



Mit **neuer** Energie

Forschung zur Windenergienutzung im Binnenland

Dr.-Ing. Kurt Rohrig



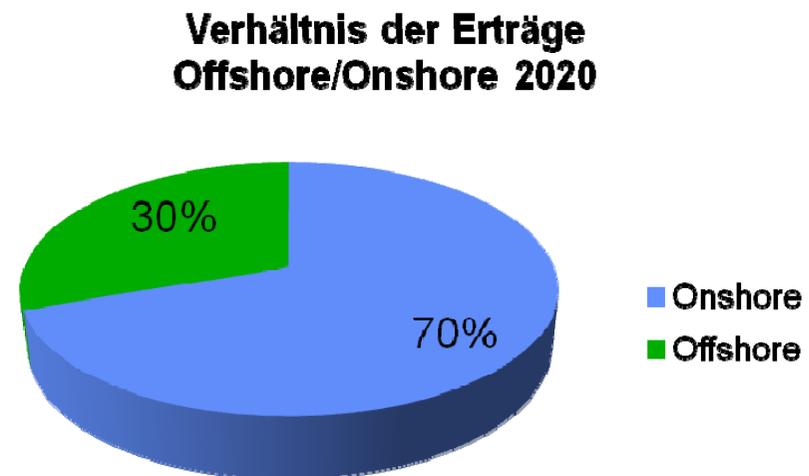
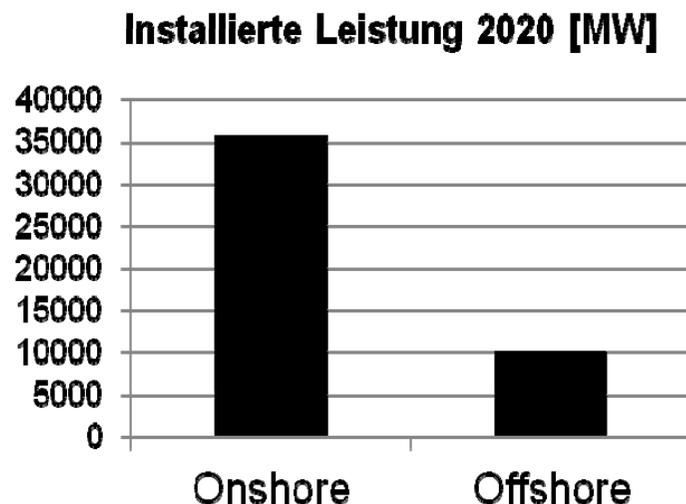
200 METER-MESSMAST FÜR WINDENERGIE IM BINNENLAND, Wolfhagen, 13. Juni 2012



Mit **neuer** Energie

Ehrgeizige Ausbauziele für die Windenergie sind auf Onshore-Standorte angewiesen

- Ausbau der Offshore-Windenergie allein nicht ausreichend
- Schneller und wirtschaftlicher Ausbau der Onshore Windenergie möglich
- Repowering alter Anlagen Onshore für effizientere Ressourcennutzung
- Erschließung neuer Standorte Onshore durch moderne Anlagentechnik

