

Turbulenzgutachten zur Standsicherheit in Windparks

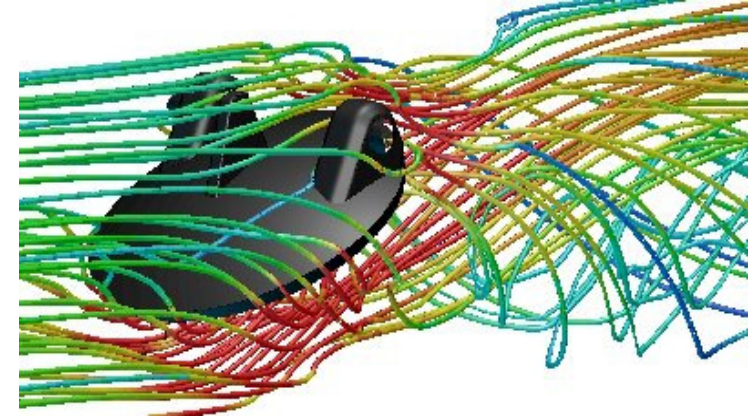
**Dr. Thomas Hahm & Steffen Wußow
Fluid & Energy Engineering GmbH & Co. KG
Hamburg, Germany**

*19. Windenergietage 2010
4. November Bad Saarow Hotel Esplanade*



Über uns:

- F2E = Ingenieur- und Sachverständigen-Büro für Strömungsberechnung und Energietechnik
- Start 2008, fünf Mitarbeiter



Computational Fluid Dynamics - CFD

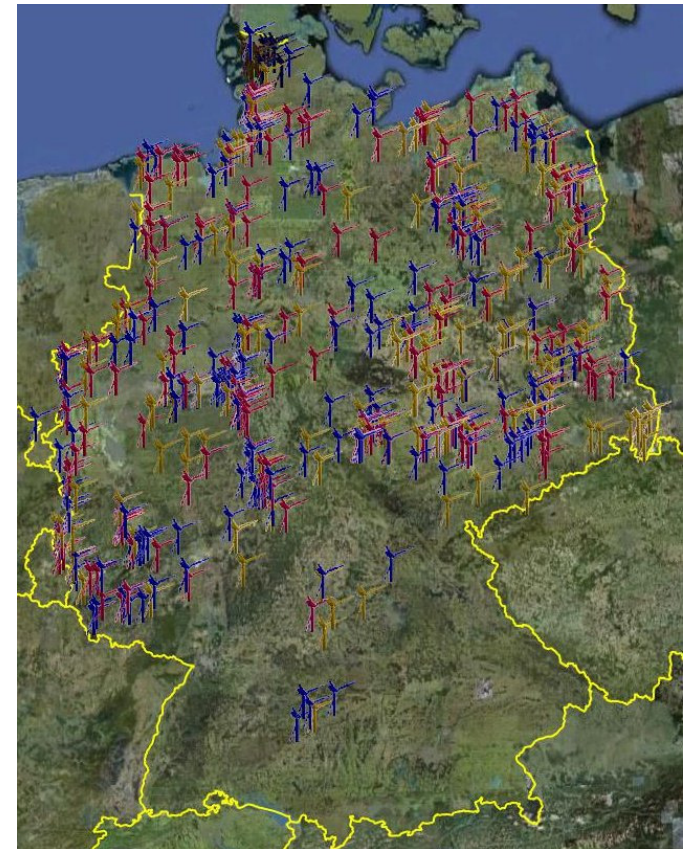
- Windenergie, Wasserkraftwerke, Kraftwerkstechnik

Windenergie

- Gutachten zur Standsicherheit von WEA
- Freileitungsgutachten
- Bestimmung von Windbedingungen in komplexem Gelände
- Eiswurf, Blattabwurf

Referenzen

- 2000 - 2007 ca. 1000 Gutachten
- 2008 - 2010 ca. 1000 Gutachten für ca. 250 Kunden



