29. Windenergietage

Forum 8
anemos Gesellschaft für Umwelt-meteorologie mbH / Wind & Standort

Ertragsgutachten / Windatlanten / F & E

anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
Böhmsholzer Weg 3, D-21391 Reppenstedt
www.anemos.de

Windgutachten

WAsP / CFD, Standorteignung
Betriebseinschränkungen
Standortgüte, Due Diligence
Windmessung (Mast, Lidar)

Mesoskalige Modellierung WRF

Windatlas Optimierung, 50-Jahres
Extremwert, Vereisung, Index
Turbulenzintensität, 10-min. Zeitreihen

Performance Analyse

SCADA-Daten Analyse, Optimierung
Performance Check / Due Diligence
Portfolio Analyse (Wind+Solar)

Strommarktanalysen

Marktwert- u. Profilwertatlas
Erlösgutachten
Risikobewertung für PPA‘s

awis

Online Datenzugang
(Zeitreihen, Karten, Statistiken, Index)
Ertragsberechnung
Marktwertatlas

Forschung & Entwicklung

Bayerischer & UBA Windatlas, SUnDAY
VERIMA, Roadmap Windatlas
WinBin II, SOPCAWIND

Session: Teil 1

Forschung & Entwicklung

9:35 Uhr: SUnDAY – Simulationsunsicherheiten für die detaillierte Bewertung von Windenergieerträgen (anemos)

Strommarktanalysen

10:00 Uhr: Projektspezifische Markt- und Profilwerte für Ü-20-Anlagen im Weiterbetrieb (enervis)

Mesoskalige Modellierung WRF

10:25 Uhr: Hochaufgelöste, regionale Windfeld-simulationen – Neuauflage des Bayerischen Windatlas (anemos)

Universität Kassel

10:50 Uhr: Sind Jahresmessungen noch zeit-gemäß? – Herausforderungen und Lösungs-ansätze bei der Langzeitkorrektur kurzzeitiger Windmessungen

Session: Teil 1

Forschung & Entwicklung
9:35 Uhr: SUnDAY – Simulationsunsicherheiten für die detaillierte Bewertung von Windenergieerträgen (anemos)

Strommarktanalysen
10:00 Uhr: Projektspezifische Markt- und Profilwerte für Ü-20-Anlagen im Weiterbetrieb (enervis)

Mesoskalige Modellierung WRF
10:25 Uhr: Hochaufgelöste, regionale Windfeld-simulationen – Neuauflage des Bayerischen Windatlas (anemos)

Universität Kassel
10:50 Uhr: Sind Jahresmessungen noch zeit-gemäß? – Herausforderungen und Lösungs-ansätze bei der Langzeitkorrektur kurzzeitiger Windmessungen

Session: Teil 2

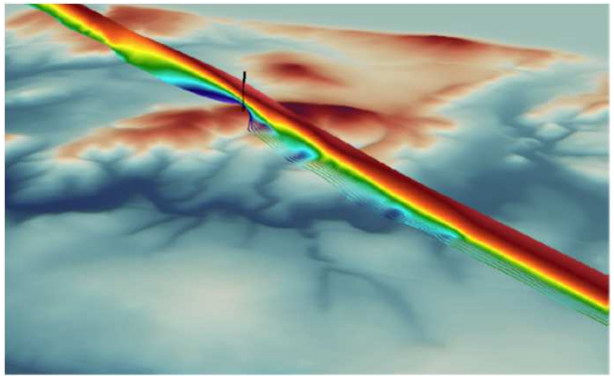
Strommarktanalysen
11:30 Uhr: Marktwertdifferenzen als Erlös- oder Kostentreiber in der geförderten Direkt-vermarktung (enervis)

awis (Ertragsindex)
11:55 Uhr: Standortgenauer Ertragsindex – Wie gut läuft mein Windpark? (anemos)

Windgutachten
12:20 Uhr: Abschalten zum Schutz der Fleder-maus – Betrachtung der prognostizierten und tatsächlich auftretenden Energieverluste (anemos)

F2E Fluid & Energy Engineering
12:45 Uhr: Risikobewertung von Eiswurf, Eisfall und Bauteilversagen – Überblick und aktuelle Entwicklungen

SUnDAY – Simulationsunsicherheiten für die detaillierte Bewertung von Windenergieerträgen



29. Windenergietage
11.11.2021

Martin Schneider

anemos Gesellschaft für Umweltmeteorologie mbH
www.anemos.de

- Sammlung von Validierungsfällen für die CFD-Standortbewertung *(Messdaten)*

- Neue Methoden und Erkenntnisse zur **Quantifizierung von CFD-Unsicherheiten** *(Rechengitter, Landnutzungsdaten, Windverteilung, thermische Schichtung und Turbulenz)*

anemos

- Sammlung von Validierungsfällen für die CFD-Standortbewertung *(Messdaten)*

- Neue Methoden und Erkenntnisse zur **Quantifizierung von CFD-Unsicherheiten** *(Rechengitter, Landnutzungsdaten, Windverteilung, thermische Schichtung und Turbulenz)*

- Die Berechnung der Fortpflanzung von Fehlern in den Eingangsdaten in das Innere der CFD-Rechendomäne (IWES)

- Die Bestimmung des Anteils der CFD-Unsicherheiten an den Unsicherheiten der Gesamtmodellkette im Rahmen der Windpark-Standortbewertung

- Ein Klassifizierungssystem für Standortdaten bezüglich ihrer Komplexität für CFD-Anwendungen, welches objektiv im Rahmen eines Blindtests validiert ist

Projektverbund

IWES (Projektleitung)
anemos
GeoNet, UL, Sowitec, Wiwi-consult, aj, Pavana, wpd

Laufzeit:

Nov. 2019 – Okt. 2022

anemos Teilprojekt:

Einfluss der Sensitivität von CFD-Simulationen auf Windpotential, Ertrag und Erlös für Windenergieprojekte

- Sammlung ausgewählter Standorte (4) analysierter **Windmessungen** zur Verifizierung von CFD-Simulationen und der Zeitreihen der Windgeschwindigkeit aus dem gekoppelten System Mesoskala-Modell und CFD-Modell.

- Sammlung ausgewählter Standorte (2) analysierter **WEA-Ertragsdaten** (SCADA-Daten) zur Verifizierung der Zeitreihen des Ertrages (Erlöses) und deren Jahresmittelwert aus dem gekoppelten System Mesoskala-Modell und CFD-Modell.

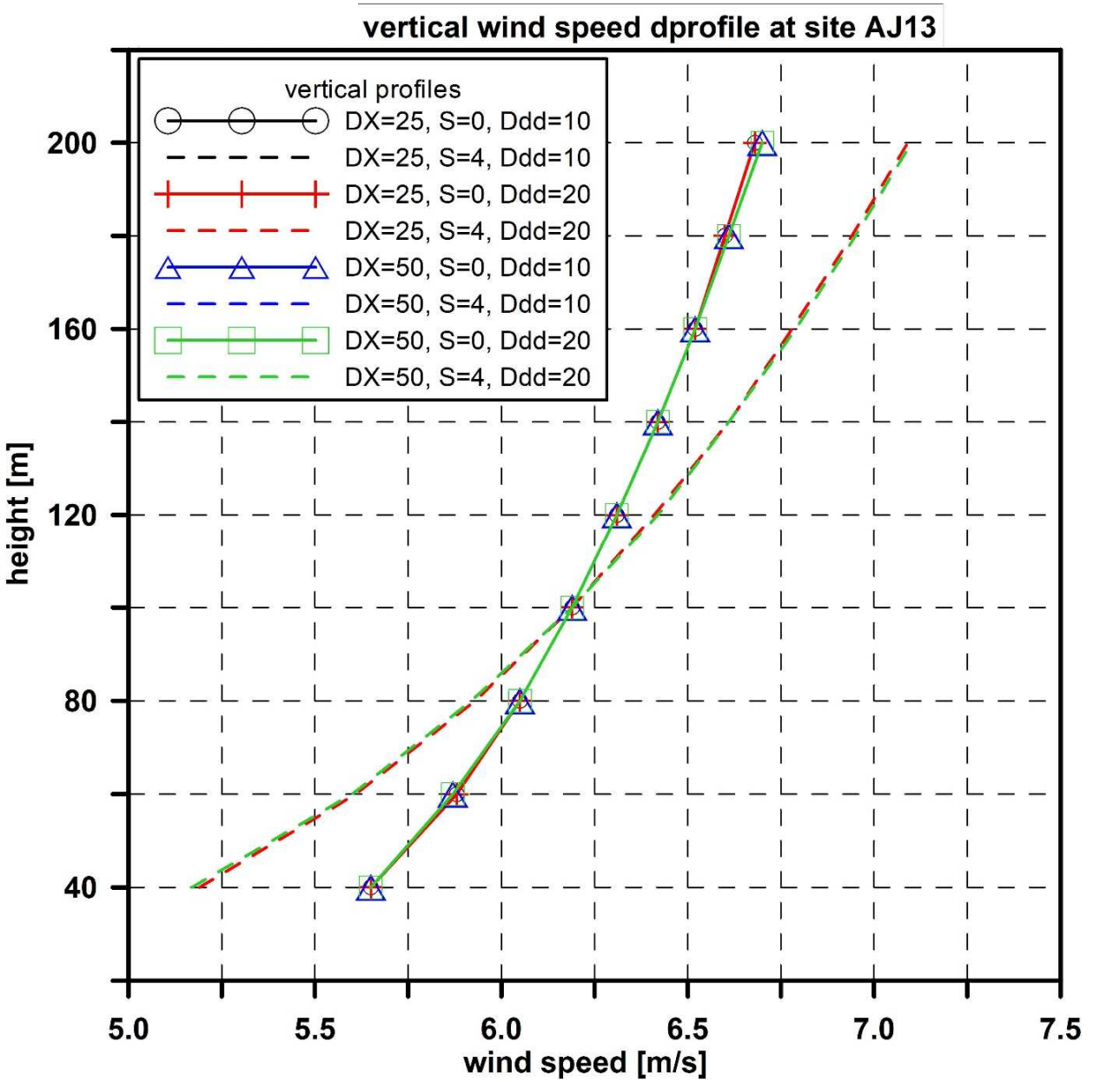
Standorte	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Orographie	Einfach	Einfach – leicht komplex	Komplex	Leicht komplex	Leicht komplex	Komplex
Rauigkeit	Felder	Felder	Wald / Felder	Wald / Felder	Felder	Wald

