

Fachtagung Windenergie-Meteorologie

Osnabrück 3. November 2008

Ringversuch Numerische Strömungssimulation in der Wind Energie

Karin Görner

Andreas Beeken

DEWI GmbH

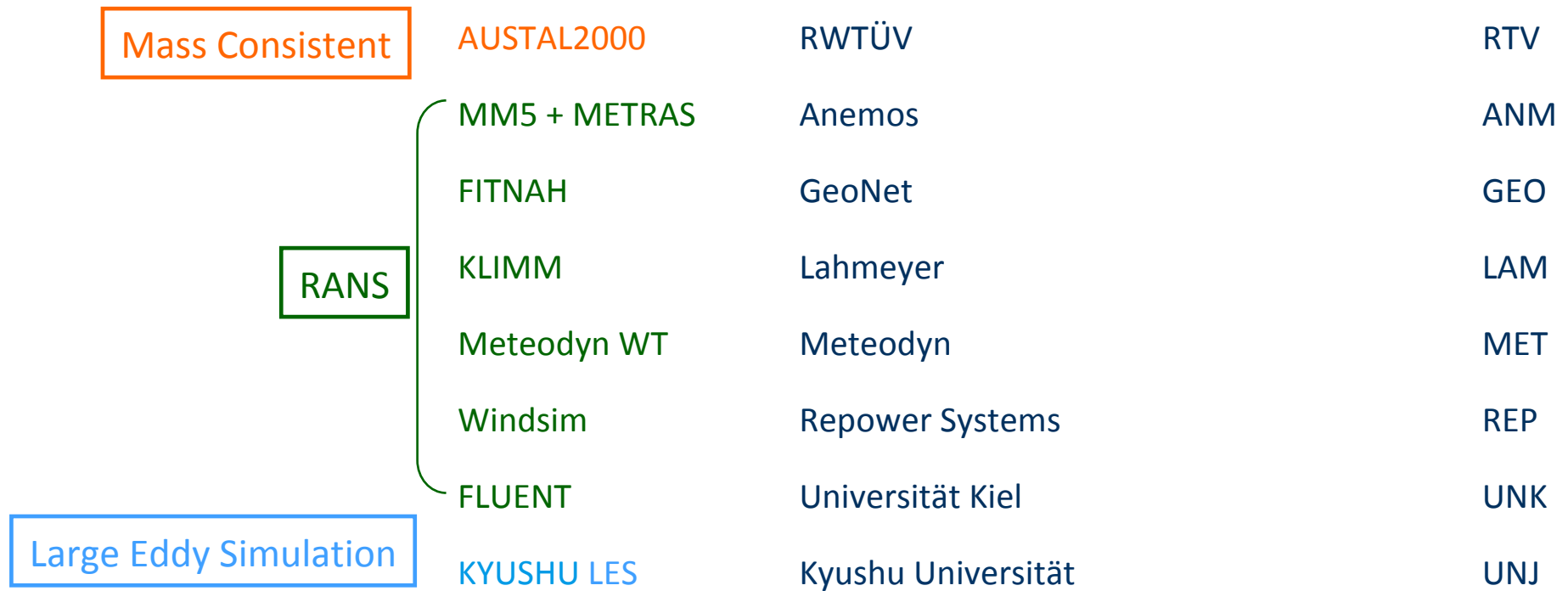
► SITE ASSESSMENT . WIND TURBINE ASSESSMENT . GRID INTEGRATION . DUE DILIGENCE . KNOWLEDGE . CONSULTANCY

- Einleitung
- Teilnehmer und Modelle
- Standortwahl
- Windmessung
- Durchführung
- Ergebnisse
- Erkenntnisse

Motivation zur Durchführung eines Vergleichs:

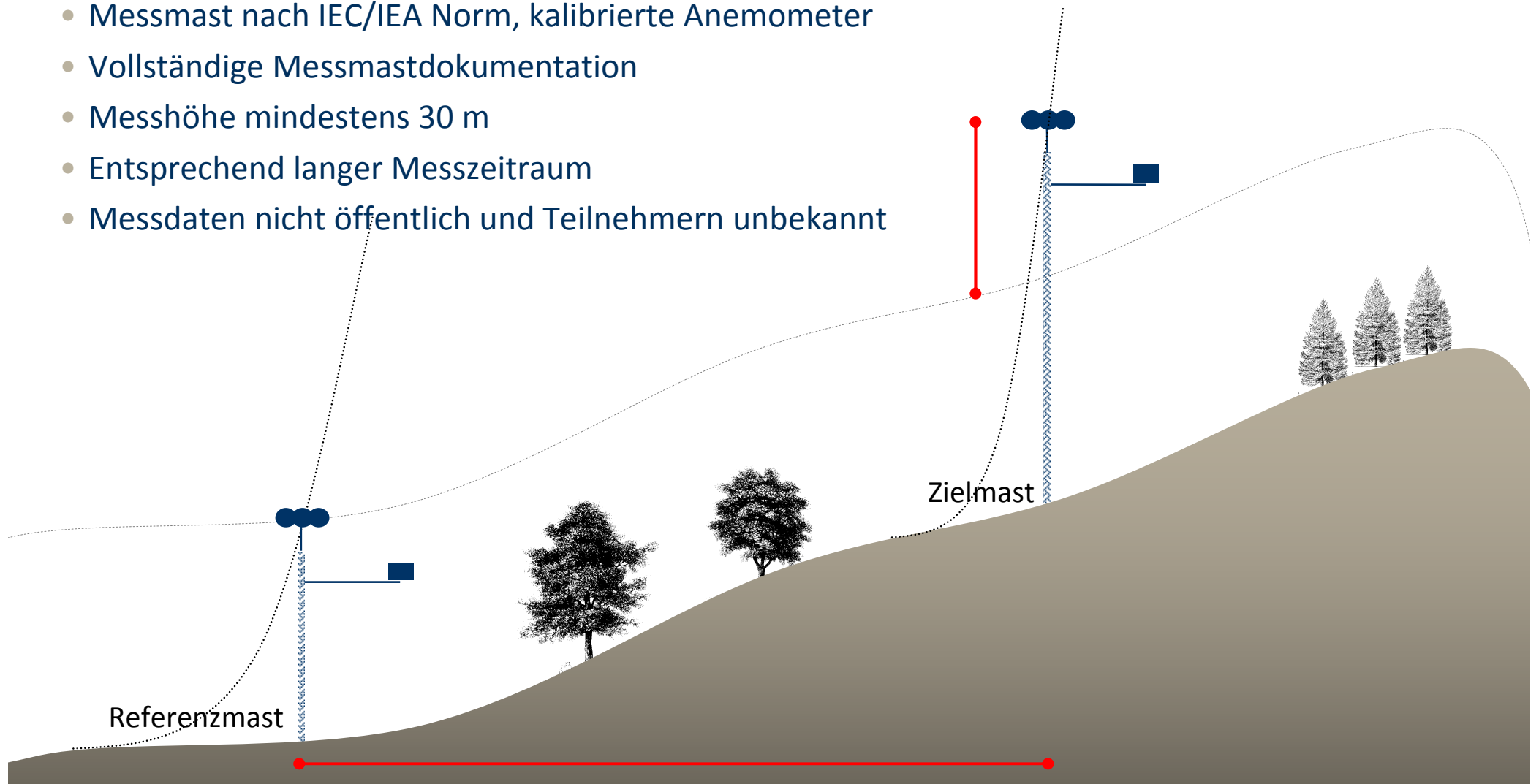
- systematische Untersuchung von Modellen/Methoden angewendet im Wind-Energie-Bereich existierte bisher nicht
- die Unsicherheit von Extrapolationsmethoden in komplexem Gelände sind weitestgehend unbekannt

