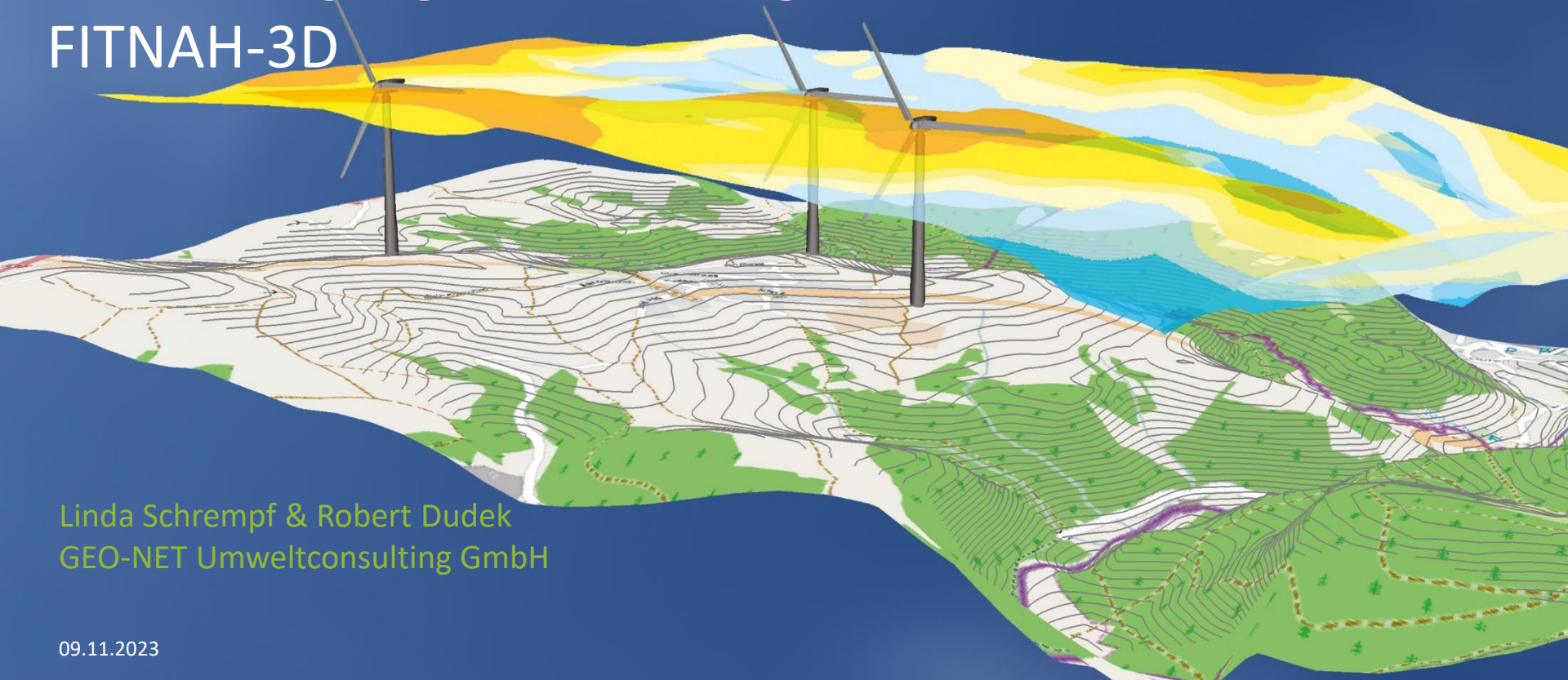


Potenzial der Nutzung frei verfügbarer Modelleingangsdaten – Möglichkeiten des Modells FITNAH-3D



Linda Schrempf & Robert Dudek
GEO-NET Umweltconsulting GmbH

GEO-NET Geschäftsfelder

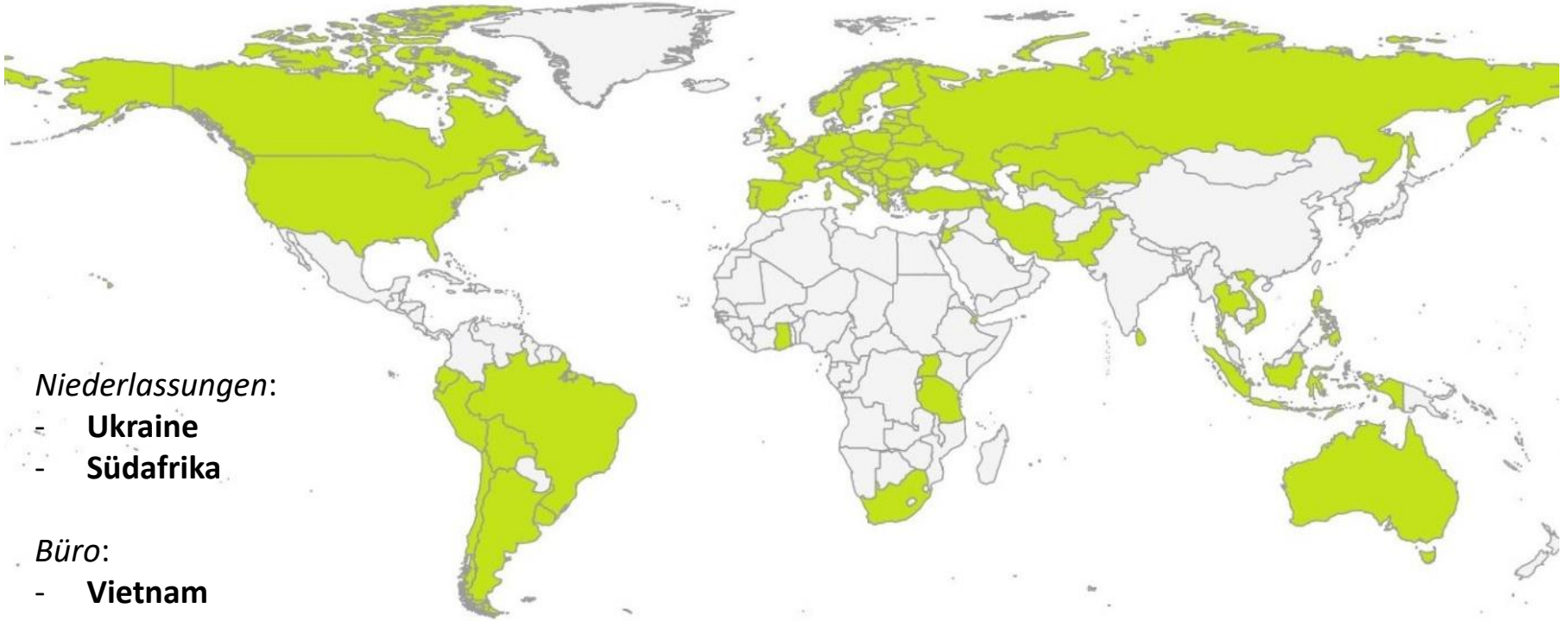
- 1) Klimaökologie und Lufthygiene
- 2) Windenergie
 - Windmessungen mittels Messmast, LiDAR oder SoDAR
 - Ertragsvorabschätzungen
 - Bankfähige Windgutachten
 - Bestimmung der Standortgüte vor Inbetriebnahme (IBN)
 - **Windfeldsimulation mit FITNAH-3D**
 - Berechnung von Zeitreihen mittels WRF
 - Betriebsdatenanalyse
 - TR10 Gutachten
 - Energieertragsanalysen unter Berücksichtigung des Klimawandels



