

ProPlanEn

präsentiert

Abschattungsverluste in Windparks

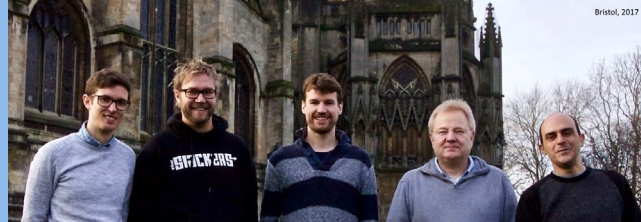
Dr. Wolfgang Schlez

28. Windenergietage 2019

ProPlanEn - Geschichte

ProPlanEn

(Gründung 2015)



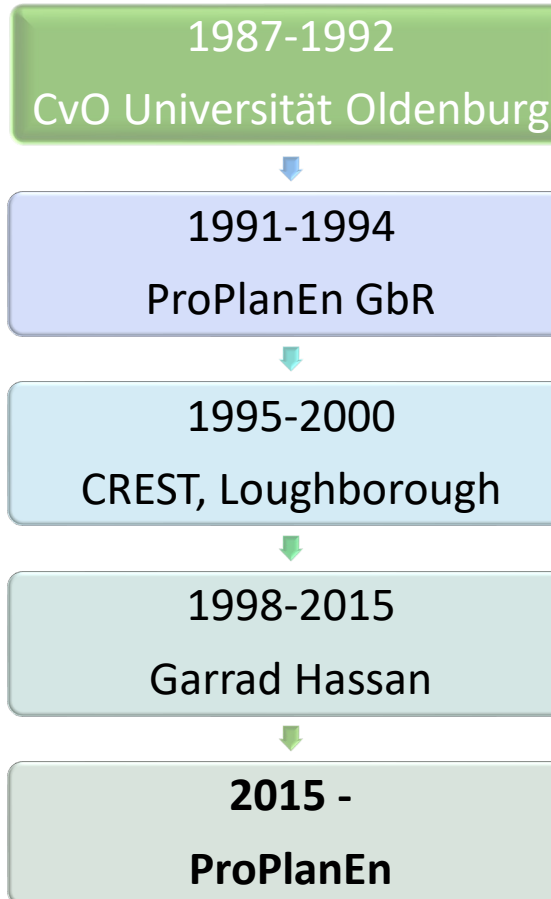
ProPlanEn bietet unabhängige Beratung, F&E, Softwareentwicklung, strategische Studien, professionelle Trainingskurse

