Simulation europäischer Windleistung und deren Vorhersage

Lueder von Bremen, Jens Tambke, and Nicole Stoffels

ForWind
Zentrum für Windenergieforschung
der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen

Outline

- Warum Simulationsstudien?
- Motivation
- Karten des Vorhersagefehlers
- Korrelation von Windleistung
- Korrelation des Fehlers in Windleistungsprognosen

- Zusammenfassung/Ausblick

Warum Simulationsstudien?

Wetterdaten bieten die einzigartige Chance die Einspeisung von fluktuierender Wind/Solarleistung zu simulieren/testen bezüglich:

- **Bedarf an neuer Übertragungsnetzkapazität bei groß-skaliger (>50%) Integration von Wind und Solarstrom**
- **Entwicklung von technologisch neuen Regelmöglichkeiten (SmartGrids, Gaskraftwerke, KWK,etc.)**
- **Entwicklung eines Strom/Energie-marktes um Sonne/Wind bestmöglich zu nutzen**
- **Verständnis der Komplementarität von Sonne und Wind (saisonal, Speicher)**

Source: Desertec Foundation

Ziel dieser Untersuchung:

- **nicht Systemintegrationstudie**
- **nicht Resource-Assessment im „klassischen“ Sinne**

sondern:

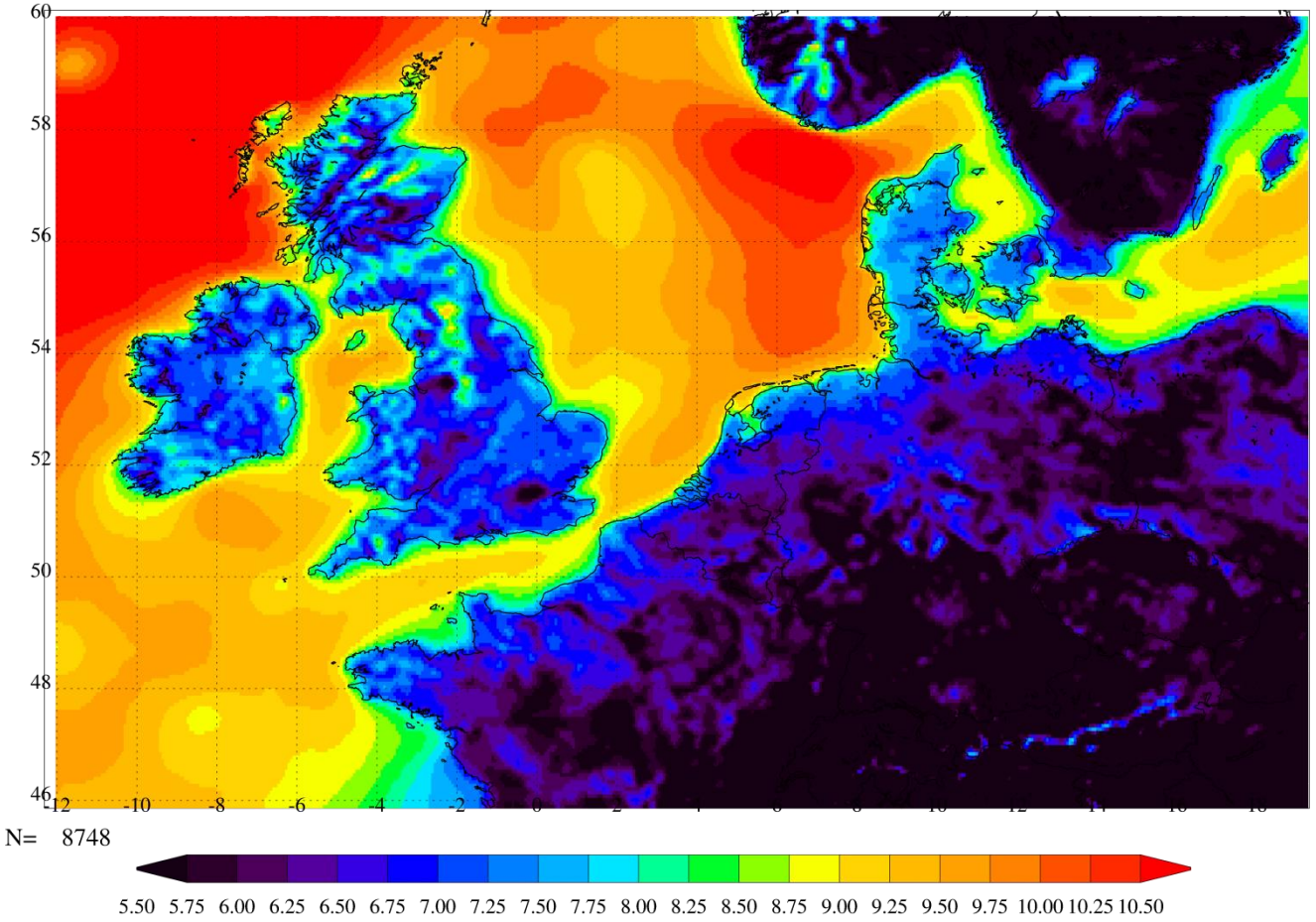
- **Gibt es Windstandorte, die Einspeiseeigenschaften haben, die sich vorteilhafter (als andere) ins Stromsystem integrieren lassen? Gute Vorhersagbarkeit, kleine Gradienten, hohe Vergleichmäßigung mit anderen Standorten, etc.)**

→notwendig: Analyse der „raum-zeitlichen“ Ausgleichseffekte in Modelldaten des Deutschen Wetterdienstes

Simulation of Wind Power generation and forecast

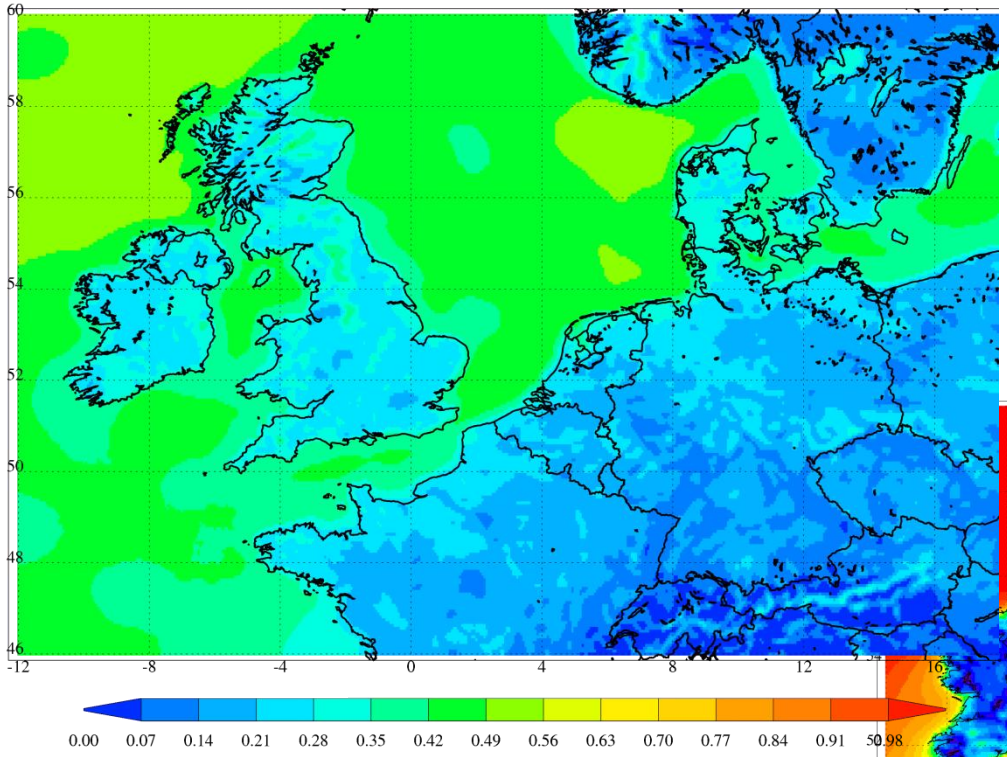
- Meteorological Data: COSMO-EU (7km), model level 38 (~70m)
- Area: Central Europe 490x297 grid points
- Period: 2007, 2008
- Temporal resolution: analysis 1h,
  forecast 00&12UTC, 0-72h, 1h
- Spatial wind power capacity distribution: homogeneous
- Power curve: standard power curve, including wake effects, cut-off above 25m/s
  (next step: include surface roughness to simulate smooth shutdown)

