

WEA-Simulationsprogramme für Offshore-Standorte



- Rolle der Simulation bei Entwicklung von WEA
- Aeroelastische Simulation und Lasten
- Stand der Technik
- Aussichten und Vorhaben

Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003



Arbeitsgebiete



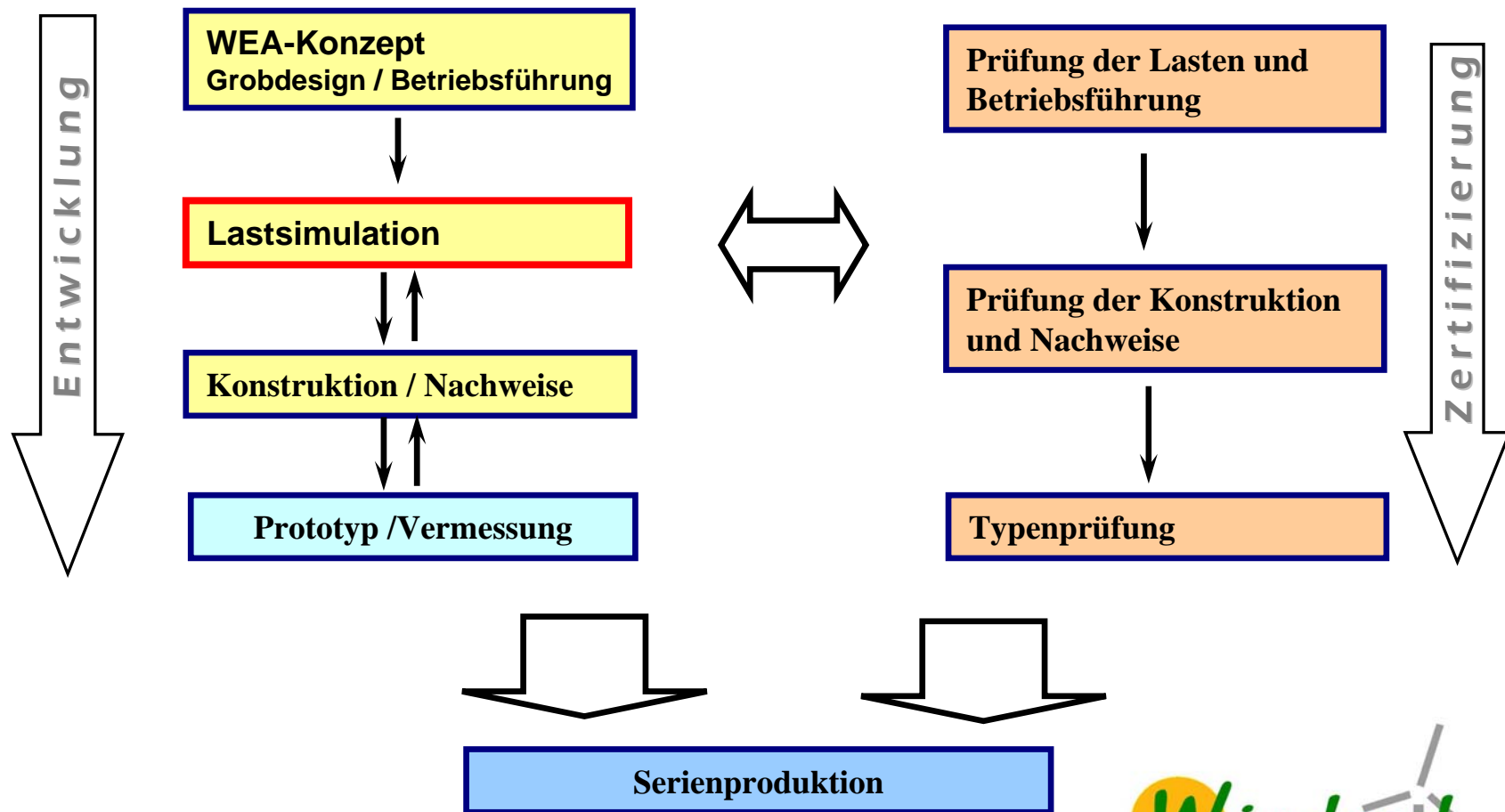
- Simulation / Lastberechnungen onshore und offshore
- FE-Analysen, Nachweise, Design
- Maschinendynamische Analysen, Schwingungsanalysen, Dämpfung
- Betreuung von Zertifizierungsverfahren
- Vermessung und Datenanalyse
- Standfestigkeitsanalysen, Site Approval
- Software-Engineering