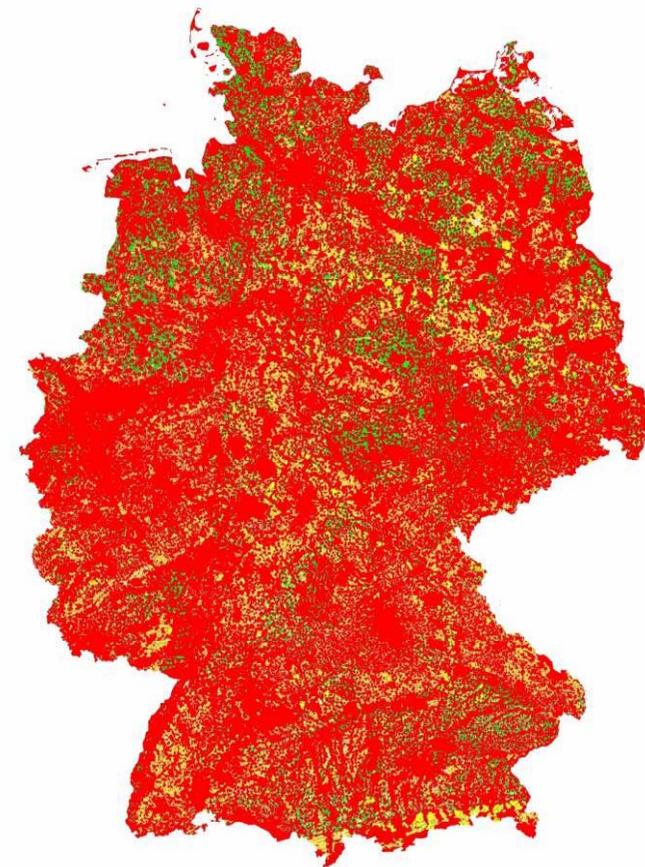


Quelle: Nationaler Aktionsplan für Erneuerbare Energien



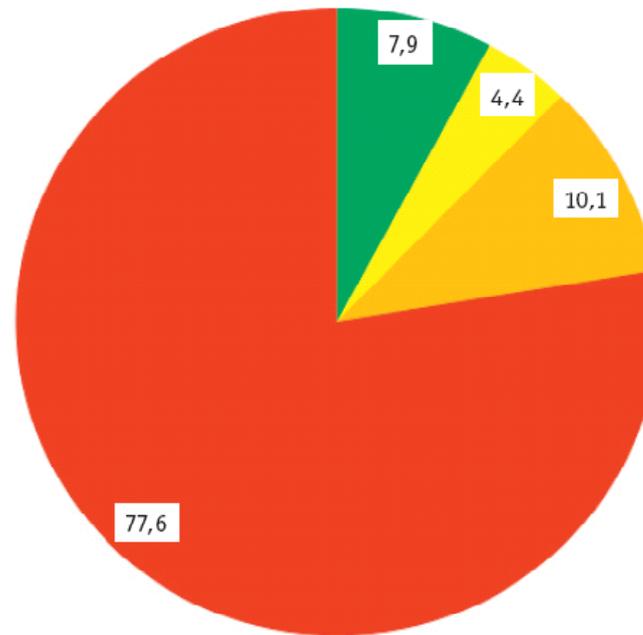
Mit **neuer** Energie

BWE Potenzialstudie: Nutzbare Flächen in Deutschland



0 100 200 300 km

Flächen bezogen auf Deutschland

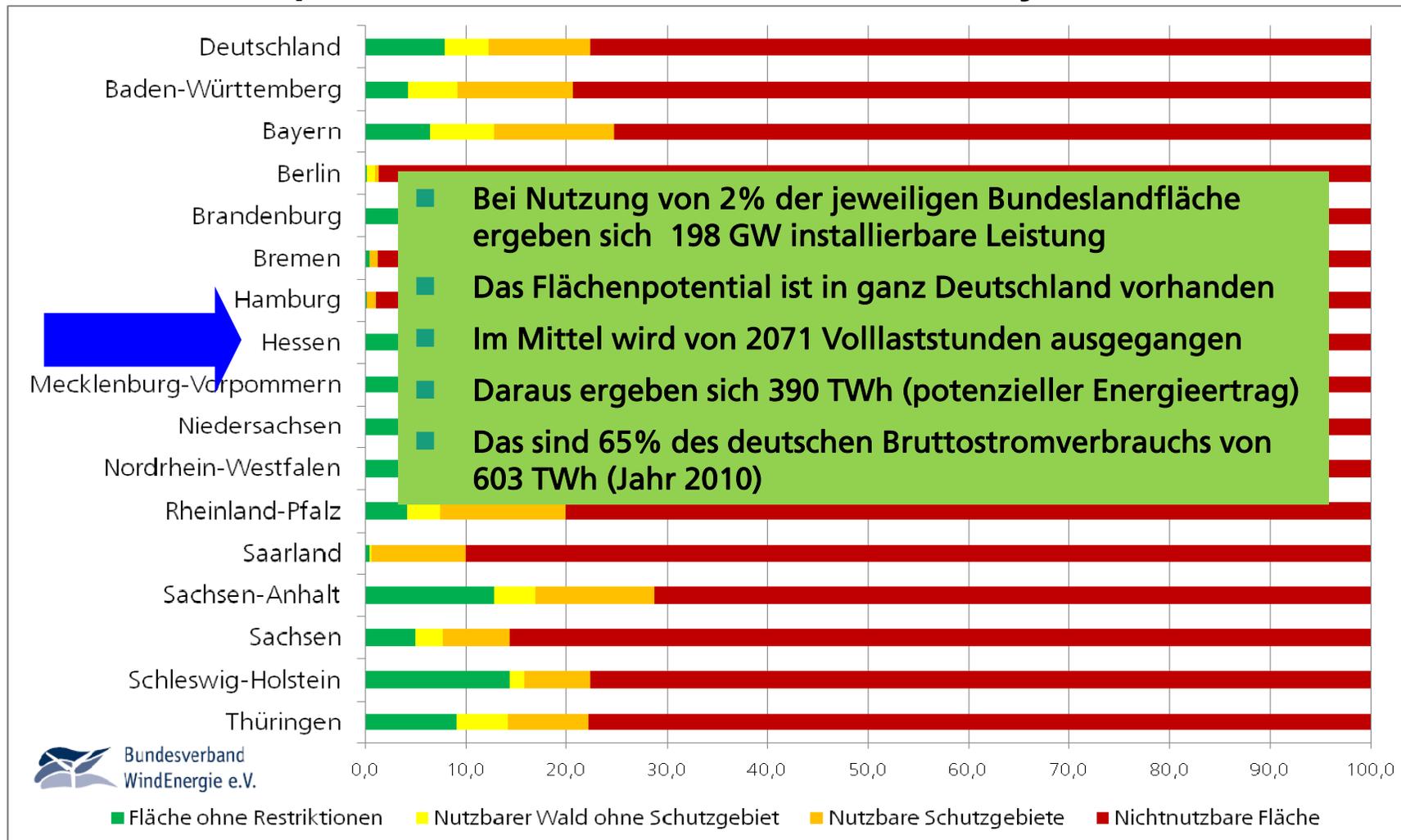


- Fläche ohne Restriktionen
- Nutzbarer Wald ohne Schutzgebiet