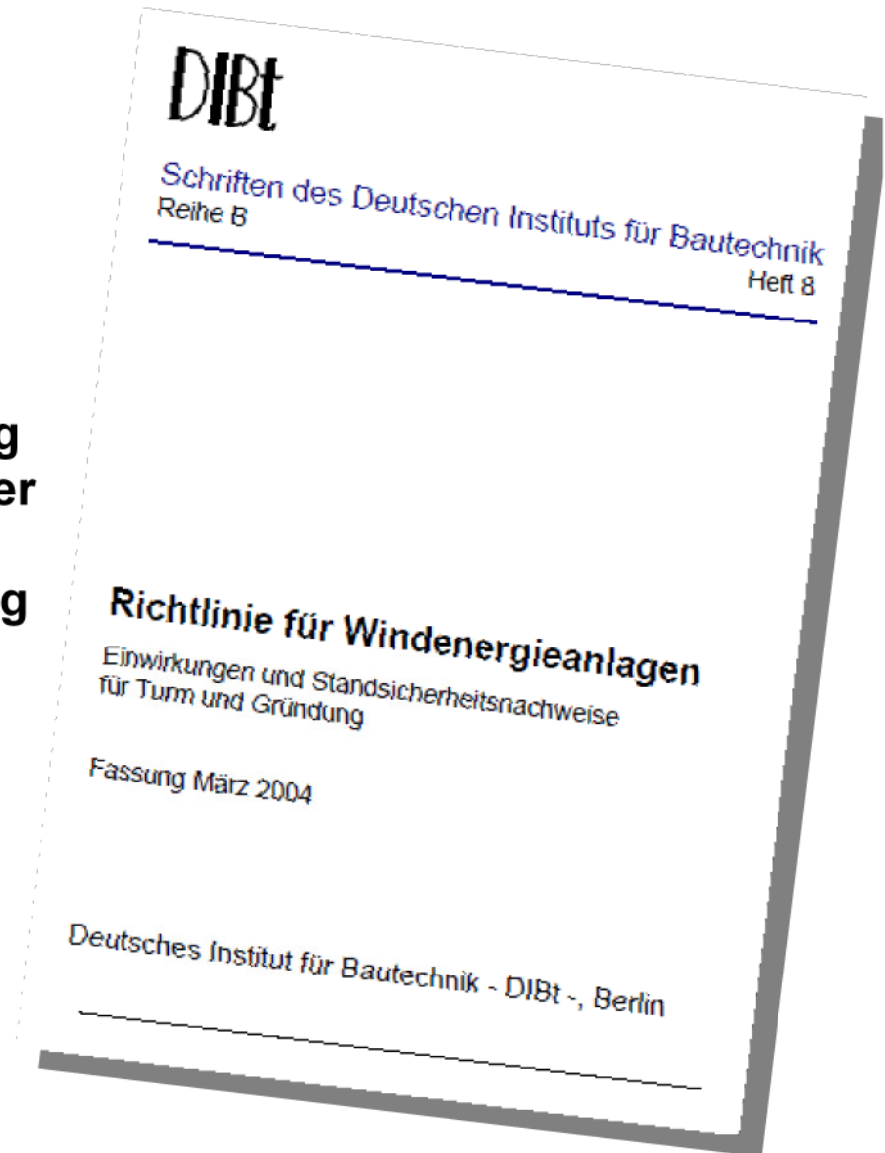
Motivation: Anforderungen aus der Praxis

- **Standortsicherheitsnachweis der geplanten WEA-Konfiguration ist Bestandteil des Genehmigungsverfahrens**
- **Sinkende Abstände in Rotordurchmessern zwischen den WEA im Binnenland durch immer leistungsstärkere WEA auf gleicher Fläche**
- **WEA lassen sich nicht beliebig dicht aufstellen (Anzahl der relevanten Nachbarn!)**
 - **5D - in der Regel kein Problem**
 - **4-3D - standortabhängig**
 - **kleiner 3D - größerer Aufwand, höhere Anforderungen an WEA**
 - **unter 2,5D – nur noch sehr spezielle Fälle**
- **Normalerweise muss die WEA-Anzahl auf gleicher Fläche bei einem Repowering sinken**
- **Nicht alle Planungen lassen sich auch realisieren da Grenzwert für die Standsicherheit/Ermüdung überschritten wird!**