- Auftraggeber Hersteller, Planungsbüros,...
- Seit Gründung 2002 ca. 30 Projekte für 12 Auftraggeber

Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003



Rolle der Simulation bei Entwicklung von WEA



Aeroelastische Simulation und Lasten



Preprocessing

- Erfassung und Aufbereitung der Anlagendaten
- Erzeugung von Wind und Wellen
- Festlegung der Lastfälle (Richtlinien GL, DIBt, IEC)



Simulation

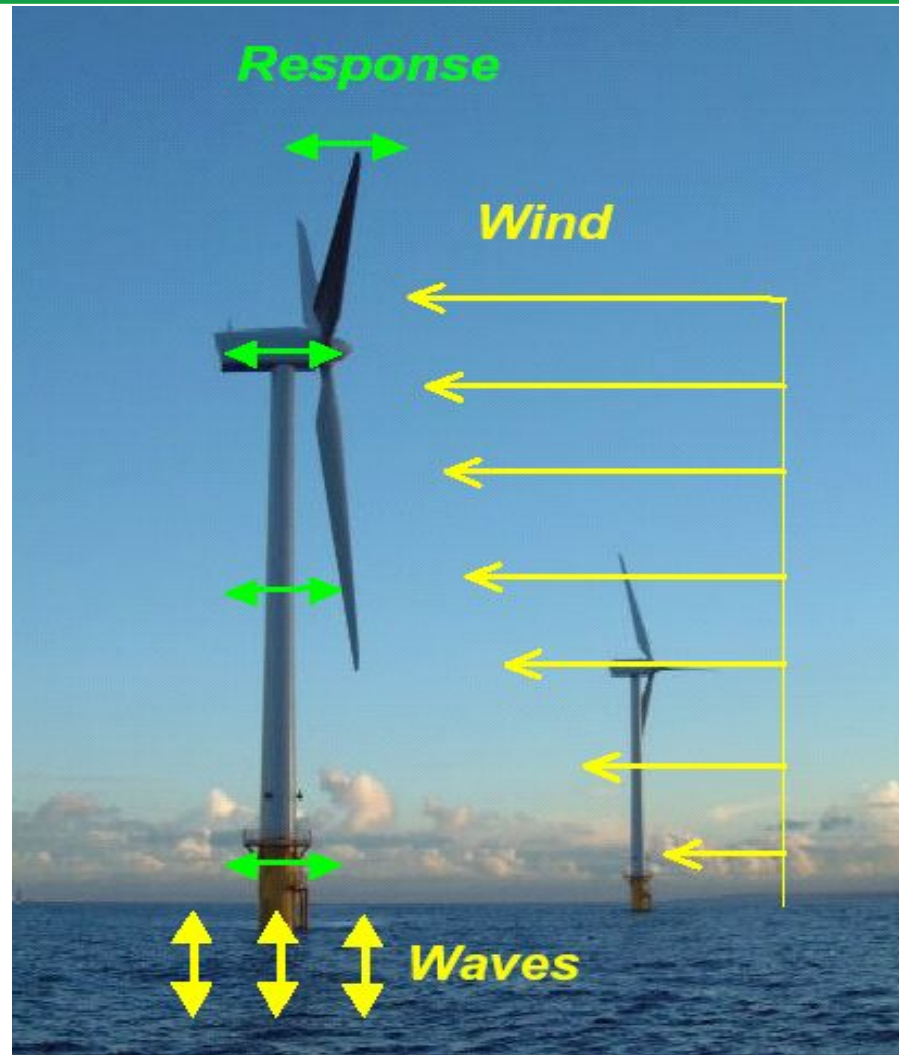
- Bestimmung der Luftkräfte (Blattelementtheorie)
- Mechanisches Modell
- Flex5, Bladed,..., Neuentwicklungen für Offshore im Gange