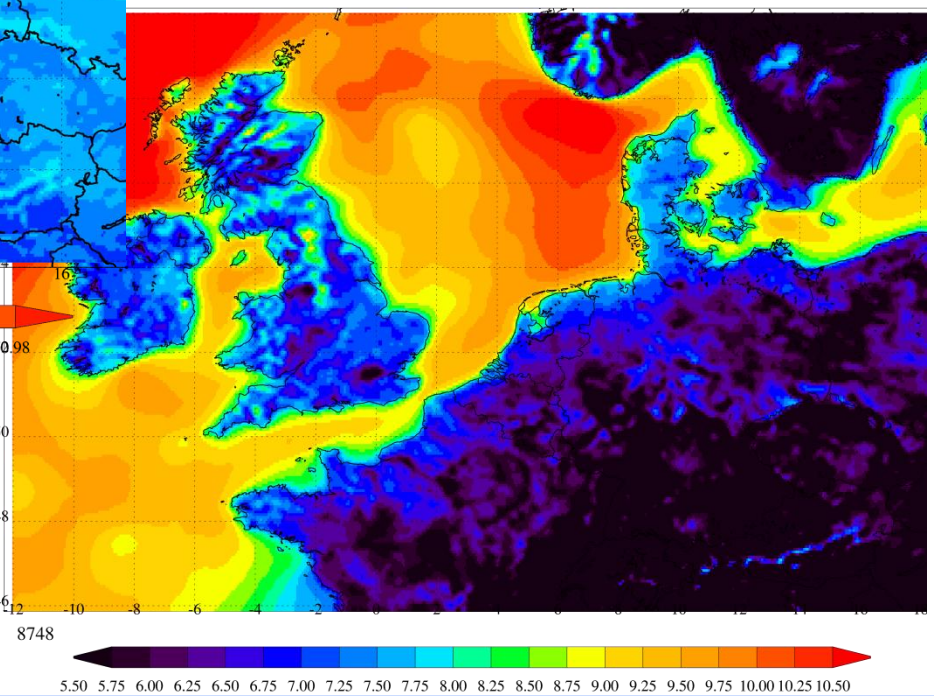
Mittlere Windgeschwindigkeit, ~73m, Jahr 2007, Analyse



ForWind
Center for Wind Energy Research

Mittlere Windleistung (relativ zu Vollast), Jahr 2007



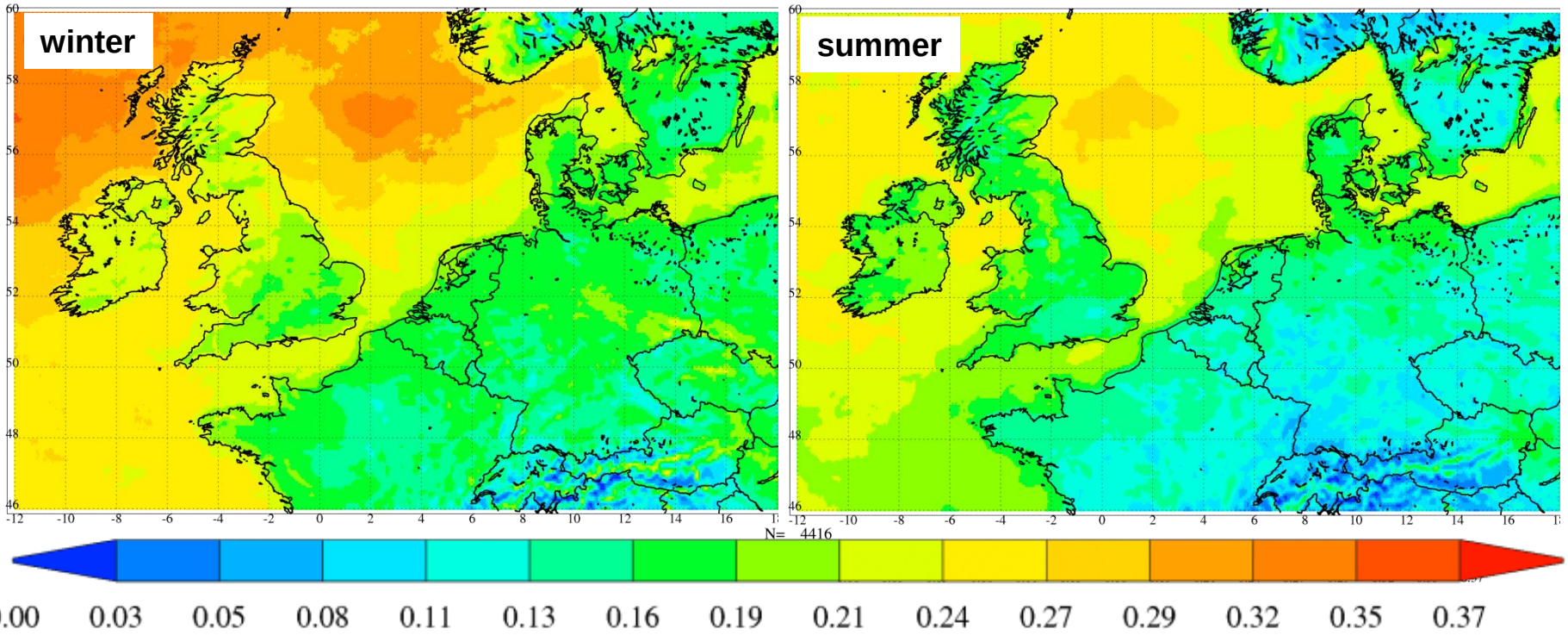


- Faktor 2 für Offshore/Onshore

ForWind
Center for Wind Energy Research

RMSE of fc error at Day 2 (2007&2008)

Are there regional differences in predictability of wind power?
Here: Normalization with rated capacity

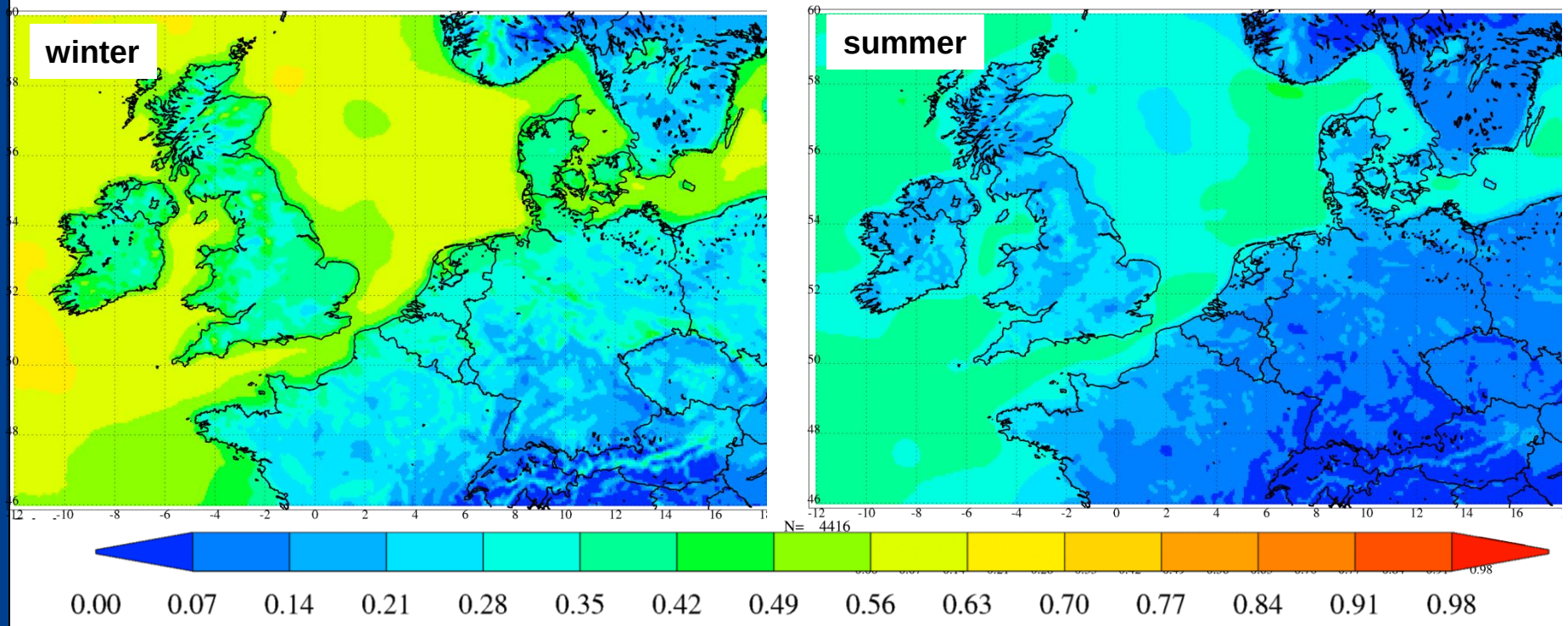


→Onshore predictability is higher
→Summer is better than winter

?