Anforderungen aus den Normen

- Deutsches Institut für Bautechnik - DIBt
- Richtlinie für Windenergieanlagen
 - Fassung 1993/1995
 - Fassung 2004
- Die DIBt-Richtlinie gilt für die Nachweise der Standsicherheit des Turmes und der Gründung von WEA. Sie enthält zugleich Regelungen über Einwirkungen auf die gesamte WEA (Lastannahmen), da diese auch der Beurteilung der Gründung zugrunde zu legen sind.
- Grundlage für die Typenprüfung einer WEA



Norm DIBt:

Vorgabe von Windbedingungen

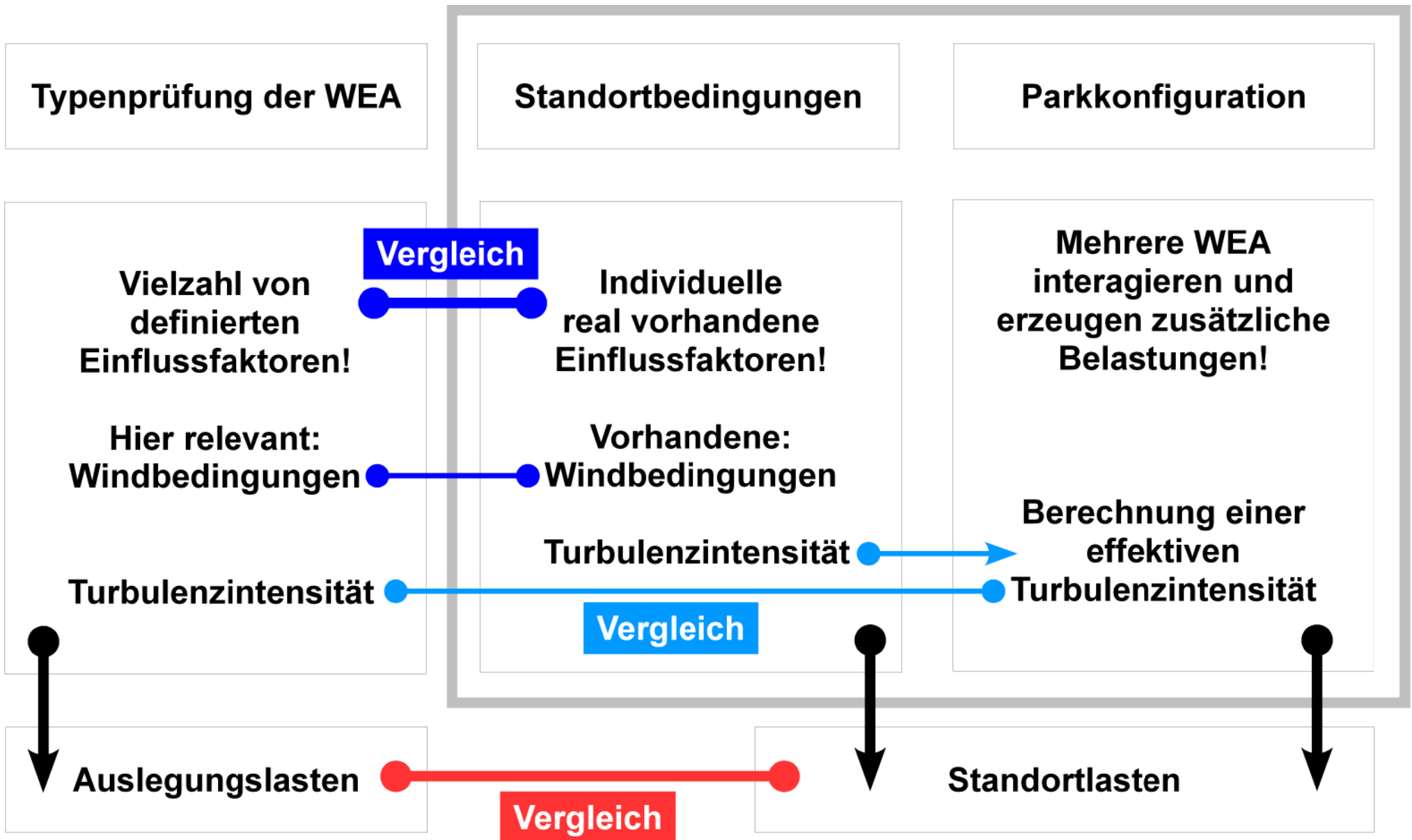
- Für die Integrität der Konstruktion sind die Windbedingungen die primär zu berücksichtigenden Einflussfaktoren.
- Für die Auslegung der WEA werden entsprechende Windzonen in Abhängigkeit von Windgeschwindigkeit und Turbulenzparametern definiert.
- Die Parameter für die Windgeschwindigkeit und die Turbulenz sind so gewählt, dass sie die meisten Anwendungsfälle erfassen sollen, jedoch nicht die genaue Darstellung eines spezifischen Standortes verkörpern.
- Diese Parameter sind daher grundsätzlich für den jeweiligen spezifischen Standort nachzuweisen.