Postprocessing

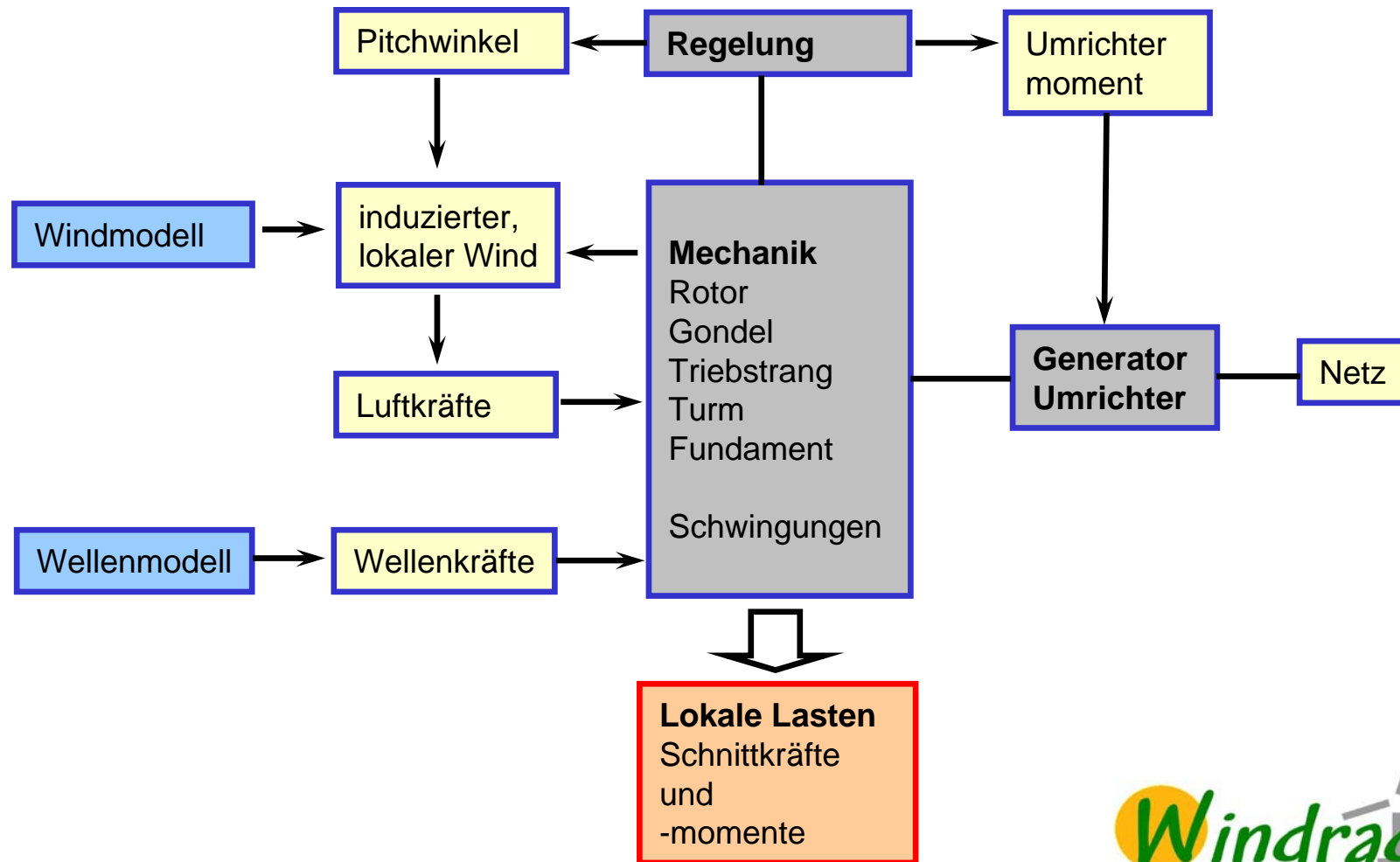
- Bestimmung von Extremwerten (Schnittkräfte, Biegemomente)
- Bestimmung der Ermüdungslasten durch Hochrechnung
- Dokumentation

Aeroelastische Simulation und Lasten



Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003

Aeroelastische Simulation und Lasten



Aeroelastische Simulation und Lasten



Deterministische Lasten

- durch Drehung des Rotors
- durch Schwerkraft, z.B. Biegemoment an der Blattwurzel
- andere periodische Effekte wie durch Unwucht, Turmvorstau, ..