- Eine **systematische Analyse der Unsicherheit von Meteodyn-Simulationen** bzgl. der modell-inhärenten **Stabilitätsklassen ΔT**, des **Rechengitters Δx** und der **Diskreditierung der Windrichtungsverteilung Δdd**

Name	Parameter	A	B	C	D	E	F	G
Domain	r0, r1	r0+r1 = 10km	r0+r1 = 28km	r0+r1 = 10km	r0+r1 = 15km	r0+r1 = 15km	i.A.	Blind-test
Rechengitter	Δx	25,50, 75,100	50	25,50	50	25,50, 75,100		
Stabilitätsklassen	ΔT	1,2,3,4	1,2,3,4	1,3,4	1,3,4	1,2,3,4		
Diskreditierung der Windrichtungs-verteilung	Δdd	10,15, 20,30	10,20,30	10,30	30	5,10,15, 20,30		

Vergleich:

- Gitterauflösung
- Stabilität
- Diskretisierung dd

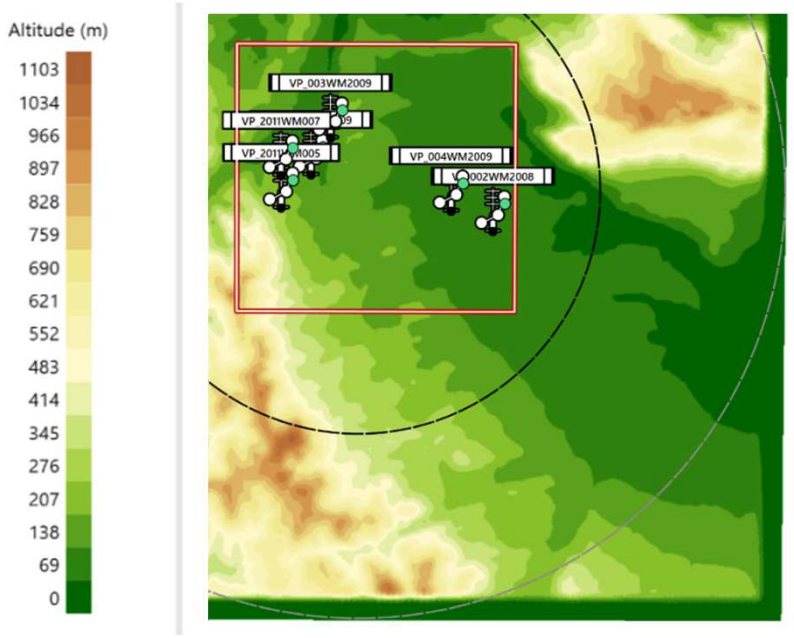


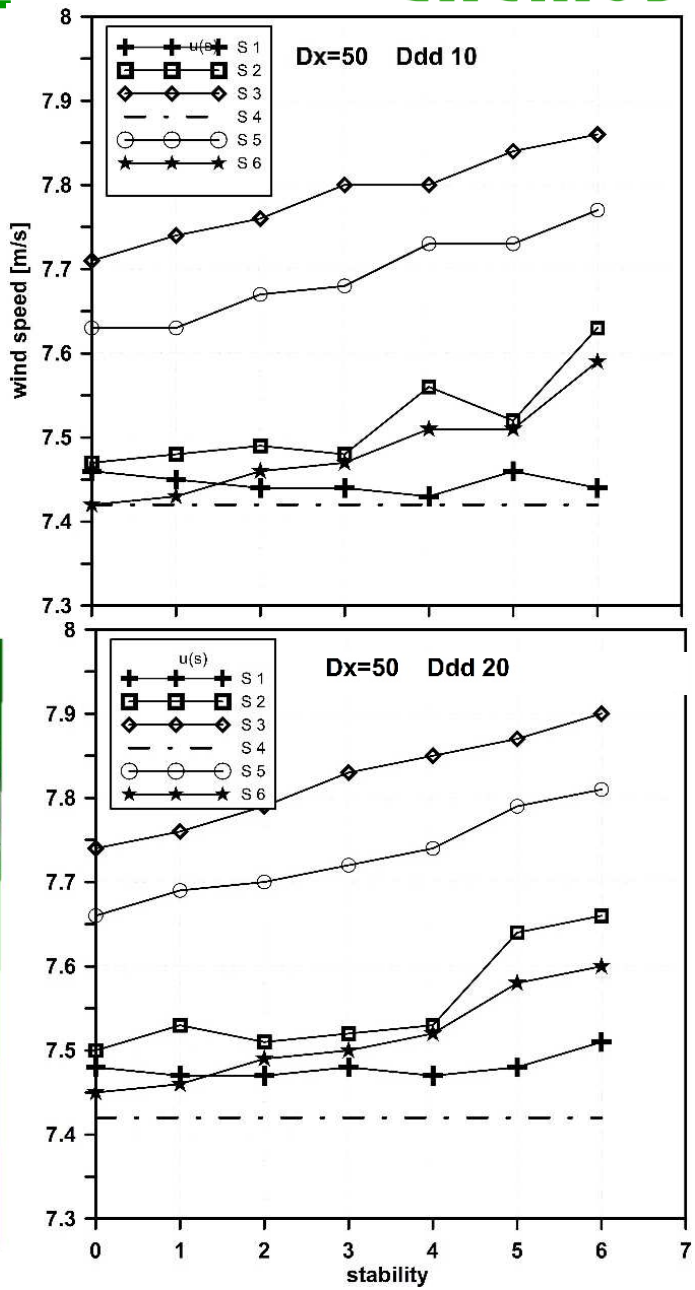
Stabilität

Labil	Neutral	Stabil
0 – 1	2 – 3	4+

Vergleich:

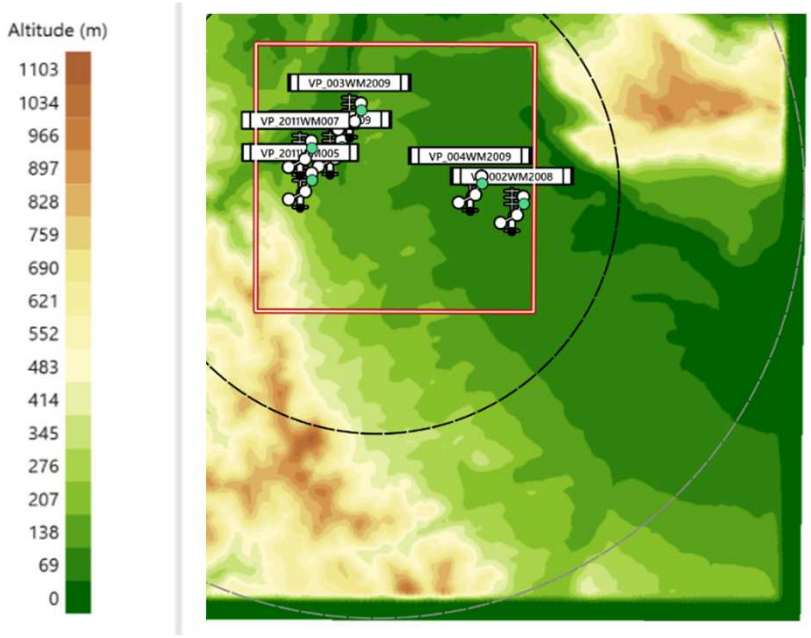
- Verschiedene Maststandorte (S1 – S6)
- Stabilität
- Diskretisierung dd