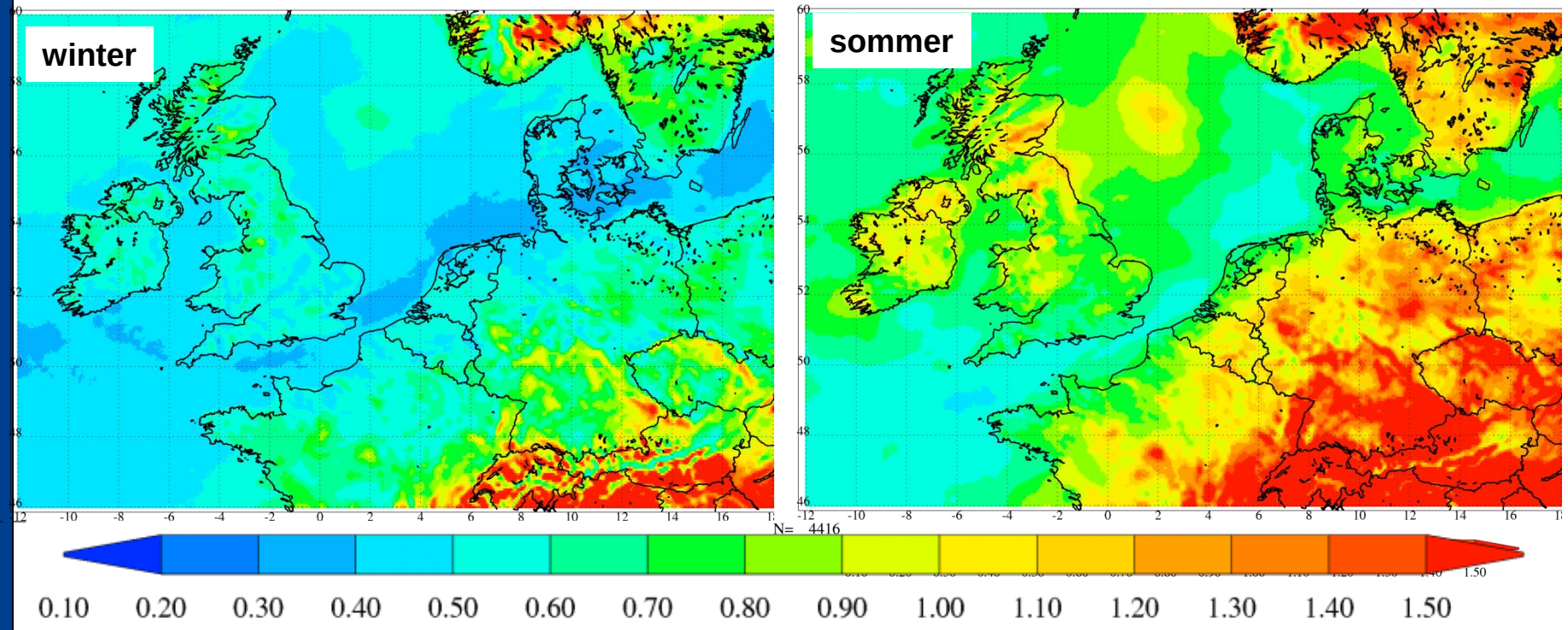
ForWind
Center for Wind Energy Research

Saisonal load factor (2007&2008)



→High saisonal differences in energy yield

RMSE of fc error at Day 2 (normalized with produced wind power)

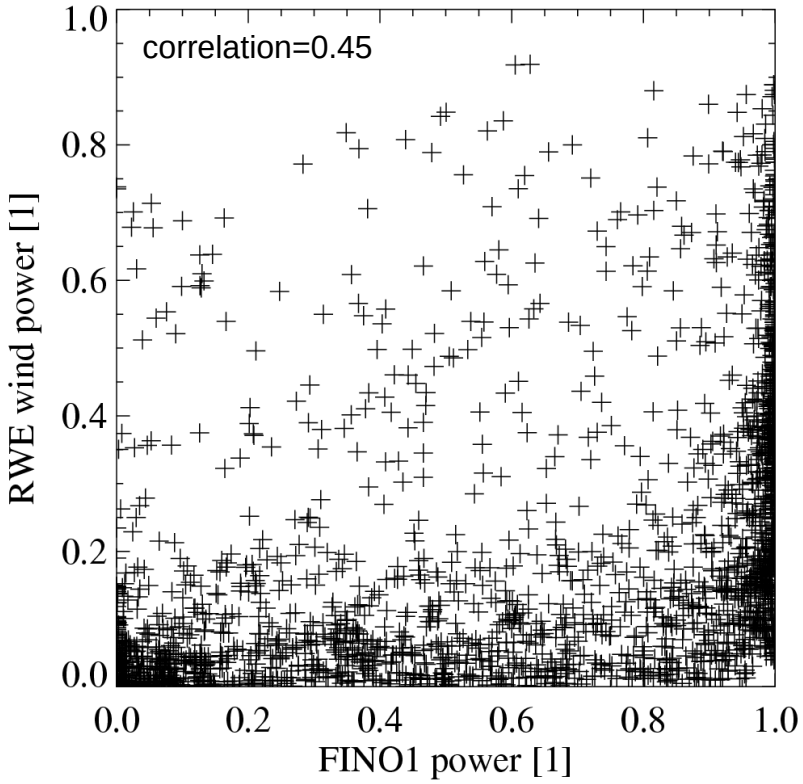


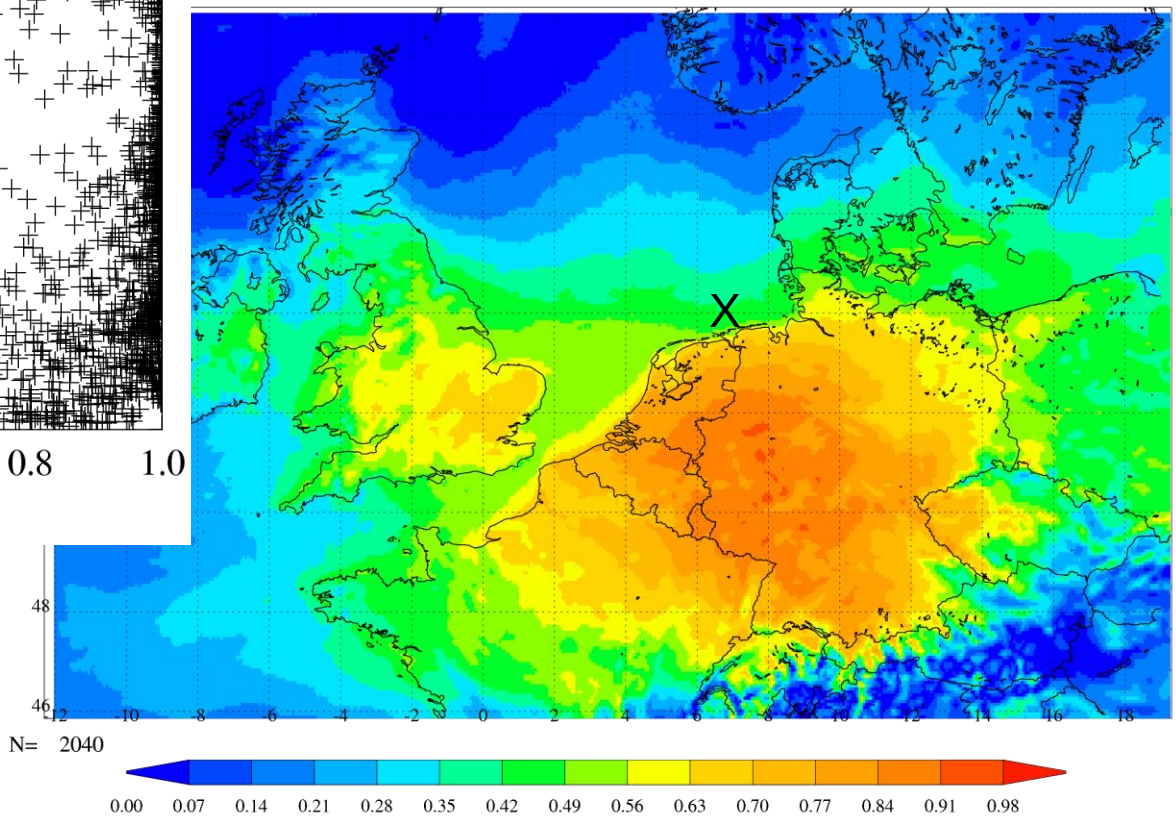
→Lower predictability in summer, in particular for complex terrain
→offshore is better (but can also be troublesome in summer!)