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11132-01-00

Erfahrung weltweit

Messungen, Potentialstudien und Gutachten von GEO-NET



Niederlassungen:

- **Ukraine**
- **Südafrika**

Büro:

- **Vietnam**



CFD-Modell, seit vielen Jahren bei GEO-NET zur Modellierung von Windfeldern im Einsatz

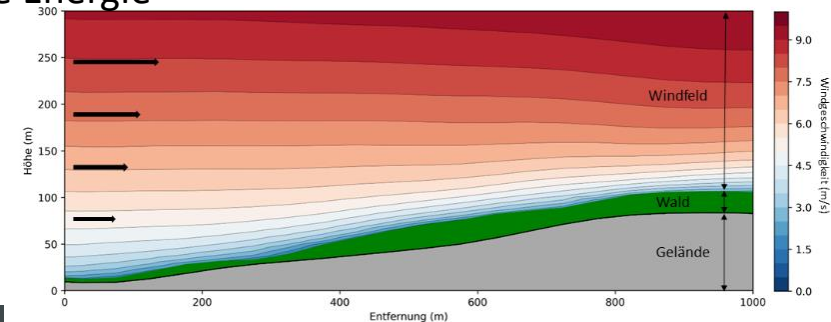
Betrieb im stationären Modus zur Übertragung von Windstatistiken und Zeitreihen

RANS (Reynolds-averaged Navier Stokes) Modell - Grundgerüst besteht aus Gleichungen der

- Massenerhaltung (Kontinuitätsgleichung)
- Impulserhaltung (Navier-Stokes Gleichung)
- Energieerhaltung (1. Hauptsatz der Thermodynamik)
- + Prognostische Gleichung für die turbulente kinetische Energie
- + Berücksichtigung der Corioliskraft

Randbedingung am Unterrand

- Geländehöhe
- Landnutzungs-kategorie

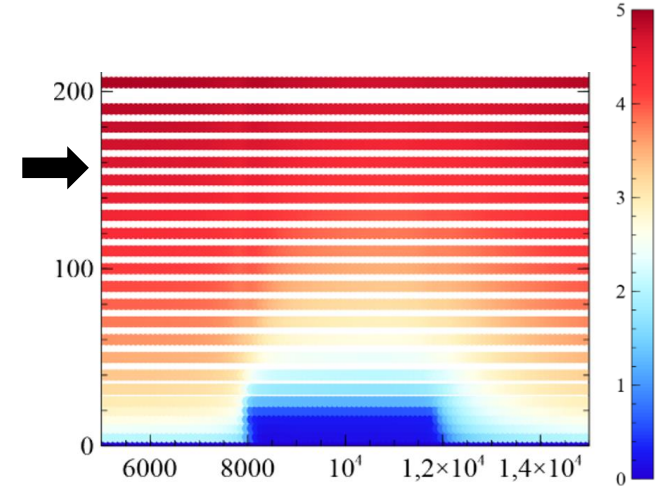


Unterscheidung in

- Freifläche
- Gewässer
- Siedlung
- Bewuchs

Einfluss Landnutzung

- Abbremsen bodennaher Wind
 - Erzeugung von Turbulenz
- Berücksichtigung von Bewuchs- und Siedlungsflächen in prognostischen Gleichungen als Senke für Impuls und Quelle/Senke für TKE



Allgemein parametrisiert durch

- Rauigkeitslänge

Siedlung nutzt Porositätsansatz, parametrisiert durch

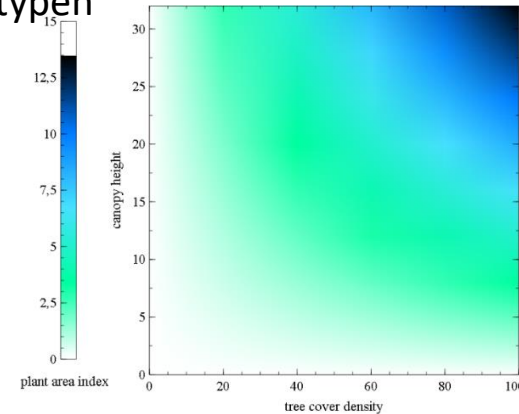
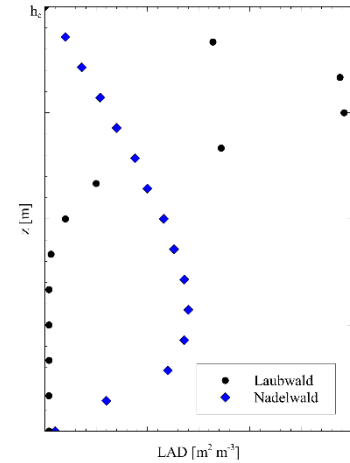
- Bebauungshöhe
- Bebauungsdichte

