

Wir sind Pavana



THE  
WIND &  
SITE  
EXPERTS.



Wir sind Pavana



Entwicklung eines  
Extremwindatlas für  
Deutschland auf Basis  
von Messdaten und  
kalibrierten  
Mesoskalzeitreihen

06. November 2019

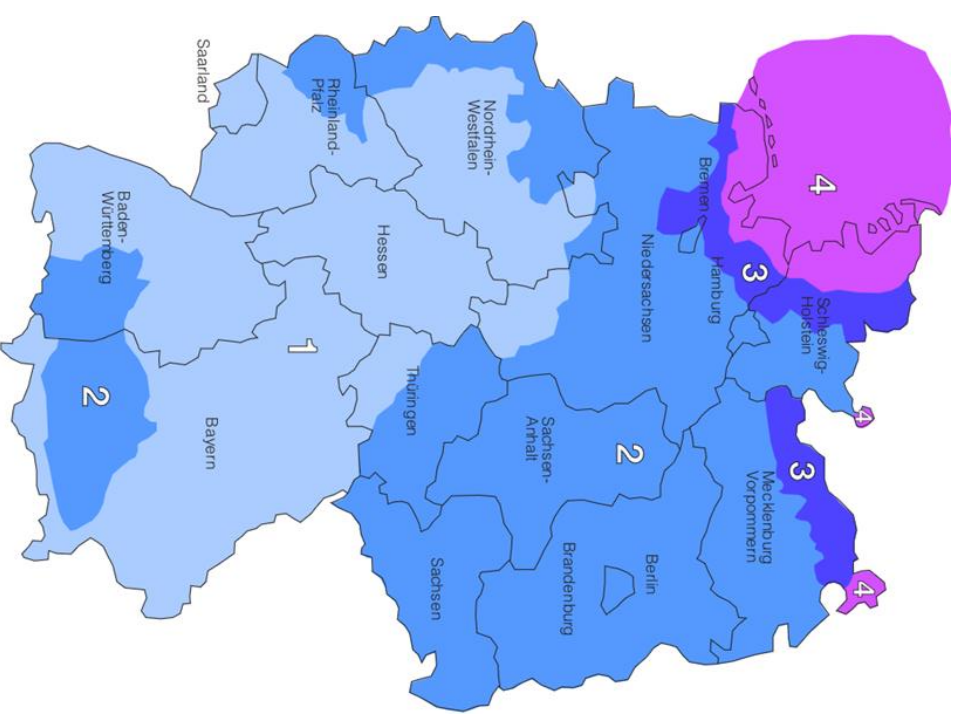
Leif Poschmann

# Gliederung

- + Einführung
- + Datengrundlage
- + Methoden und Langzeitdaten
- + Extremwindanalyse der Messstandorte
- + Extremwindanalyse der Langzeitmessungen
- + Extrapolation auf Nabenhöhe
- + Übertragung auf Projektstandorte
- + Zusammenfassung