ForWind
Center for Wind Energy Research

Simulation der Vergleichmäßigung von Windleistung

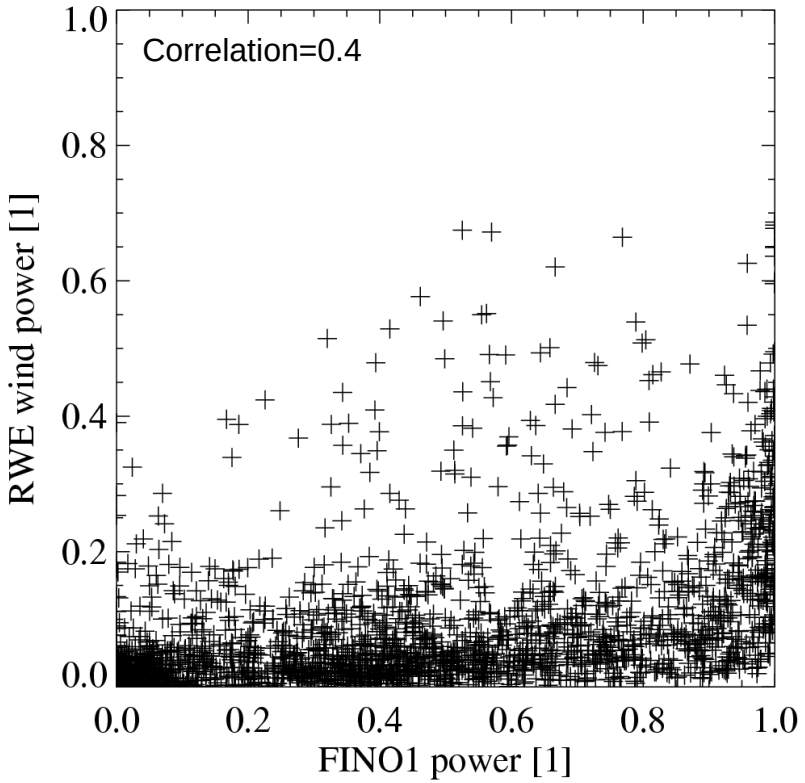
Power Correlation with simulated Amprion feed-in (Winter)

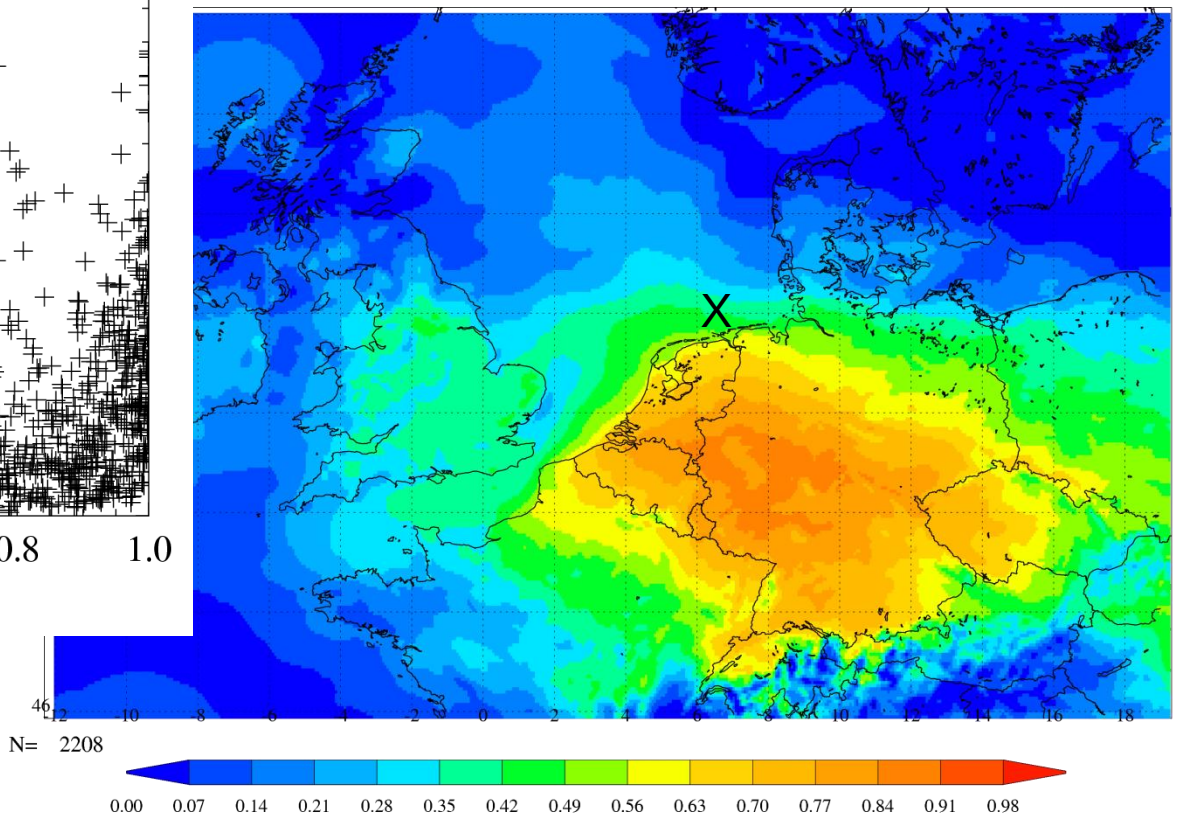




ForWind
Center for Wind Energy Research

Power Correlation with simulated Amprion feed-in (Summer)