Stochastische Lasten

- durch turbulenten Wind (natürliche Turbulenz, Parkturbulenz)
- durch Wellen

Resultat der Simulation

- zeitlicher Verlauf der Zustandsgrößen
- zeitlicher Verlauf der Schnittlasten

Aeroelastische Simulation und Lasten



©AMEC Border Wind

Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003



Stand der Technik



Flex5, Bladed, ca. 11 Programme

Beispiel Flex5:

- Simulation Windfeld an ca. 180 Punkten, Turbulenzmodell, Höhengradient
- Offshore: Monopile
- Wellenkräfte entlang des Fundaments
- Mechanisches Modell mit ca. 500 Eingabedaten, Massen, Trägheitsmomente, Steifigkeiten, Dämpfungskonstanten,...
- Modellreduktion auf System mit 28 Freiheitsgraden (Schwingungsmoden)

Lastberechnung nach Richtlinie (IEC, GL, DS, ...) ca. 300-400 Lastfälle

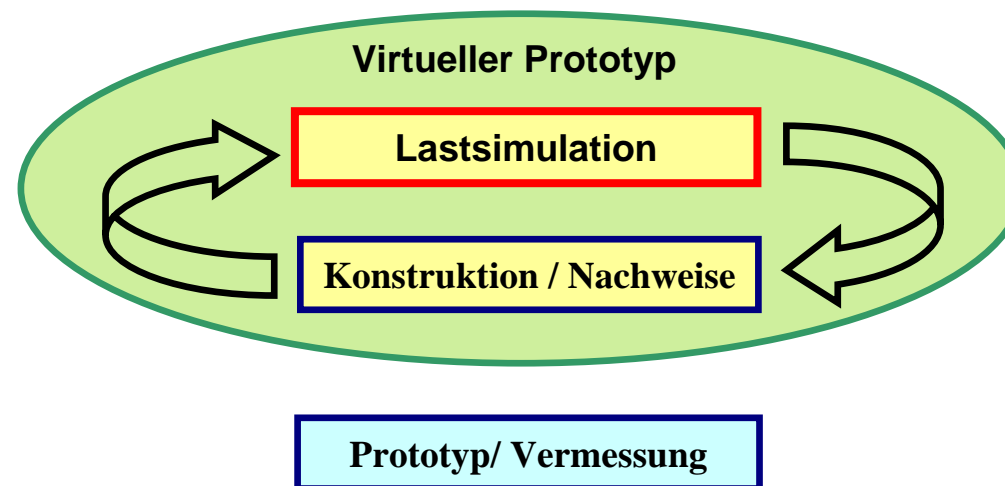
- Simulation von 20-30 Stunden Echtzeit
- Produktionszustände, Starts, Stopps, Fehler, extreme Windbedingungen, etc.
- Offshore: extreme Wellen, Eis (Ostsee),
- Bestimmung von Extremwerten von ca. 500 Größen (z.B. Schnittlasten)
- Hochrechnung der Betriebslasten auf 20 Jahre für Materialermüdung