- Nutzbare Schutzgebiete
- Nichtnutzbare Fläche



Mit **neuer** Energie

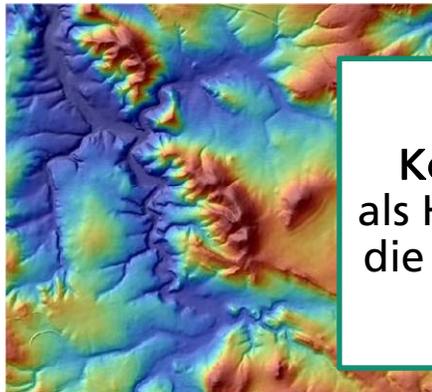
Anteil der potenziell nutzbaren Flächen je Bundesland





Mit **neuer** Energie

Kernpunkte der Windenergienutzung im Binnenland beinhalten Forschungs- und Entwicklungsbedarf



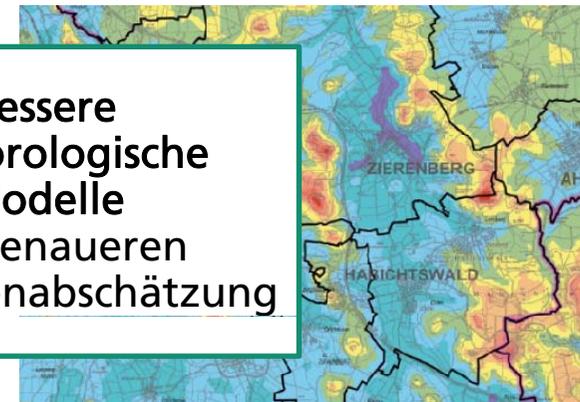
Komplexes Gelände
als Herausforderung für
die Ertragsabschätzung