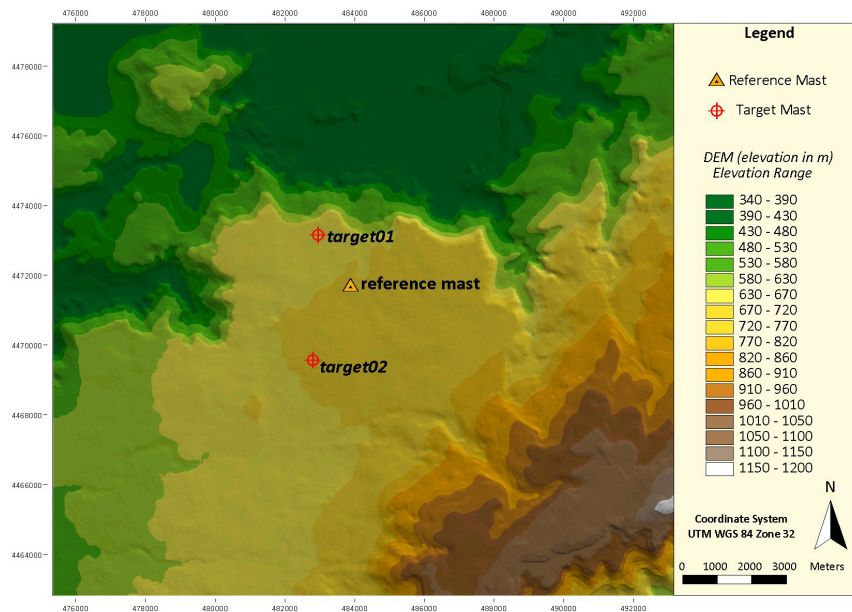
- Anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
- CeBeNetwork GmbH
- GEO-NET Umweltconsulting GmbH
- Lahmeyer International GmbH
- Meteodyn
- RWTÜV SYSTEMS GmbH
- Technische Universität KIEL, Fakultät Maschinenbau
- Kyushu Universität
- REpower Systems AG



Kriterien für Standortwahl:

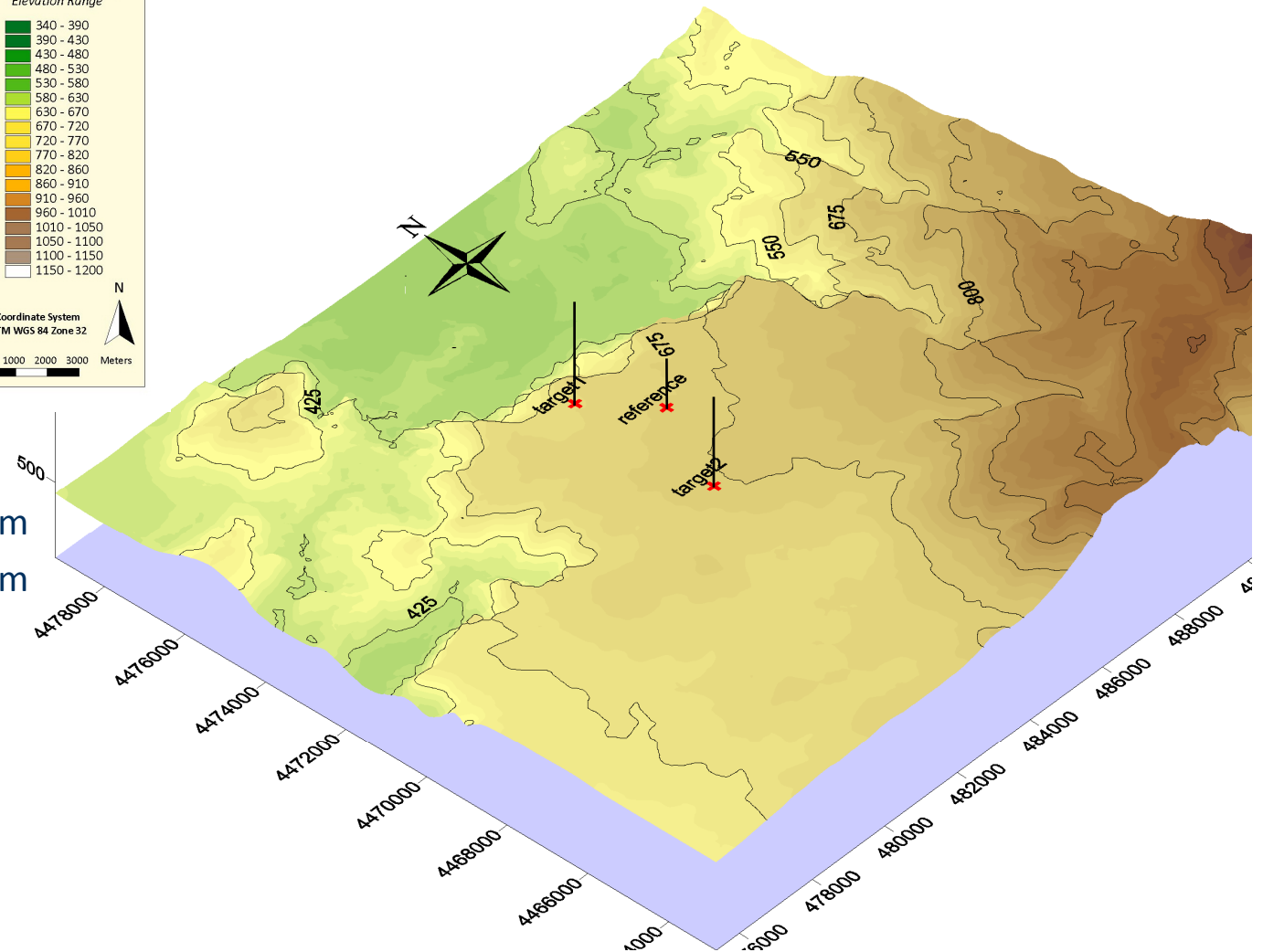
- Messmast nach IEC/IEA Norm, kalibrierte Anemometer
- Vollständige Messmastdokumentation
- Messhöhe mindestens 30 m
- Entsprechend langer Messzeitraum
- Messdaten nicht öffentlich und Teilnehmern unbekannt