# Motivation und Ziel der Arbeit

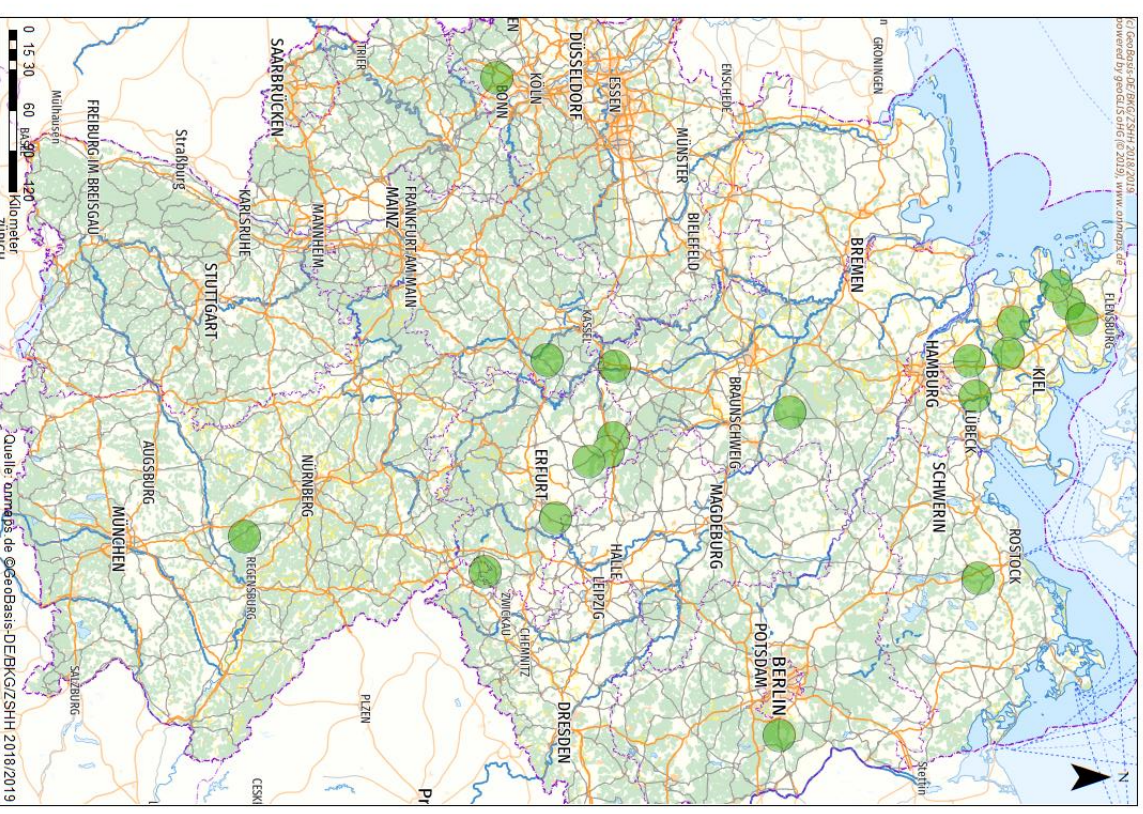
- + Standsicherheitsprüfung im WEA  
Genehmigungsverfahren
  - DIBt Richtlinie
  - DIBt Windzonenkarte
- + Entwicklung eines Prozesses zur Schätzung des Extremwindes  $V_{ref}$ 
  - Auf Basis von Messdaten, Reanalysedaten und einem Mesoskalenmodell



[1], Bild [2]

# Datengrundlage

- + 19 Referenzstandorte in Deutschland mit einjähriger Messperiode
- + Zusätzlich: 6 externe Langzeitmessstandorte



# Methoden und Langzeitdaten



- + Angewandte Methoden für Extremwindschätzungen in windPRO:
  - POT-N & Gumbel
  - Jährliches Maximum nach Gumbel
  - Weibull parent
- + Reanalysedaten
  - MERRA-2 und NCEP/NCAR
- + Mesoskalen-Modell
  - Emd ConWx