→ Variation der verwendeten Parameter für unterschiedliche Bebauungstypen

Bewuchs nutzt Waldmodul, parametrisiert durch

- Bestandshöhe
- Blattflächendichteprofil
- Bestandsdichte

→ Waldtypen können entsprechend ihrer Eigenschaften differenziert modelliert werden



A Geländehöhe

- freiverfügbare DGMs (SRTM, CopernicusDEM, Landes-DGMs, etc.)

B Oberflächenhöhe

- Nutzungsdaten (CORINE, Landes-DLMs, OpenStreetMap, etc.) + Standardparameter je Nutzungsklasse
- Vegetationshöhen



A Geländehöhe

- freiverfügbare DGMs (SRTM, CopernicusDEM, Landes-DGMs, etc.)

B Oberflächenhöhe

- Nutzungsdaten (CORINE, Landes-DLMs, OpenStreetMap, etc.) + Standardparameter je Nutzungsklasse
- Vegetationshöhen

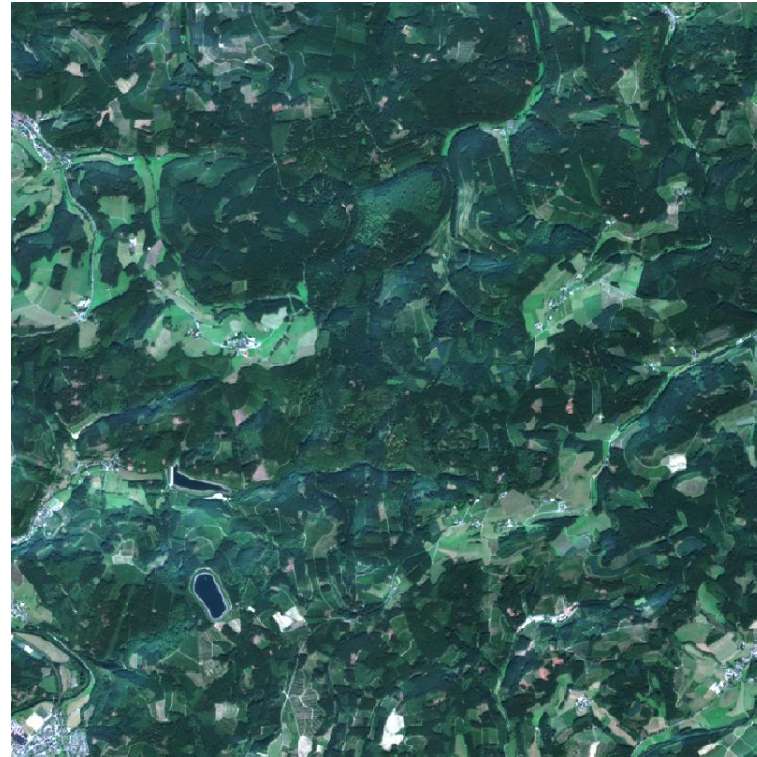
- **NACHTEILE:**
- oftmals nicht gut aufgelöst
 - nicht aktuell



Beispiele Eingangsdaten

Beispiel eines Untersuchungsgebiets im
Sauerland:

Sentinel-2 Bild von **AUGUST 2019**



Beispiele Eingangsdaten

Beispiel eines Untersuchungsgebiets im
Sauerland:

Sentinel-2 Bild von **AUGUST 2022**

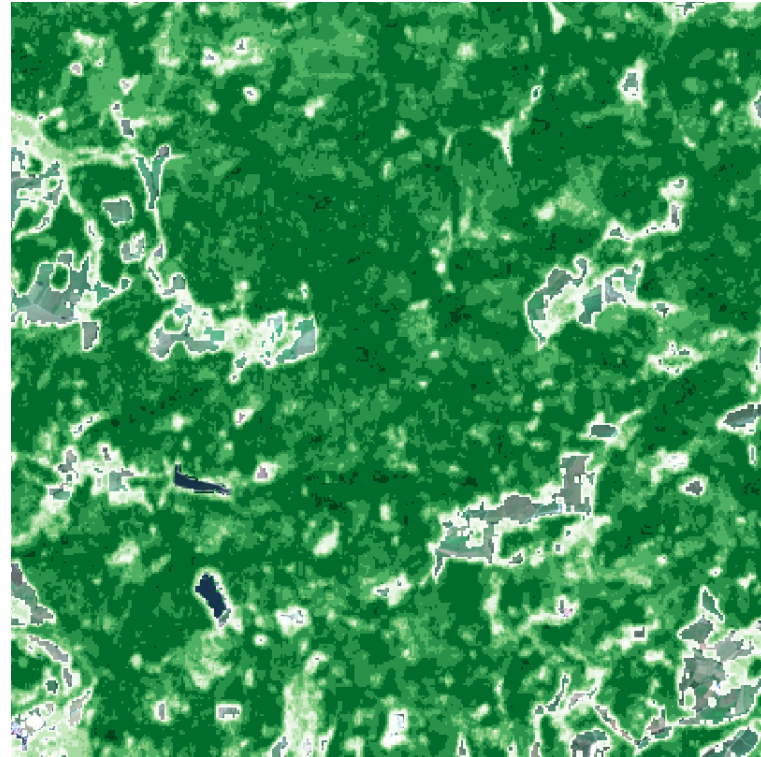


Beispiele Eingangsdaten

Beispiel eines Untersuchungsgebiets im
Sauerland:

Sentinel-2 Bild von **AUGUST 2019**

Mit Vegetationshöhen



Beispiele Eingangsdaten

Beispiel eines Untersuchungsgebiets im Sauerland:

Sentinel-2 Bild von **AUGUST 2022**

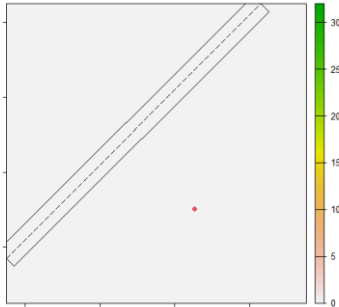
Mit maskierten Vegetationshöhen



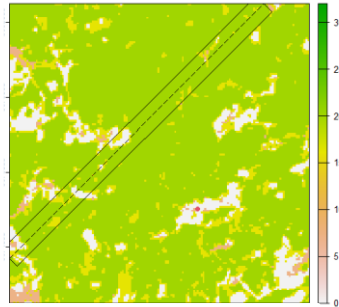
Beispiele Eingangsdaten

Einfluss auf das Windfeld: 4 verschiedene Eingangsdaten-Szenarien

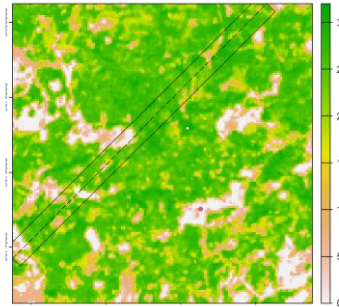
Nur Gelände



5-Klassen-System



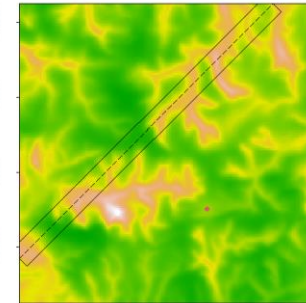
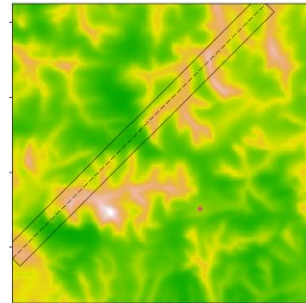
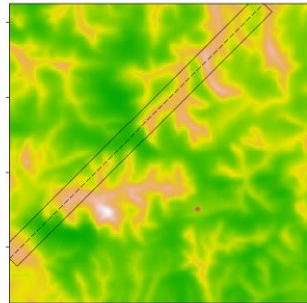
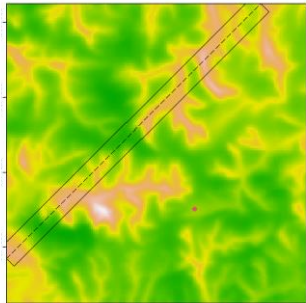
Waldhöhen



maskierte Waldhöhen



Strukturhöhe [m]



*Skalierte Windg.
in 150m Höhe*



Beispiele Eingangsdaten

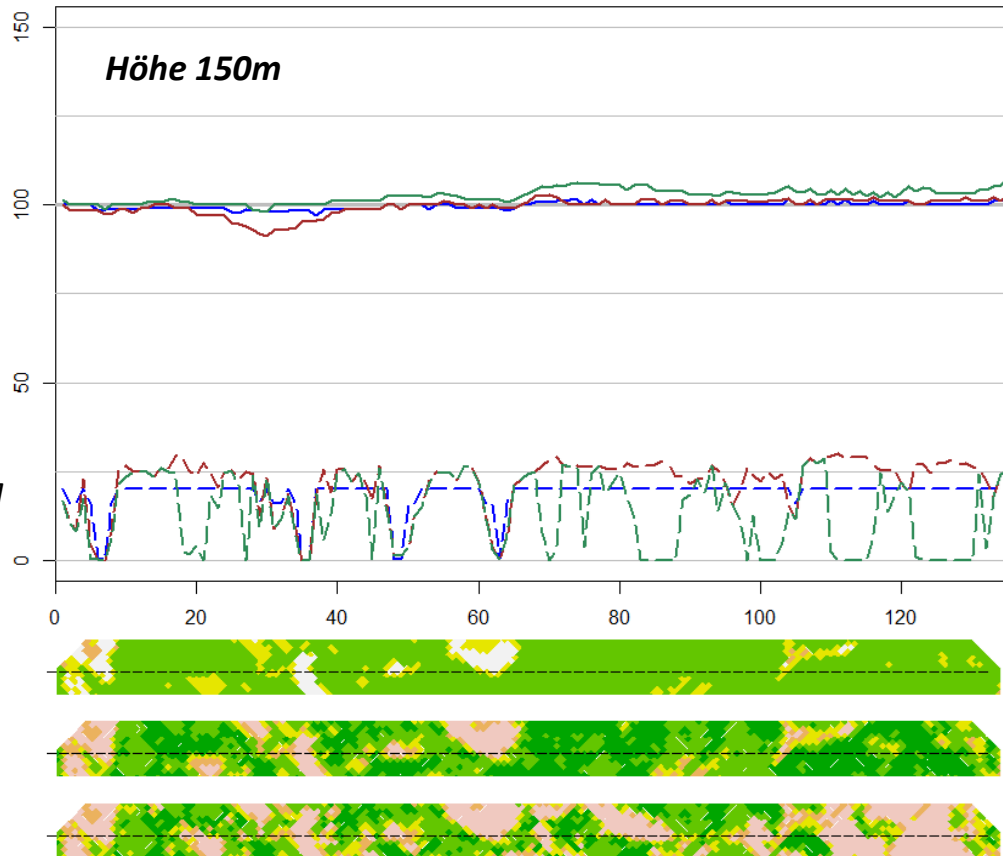
Windgeschwindigkeiten im Verhältnis zum Szenario 1 „keine ED“ [Index = 100]

Strukturhöhe [m]