**Nutzung von
Waldflächen**
für den Ausbau der
Windenergie



Neue Anlagentechnik
mit großen
Nabenhöhen und
Rotordurchmessern

**Bessere
meteorologische
Modelle**
zur genaueren
Ressourcenabschätzung



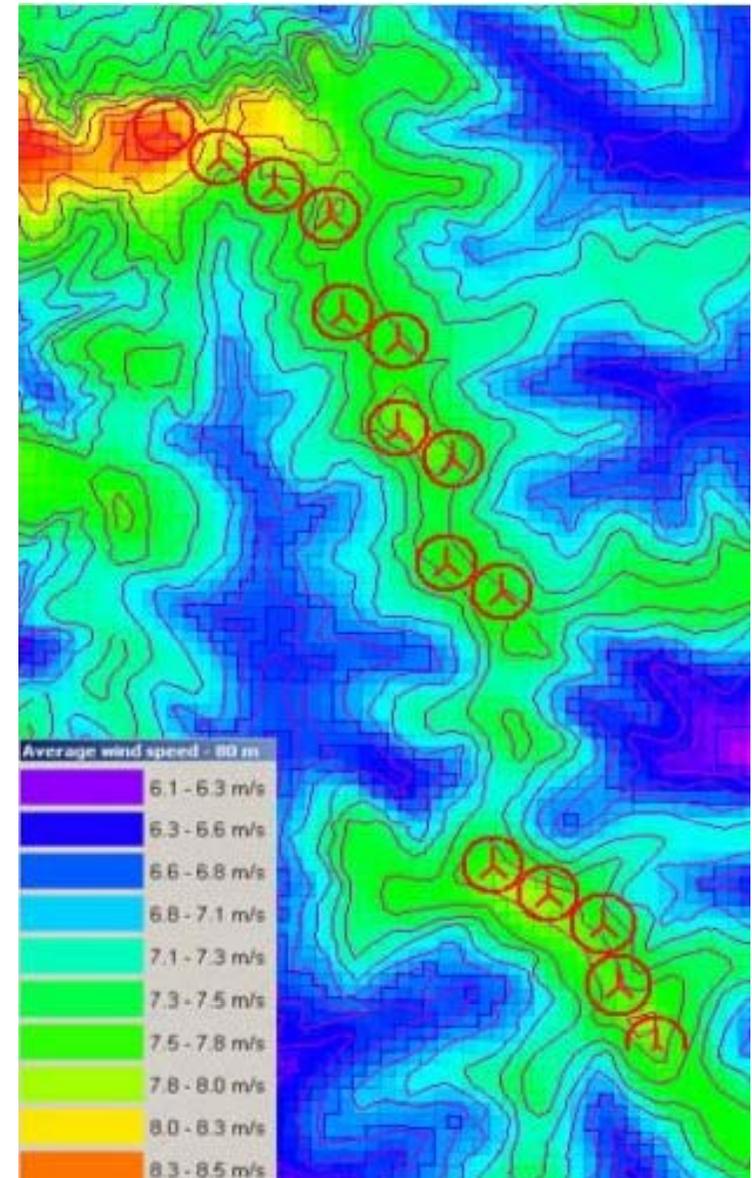
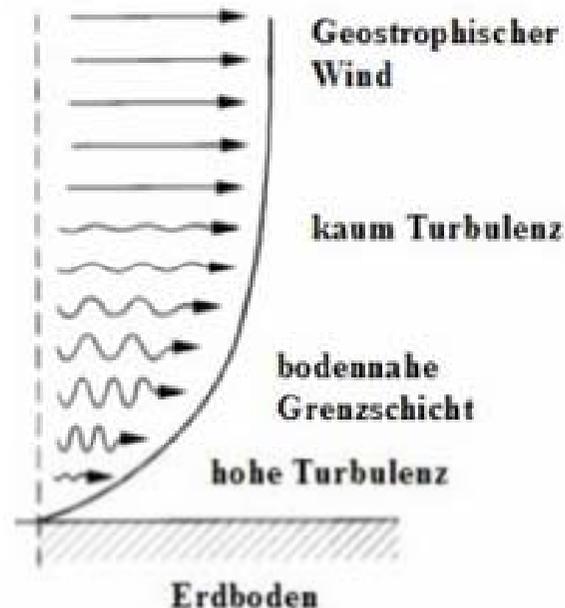


Mit **neuer** Energie

Gutes Windpotential über Wald in Hessen nutzen

Hessen ist zu 42% bewaldet. Die Kuppen sind überwiegend mit Wald bedeckt. Auf den Kuppen weht auch der meiste Wind.