# Ref.-Standorte ohne Langzeitabgleich

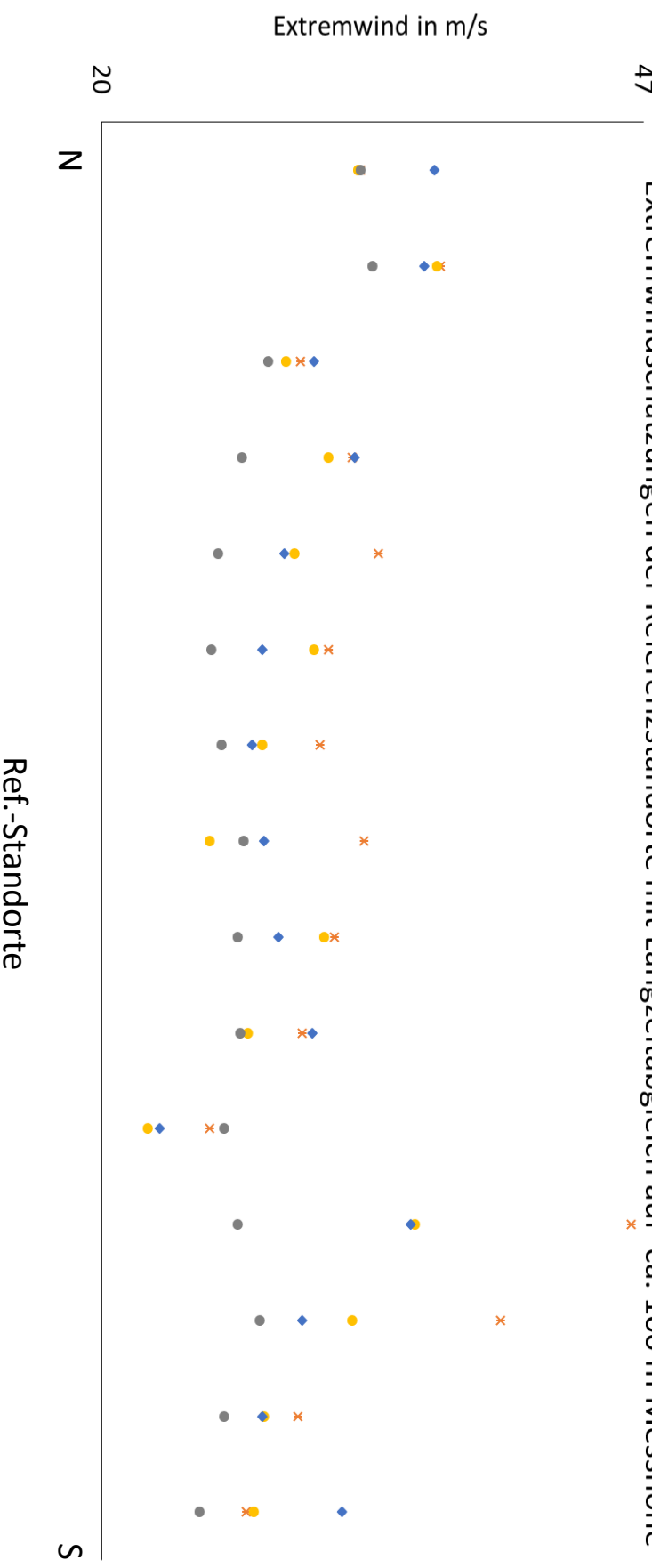
Extremwindgeschätzungen und max. Wind der Referenzstandorte auf ca. 100 m Messhöhe



- + Sturmbedingt hohe POT-N Gumbel-Ergebnisse in Mitteldeutschland
- + Weibull parent: 8 von 15 Standorte unter maximaler Messung
- keine Anwendung

## Ref.-Standorte mit Langzeitabgleich

47 Extremwindschätzungen der Referenzstandorte mit Langzeitabgleich auf ca. 100 m Messhöhe \*



\* POT-N Gumbel Messung • POT-N Gumbel langzeit Emd ConWx • POT-N Gumbel langzeit MERRA-2 ♦ POT-N Gumbel Emd ConWx