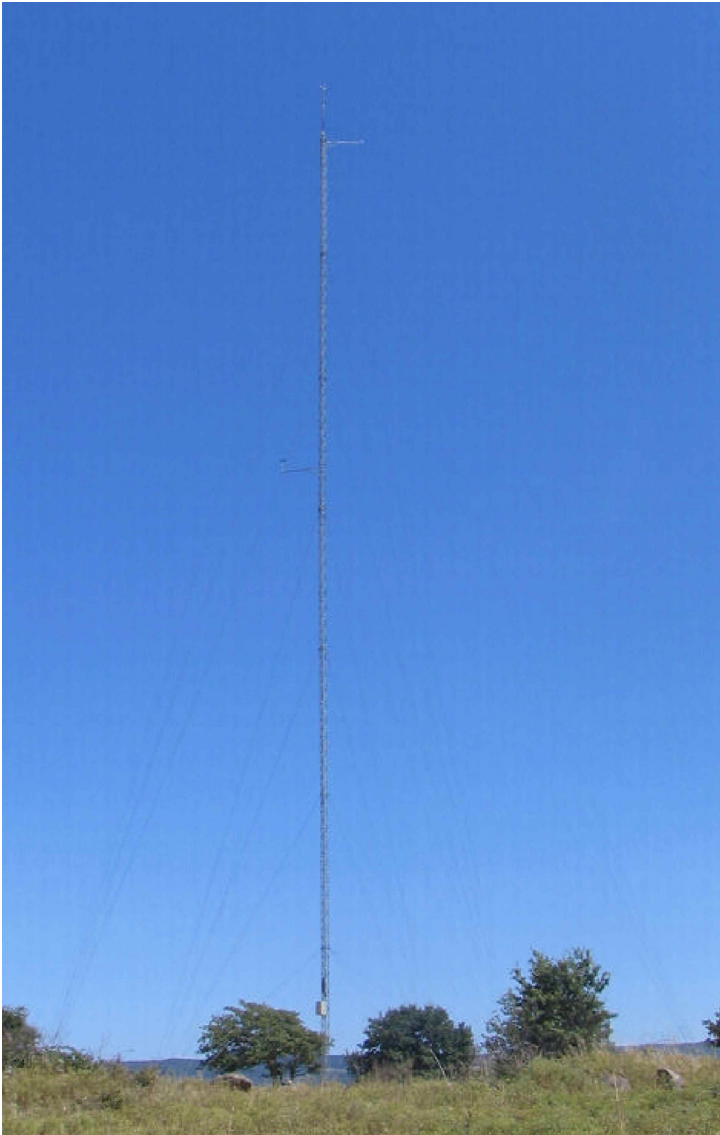




Entfernungen zwischen Masten:

- Referenzmast → Zielmast 1 ~ 1700 m
- Referenzmast → Zielmast 2 ~ 2400 m





REFERENZMAST

- Thies First Class, 43 m ü.N.N.
- Windfahne Thies Compact, 42 m ü.N.N.
- Measnet kalibriert
- Logger: Wicom CM
- Auslegerlänge: 1.4 m



ZIELMAST 1

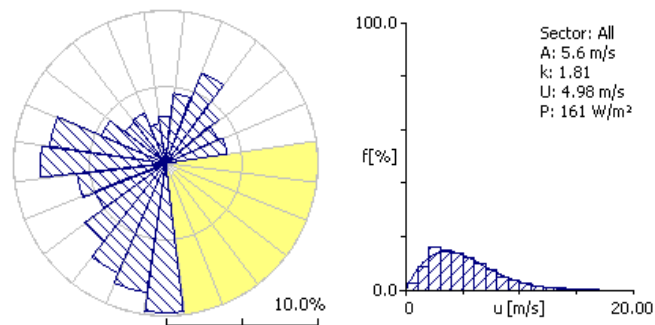
- Thies First Class, 80 m ü.N.N.
- Windfahne Thies Compact, 78 m ü.N.N.
- Measnet kalibriert
- Windfahne, Orientierung Ausleger 245°



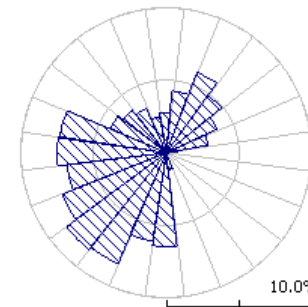
ZIELMAST 2

- Thies First Class, 80 m ü.N.N.
- Windfahne Thies Compact, 78 m ü.N.N.
- Measnet kalibriert
- Windfahne, Orientierung Ausleger 226°

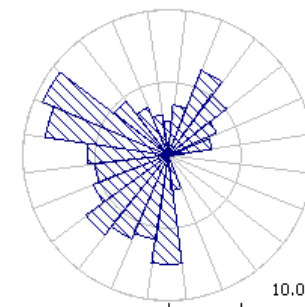
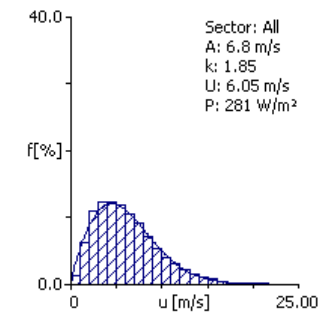
Windrichtung zwischen $[83^\circ - 172^\circ]$ gefiltert wegen Mastabschattungseffekten