Über den Baumwipfeln kann der Wind geerntet werden, wenn die Rotoren der Windkraftanlagen über den turbulenten Zonen drehen.





Mit **neuer** Energie

Anlagenentwicklung



Bestimmung von

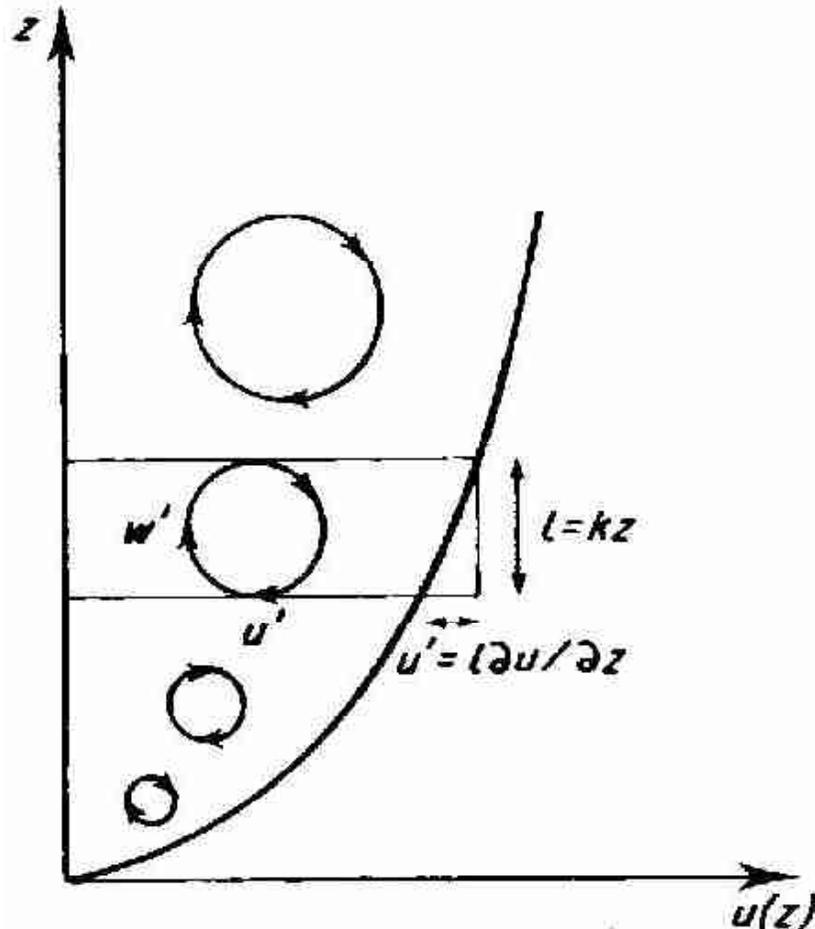
- Turbulenzen
- Böen
- Windprofilen
- Windfeldern

für verbesserte Anlagen-
auslegung und -regelung



Mit **neuer** Energie

Das logarithmische Windprofil



$$u(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln \left(\frac{z-d}{z_0} \right)$$

u : Windgeschwindigkeit (m/s)

u_* : Schubspannungsgeschwindigkeit (m/s)

d : Versetzungshöhe (m)

z_0 : Rauigkeitslänge (m)

Wald z.B. 2-3 m

Getreide z.B. 1 cm

Rasen z.B. 1 mm

κ : von Kármán - Konstante (0.4)