Auslegungs - Turbulenzintensität

- In der DIBt 1993/1995 galt: Auslegungswert der Turbulenzintensität beträgt 0.2 (20%) für alle Windgeschwindigkeiten.
- Die DIBt 2004 übernimmt die Turbulenzklasse A der internationalen IEC-Norm. (Windgeschwindigkeitsabhängige Kurve)



Planung einer WEA am konkreten Standort



Effektive Turbulenzintensität – eine Ersatzgröße

- Die effektive Turbulenzintensität ist ein mit materialspezifischen Kennwerten gewichtetes Mittel der am Standort auftretenden Einzelbelastungen
- Sie stellt die Turbulenzintensität dar, die bei unveränderter Windgeschwindigkeit am Standort über 20 Jahre für die Ermüdung zu unterstellen ist.
- Sie muss daher kleiner gleich den Auslegungswerten der Turbulenzintensität aus der Typenprüfung der WEA sein.

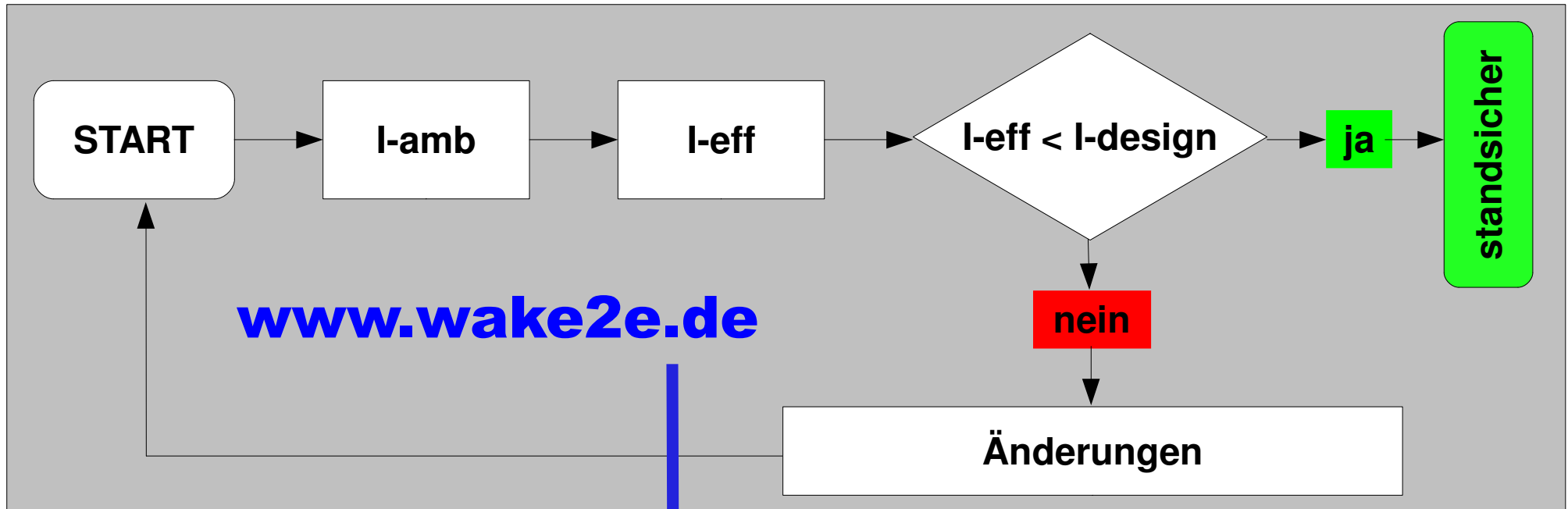


Einflussparameter

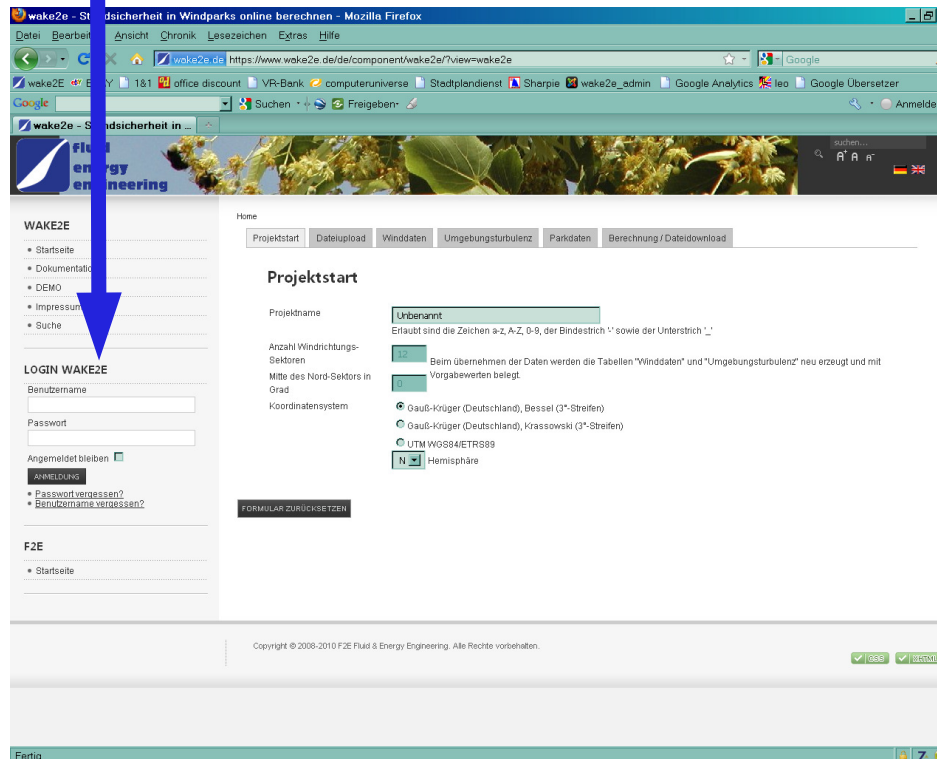
- **Die Umgebung bis zu einer Entfernung von ca. 15 - 20km**
 - **Rauigkeitselemente (Bewuchs, Bebauung)**
 - **Geländestruktur (Orografie)**
 - **Umgebungsturbulenz abhängig von Höhe, Windgeschwindigkeit, Sektor**