Stand der Technik

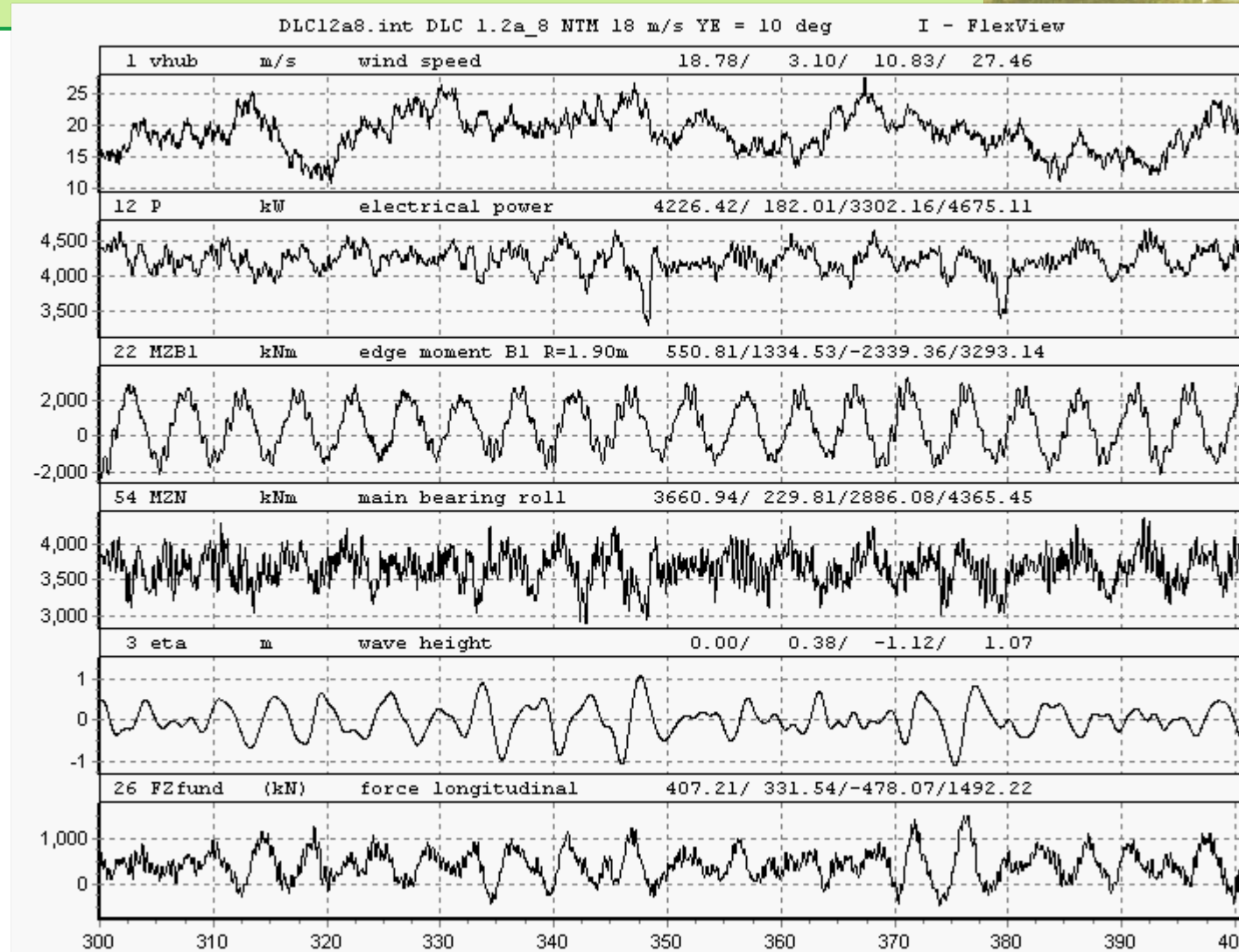


Entwicklungen bei Windrad Engineering GmbH

- Optimierung von Flex5 und Pre- u. Post-Software
- ca. 5-10 -fache Echtzeit
- kompletter Zyklus inklusive Pre- und Postprocessing 3 Stunden