+ Indexkorrektur bei 14 von 15 Standorten < 1 mit Langzeitabgleich von Emd ConWx

+ Indexkorrektur eher ausgeglichen mit Langzeitabgleich von MERRA-2



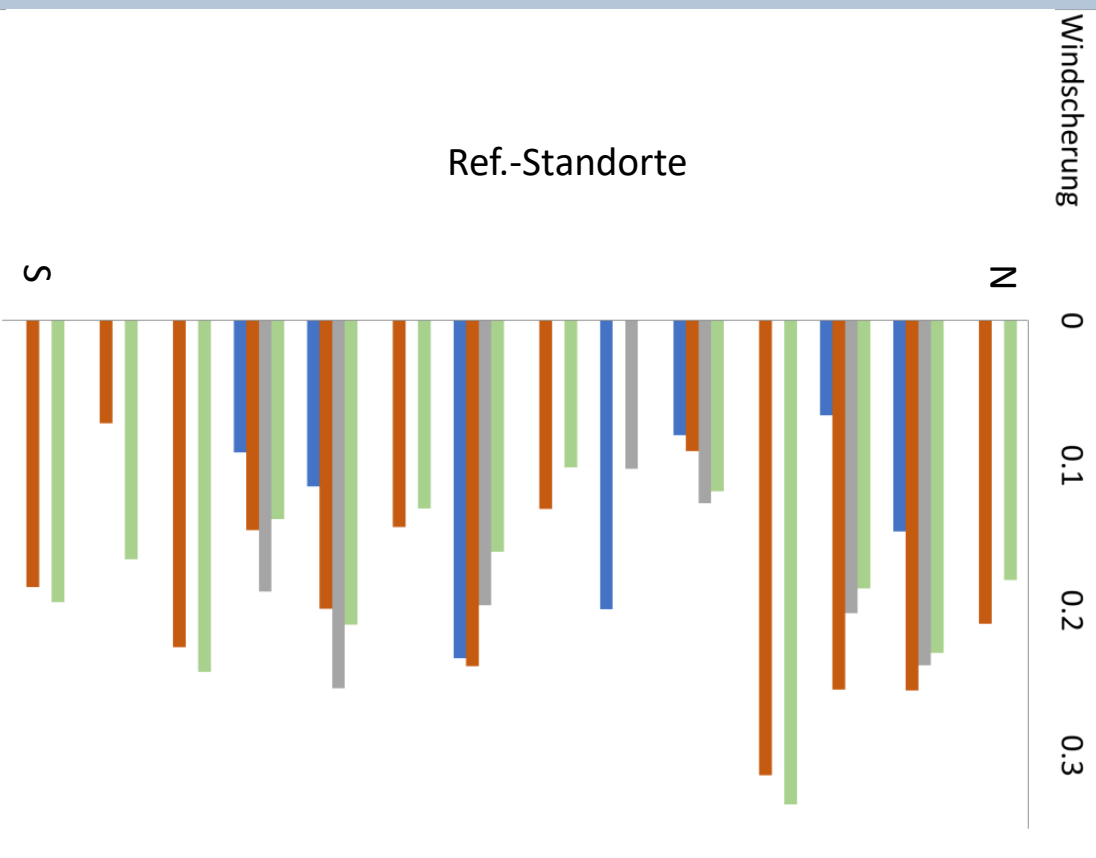
## Langzeitanalyse der ext. Messstandorte



- + Streuung der Extremwindschätzungen wird durch Langzeitabgleich reduziert
- + Emd ConWx u. MERRA-2 → Tendenz zur Unterschätzung
- + MERRA-2 zeigt bei 5 von 6 Standorten die geringsten Streuungen
- + NCEP/NCAR → Überschätzung von 0-3 m/s zum Zielbereich