Dr. Wolfgang Schlez

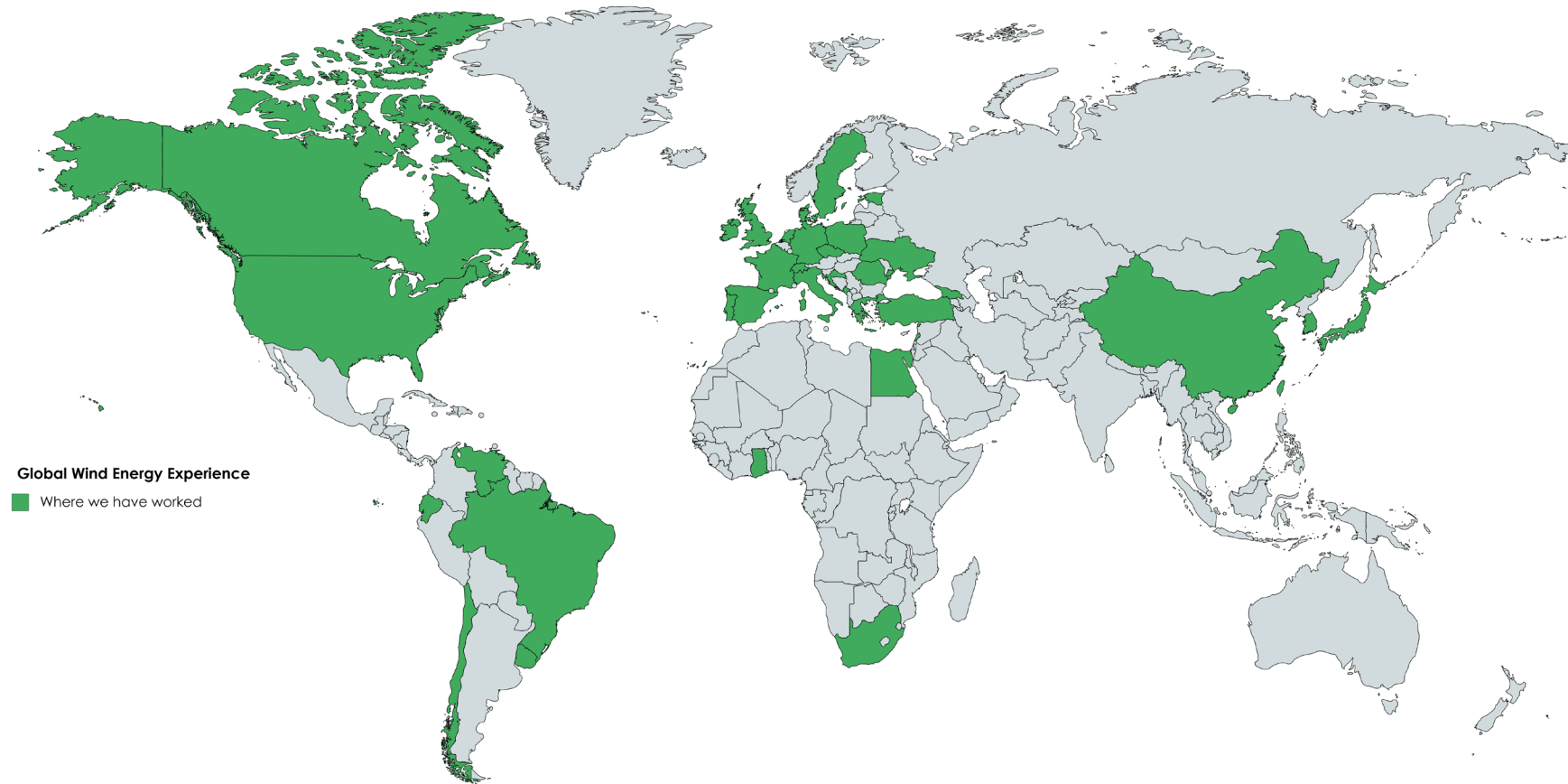
Gründer und Geschäftsführer

30 Jahre Branchenerfahrung im Bereich Windenergie

> 70 Veröffentlichungen zum Thema Windfeldmodellierung und Windpark-Design



Unsere Erfahrung: Weltweit



Global Wind Energy Experience

■ Where we have worked

Created with mapchart.net ©



WAKE BLASTER

WAKE BLASTER

WakeBlaster

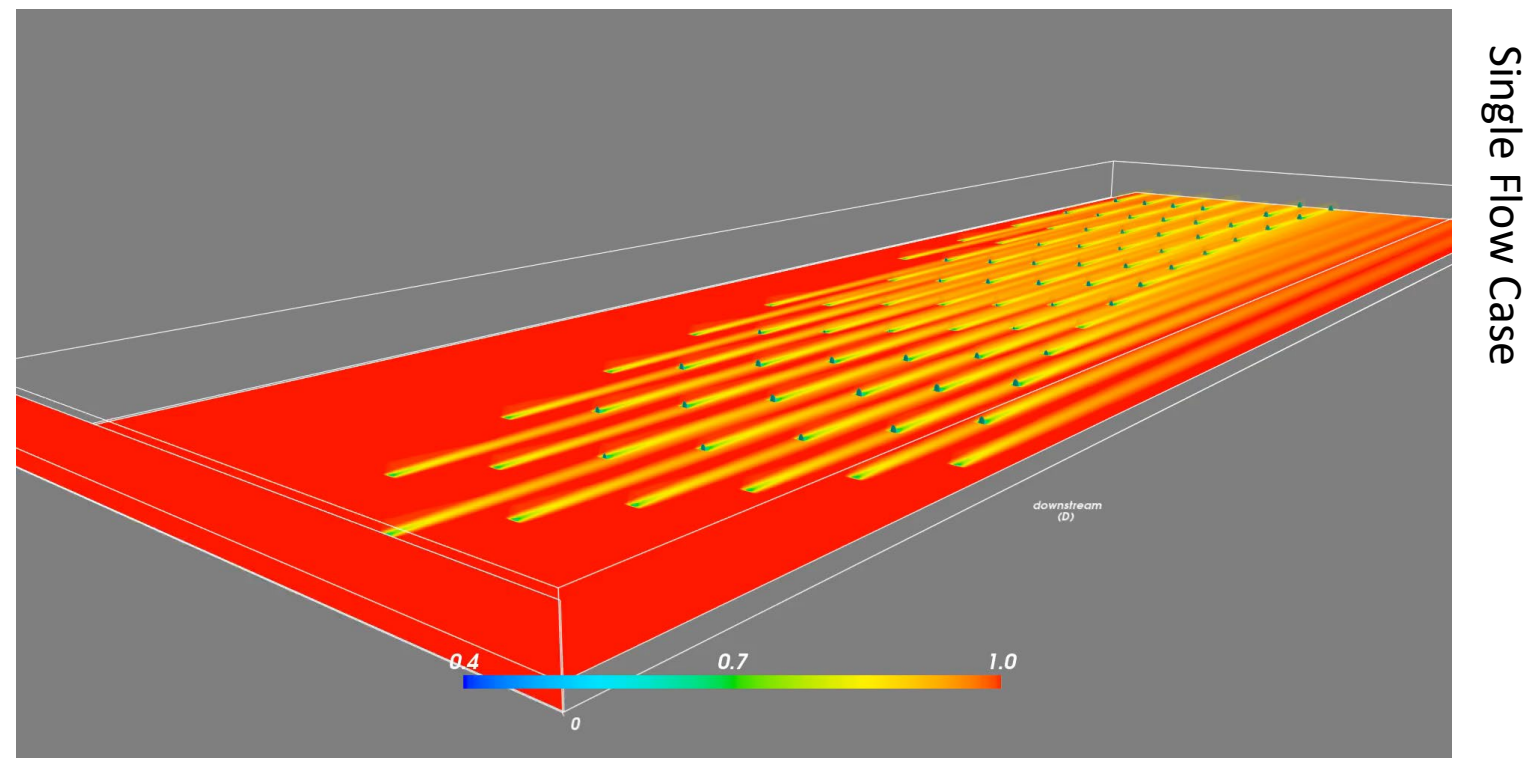
Modellüberblick

- 3D RANS solver
- 80 Berechnungspunkte über die Rotorfläche
- Regelmäßige Gitterstruktur
- Cloudbasiert, SaaS
- Maximal skalierbar
- Flow case 5 Sek*