5-Klassen-System

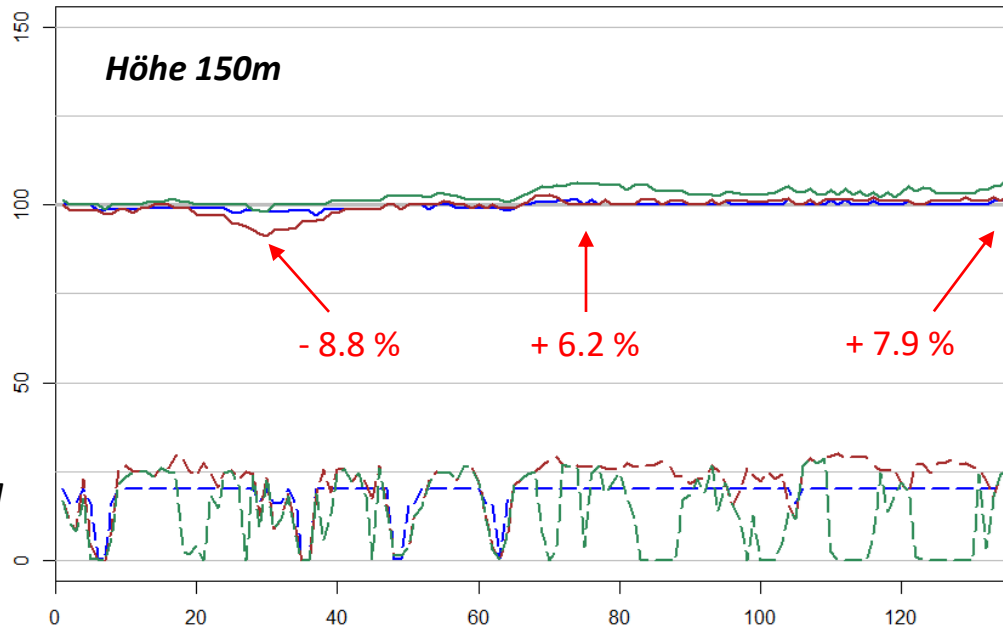
Waldhöhen

maskierte Waldhöhen

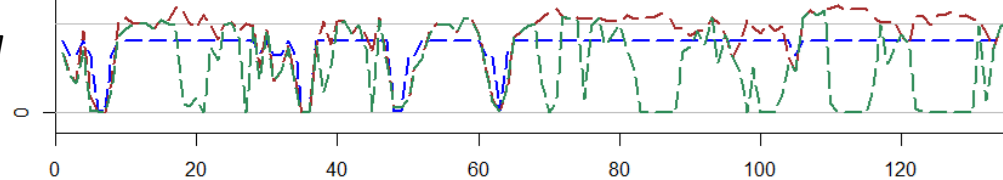


Beispiele Eingangsdaten

Windgeschwindigkeiten im Verhältnis zum Szenario 1 „keine ED“ [Index = 100]



Strukturhöhe [m]



5-Klassen-System



Waldhöhen

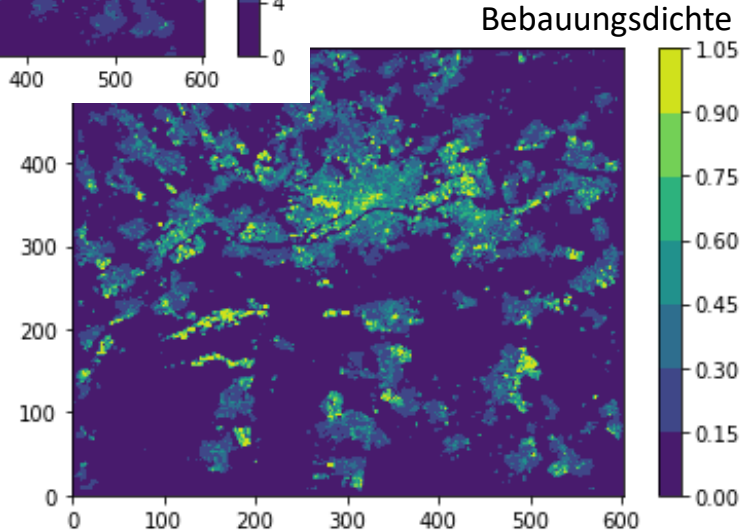
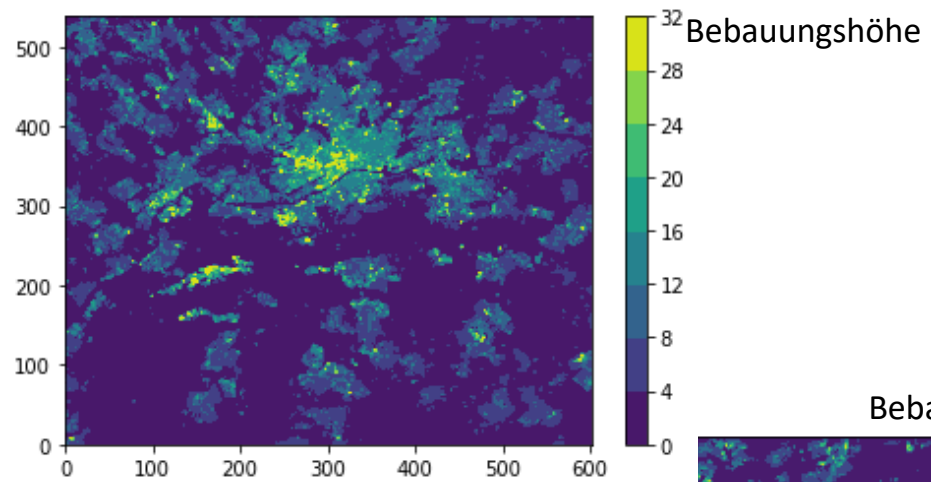
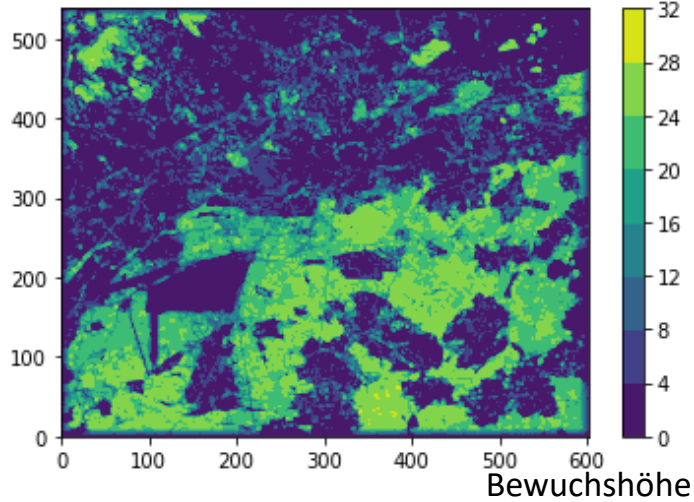