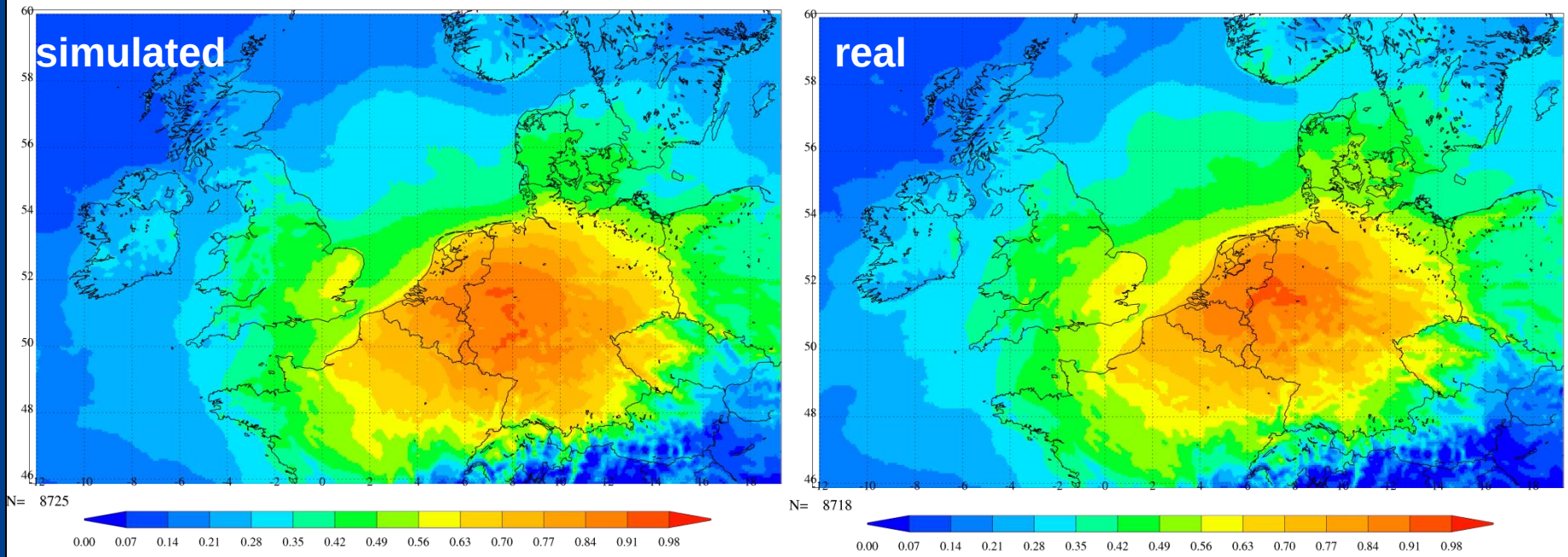




→better smoothing capabilities in summer

ForWind
Center for Wind Energy Research

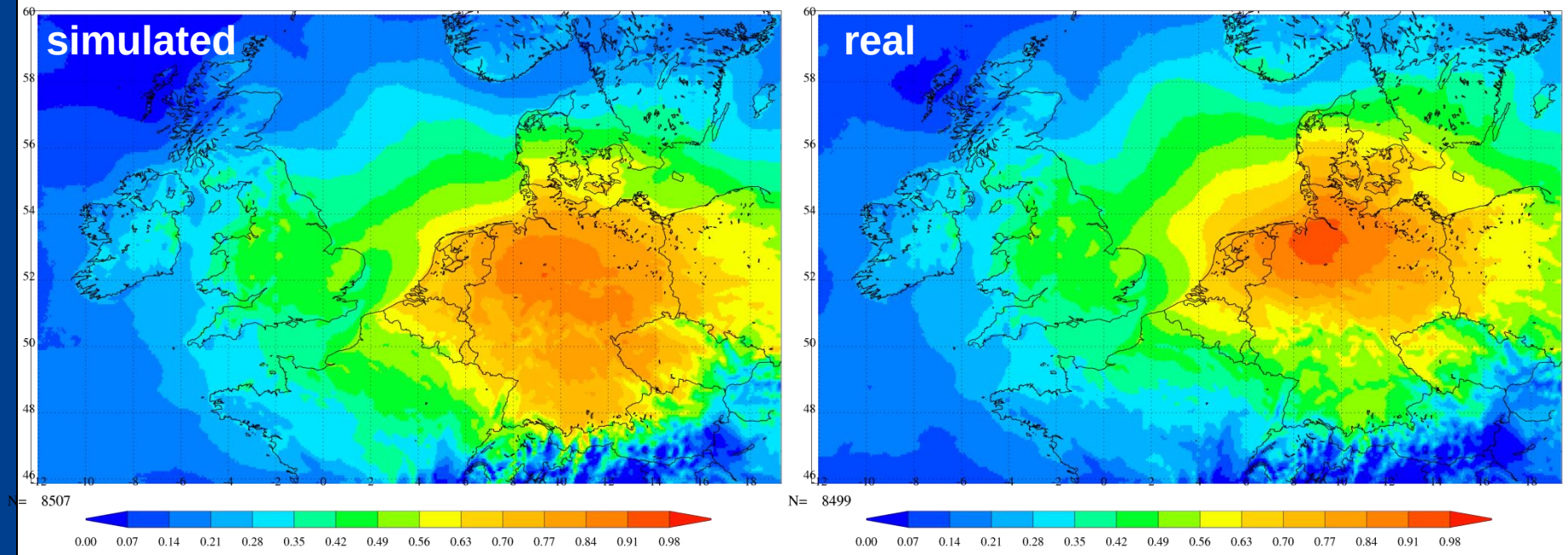
Correlation with simulated and „real“ Amprion feed-in data (2008)



- Trotz der groben Annahmen (homogene Verteilung, 5MW Powercurve, einheitliche Nabenhöhe) relativ gute Übereinstimmung.
- Korrelation von simulierter und „realer“ Zeitreihe: 0.94

ForWind Center for Wind Energy Research

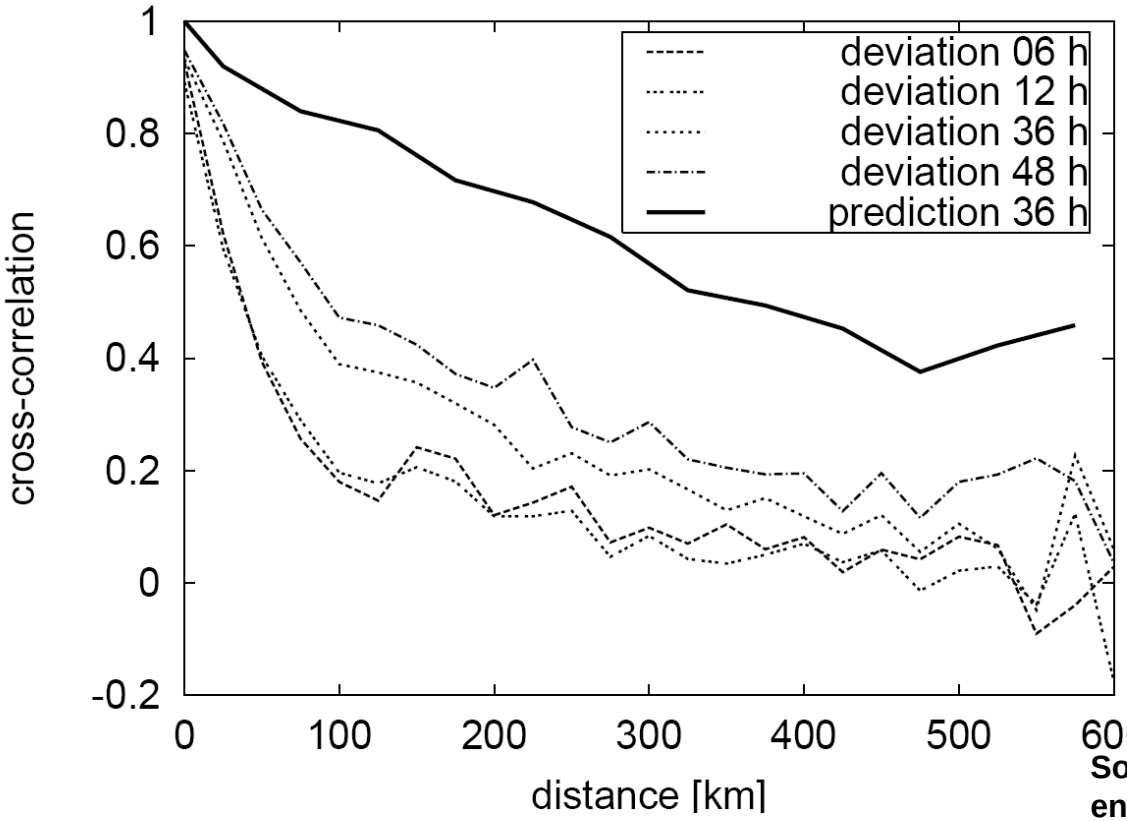
Correlation with simulated and „real“ TenneT feed-in data (2007)