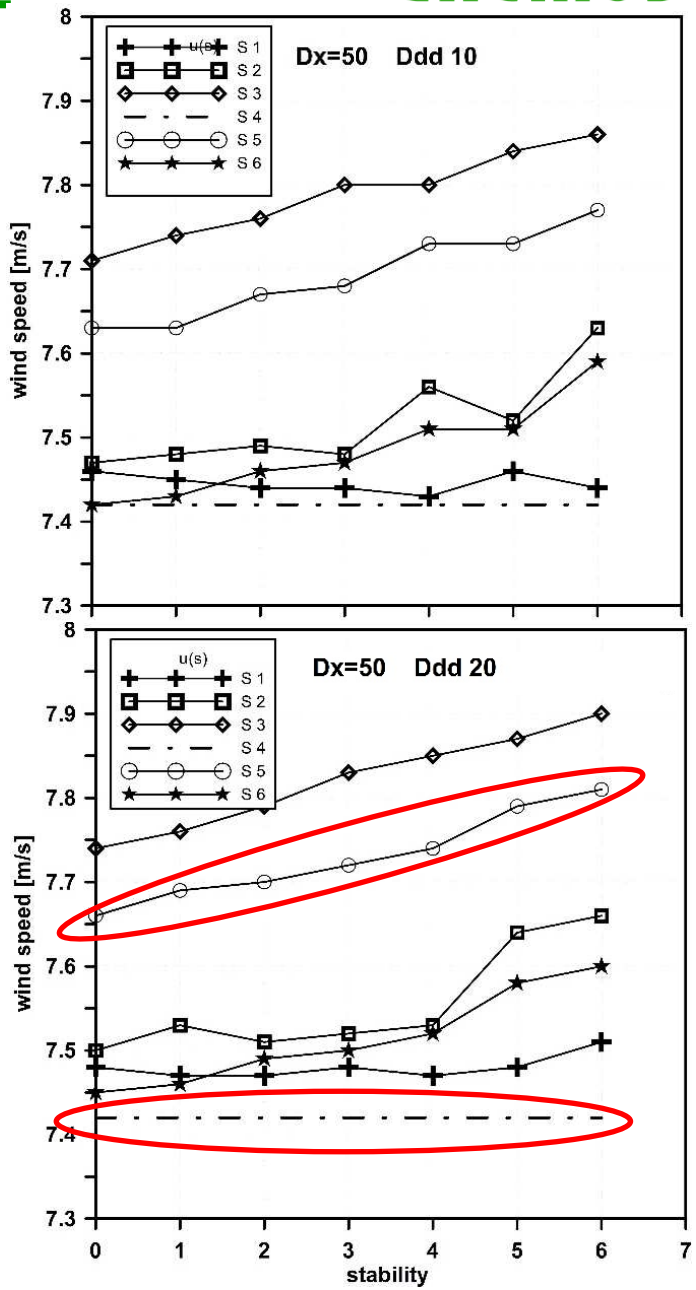




Vergleich:

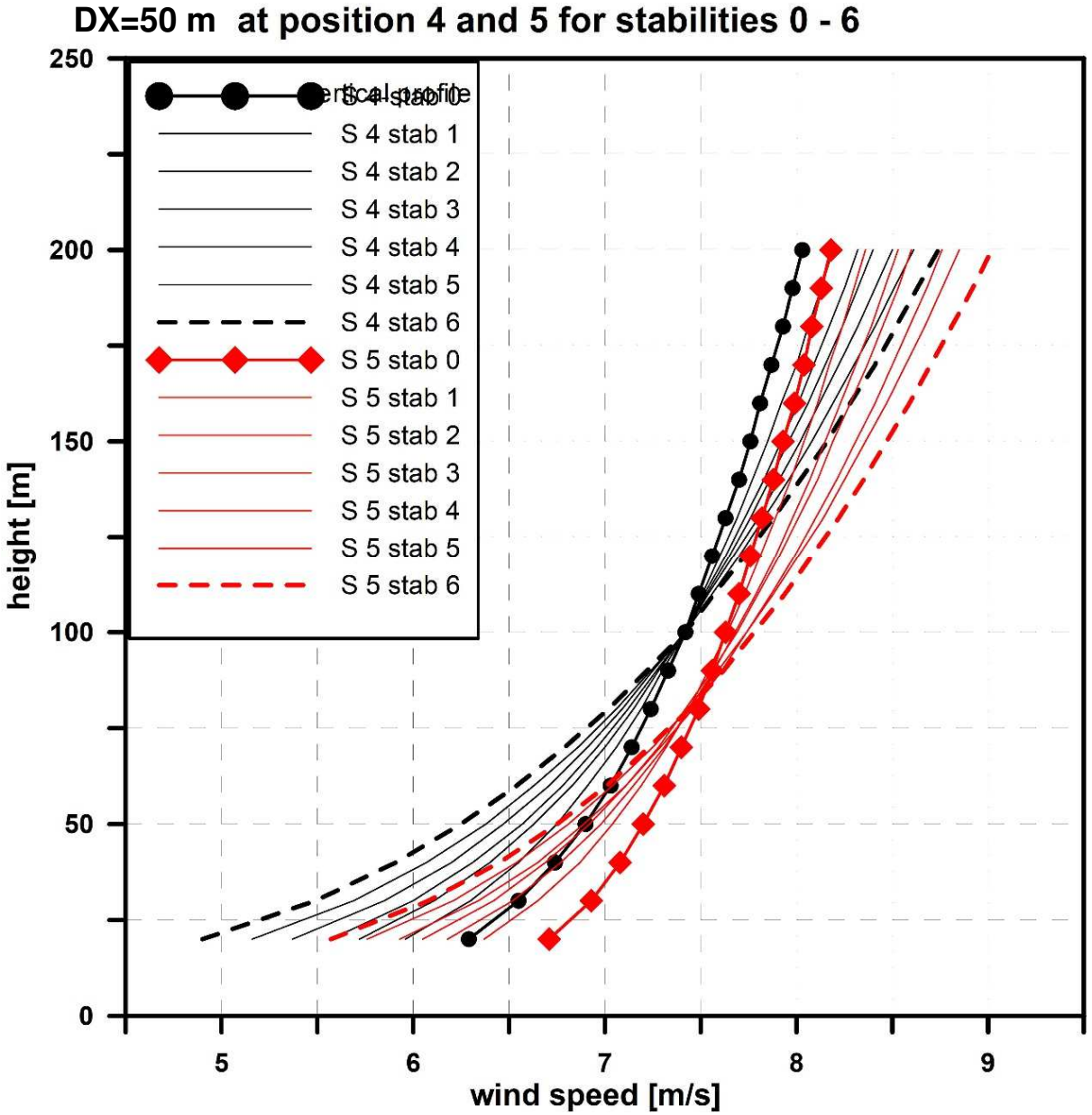
- Verschiedene Maststandorte (S1 – S6)
- Stabilität
- Diskretisierung dd



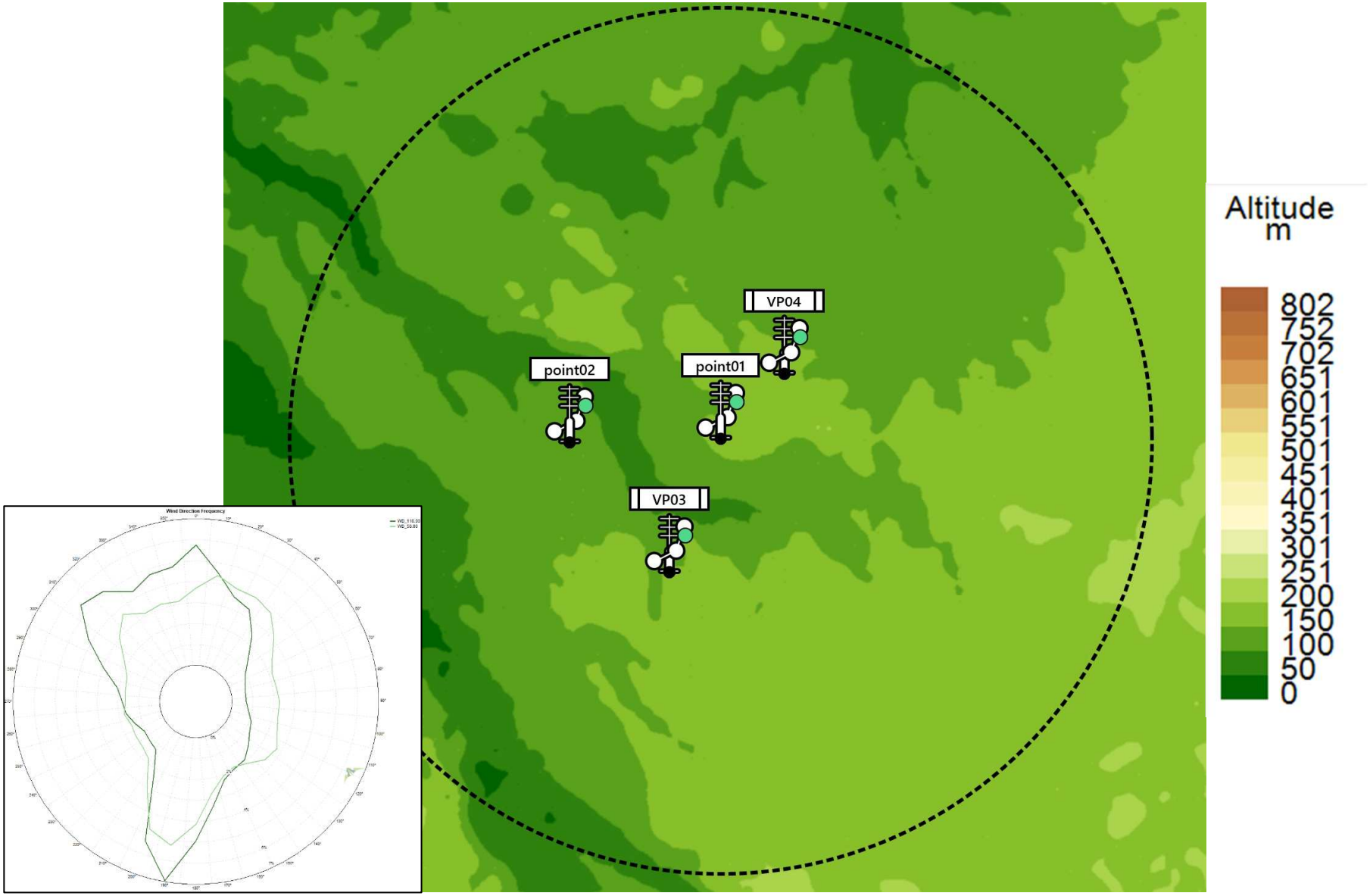


Vergleich:

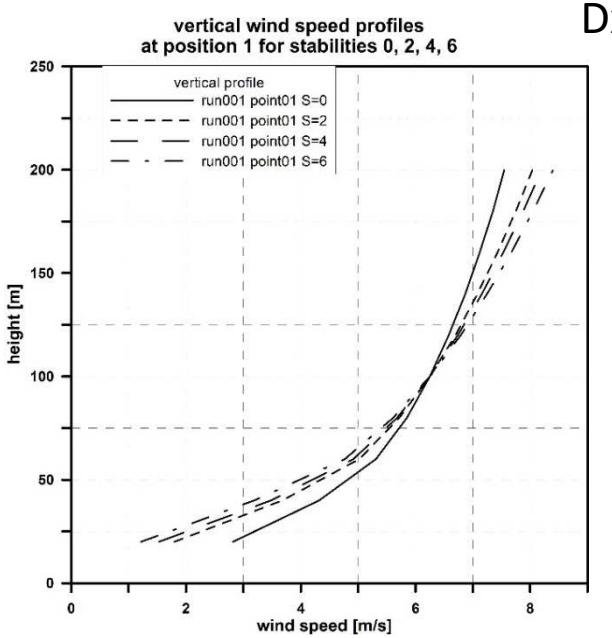
- Maststandort S4 u. S5
- Stabilität

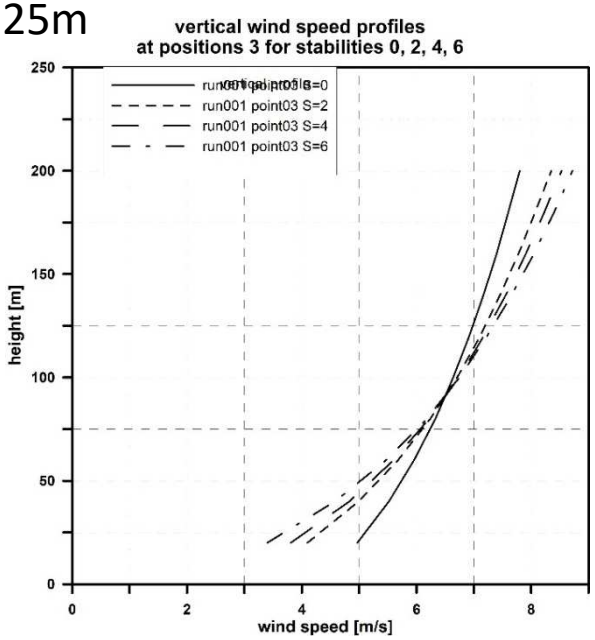


Standort C – komplexer Standort


VP04
point02
point01
VP03
Altitude
m
802
752
702
651
601
551
501
451
401
351
301
251
200
150
100
50
0

Dx = 25m





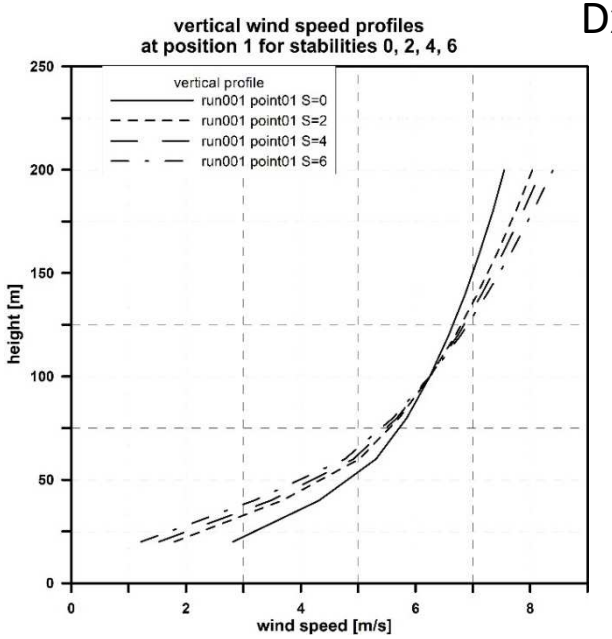
Vergleich:

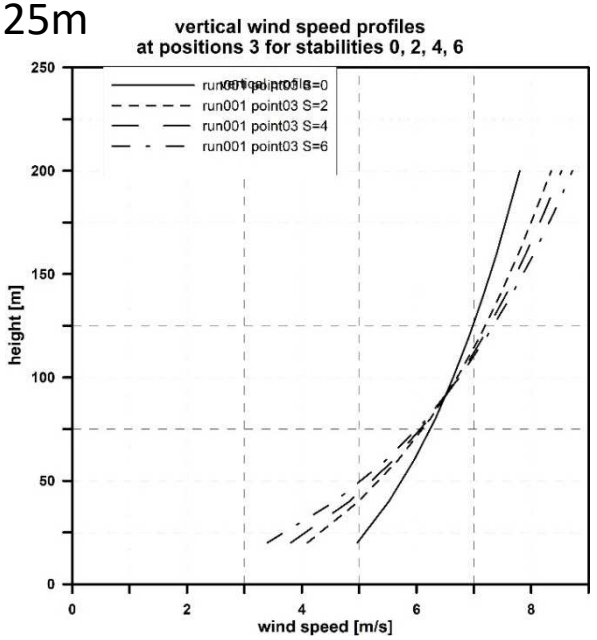
- Gitterauflösung
- Stabilität

Vergleich:

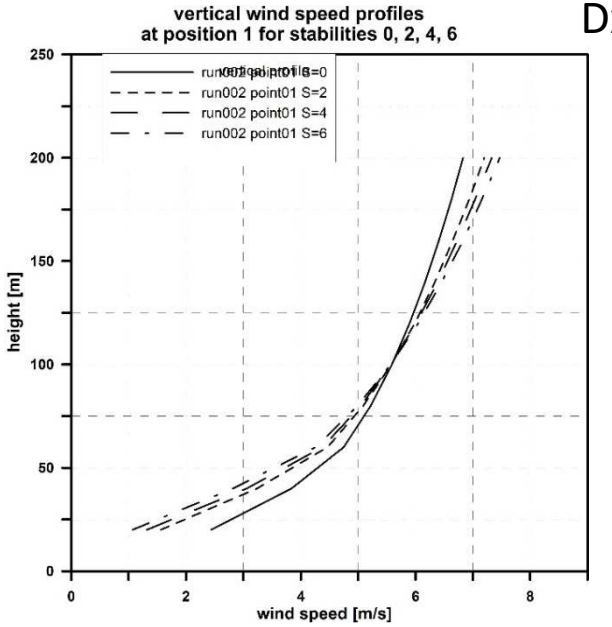
- Gitterauflösung
- Stabilität

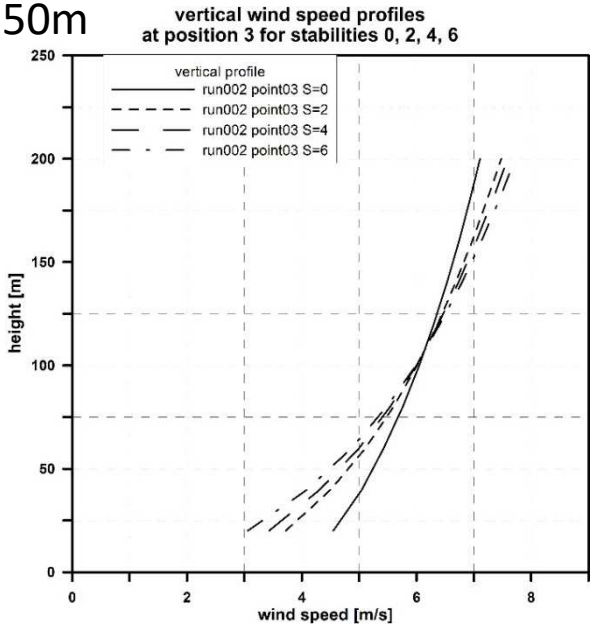
Dx = 25m





Dx = 50m

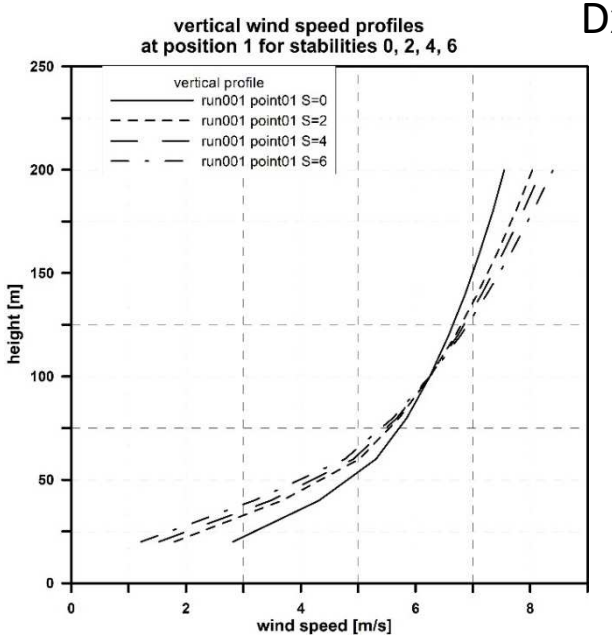


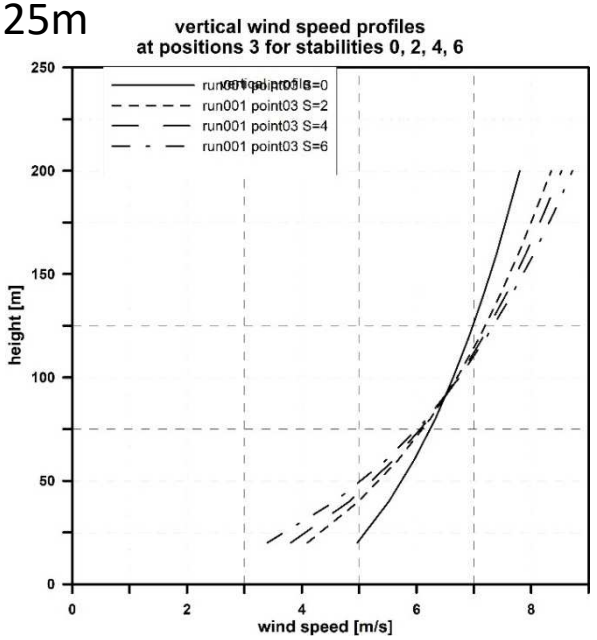


Vergleich:

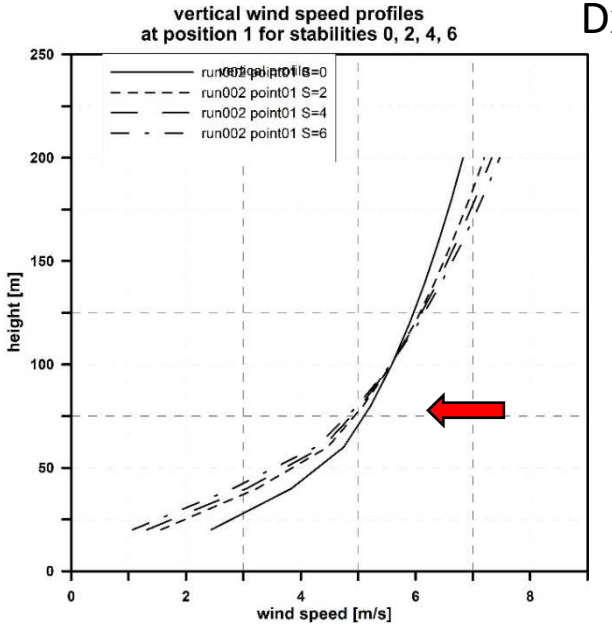
- Gitterauflösung
- Stabilität

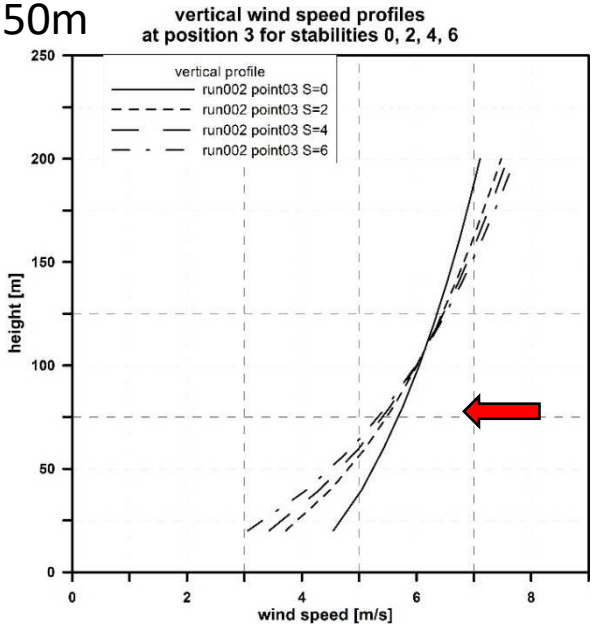
Dx = 25m





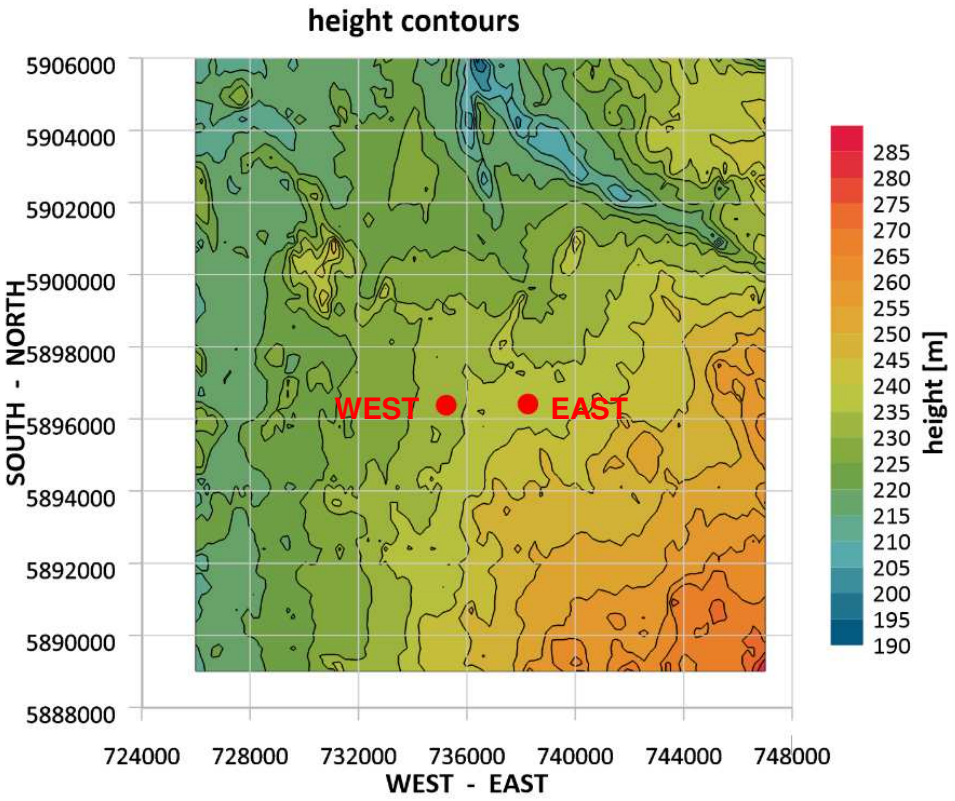
Dx = 50m

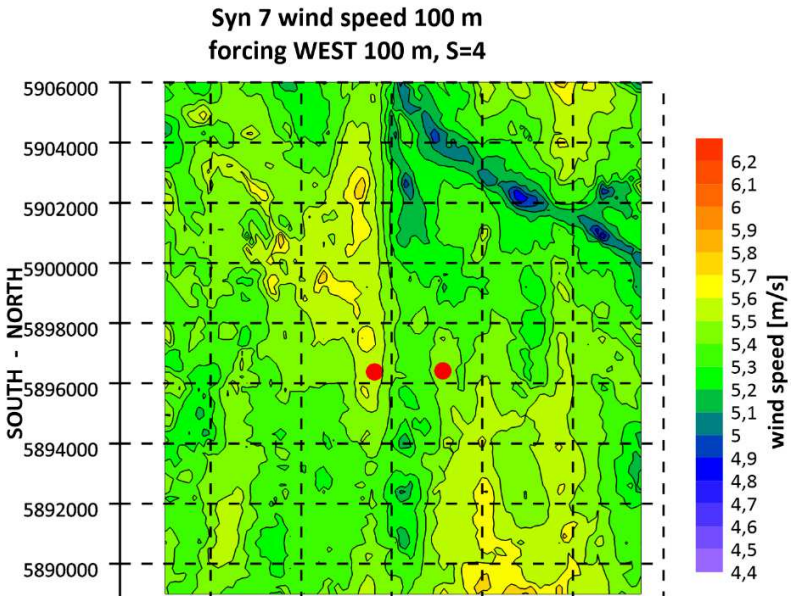


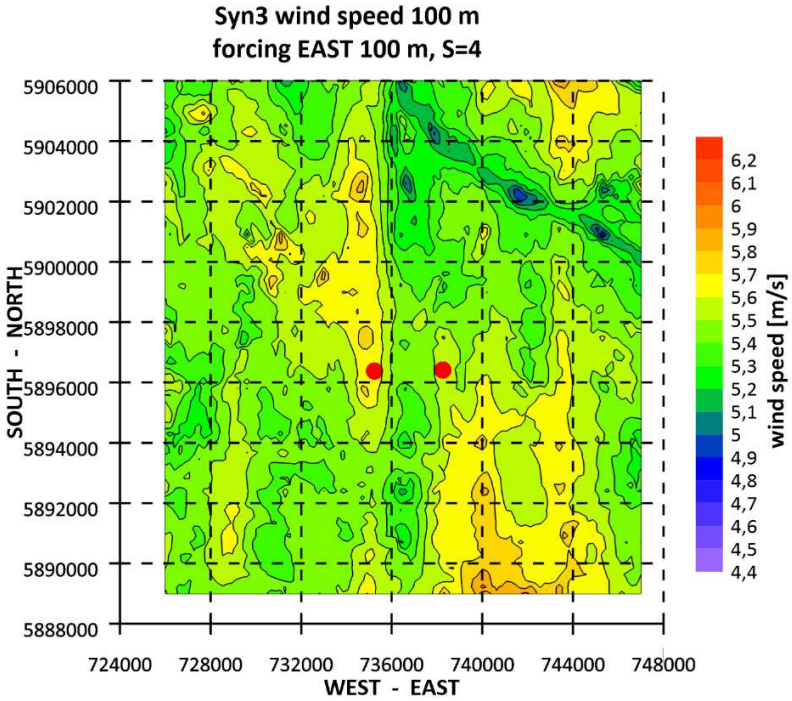


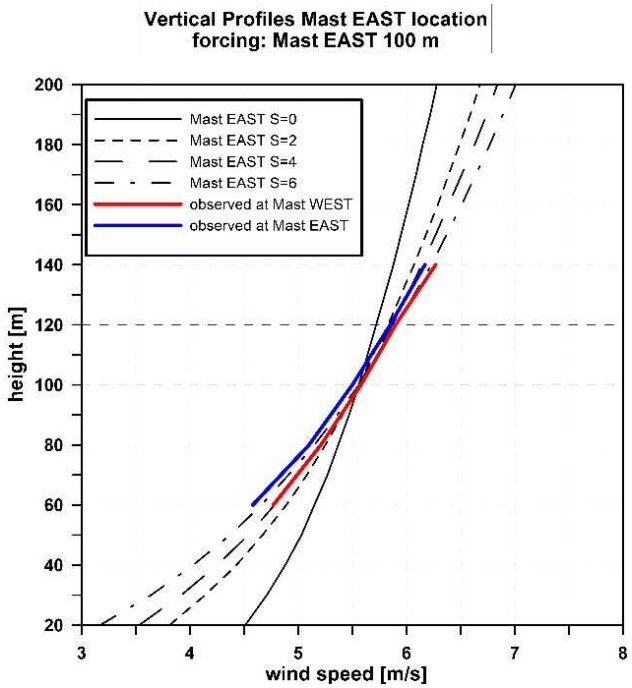
Vergleich:

- Antrieb Mast West vs. Mast Ost
- Windkarte







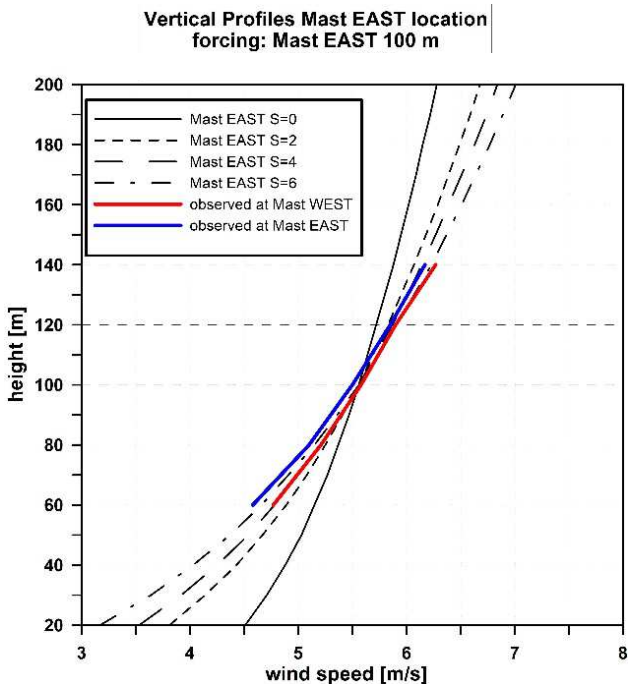


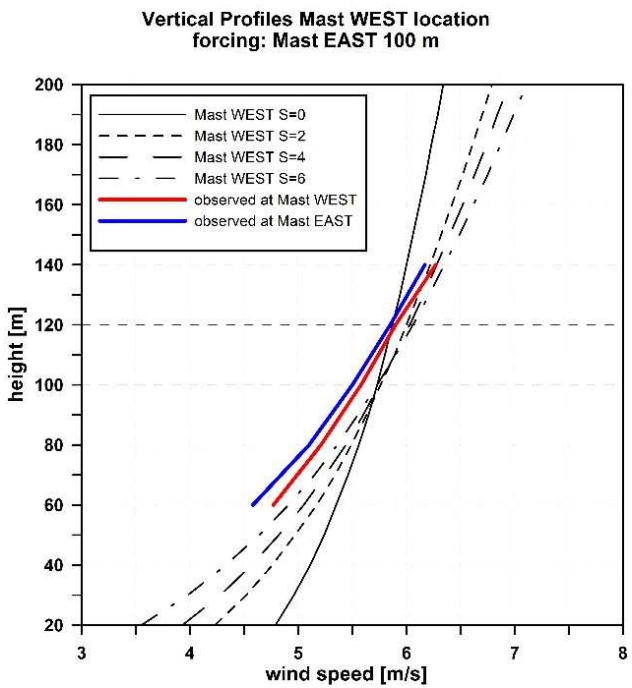
Vergleich:

- Antrieb Mast West vs. Mast Ost
- Stabilität

Vergleich:

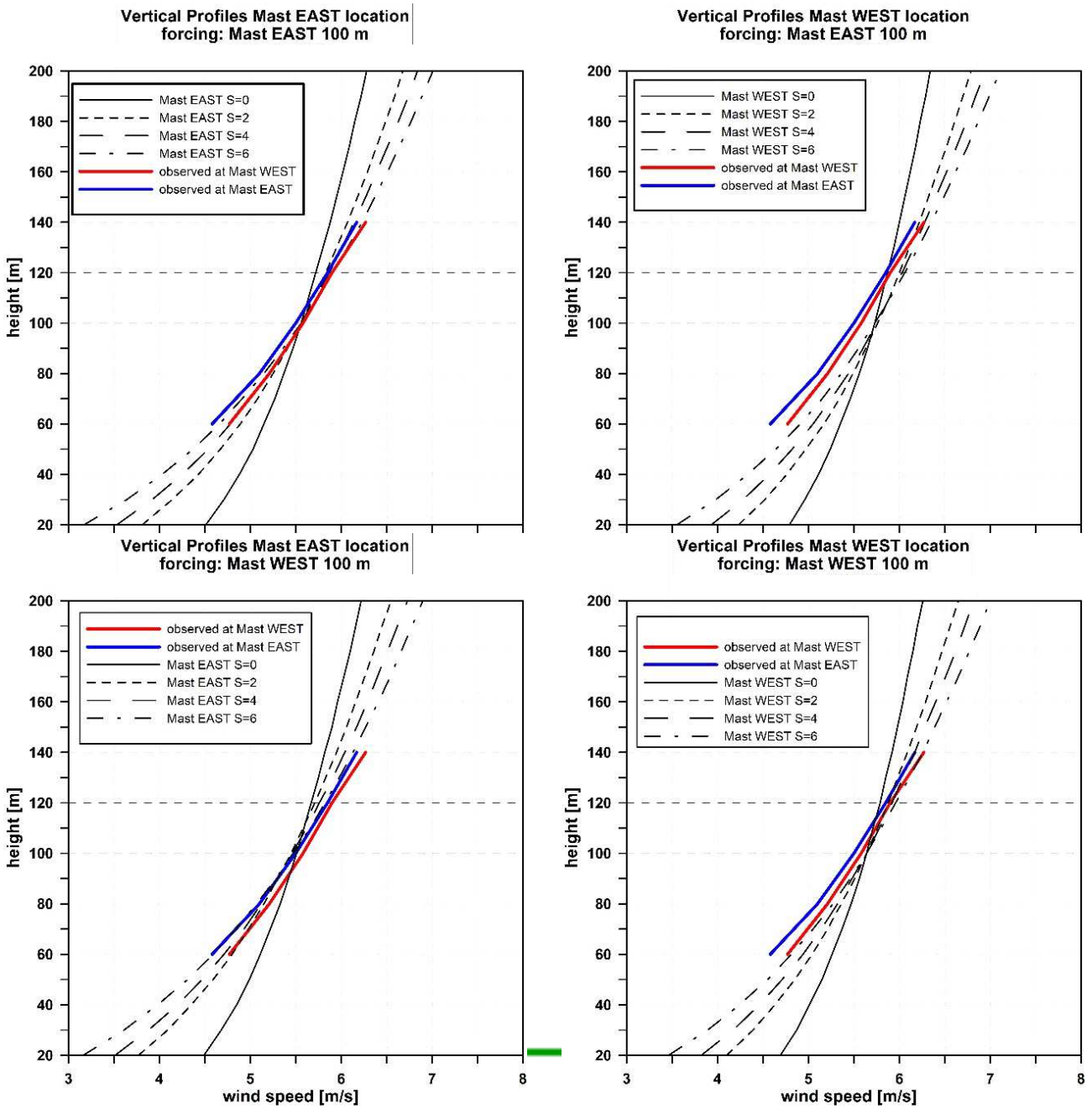
- Antrieb Mast West vs. Mast Ost
- Stabilität