maskierte Waldhöhen



Beispiele Eingangsdaten

Ausblick Nutzungsdaten

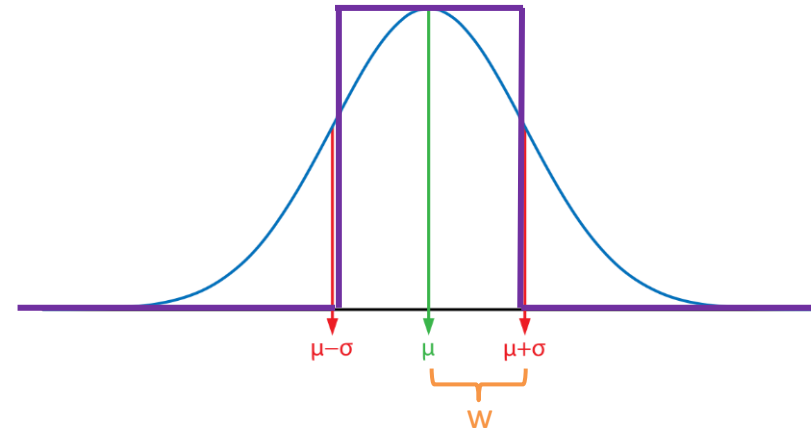
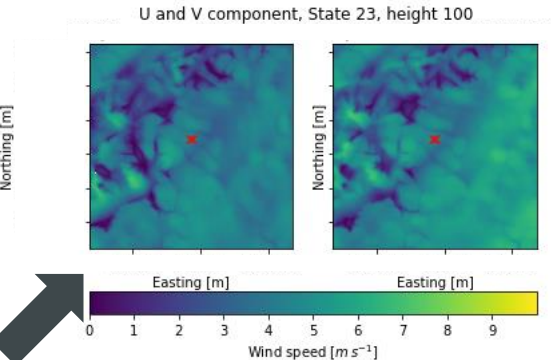


FITNAH-3D

Beispiele Eingangsdaten

Unsicherheit

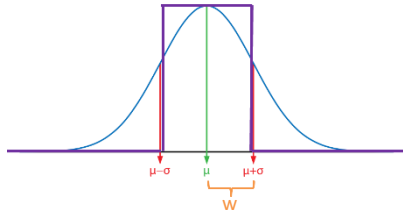
- Methode, um den Einfluss der Unsicherheit der Eingangsdaten auf das Windfeld zu untersuchen
- 5 Simulationen mit angepassten Eingangsdaten sind ausreichend
- Bei Eingangsdatenunsicherheit Unterscheidung ob Unsicherheit **normalverteilt** oder **gleichverteilt**
- Beispiel Bewuchshöhe
 - Mittelwert von 15 m
 - **Sigma** bzw. **Breite** von 1,2 und 5 m



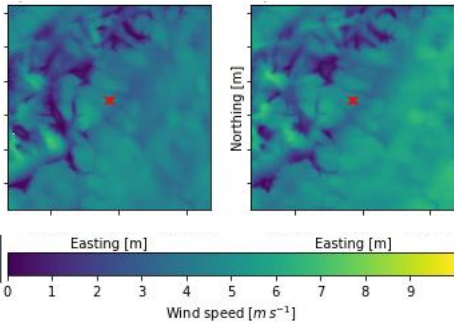
Unsicherheit im Ergebnis

SUnDAY – Polynomiales Chaos

u und v Komponente

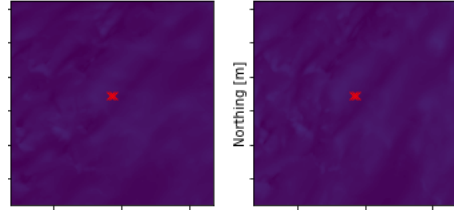


U and V component, State 23, height 100

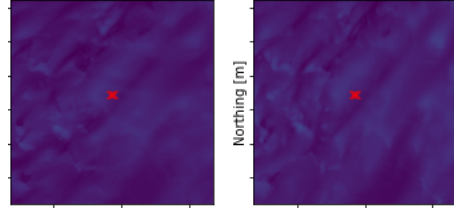


normalverteilt

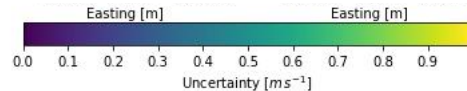
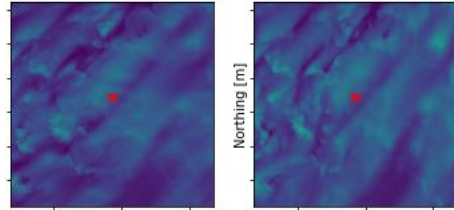
U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.0, 0.092) Min/Max std = (0.0, 0.098)



Easting [m] Easting [m]
U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.001, 0.187) Min/Max std = (0.001, 0.2)



