

## Verifikation eines WRF-3 km Modells für die Anwendung im Bereich der Windenergie

J. Bethke and H.-T. Mengelkamp  
anemos GmbH, Reppenstedt, Germany (julia.bethke@anemos.de)

### 1 EINLEITUNG

Im Rahmen des Forschungsprojektes Windenergie im Binnenland II wurde ein hochaufgelöster Mesoskala-Datensatz entwickelt und mittels hohen Messmasten für die Anwendung im Bereich der Windenergie verifiziert. Mesoskala-Modelle helfen, die bodennahen Windverhältnisse zu quantifizieren und Kurzzeit-Windmessungen in einen langjährigen Kontext zu stellen. Hierfür ist eine hohe Qualität der Mesoskala-Daten notwendig. Der Fokus dieser Studie liegt auf der Fähigkeit des Modells, die höhenabhängigen Tagesgänge der Windgeschwindigkeit widerzugeben. Dies ist insbesondere bei zeitreihenabhängigen Untersuchungen, wie z.B. der Kombination mit stündlichen Strompreisen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung oder bei der Verlustberechnung aufgrund von Fledermausflug, Schall oder Schattenwurf von Bedeutung.

### 2 METHODEN

Der finale WRF Datensatz deckt Deutschland und Polen mit einer horizontalen Auflösung von 3 km und einer zeitlichen Auflösung von 10 min für einen Zeitraum von 20 Jahren (1995-2014) ab. Er resultiert aus einem Downscaling der MERRA-Reanalyse- und Reanalyse-Daten (Rienecker et al. 2011). Zur Verifizierung wurden Winddaten von 120 qualitativ hochwertigen und zertifizierten Anemometern, verteilt auf mehr als 40 Messmasten innerhalb eines Höhenbereichs von 30 bis 200 m aufbereitet. Es wurden nur Datensätze von 12 aufeinanderfolgenden Monaten zur Analyse herangezogen. Neben der Korrelation und dem Bias zwischen Modell- und Messdaten, wurden weitere für die Windenergiebranche wichtige Größen untersucht, wie z.B. Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit, Windrosen, Vertikalprofile und Extremwerte. Erstmals konnte auch die Fähigkeit, höhenabhängige Tagesgänge der Windgeschwindigkeit aufzulösen, im Detail analysiert werden.

### 3 ERGEBNISSE

Der finale WRF 3 km Datensatz weist bezüglich der Windgeschwindigkeit hohe stündliche Korrelationen auf ( $R^2$ : 0.5-0.9, im Mittel 0.7) und einen mittleren stündlichen Bias von -0.83%, der zwischen +7 und -10% schwankt. Dabei zeigen Korrelation und Bias für Onshore-Standorte einen Jahresgang, wobei die Korrelation in den Wintermonaten höher ist als im Sommer. Dies unterstreicht die Wichtigkeit, nur komplette Jahre zu analysieren. Bei Offshore-Standorten zeigt sich diese saisonale Abhängigkeit nicht; hier werden die Windgeschwindigkeiten im Mittel um 10% unterschätzt. Generell lässt sich sagen, dass das Modell in flachem Gelände bessere Ergebnisse erzielt als in komplexem oder bewaldetem Gelände.

Die Höhenabhängigkeit der Tagesgänge der Windgeschwindigkeit wird vom Modell sehr gut wiedergegeben. In den Mastmessungen zeigt sich nachts aufgrund der stabilen Schichtung der Atmosphäre i.d.R. eine große vertikale Windscherung, während die Scherung tagsüber (labile Schichtung) oft gering ausfällt. Dieses Verhalten wird vom WRF-3km Modell sehr gut eingefangen. Je nach Standort zeigen sich aber teilweise aufgrund der vorhandenen Orografie oder Rauigkeit auch sehr unterschiedliche Tagesgänge. Diese standortspezifischen Charakteristika werden ebenfalls sehr gut vom WRF Modell wiedergegeben.

### 4 SCHLUSSFOLGERUNG

Aufgrund der großen Datenbasis von qualitativ hochwertigen Windmessungen, welche in unterschiedlichsten Umgebungen durchgeführt wurden, war es möglich, eine aussagekräftige Verifizierung von Mesoskala-Modelldaten mit 3 km Auflösung durchzuführen. Die Ergebnisse zeigen die Genauigkeit des Modells für Anwendungen im Bereich der Windenergie und an Standorten mit unterschiedlicher Geländekomplexität und Rauigkeit.

### Danksagung

Teile dieses Projekts wurden durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorunsicherheit

gefördert. Die Windmessdaten stammen zum großen Teil vom Fraunhofer IWES und dem Deutschen Wetterdienst.

#### Literatur

Callies, D., Khadiri-Yazami, Z., Klaas, T., Horchler, T., Kühn, P., Lange, B. (2012), Utilization of Inland Wind Power - State of the project, Fraunhofer Institute for Wind Energy and Energy System Technology IWES, Kassel, EWEC, Germany

Rienecker, M.M., M.J. Suarez, R. Gelaro, R. Todling, J. Bacmeister, E. Liu, M.G. Bosilovich, S.D. Schubert, L. Takacs, G.-K. Kim, S. Bloom, J. Chen, D. Collins, A. Conaty, A. da Silva, et al. (2011), MERRA: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications. *J. Climate*, 24, 3624-3648, doi:10.1175/JCLI-D-11-00015.1.

Skamarock, et al.. A description of the Advanced Research WRF version 3. NCAR Tech. Note 2008. NCAR/TN-475+STR, 113 pp.