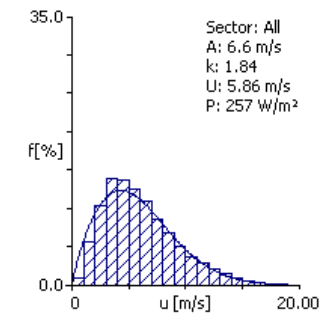
Referenzmast



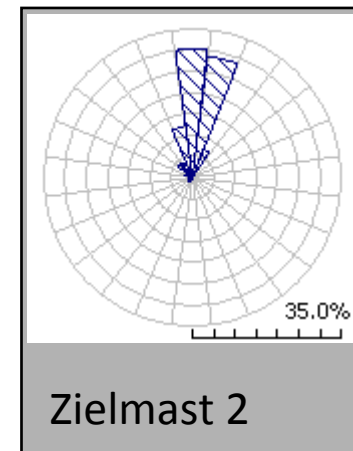
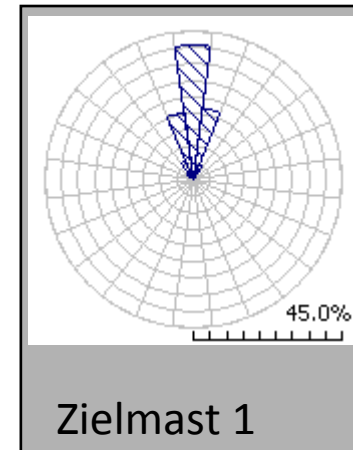
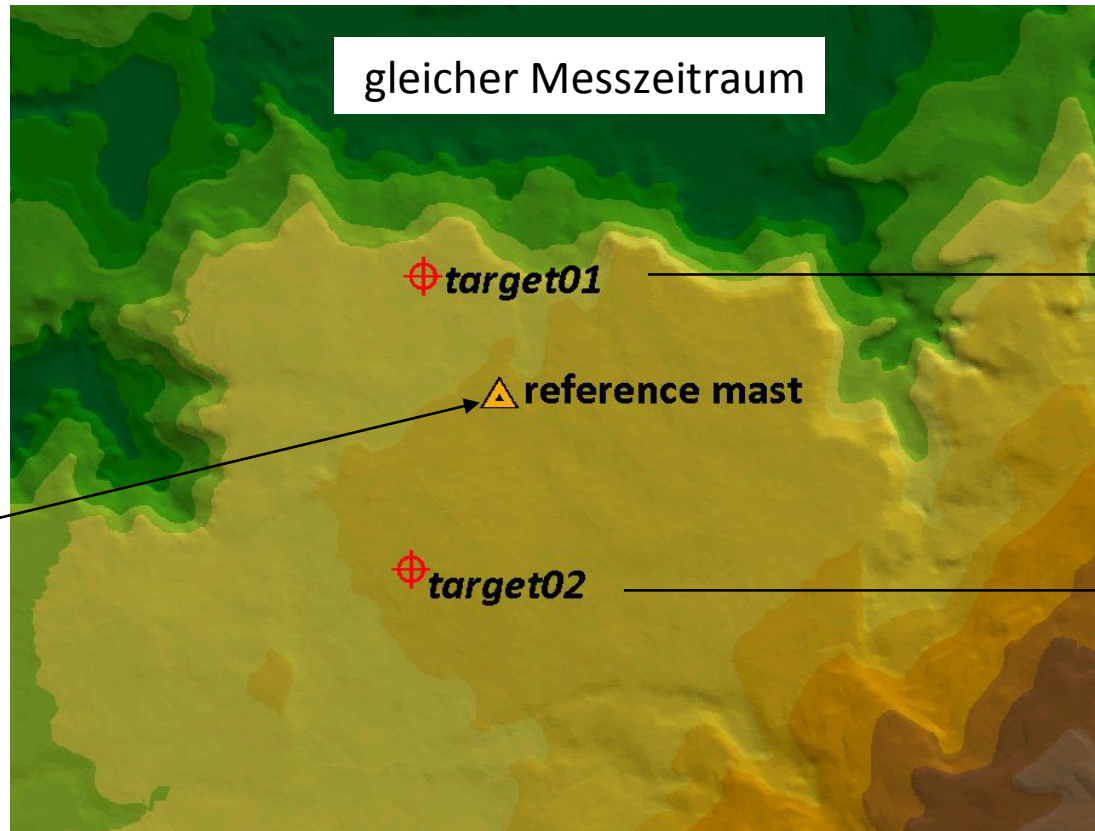
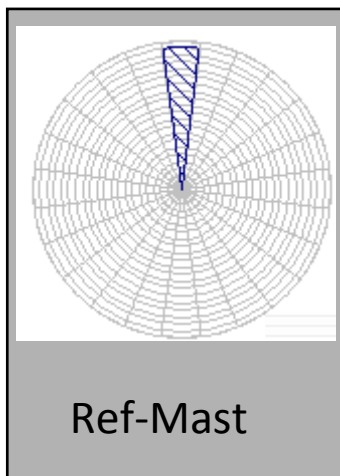
Zielmast 1



Zielmast 2



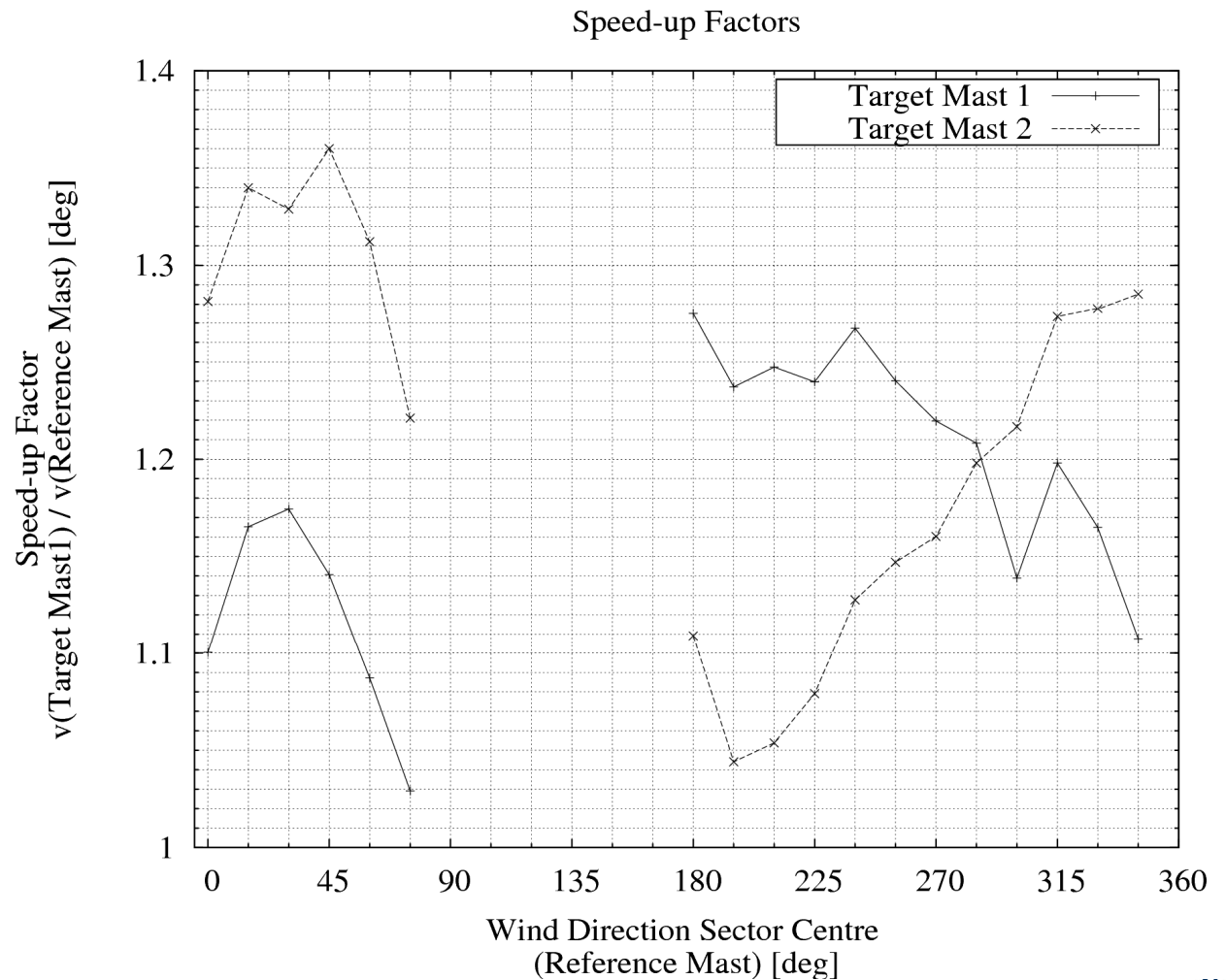
Beispiel:
Nord-Sektor
am Referenzmast



aufgetretene Probleme:

- keine sektoriellen Daten von UNJ
- nur 2 Sektoren von REP
- Methode nicht anwendbar auf ANM

Hohe Speed-up Faktoren trotz mäßig komplexem Gelände



Die Teilnehmer erhielten:

- Höhenangaben für das standortnahe Gelände (Auflösung 10m)
- Höhenangaben für den β -mesoskaligen Bereich (Auflösung 90 m)
- Geländestruktur (und z_0) für das standortnahe Gebiet
- Geländestruktur für den β -mesoskaligen Bereich
- Radiosonden-Aufstiege vom nächstgelegenen Flughafen (ca. 120 km vom Messgebiet)
- Reanalyse-Daten
- Zeitreihen für den Wind am Referenzmast
- sektorielle Zeitreihen am Referenzmast für 24 Sektoren (je 15°)

Die Teilnehmer berechneten:

- Mittlere Windgeschwindigkeit am Zielmast
- Mittl. Windgeschw. für eine horizontal dem Terrain folgende Oberfläche (in 40m , 60 m, 80m)
- Windstatistik an den beiden Zielmasten (alle Sektoren)
- Windstatistik für die einzelnen Sektoren

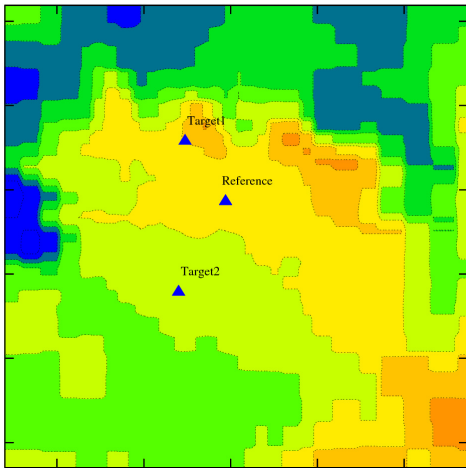
Der Teilnehmer “SPL” (SIMPLE)

- Ist ein zusätzlicher virtueller Teilnehmer
- Benutzt die Winddaten vom Referenzmast 1:1
- Führt keine horizontale oder vertikale Extrapolation durch

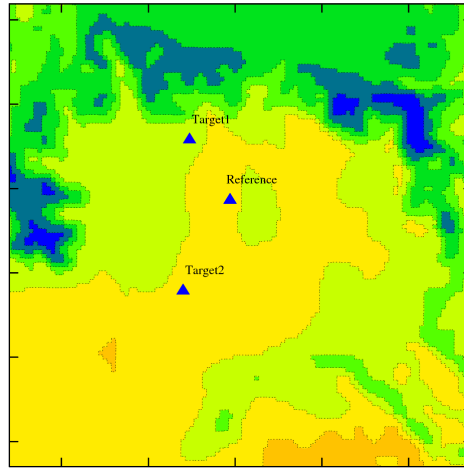
Einschränkungen:

- Nur ein kleiner Teil der zurzeit im Windenergie-Bereich angewendeten Modelle nimmt am Versuch teil
- Einzelversuch
- Unsicherheiten in den Eingangsdaten (z.B. Winddaten, Geländedaten, Informationen über die atmosphärische Stabilität, etc.)

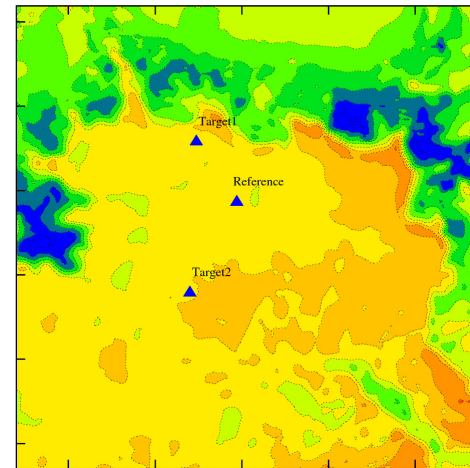
ANM 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



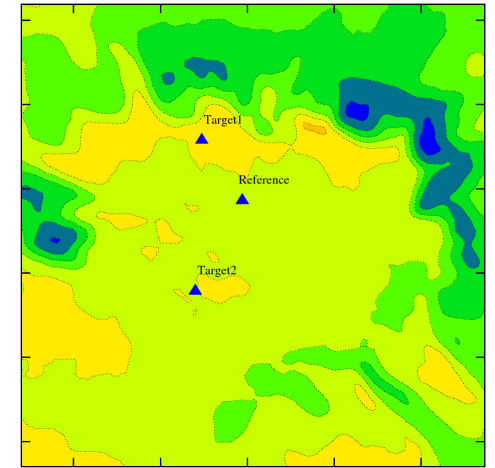
GEO 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



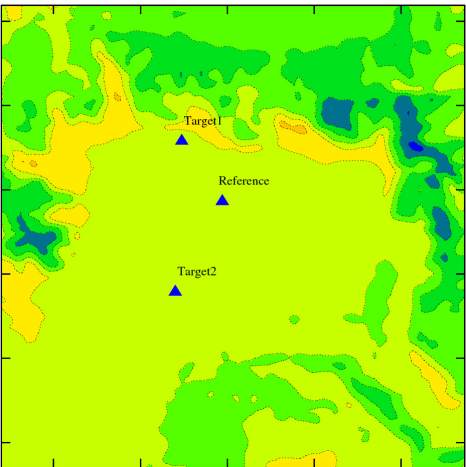
LAM 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



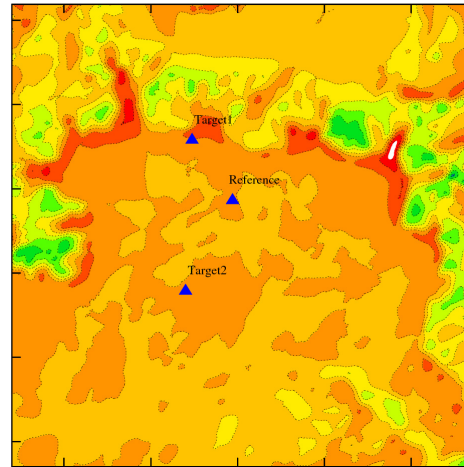
MET 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



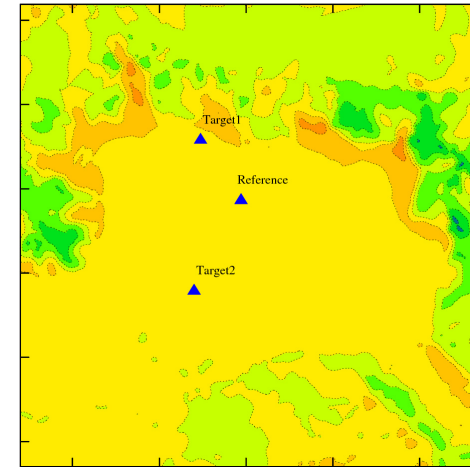
REP 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



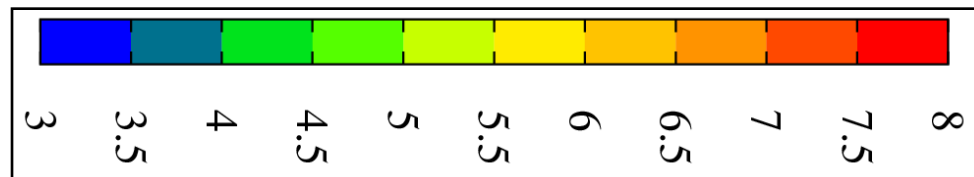
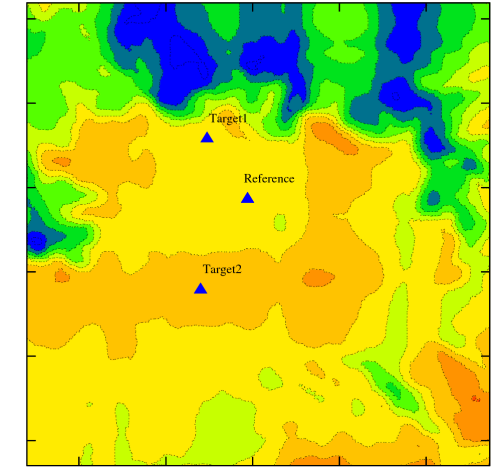
RTV 80 m - Mean Wind Speed [m/s]