Easting [m] Easting [m]
U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.006, 0.532) Min/Max std = (0.011, 0.565)



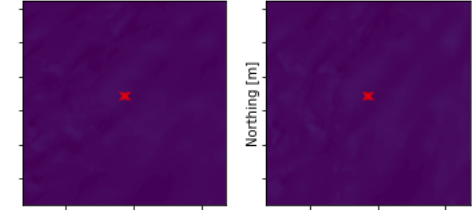
gleichverteilt

GEO+

Sigma/Breite

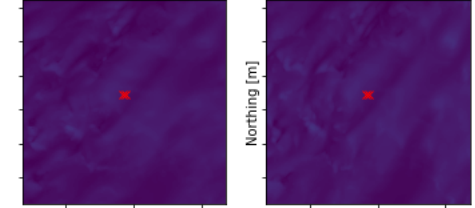
1 m

U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.0, 0.053) Min/Max std = (0.0, 0.057)



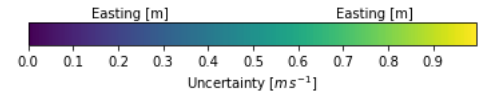
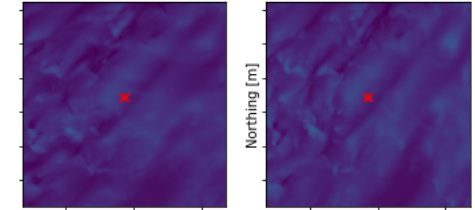
2 / 2.5 m

Easting [m] Easting [m]
U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.0, 0.133) Min/Max std = (0.0, 0.142)



5 m

Easting [m] Easting [m]
U and V component, State 23, height 100
Min/Max std = (0.001, 0.272) Min/Max std = (0.001, 0.29)



FITNAH-3

daten



Dipl.-Met.

Dr. Linda Schrempf

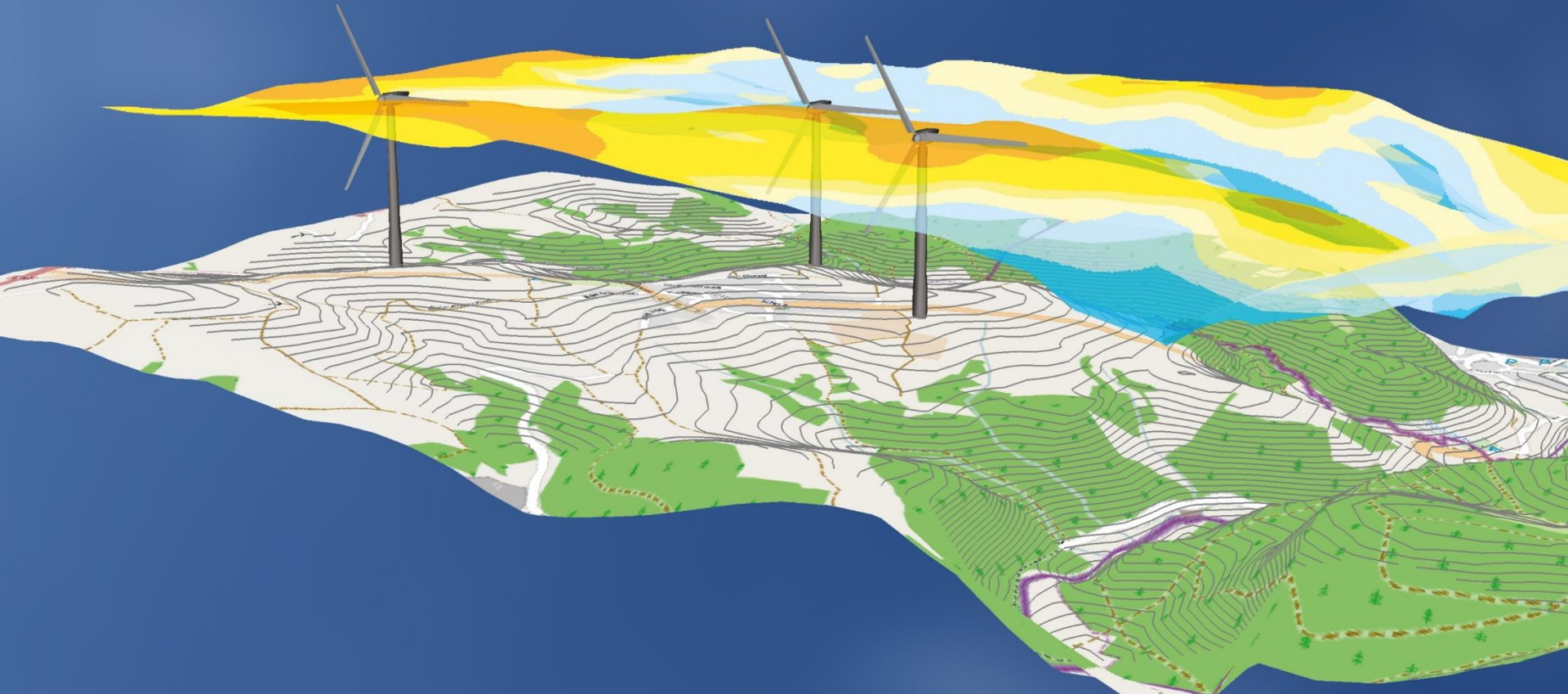
Wind & Site Assessment

GEO-NET Umweltconsulting GmbH
Große Pfahlstraße 5a
30161 Hanover | Germany
Tel. + 49 (0) 511 388 72 00
Fax + 49 (0) 511 388 72 01
schrempf@geo-net.de
www.geo-net.de

- + Jahrelange Erfahrung in der Simulation von Windfeldern für die Windanalyse
- + Viel Sorgfalt bei der Standortspezifischen Datenaufbereitung
- + Hauseigene Modell-Weiterentwicklung
- + Schnelle Integration von neu verfügbaren Datensätzen
- + Akkreditierte Leistung