Stand der Technik

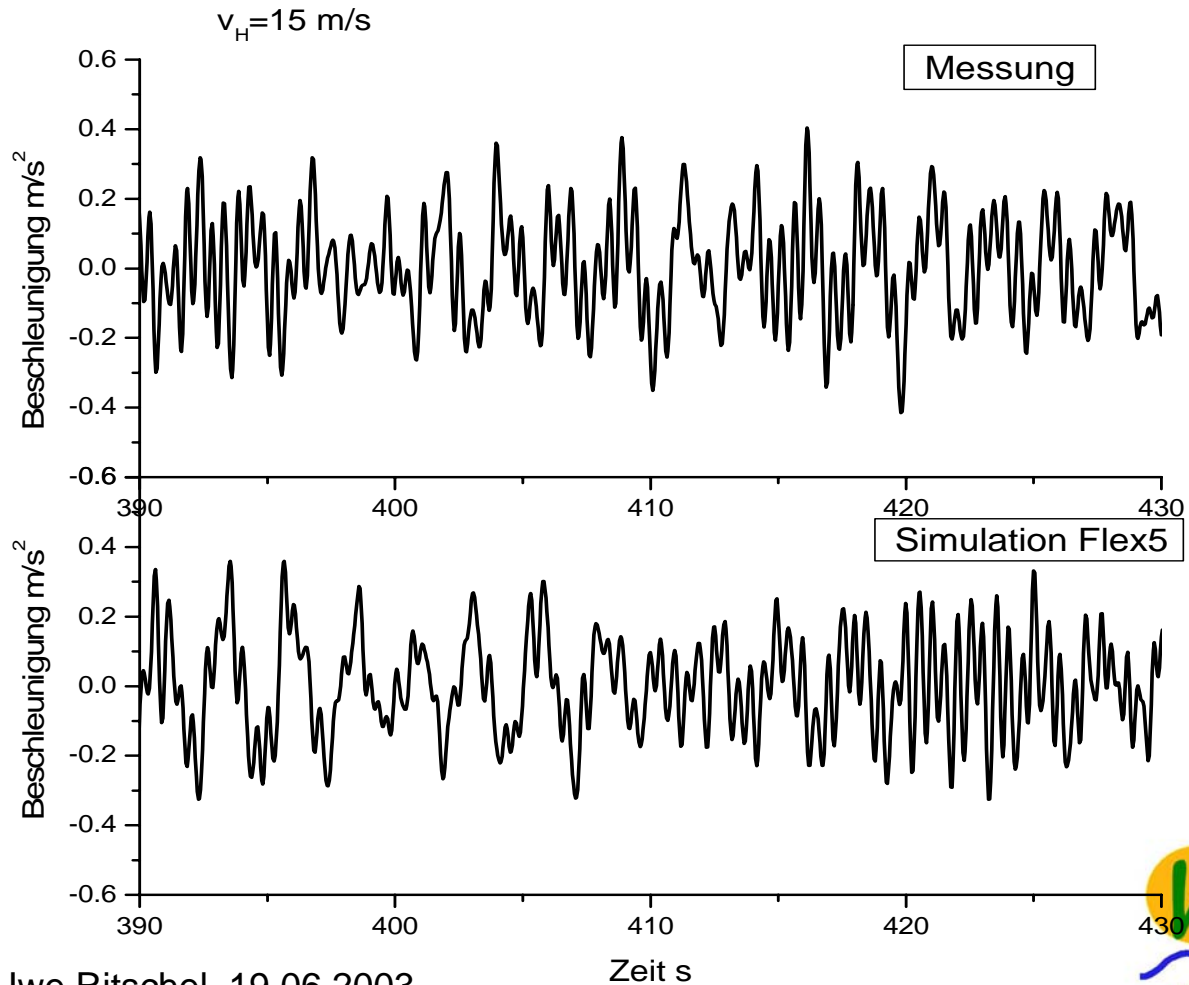


Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003

Stand der Technik



Querbesehleunigung in der Gondel für WKA mit 1.3 MW und 70 m NH

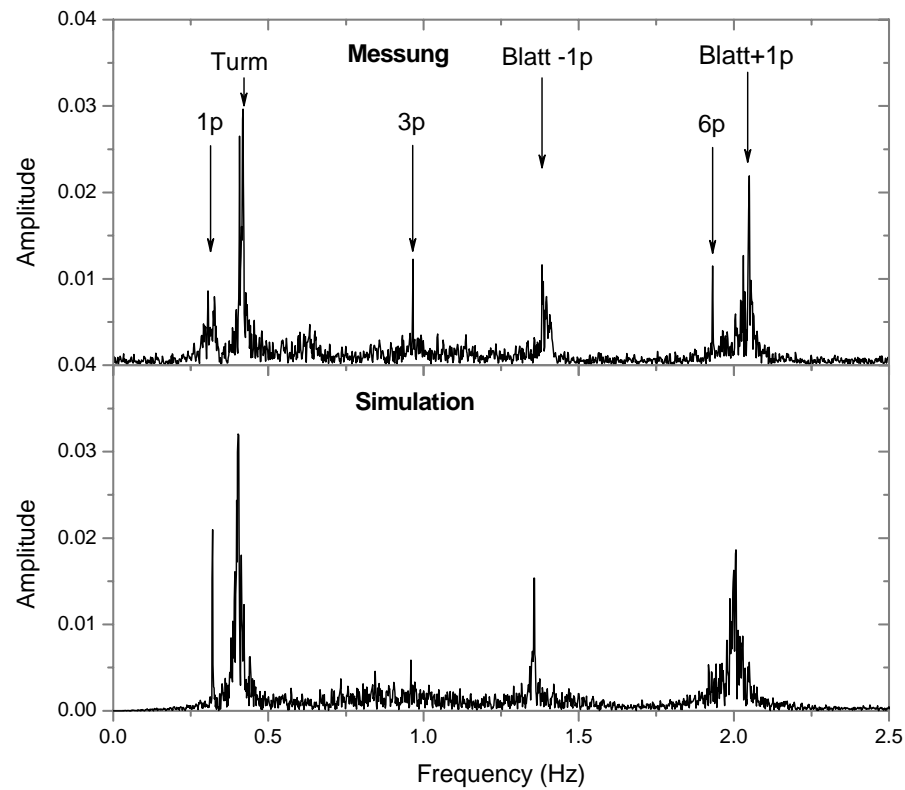


Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003

Stand der Technik



FFT der Querbeschleunigung

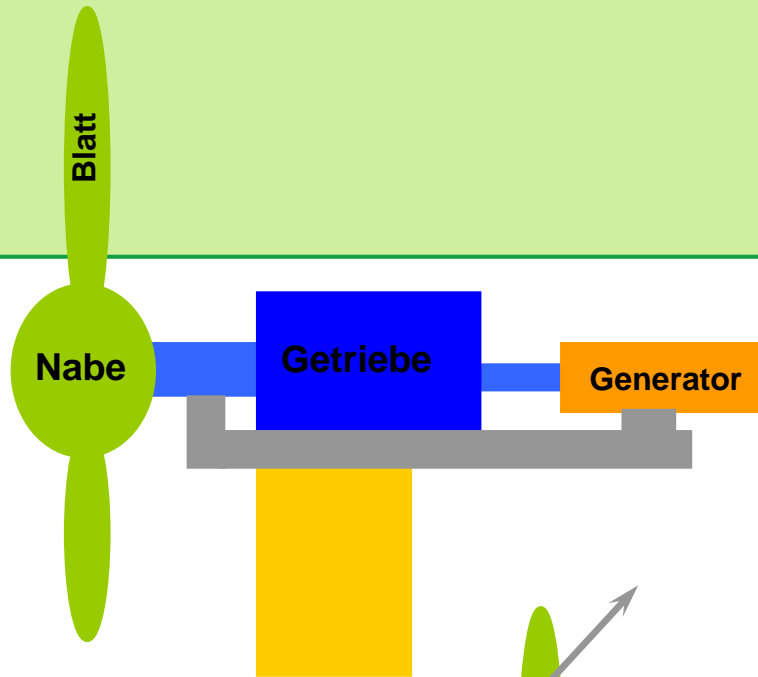


Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003

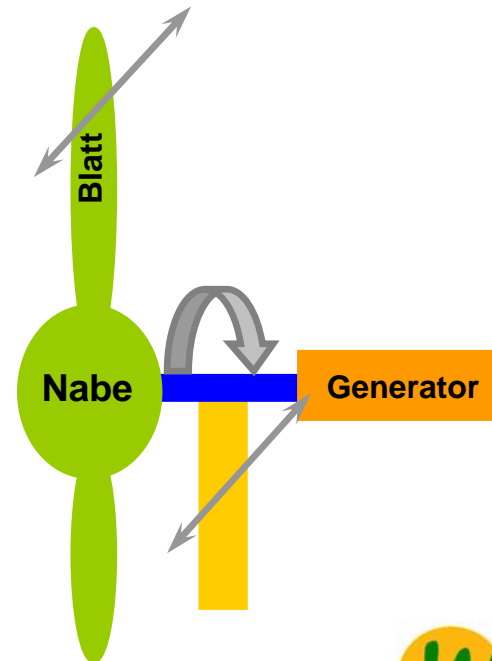
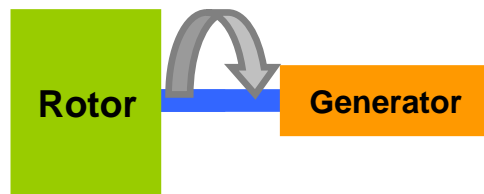