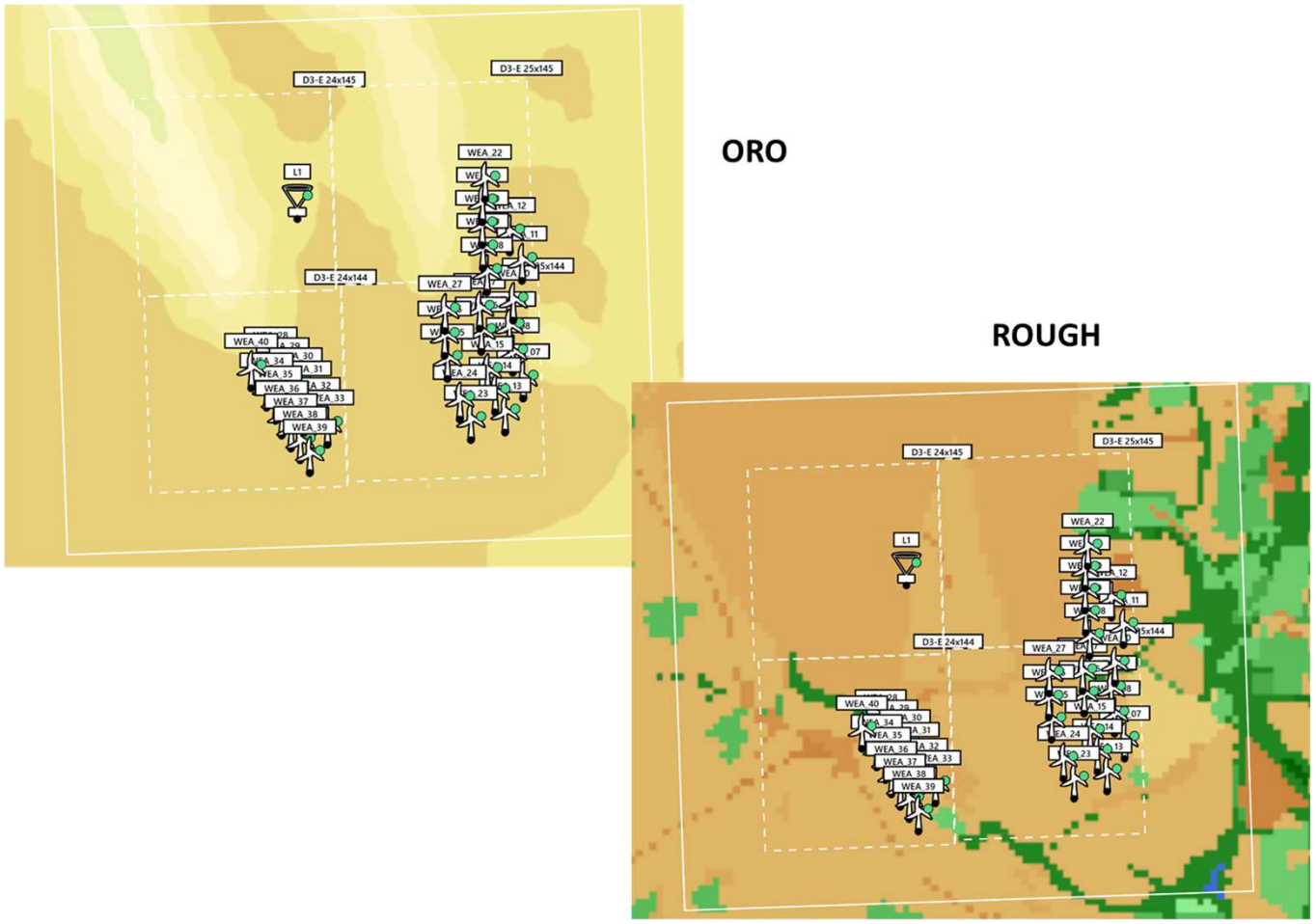
Vergleich:

- Antrieb Mast West vs. Mast Ost
- Stabilität

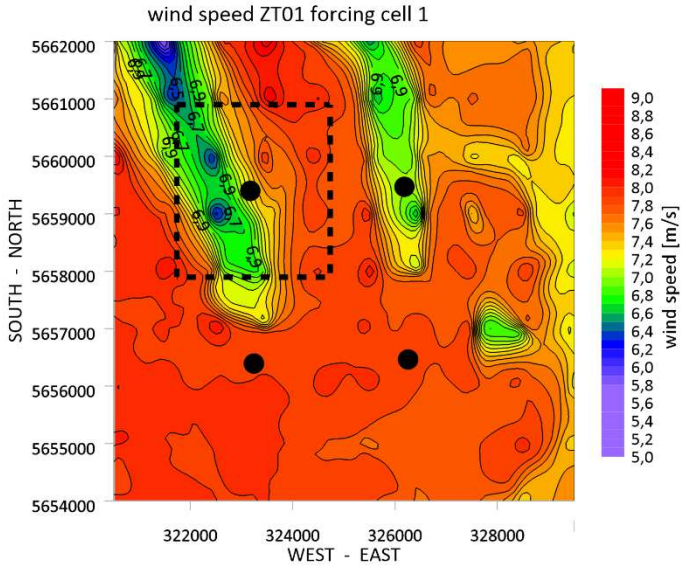


- Berechnung der Zeitreihen der **Windgeschwindigkeit** für vorgegebene Standorte mit dem gekoppelten System **Mesoskala-CFD-Modell**.