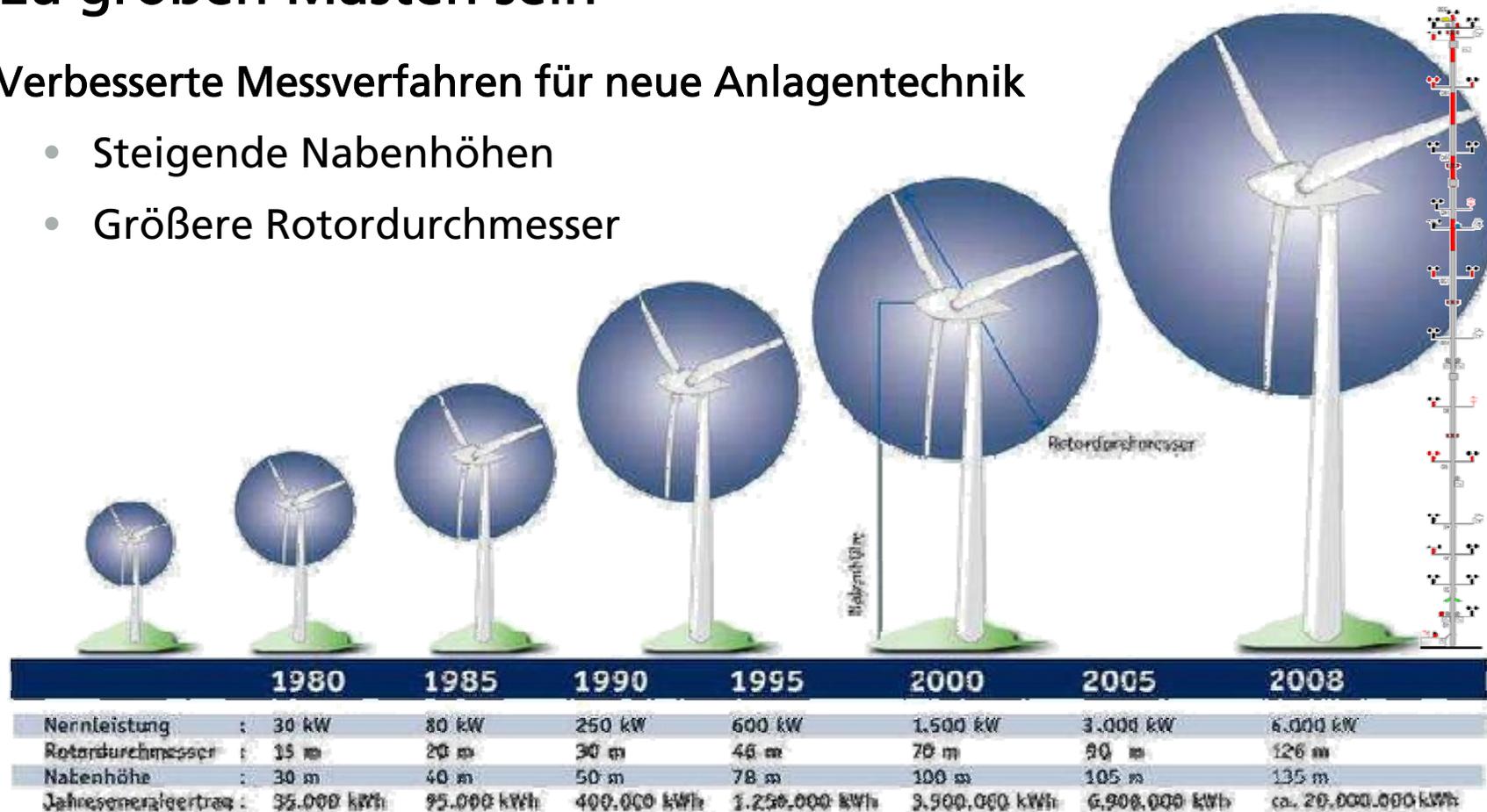


Mit **neuer** Energie

LiDAR-Messungen können kostengünstige Alternative zu großen Masten sein

Verbesserte Messverfahren für neue Anlagentechnik

- Steigende Nabenhöhen
- Größere Rotordurchmesser



Quelle: Bundesverband Windenergie e.V.