UNJ 80 m - Mean Wind Speed [m/s]

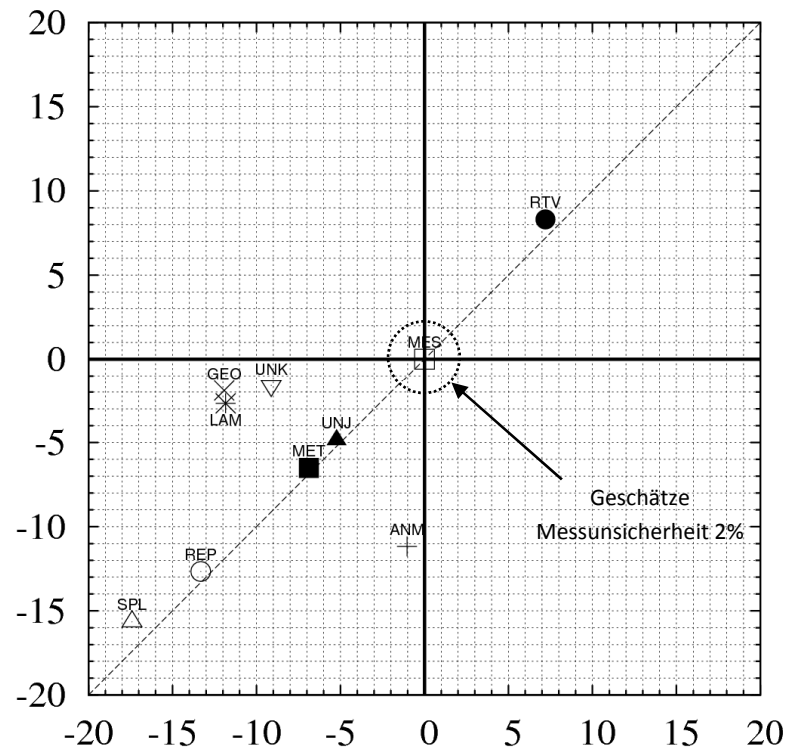


UNK 80 m - Mean Wind Speed [m/s]

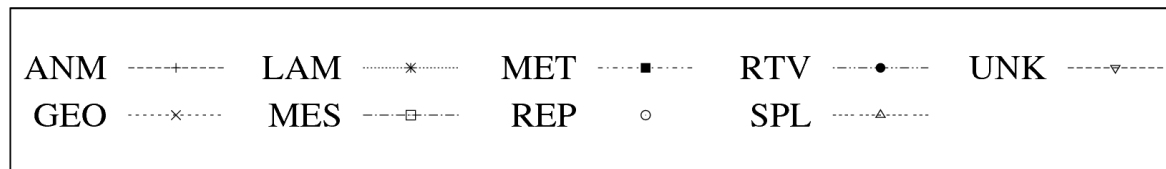
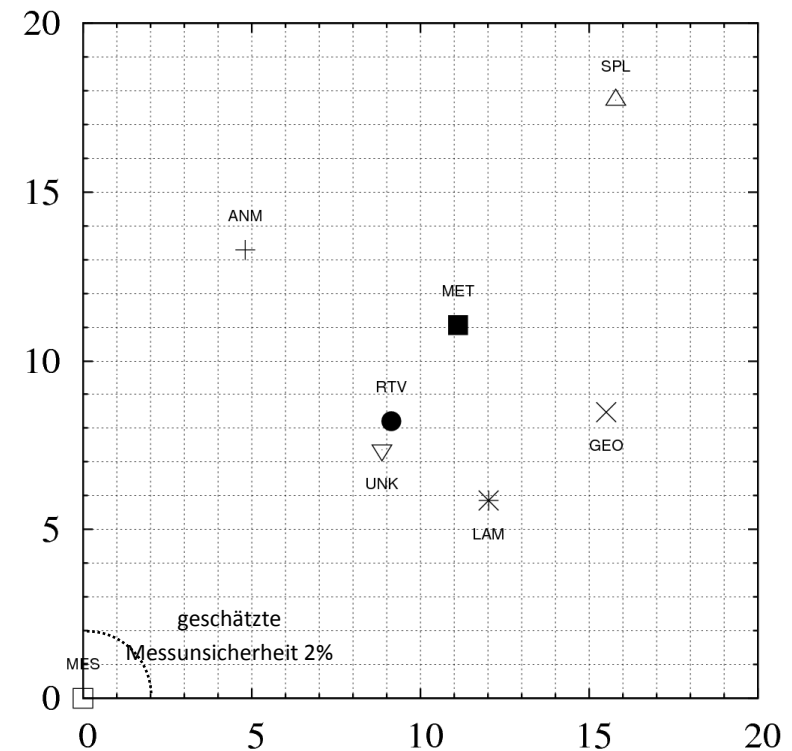


m/s

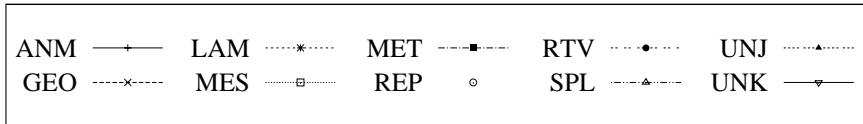
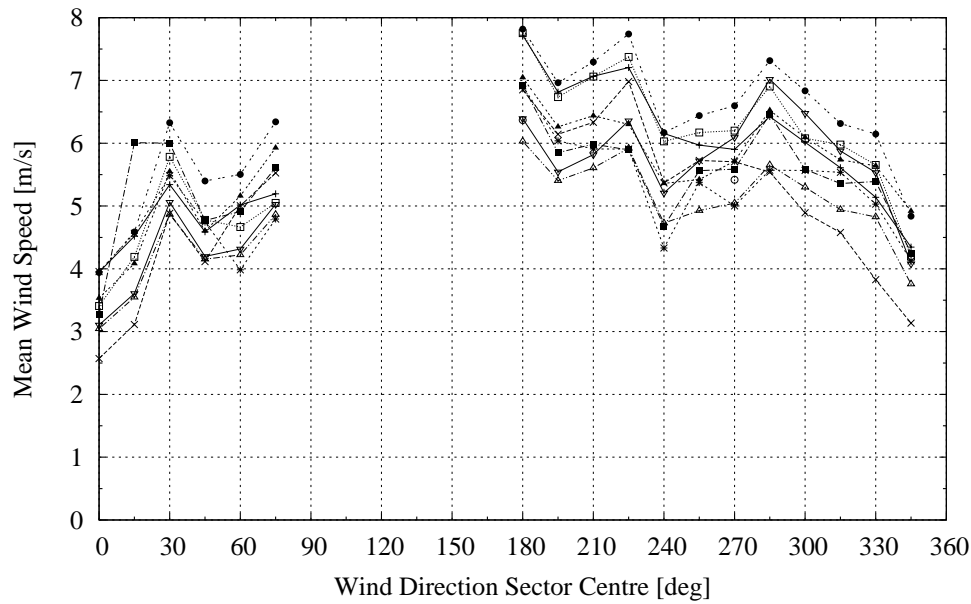
mittl. Windgeschw.-Fehler [%]