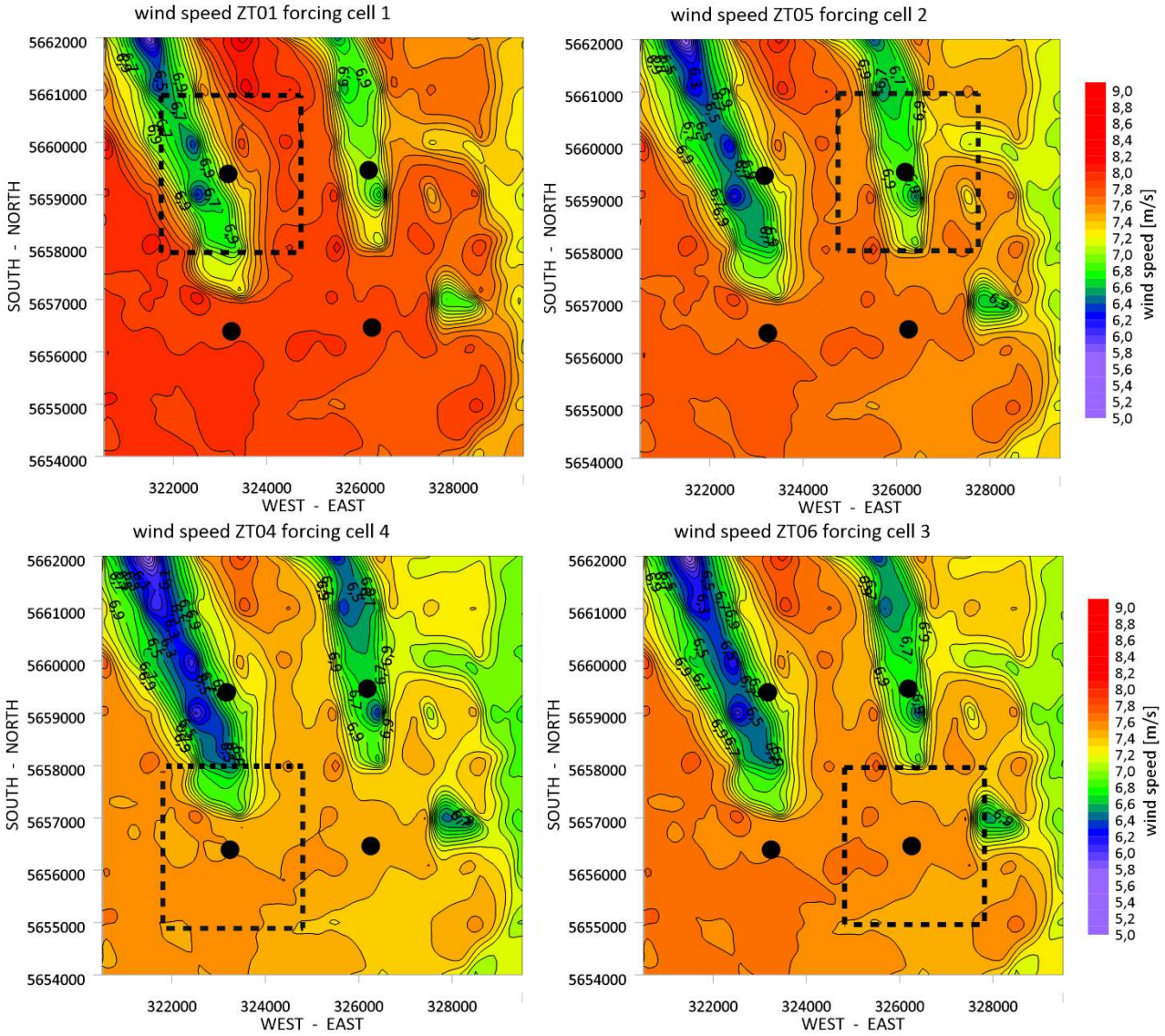
Standort E



Antrieb mit jeweils einer Meso-Zelle

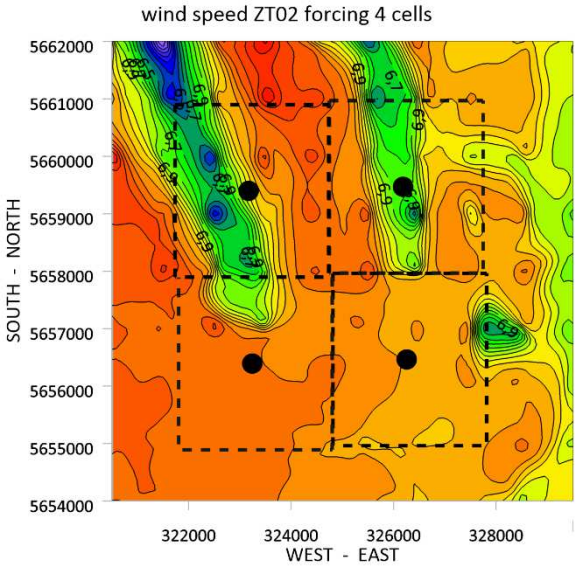


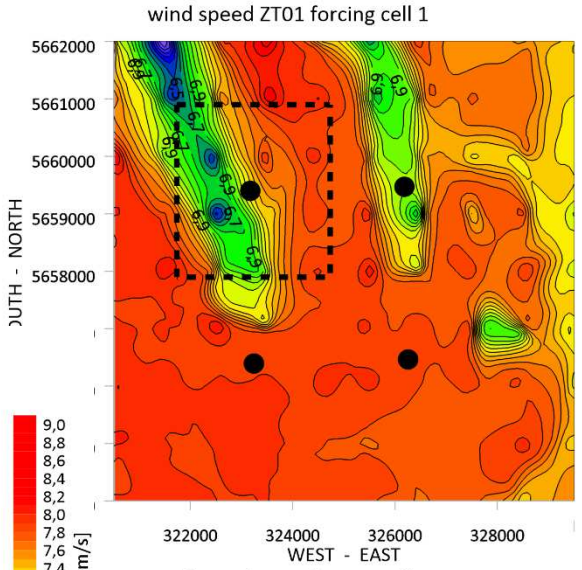
Antrieb mit jeweils einer Meso-Zelle

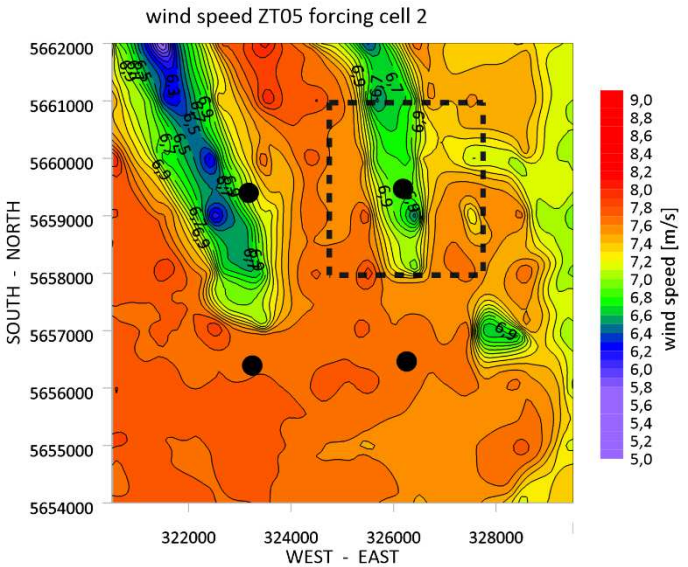


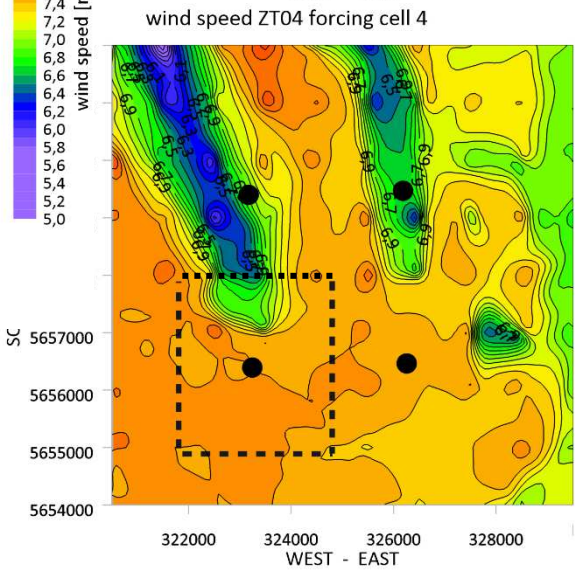
Antrieb mit jeweils einer Meso-Zelle

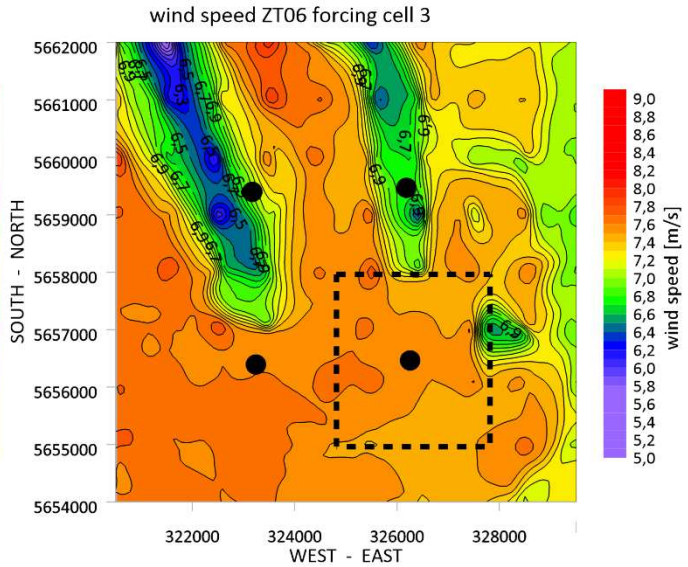
Antrieb mit 4 Meso-Zellen











Ausblick 2022

- Zusammentragen der Ergebnisse für die Unsicherheitsanalyse und Erstellung einer Klassifizierungsmatrix

- Berechnung der Zeitreihen des **WEA-Ertrages** für vorgegebene Standorte (E u. F) mit dem gekoppelten System Mesoskala-CFD-Modell und erneute Sensitivitätsanalyse bzgl. der **Stabilität**.

- Kombination der Zeitreihen des WEA-Ertrages mit Börsenpreisen für Windstrom zur Berechnung von **Erlöszeitreihen** und Analyse der Sensitivität des CFD-Modells und deren Beitrag zur **Gesamtunsicherheit** der Erlösberechnung.

- Durchführung des Blindtests (G)

Ausblick 2022

- Zusammentragen der Ergebnisse für die Unsicherheitsanalyse und Erstellung einer Klassifizierungsmatrix

- Berechnung der Zeitreihen des **WEA-Ertrages** für vorgegebene Standorte (E u. F) mit dem gekoppelten System Mesoskala-CFD-Modell und erneute Sensitivitätsanalyse bzgl. der **Stabilität**.

- Kombination der Zeitreihen des WEA-Ertrages mit Börsenpreisen für Windstrom zur Berechnung von **Erlöszeitreihen** und Analyse der Sensitivität des CFD-Modells und deren Beitrag zur **Gesamtunsicherheit** der Erlösberechnung.

- Durchführung des Blindtests (G)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!