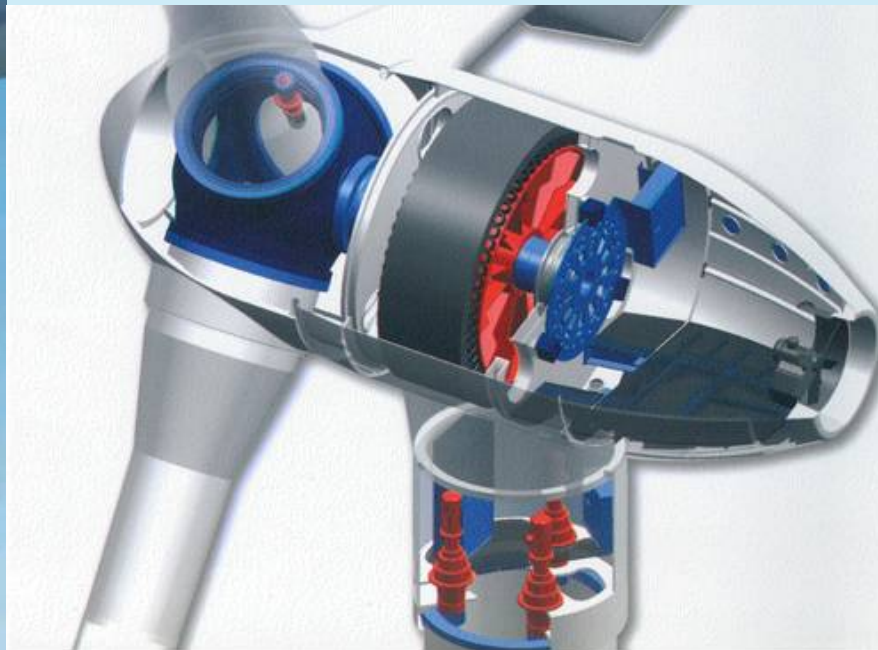
- Momentenlager
- wassergekühlter Generator
- 2 MW bei 90 m Rotordurchmesser



## El Sewedy/MTorres



- Frischluftkühlung
- schwer
- Generator über dem Turm
- Erregung durch Elektromagnete



# IMPSA

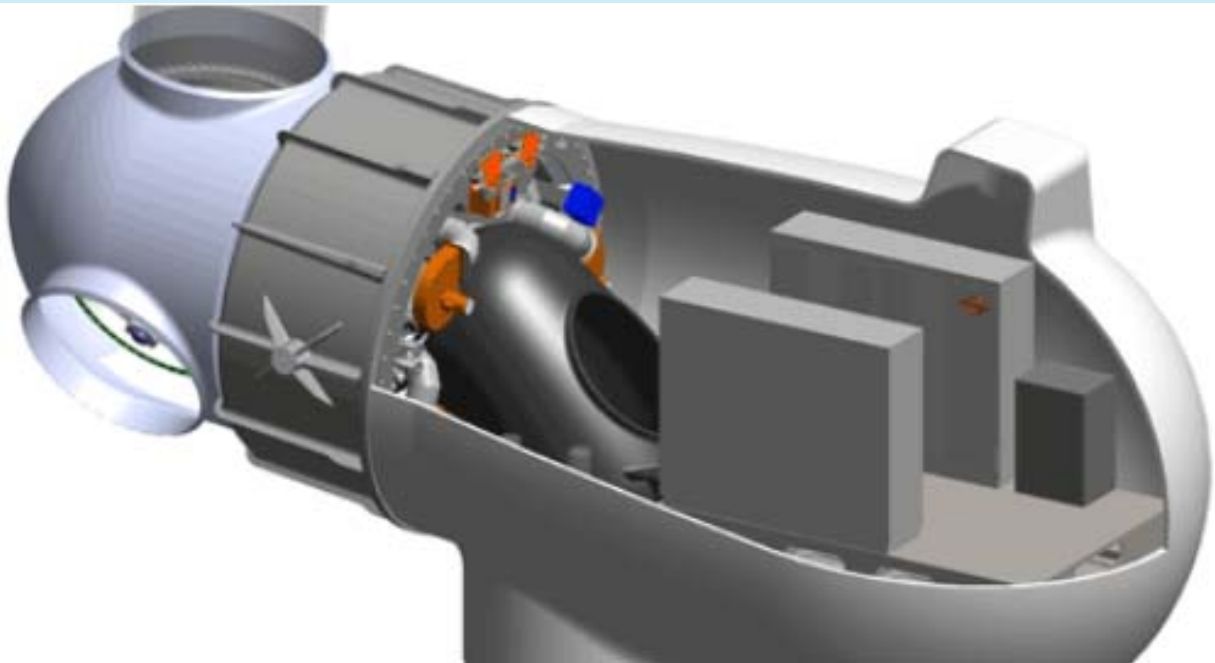


- Rotorblätter an Generatorläufer angebracht → weniger Teile
- 1,5 bis 2,1 MW bei 70 bis 93 m Rotordurchmesser



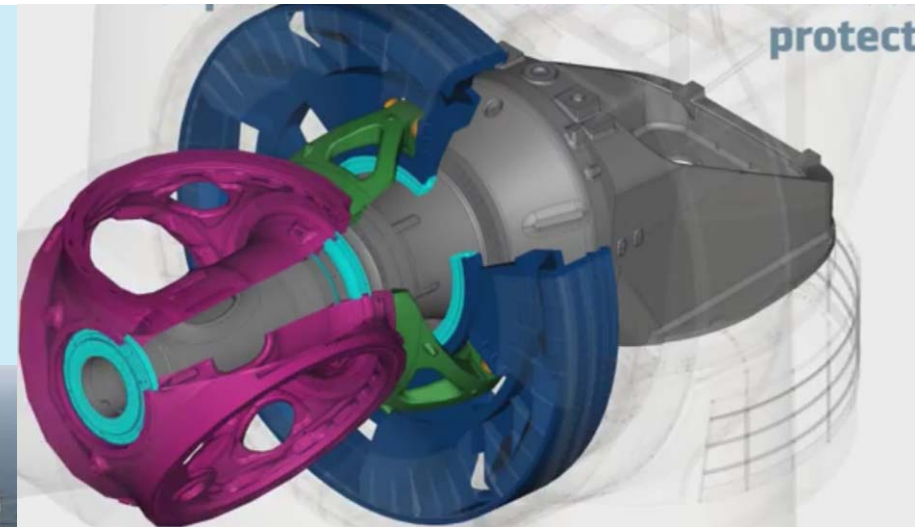
# Dongfang Electrical Machinery

- Generator und Umrichter von „The Switch“
- Lagerung im Generator
- 1,5 MW bei 70/77 m Rotordurchmesser



# Alstom Haliade 150

- „pure torque“ Lagerkonzept
- 6 MW bei 150 m Rotordurchmesser




Alstom's 6MW offshore wind turbine  
Robust, simple





## Kontakt Daten

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!**



**Forschungsgruppe Windenergie**  
Prof. Dr. Friedrich Klinger  
Tel.: +49 (0)681/970 425-0  
Email: [info@wind-energy-research.de](mailto:info@wind-energy-research.de)  
Website: [www.wind-energy-research.de](http://www.wind-energy-research.de)