Mit **neuer** Energie

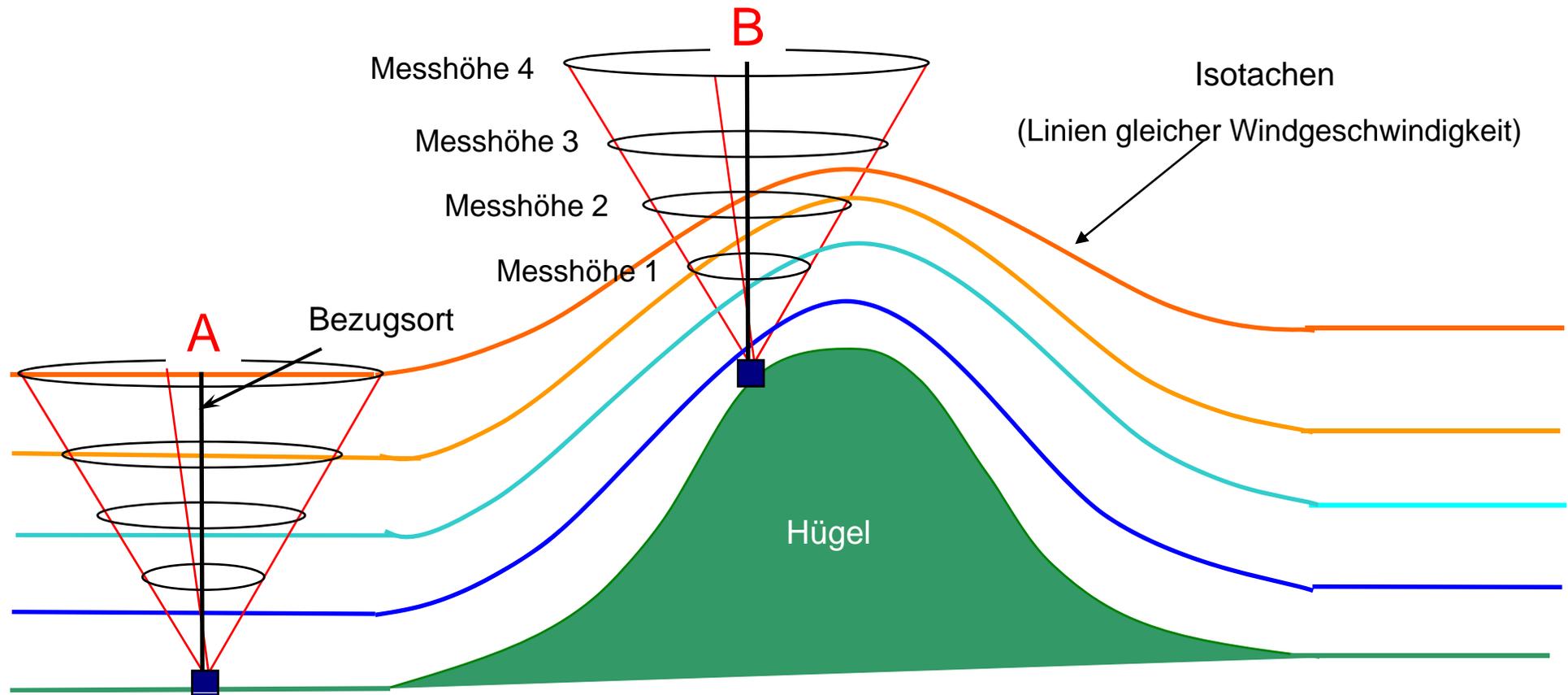
Windcube Doppler-LiDAR





Mit **neuer** Energie

LiDAR-Windmessungen im komplexen Gelände



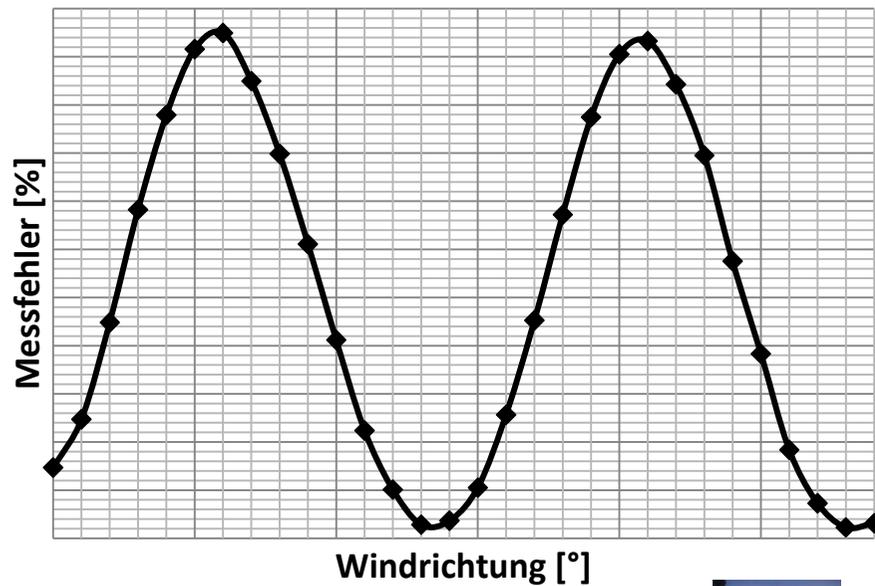
- A: Luftströmung ist homogen → LiDAR Messung funktioniert gut
- B: Luftströmung ist nicht homogen → LiDAR Messung funktioniert schlecht



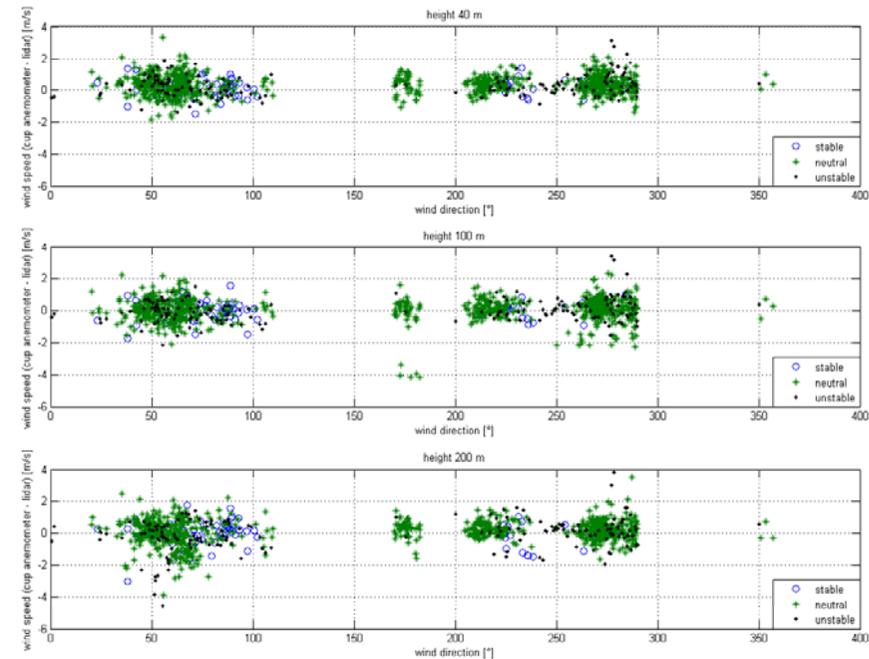
Mit **neuer** Energie

Verbesserung der LiDAR Messungen durch geeignete Korrekturverfahren

CFD-Simulationen zur Untersuchung der Windströmung
Vergleich der LiDAR Messung mit dem Messmast



Theoretischer (berechneter) Messfehler in Abhängigkeit der Windrichtung (qualitativ)



Gemessene Abweichung zwischen LiDAR und Mast für verschiedene Windrichtungen



Mit **neuer** Energie

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
Bremerhaven und Kassel**

advancing wind energy and energy system technology

Forschungsspektrum:

Windenergie von der Materialentwicklung bis zur Netzoptimierung

Energiesystemtechnik für die erneuerbaren Energien

Gründung: 1. 1. 2009 **Mitarbeiter:** ca. 400 Personen

Leitung: Prof. Dr. Andreas Reuter, Prof. Dr. Jürgen Schmid

Hervorgegangen aus:

Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik
CWMT in Bremerhaven

Institut für Solare Energieversorgungstechnik
ISET in Kassel

Kontakt: Dr. Kurt Rohrig
 kurt.rohrig@iwes.fraunhofer.de
 Tel. 0561 7294-328