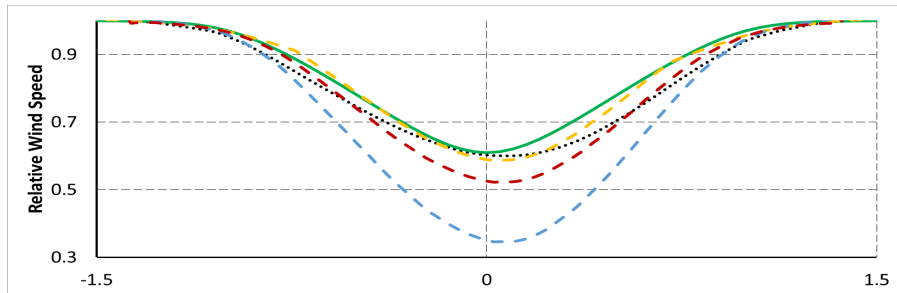
Mehr Informationen:

- wakeblaster.net

- Windpark-Gesamtmodell (keine Überlagerung von Einzel-Wakes)
- Modelliert 3D-Effekte (wake-wake, wake-boundary layer)

**WAKEBLASTER**

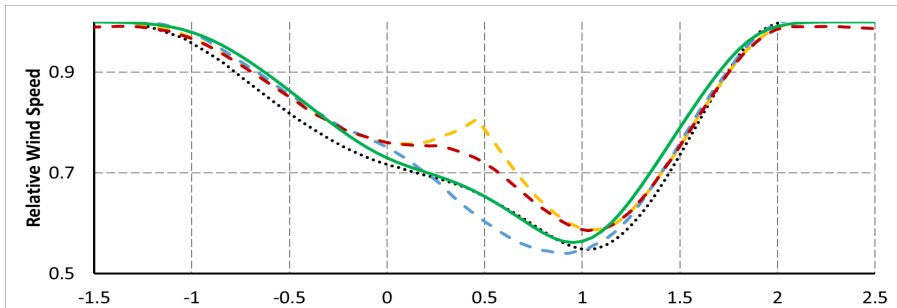
Verifizierung – Wake Überlagerung



(a) Linear



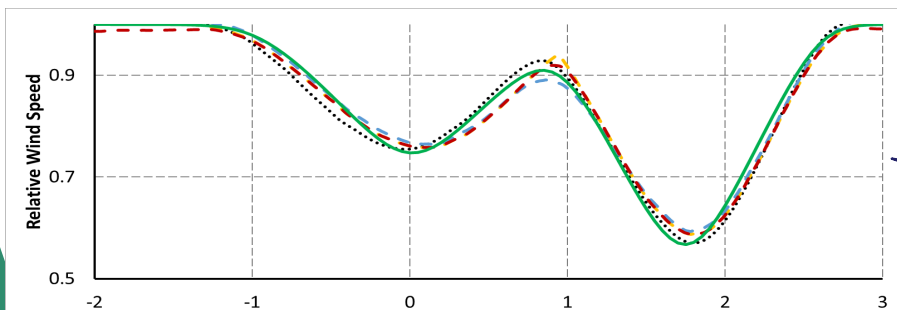
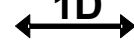
Messebene



(b) überlappend



1D



(c) versetzt



1.75D

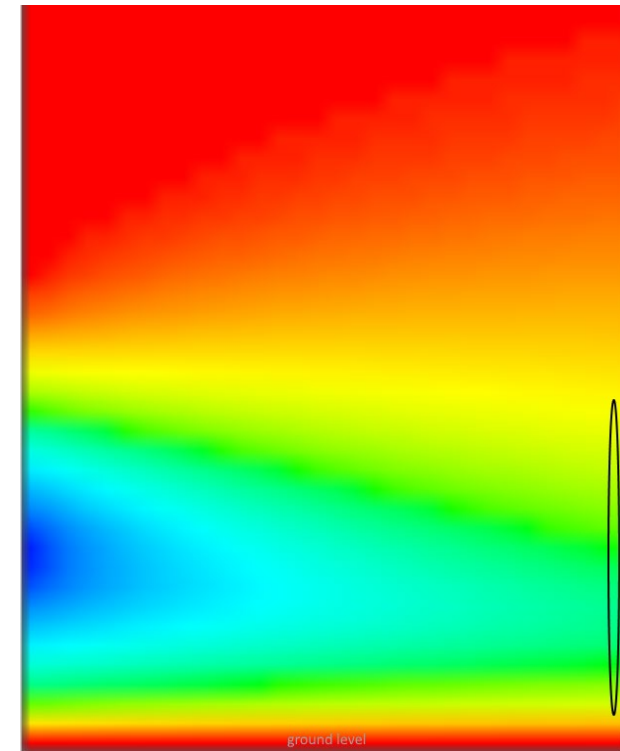
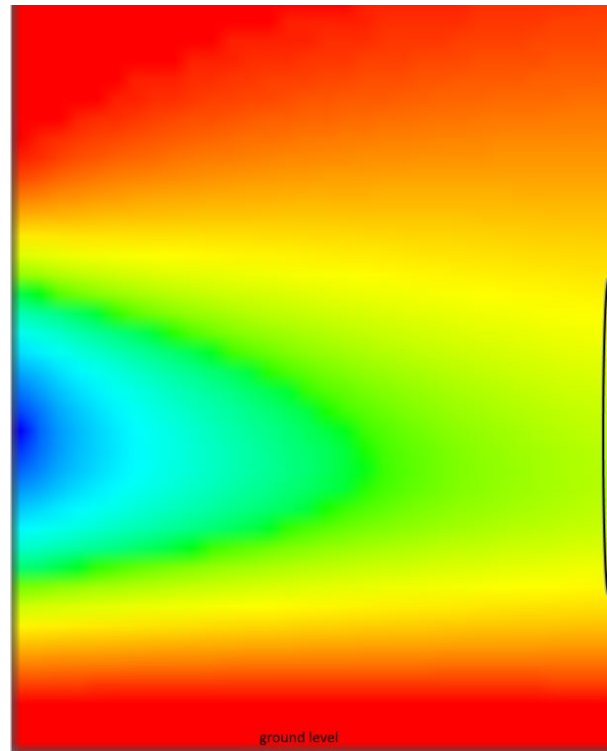
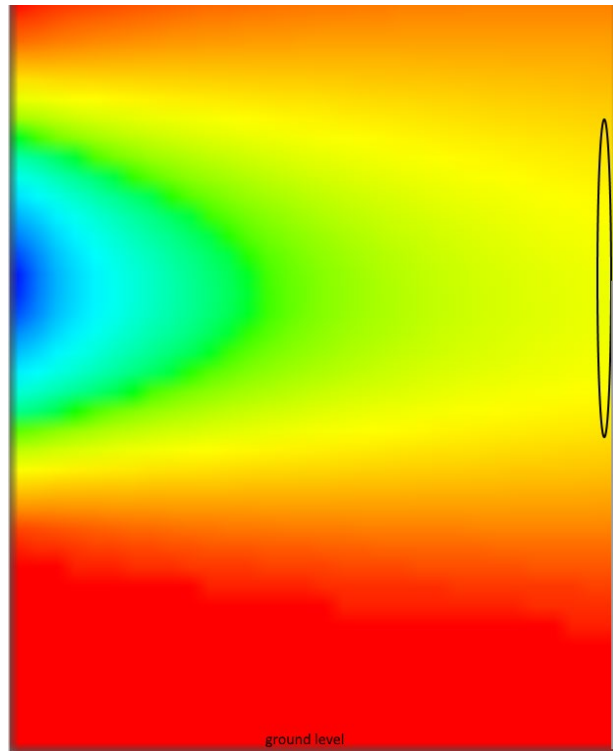