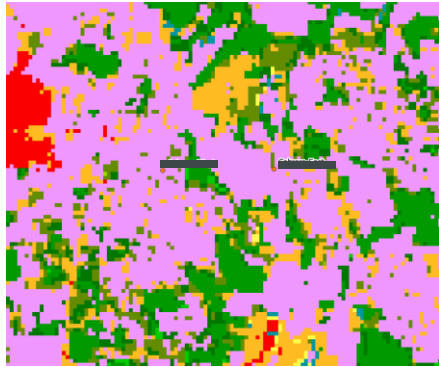


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

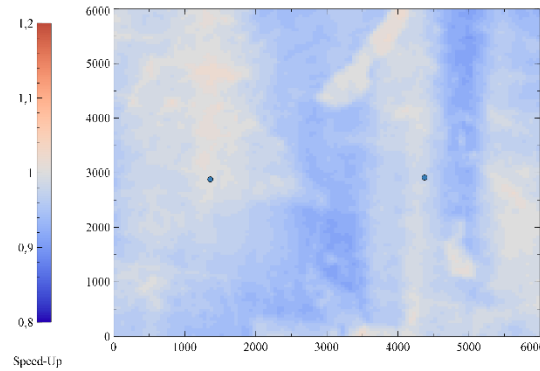
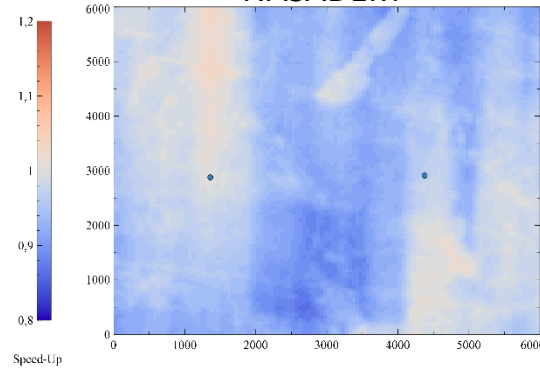


Beispiele Eingangsdaten

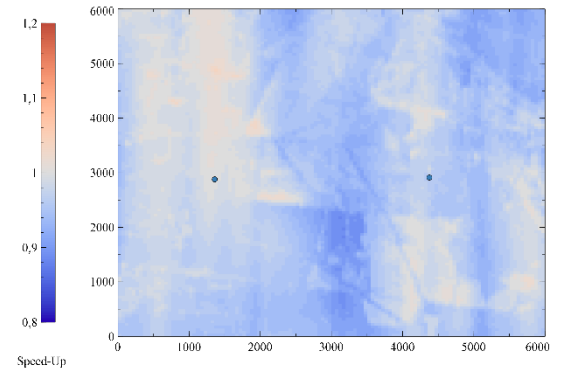
Einfluss Höhendaten und Bewuchshöhen



NASADEM



Copernicus DEM



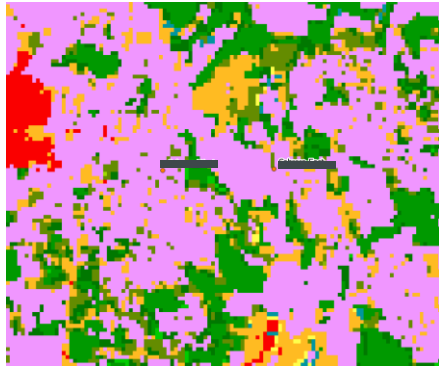
FITNAH-3D

Beispiele Eingangsdaten

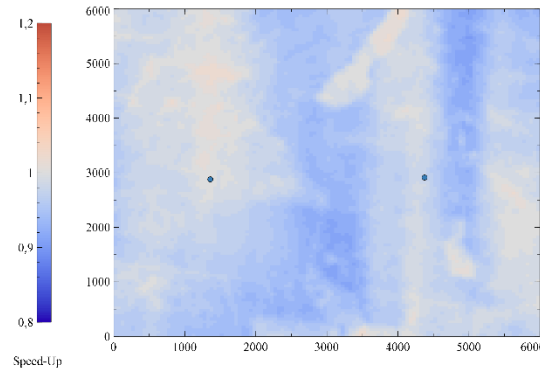
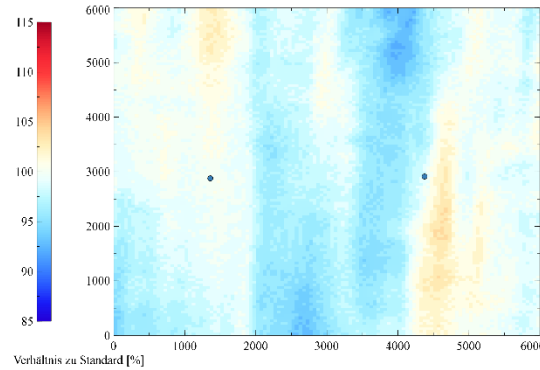
Unsicherheit

Beispiele Eingangsdaten

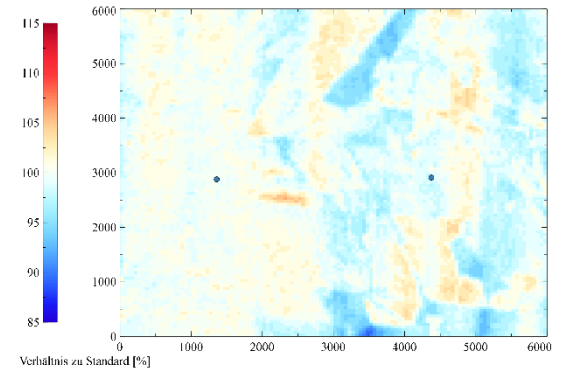
Einfluss Höhendaten und Bewuchshöhen



NASADEM



Copernicus DEM



FITNAH-3D

Beispiele Eingangsdaten

Unsicherheit