# Extrapolation auf Nabenhöhe

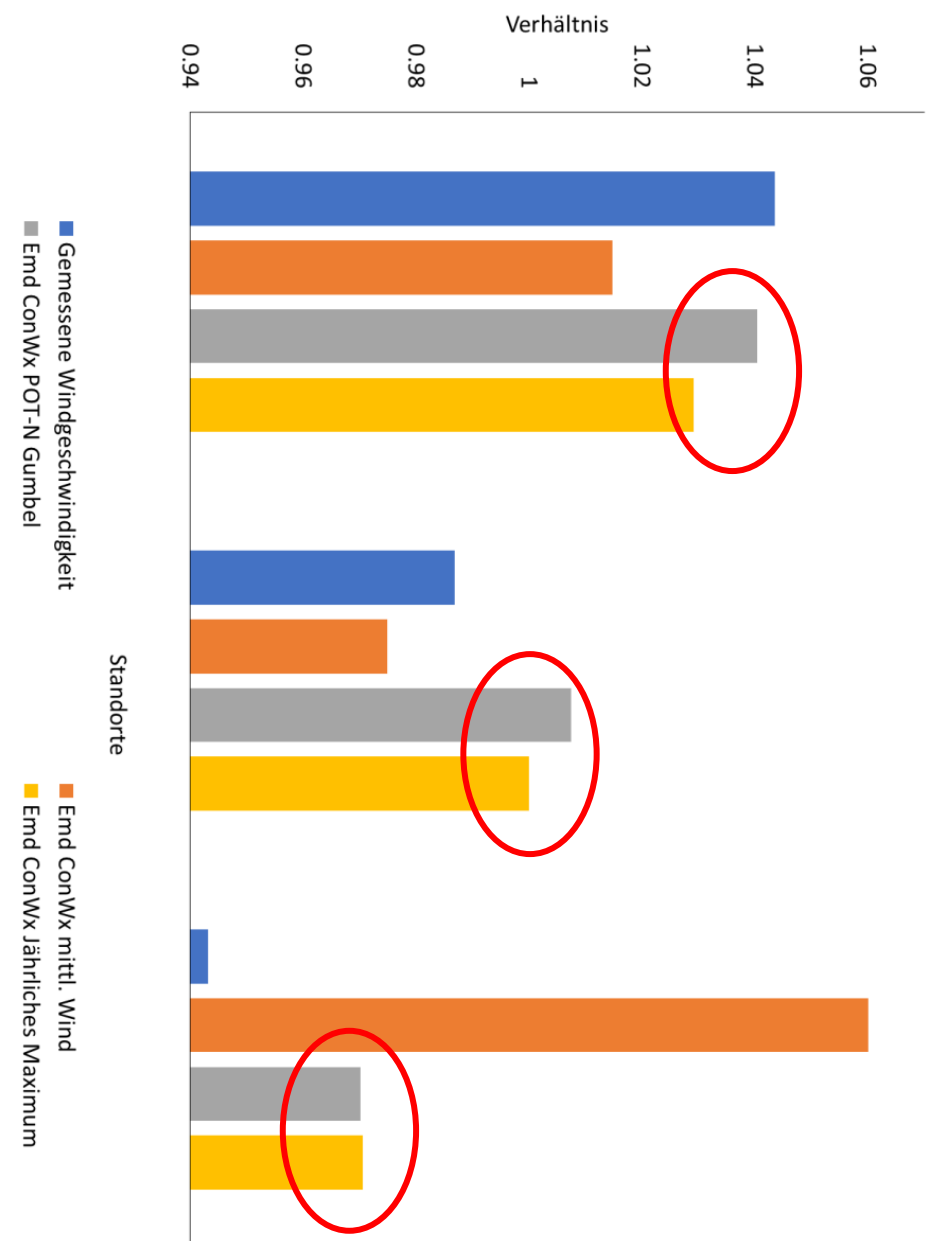
Windscherung in Vergleich verschiedener Höhen



- + Hohe Windscherungskoeffizienten auf Basis einjähriger Messungen
- + Höchster Windscherungskoeffizient ein Standort (nahe Waldgebiet)
- + Ergebnisse aus windPRO nicht besser als aus den drei maximalen Windgeschwindigkeiten

# Übertragung auf Projektstandorte

2-Standortvergleich auf Basis von Emd ConWx



+ Verhältnisse von POT-N &

Gumbel und dem jährlichen

Maximum zeigen gewisse

Unsicherheit → im Mittel

vertrauenswürdig

+ Berücksichtigung beider

Methoden als

konservativeren Ansatz

# Zusammenfassung



- + Erfolgreiche Entwicklung des Extremwindatlas
  - Unsicherheit in den Ergebnissen der Extremwindschätzungen
- + Große Streuung der Ergebnisse an den Referenzstandorten kann durch Langzeitabgleich mit Emd ConWx und MERRA-2 verbessert werden
- + Der Langzeitabgleich von MERRA-2 erzielt höchste Verbesserungsquote
- + Windscherungskoeffizienten für Extremwinde müssen durch Langzeitmessungen ermittelt werden
- + Übertragung auf Projektstandorte mit konservativerer Extremwindschätzung