(from Ref 1, 2)

- ▶ Ziel: Lineare Anordnung führt zu einer asymptotischen Lösung
- ▶ Ziel: Bessere Simulation von Teilverschattungen
- ▶ Ziel: Schwache Wakes überlagern in Form einer Summe der Momentum-Defizite
- ▶ Methode: Simulation des gesamten Windparks, nicht einzelne Wakes
- ▶ Lösung: Überlagerung ist Teil der Lösung der RANS-Gleichungen

..... CFD double wake — WakeBlaster double wake
 Analytical superposition:
 - - - Dominant - - - Linear - - - Root sum of squares

Verifizierung – Nabenhöhe



Validierung

Onshore

- Nibe
- Wieringermeer
- Trinwillershagen
- **New Validation Wind Farm**
- ... (weitere Veröffentlichungen folgen)

Offshore

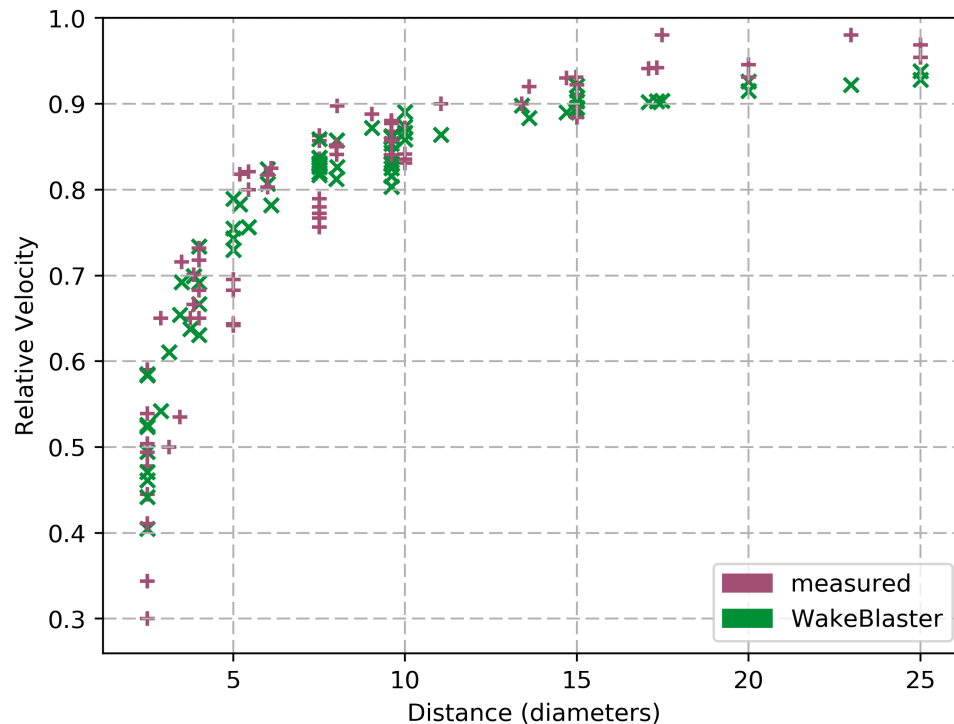
- Vindeby, Dänemark
- **Horns Rev, Dänemark**
- Lillgrund, Schweden
- ... (weitere Veröffentlichungen folgen)