Homogene Verteilung der Kapazität „grob“ unvollständig

ForWind
Center for Wind Energy Research

(Kreuz)Korrelation des Vorhersagefehlers
aus Einzelanlagen

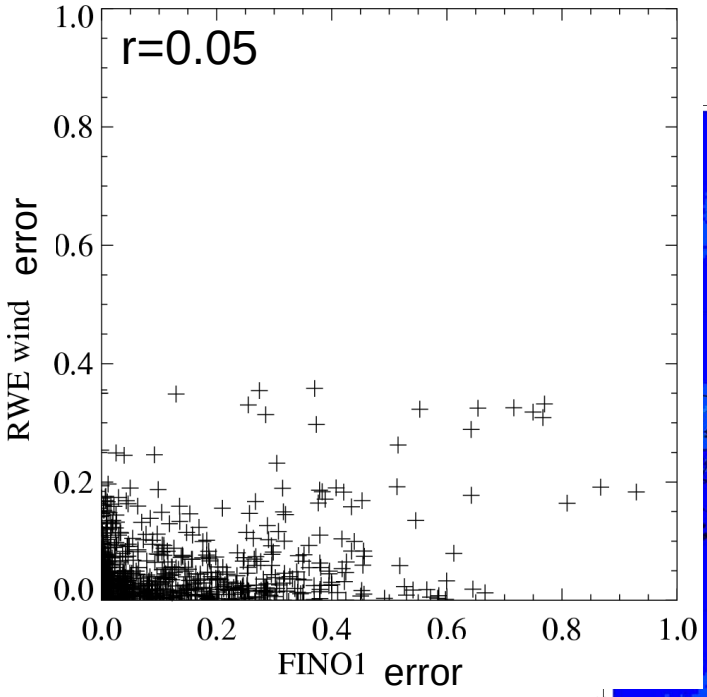


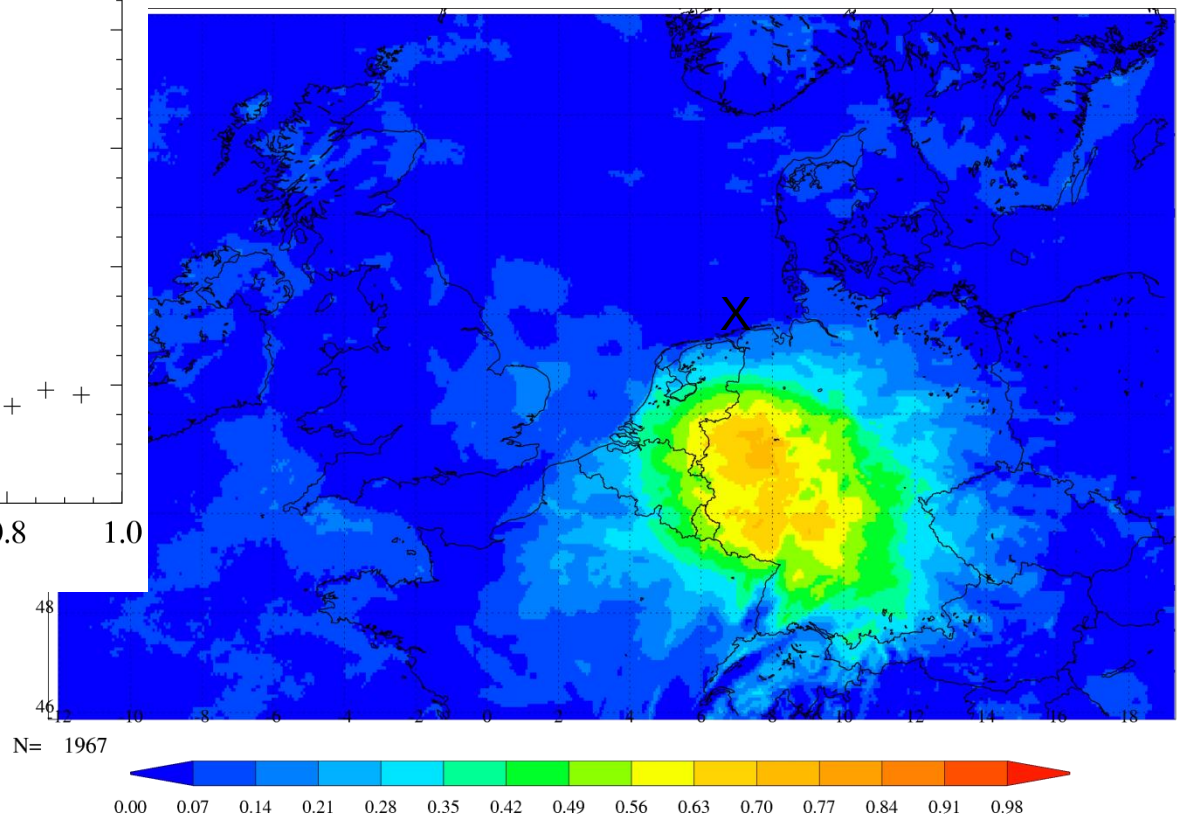
Source:
energy & meteo systems GmbH

- Sehr stark abnehmend mit dem Abstand
- Höhere Korrelation bei großen Vorhersagehorizont

ForWind
Center for Wind Energy Research

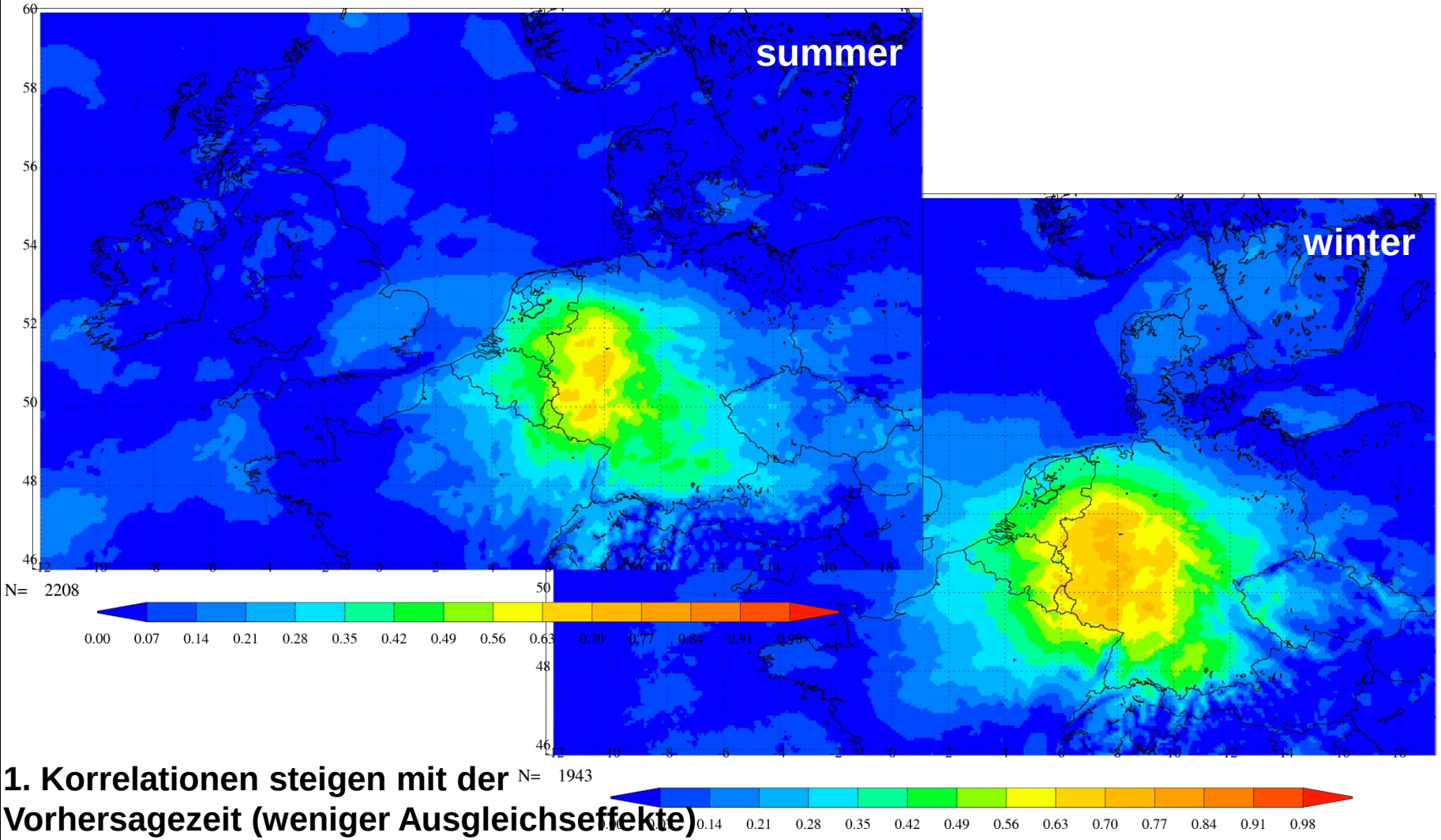
25-48h fc error correlation Amprion (2007, winter)





ForWind
Center for Wind Energy Research

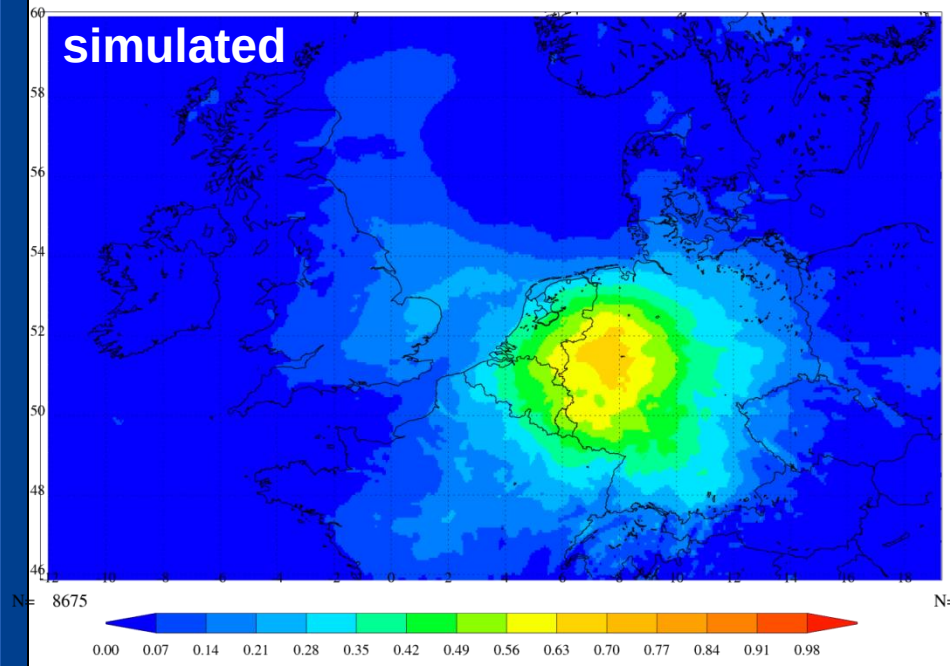
49-72h fc error correlation Amprion (2007)