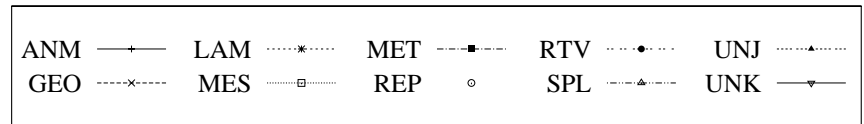
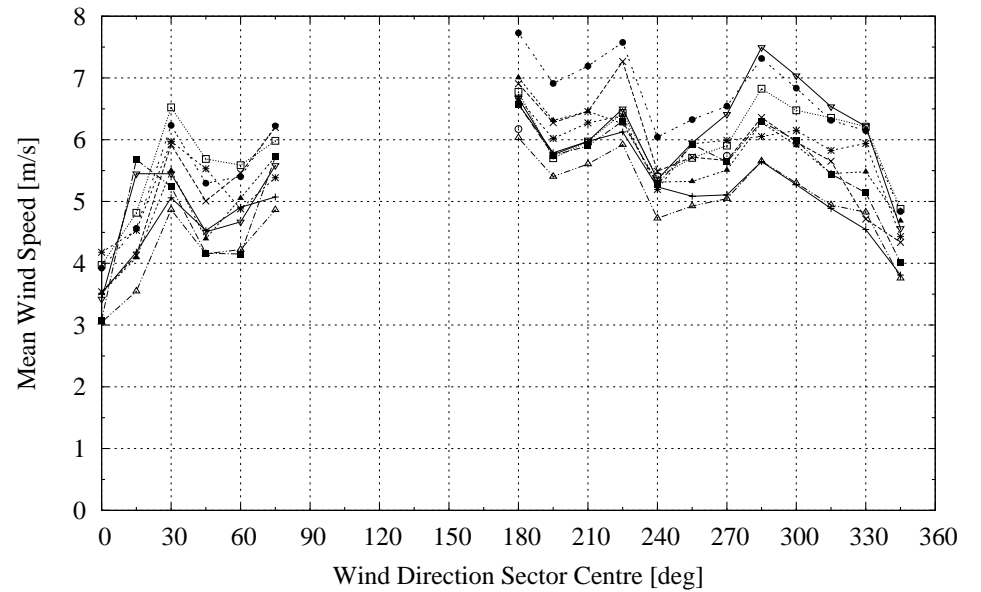
mittl. absoluter Fehler [%]