Blindtestfälle

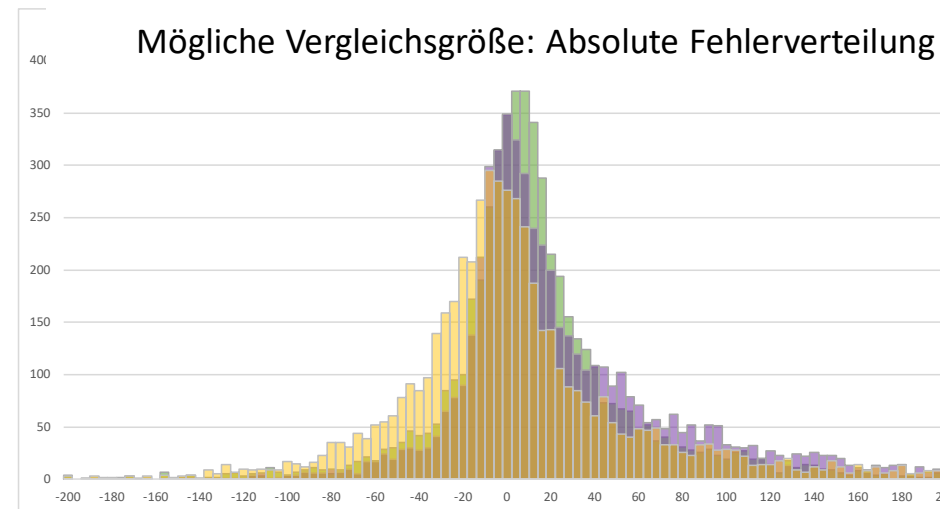
- SWIFT (IEA) Einzelanlage
- OWA Fünf große Offshore-Windparks

Validierung – Überblick

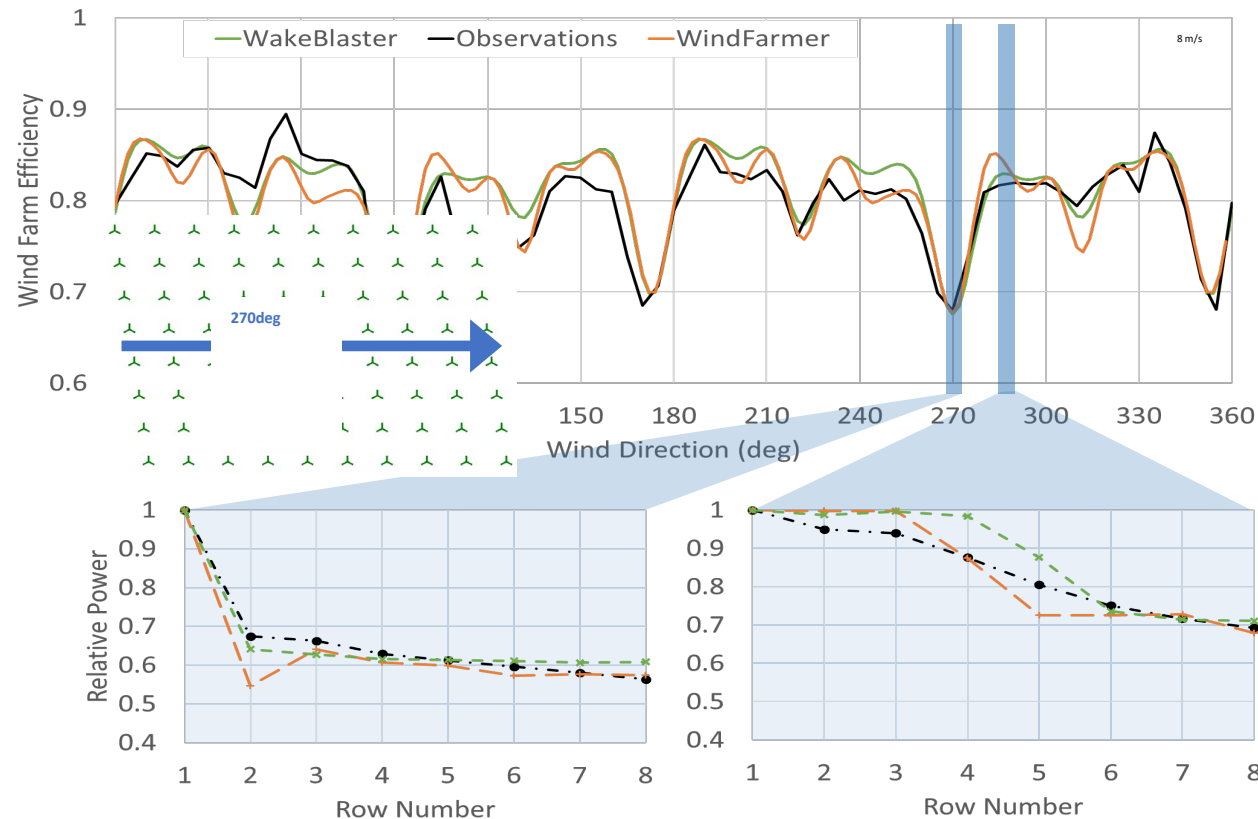
- ▶ Mehrere Partner stellen SCADA Daten zur Verfügung
 - > 25 Jahre Produktionsdaten
 - > 15 Windparks
 - > 450 Wake-Fälle
 - > Offshore und Onshore



Entwicklung des Geschwindigkeitsdefizits im Zentrum der Nachlaufströmung einer WEA. Gruppierte Validierungsdaten (+) und WakeBlaster-Simulation (x)



Validierung – Große Offshore-Windparks



Beispiel: Horns Rev Windpark in Dänemark^[1]
 Lösung: Reproduktion der historischen Daten