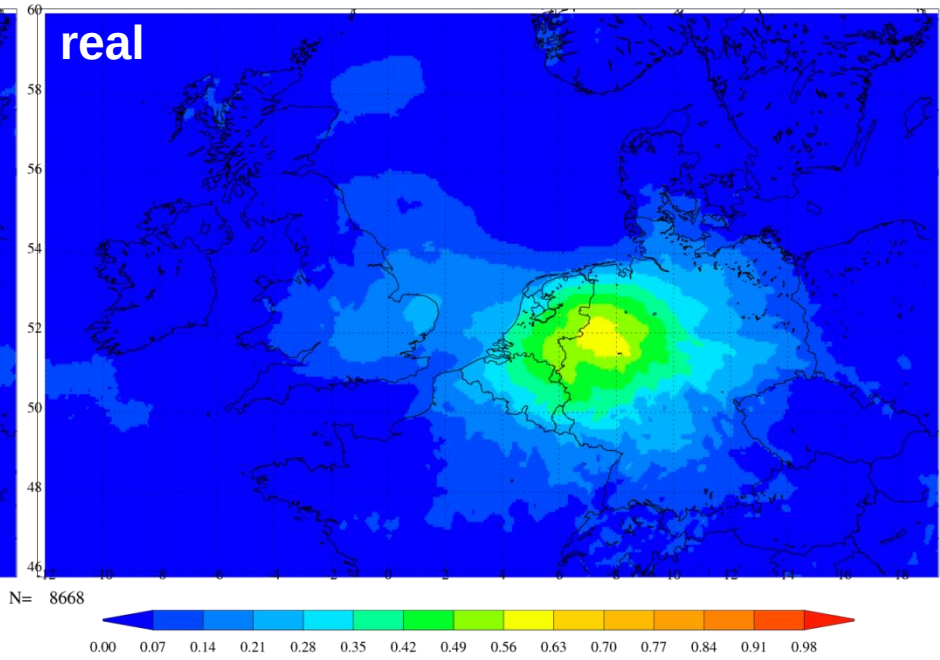


1. Korrelationen steigen mit der Vorhersagezeit (weniger Ausgleichseffekte)
2. Jahreszeitliche Unterschiede (Sommer besser als Winter)

ForWind
Center for Wind Energy Research

Comparision of fc error correlation with simulated and „real“ Amprion feed-in, day-ahead 2008



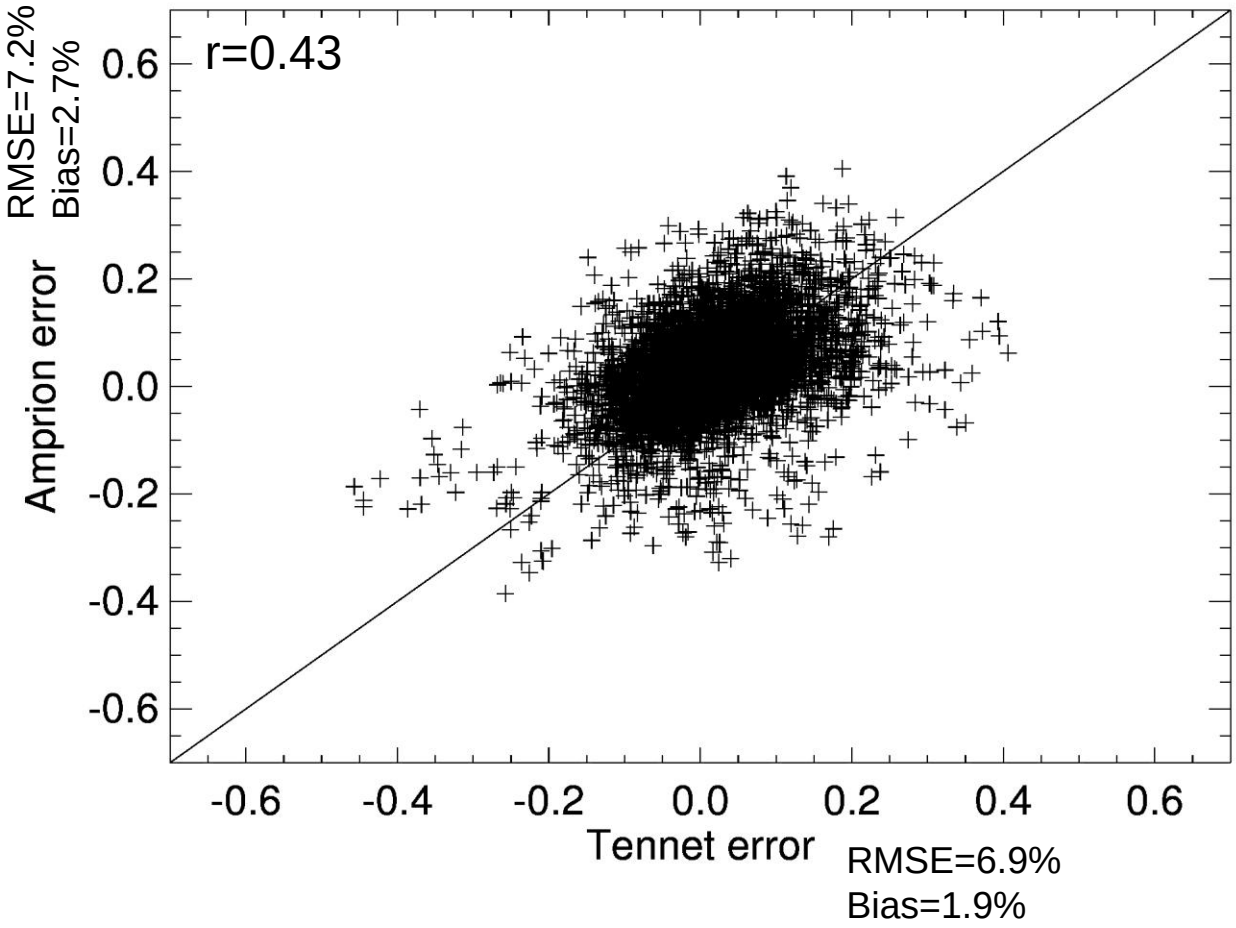


Rein simulierte Korrelationen zu hoch→Vergleichmäßigung mit „realen“ Daten ist besser

Aber: Validierung der Vorhersagen mit Analysen des gleichen Modells ist problematisch