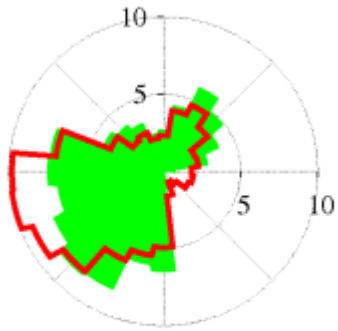
Target Point 1 - Mean Wind Speed



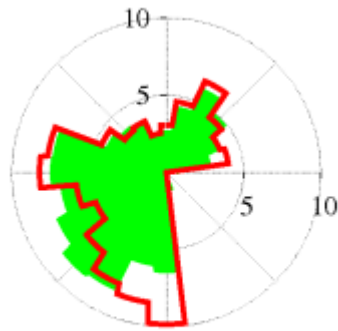
Target Point 2 - Mean Wind Speed



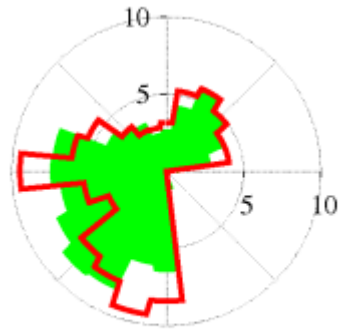
Ergebnisse: Windrichtung am Zielmast 1



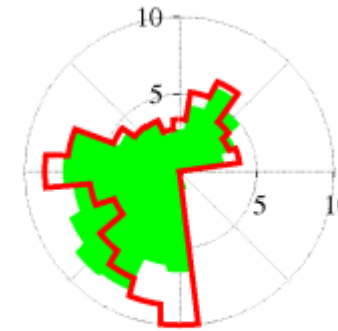
ANM - Target Mast 1



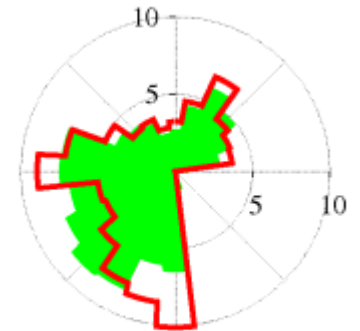
GEO - Target Mast 1



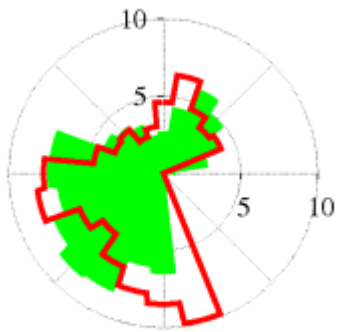
LAM - Target Mast 1



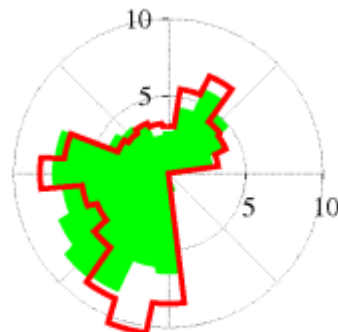
MET - Target Mast 1



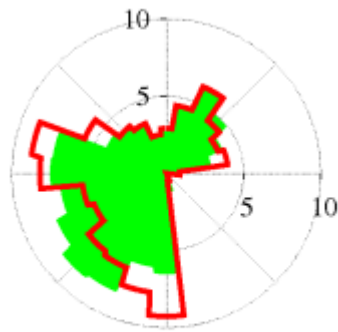
REP - Target Mast 1





RTV - Target Mast 1



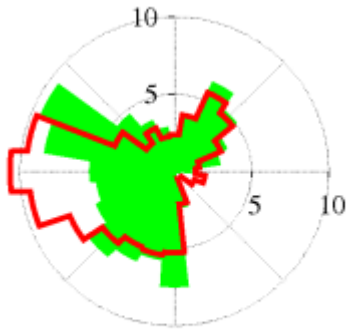
UNJ - Target Mast 1



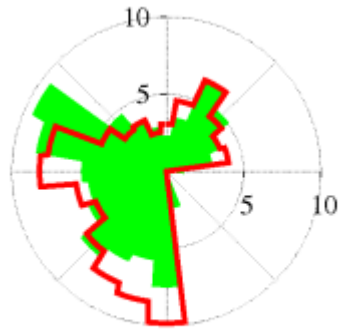
UNK - Target Mast 1

 gemessene Verteilung
 modellierte Verteilung

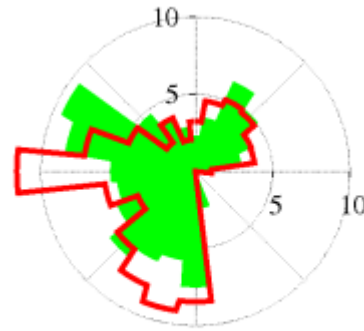
Ergebnisse: Windrichtung am Zielmast 2



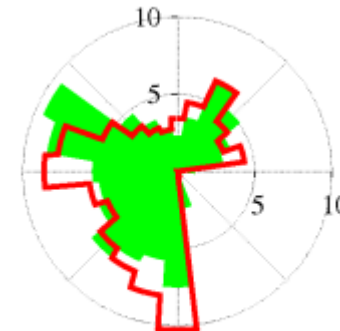
ANM - Target Mast 2



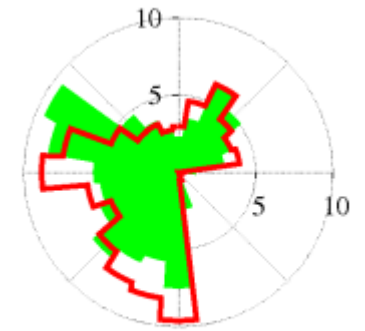
GEO - Target Mast 2



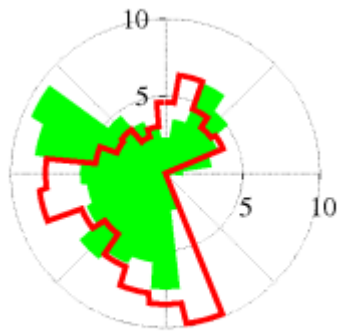
LAM - Target Mast 2



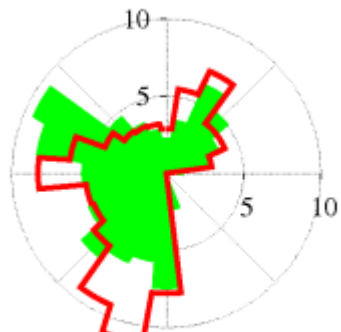
MET - Target Mast 2



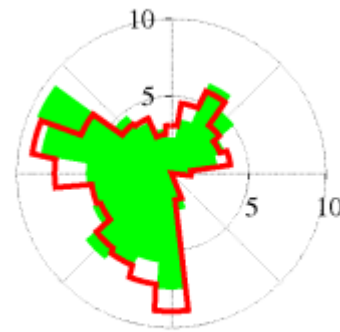
REP - Target Mast 2





RTV - Target Mast 2

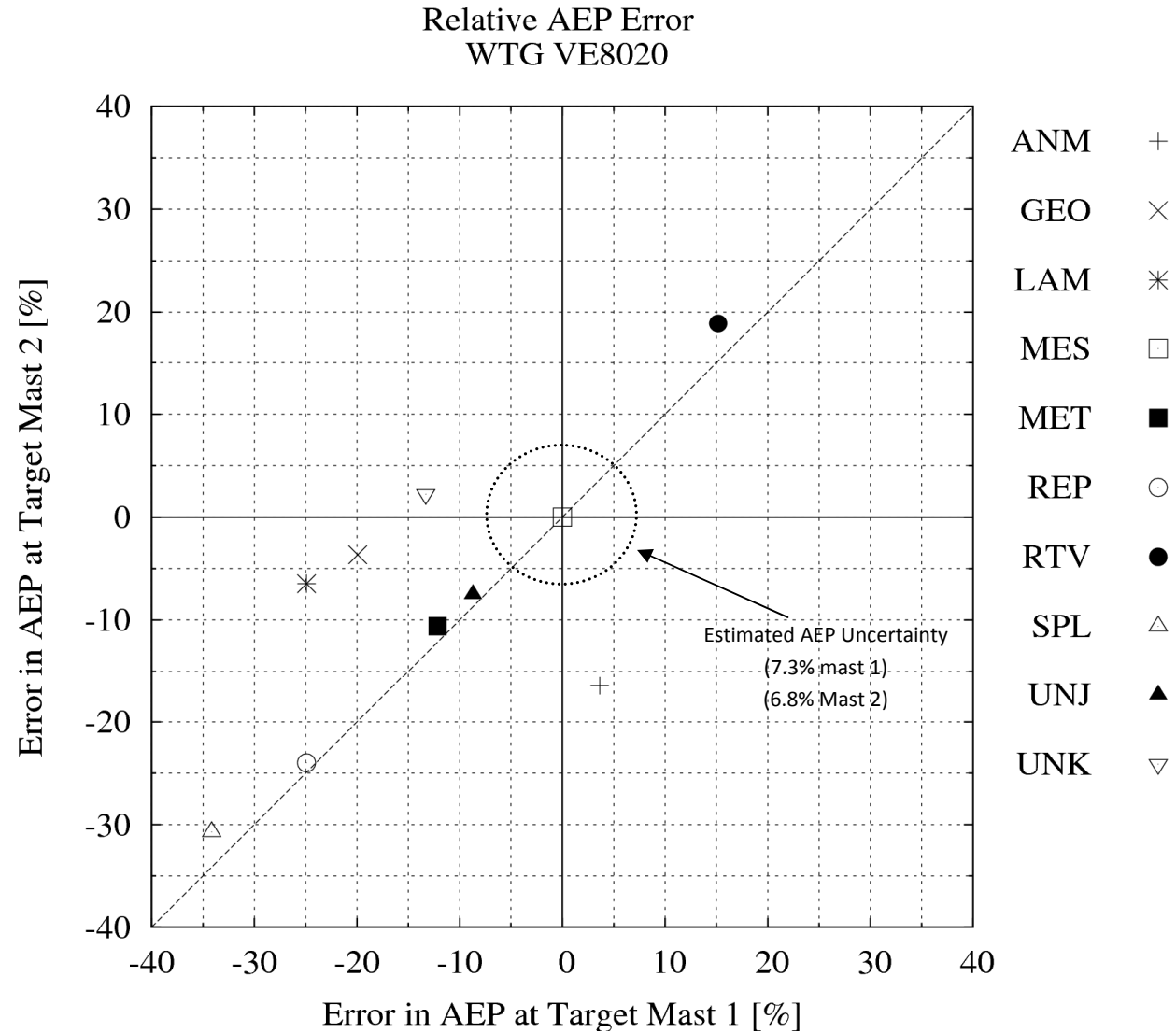


UNJ - Target Mast 2



UNK - Target Mast 2

 gemessene Verteilung
 modellierte Verteilung



- Große quantitative and qualitative Unterschiede
- Sektorielle Ergebnisse zeigen häufig, dass wichtige meteorologische Effekte nicht ausreichend modelliert werden.
- Tendenz zur Unterschätzung der vertikalen Windgeschwindigkeitszunahme.
- Starke Notwendigkeit der Angleichnung der zugrunde gelegten Simulations-Verfahren