Ziel: Leistung des Windparks in Abhängigkeit der Windrichtung reproduzieren

Ziel: Wiedergabe der Teilverschattung an jeder WEA

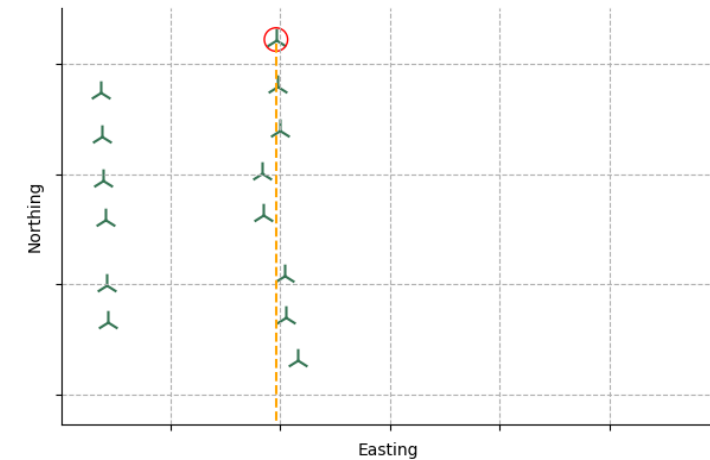
Ziel: Fortentwicklung der Wakes von Anlage zu Anlage bei einer linearen Anordnung

Methode: Darstellung der Daten in Matrix-Form. Modellsimulation für mittlere Umgebungsbedingungen.

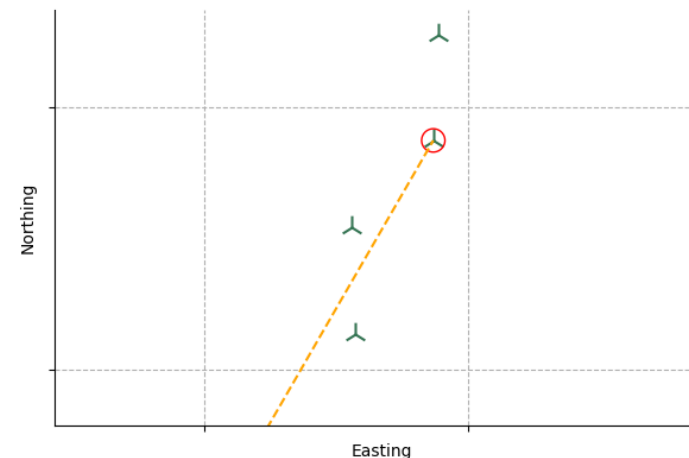
Validation - Großer Onshore-Windpark

- > 50 Windenergie-Anlagen
- D=100; HH=95m
- > 100 externe Anlagen
- Überwiegend flaches Gelände
- Reihenlayout (4D/12D)
- SCADA Daten (etwa 3 Jahre)

Szenario A) Wind entlang einer Reihe von Anlagen im Abstand von etwa 4D



Szenario B) Wind aus Richtung eines Anlagenpaares in 5D und 8D Abstand

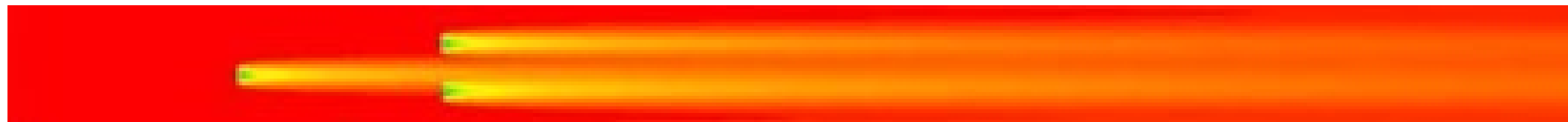


Umgebungsbedingungen

- Eine parallele Zeitreihe eines mesoskaligen Modells (Vortex) dient als Quelle für Stabilitätsinformationen.
- Alle Modelle wurden mit der gleichen Umgebungs-Turbulenzintensität parametrisiert.
- Für einige Windrichtungssektoren beobachten wir große Anteile an stabilen und sehr stabilen Daten.



WakeBlaster - Neutrale Schichtung

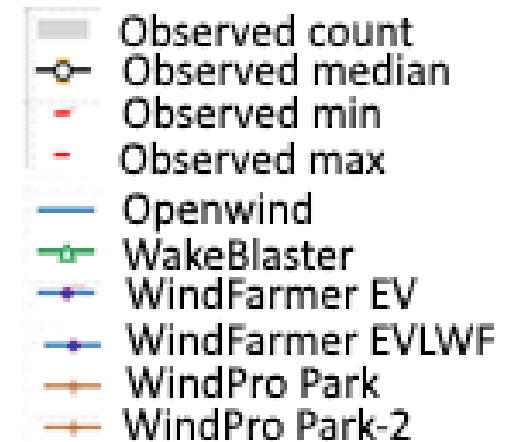
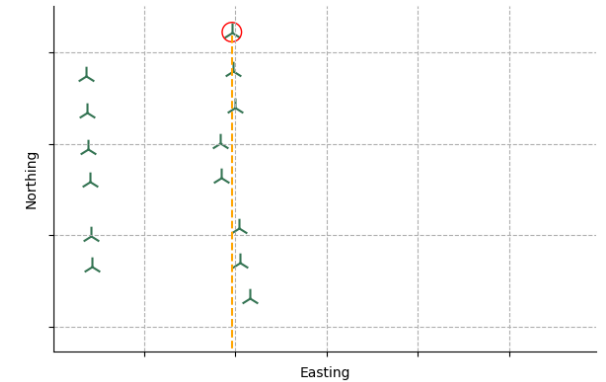