- **Die Windverhältnisse am Standort**
 - **Häufigkeitsverteilung der Windrichtung**
 - **A- und k-Parameter der Windverteilung sektoriell**
- **Die Parkkonfiguration**
 - **Standorte der WEA (Abstand)**
 - **WEA-Typen und Nabenhöhen**
 - **Auslegung der WEA**



Schritte bei der Bewertung der Standsicherheit



www.wake2e.de



Überschreitungen der effektiven Turbulenzintensität Mögliche Änderungen

- Änderung der Parkkonfiguration, Vergrößerung der Abstände
- Bau einer WEA mit geringerer Leistung/geringerem Rotordurchmesser
- Sektorielle Leistungsreduzierung einer der Nachbar-WEA
- Sektorielle Abschaltung einer der Nachbar-WEA
- Vergleich der Auslegungslasten mit den Standortlasten über eine standortspezifische Lastrechnung
 - Übliches Prinzip → niedrigere Windgeschwindigkeiten am konkreten Standort gegenüber denen der Typenprüfung der WEA können gegen erhöhte effektive Turbulenzintensitäten aufgerechnet werden.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Bitte stellen Sie Fragen!

**F2E GmbH & Co. KG
Borsteler Chaussee 178
22453 Hamburg
Tel.: 040 55549081
info@f2e.de
www.f2e.de**