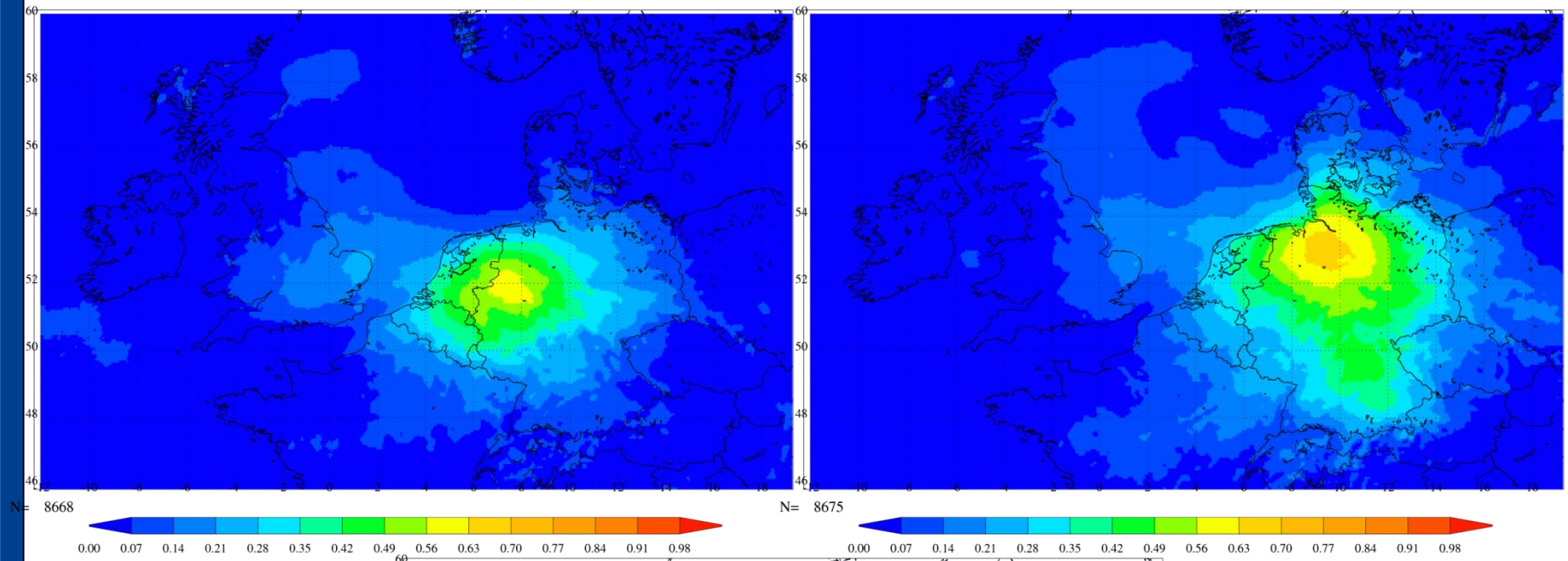
ForWind
Center for Wind Energy Research

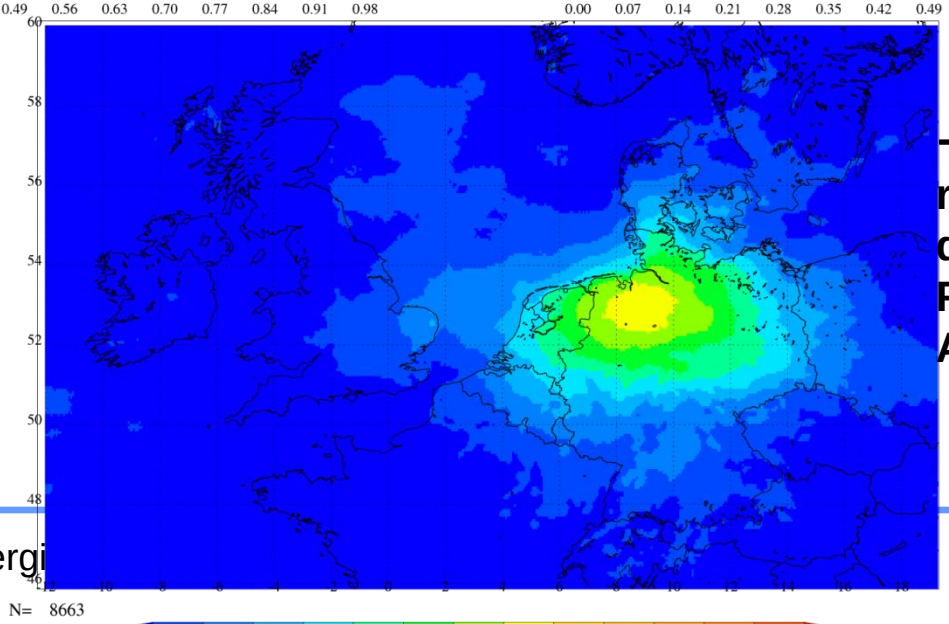
Correlation of real fc error for Amprion & Tennet, 2008 as published (Websites)



ForWind
Center for Wind Energy Research

Amprion, Tennet fc error smoothing, 2008



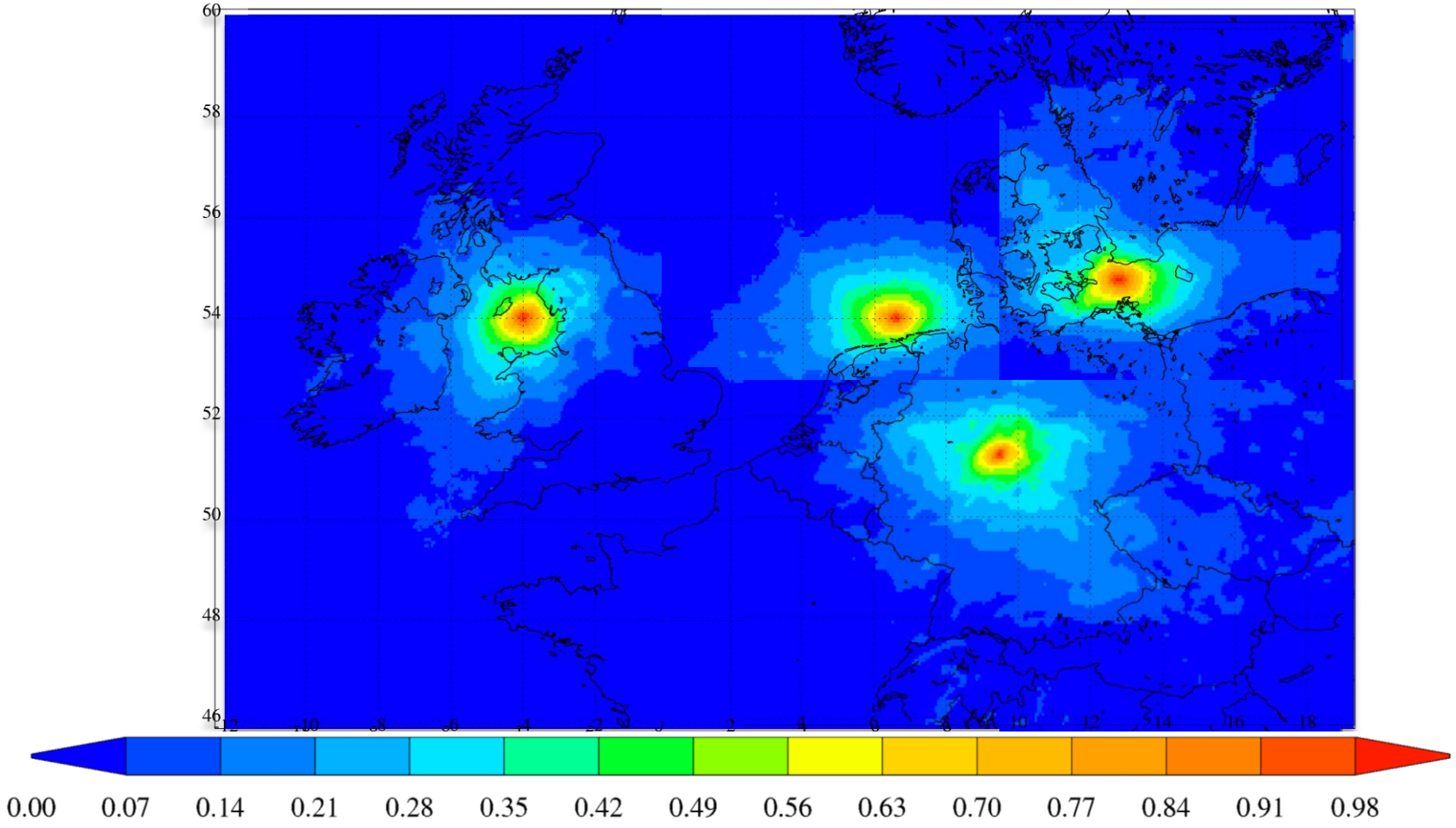


→Verringerung der räumlichen Korrelation des gemeinsamen Fehlers, d.h. bessere Ausgleichseffekte

ForWind
Center for Wind Energy Research

Auswahl von minimal korrelierten Standorten für maximalen Ausgleich von Vorhersagefehlern

hier: intraday Vorhersagefehler



ForWind
Center for Wind Energy Research

Zusammenfassung/Ausblick

- raum-zeitliche Analysen können mit Daten eines Wettermodells durchgeführt werden; die Abhängigkeit von der validierenden Analyse muss noch quantifiziert werden

- Vergleichmäßigung der Einspeisung und des Vorhersagefehlers ist im Sommer deutlich vorteilhafter als im Winter

- Vergleichmäßigung der Einspeisung ist in Nord-Süd Richtung effizienter als in West-Ost Richtung

- **ToDo: Entwicklung einer Metrik für „räumliche Vergleichmäßigung“, dann optimale Auswahl von Standorten für keine Gradienten und Prognosefehler**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Lueder.von.Bremen@forwind.de

Acknowledgements

This work was supported by the Federal Ministry for Science and Culture of Lower Saxonv and the EC in the *SafeWind* Project.