WakeBlaster - Stabile Schichtung

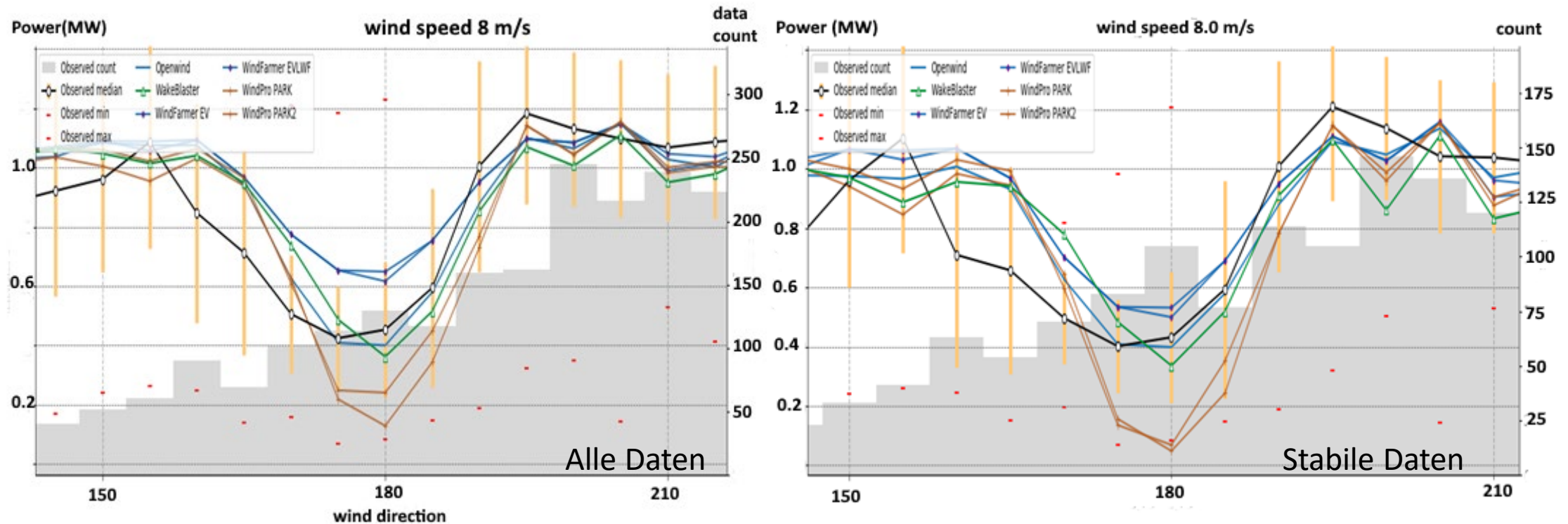
Validierung- Großer Onshore-Windpark



Szenario A)



Validierung- Großer Onshore-Windpark



Windrichtung 180 Grad: Verschiedene Überlagerungsmodelle und SCADA-Daten mit Wakes von 7 WEA

Conclusions

Verifizierung

- Modell macht, was es soll
- Ergebnis entspricht den Ergebnissen höher auflösender Modelle

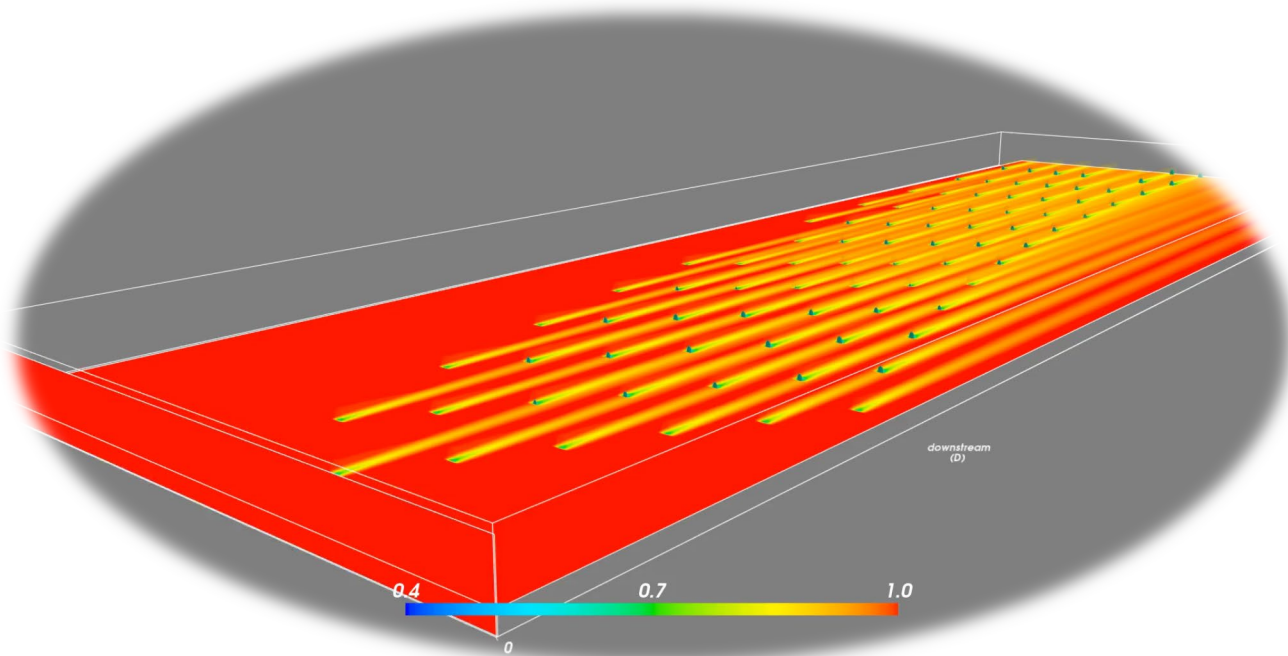
Validierung

- Modellfehler der Wakes wird reduziert
- Bisher nicht berücksichtigte Effekte werden modelliert