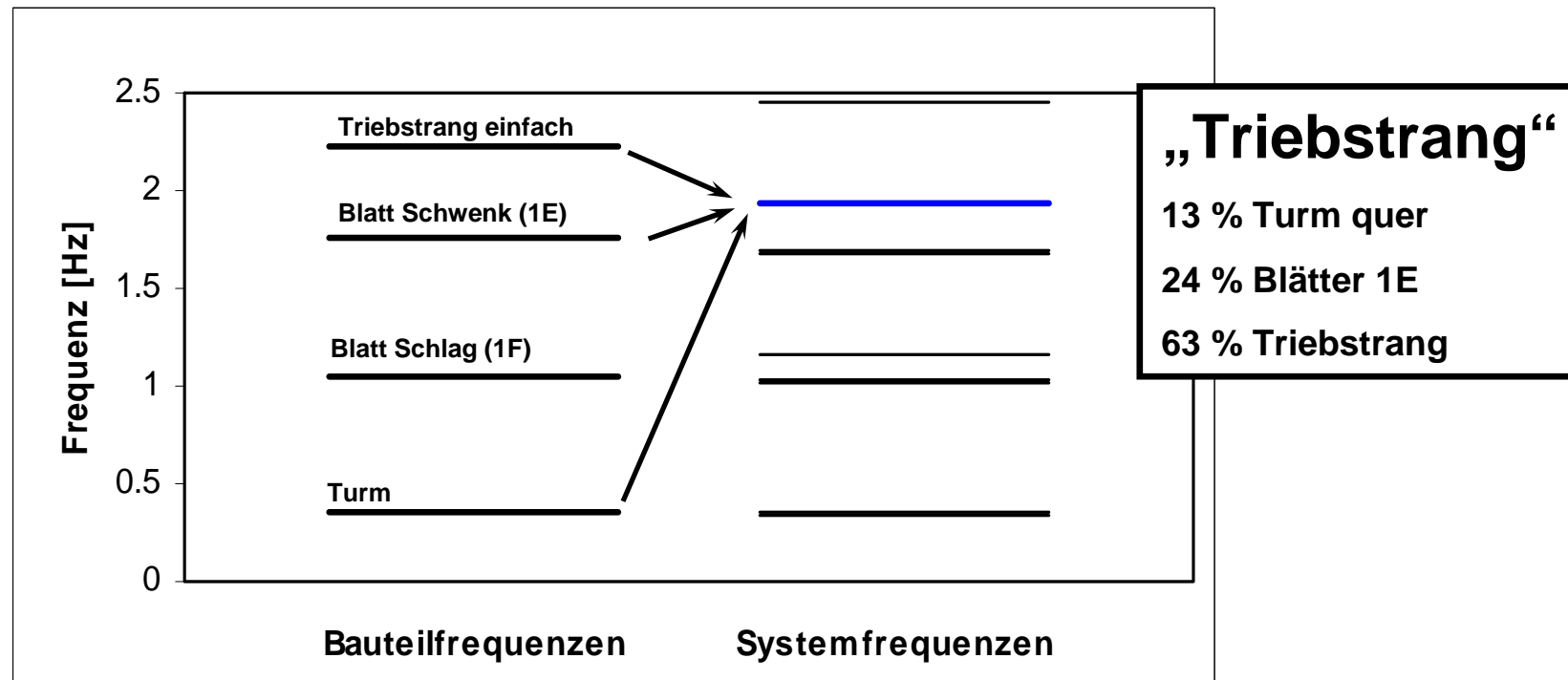
**Zur Berechnung der Lasten
muss Anlage als Gesamtsystem
betrachtet werden !**

Beispiel Triebstrangschwingung



zu einfaches Modell





Aussichten und Vorhaben



CA-OWEE (Concerted Action on Offshore Wind Energy in Europe)

Ziele für F&E mit hoher Priorität (Dez. 2001)

- Verbesserte Definition der Designkriterien und Wiederkehrzeiten von Extremwinden und -wellen
- Entwicklung und Validierung von Modellen zur zuverlässigeren Erfassung von Extrem- und Betriebslasten
- ...

Aktivitäten im Gange

- Simulation von WEA mit MKS-Software (DADS, ALASKA)
- Verbesserte Reduktionsverfahren (Karhunen-Loeve-Basis), höhere Präzision des mechanischen Modells
- Verwendung von CFD Verfahren

Aussichten und Vorhaben



Bisher:

Offshore WEA mit Monopile



Benötigt wird:

Offshore WEA mit anderen Fundamenten



Dr. Uwe Ritschel, 19.06.2003

Aussichten und Vorhaben



Geplantes Projekt: Offshore-Modul

- Einbettung komplexerer Offshore-Fundamentierungen (Tripod) in MKS-Moden-Modell von Flex5
- Modellierung der Strömungs- und Wellenkräfte (verallgemeinerte Morrison-Kraft) und Bestimmung der generalisierten Kräfte im Rahmen der MKS- und Moden-Näherung
- Realistische Modellierung der Wellen insbesondere unter Berücksichtigung der Wind-Wellen-Korrelation und standortspezifischer Daten wie Scatter-Diagramme als Teil des Preprocessing
- Validierung des Offshore-Moduls an einer WEA, mit Kooperationspartnern