Wir sind Pavana



Pavana GmbH  
Haus der Zukunftsenergien  
Otto-Hahn-Straße 12-16  
25813 Husum (Germany)  
Telefon: +49 4841 89 44 218  
poschmann@pavana-wind.com  
www.pavana-wind.com

06. November 2019

# Literaturverzeichnis

- (1) DIBt, "Richtlinie für Windenergieanlagen." [Online]. URL: <https://www.dibt.de/de/wir-bieten/technische-baustimmungen/#c1627>. [Zugriff am: 10.02.2019]
- (2) S. Kopp, "Windenergie im Binnenland." [Online]. URL: <http://www.windenergie-im-binnenland.de/windzonenrechner.php>. [Zugriff am: 12.12.2018].
- (3) F. Beyrich, "Messdaten Lindenberg, DWD. Persönliche Mitteilung, September 2018."
- (4) M. Kohler, J. Metzger, and N. Kalthoff (2018), "Trends in temperature and wind speed from 40 years of observations at a 200-m high meteorological tower in Southwest Germany. Persönliche Mitteilung, Oktober 2018."
- (5) Cabauw experimental site for atmospheric research, "Messdaten Cabauw, Cesar. Persönliche Mitteilung, September 2018."
- (6) M. Kreklau, "Messdaten FINO, BSH. Persönliche Mitteilung, September 2018."
- (7) Microsoft Office Support, "STABWN (Funktion)." [Online]. URL: <https://support.office.com/de-de/article/stabwn-funktion-1f7c1c88-1bec-4422-8242-e9f7dc8bb195>. [Zugriff am: 18.01.2019].
- (8) EMD International A/S, "windPRO Wiki: Hauptprüfung Extremwind." [Online]. URL: [http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Hauptprüfung%3A\\_Extremwind](http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=Hauptprüfung%3A_Extremwind). [Zugriff am: 18.09.2018].
- (9) B. Engelbrecht, "Introduction to Micrometeorology for Wind Energy, DTU. Persönliche Mitteilung, September 2018."

# Literaturverzeichnis

- (10) EMD International A/S, “windPRO Wiki: SITE COMPLIANCE-Berechnung.” [Online]. URL: [http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SITE\\_COMPLIANCE-Berechnung#Messmastdaten](http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SITE_COMPLIANCE-Berechnung#Messmastdaten). [Zugriff am: 18.09.2018].
- (11) EMD International A/S, “windPRO Wiki: SITE COMPLIANCE-Berechnung.” [Online]. URL: [http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SITE\\_COMPLIANCE-Berechnung#Messmastdaten](http://help.emd.dk/mediawiki/index.php?title=SITE_COMPLIANCE-Berechnung#Messmastdaten). [Zugriff am: 18.09.2018].
- (12) T. Leiding, “Meteorologische und ozeanografische Messungen auf den FINO-Plattformen während der Orkantiefs Christian und Xaver,” *DEWI Magazin Nr. 44*. [Online]. URL: [https://www.dewi.de/dewi\\_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin\\_44/04.pdf](https://www.dewi.de/dewi_res/fileadmin/pdf/publications/Magazin_44/04.pdf). [Zugriff am: 15.09.2018].
- (13) X. G. Larsén et al., “Extreme winds and waves for offshore turbines,” *DTU Wind Energy*. [Online]. URL: [http://orbit.dtu.dk/files/139272513/FinalReport\\_PSO12020\\_XWiWa\\_20171031.pdf](http://orbit.dtu.dk/files/139272513/FinalReport_PSO12020_XWiWa_20171031.pdf). [Zugriff am: 15.01.2019].
- (14) D. Bastine et al. 2018 J. Phys., “Extreme Winds in the New European Wind Atlas,” *Conf. Ser. 1102 012006*. [Online]. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1102/1/012006/pdf>. [Zugriff am: 15.01.2019].