Blindtestfälle

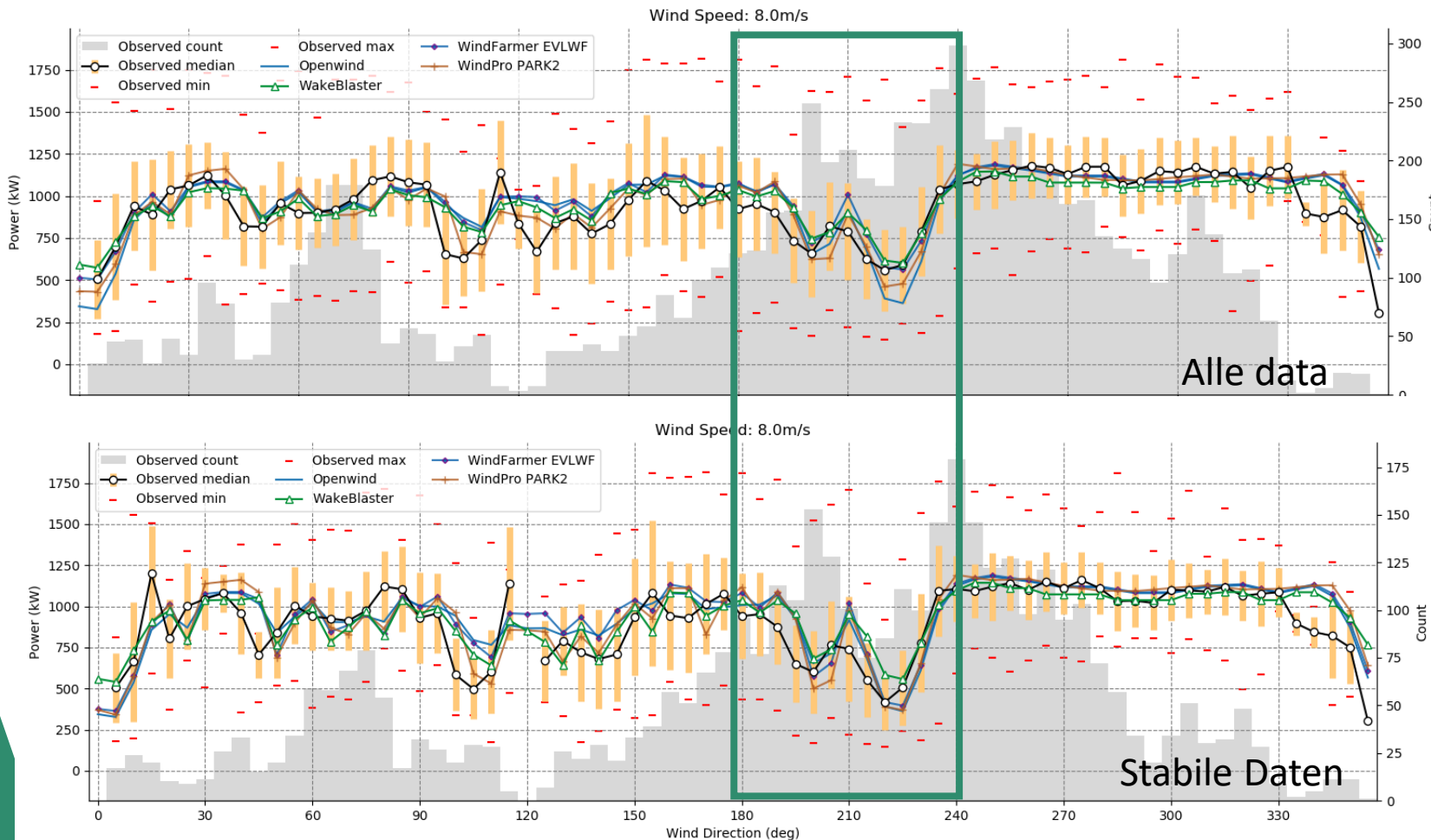
- Veröffentlichung ausstehend

Fragen?

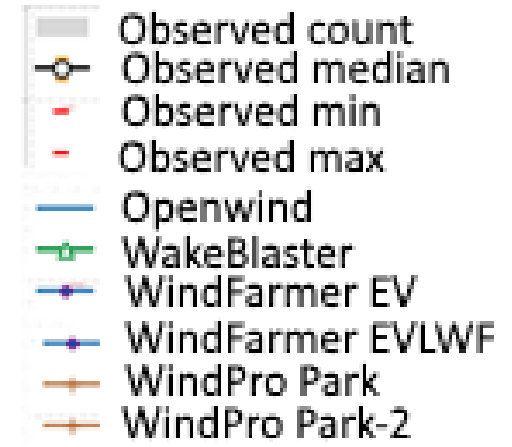
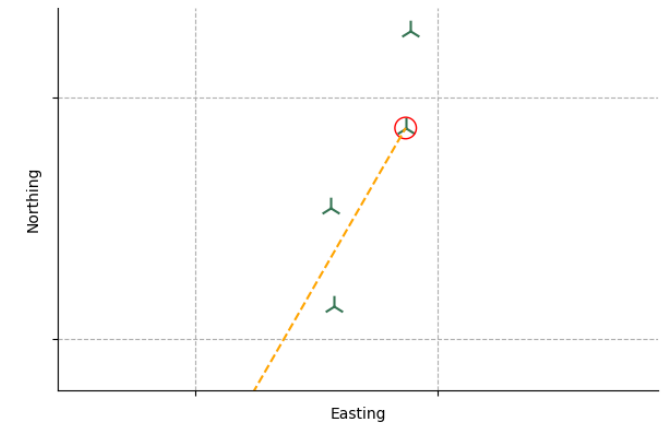


- Für mehr Informationen:
- info@proplanen.com
- <https://www.proplanen.com>

Validierung- Großer Onshore-Windpark



Szenario B)



Validierung- Großer Onshore-Windpark

