

GENERIERUNG RÄUMLICH UND ZEITLICH HOCH AUFGELÖSTER ONSHORE WINDEINSPEISEZEITREIHEN VON 2000 BIS 2015 FÜR DEUTSCHLAND

Raik BECKER¹, Daniela THRÄN²

Einleitung

Der rapide Ausbau der Windenergie an Land und auf See verlangt nach genaueren Modellen, um die Auswirkungen auf das Energiesystem und die Umwelt besser abschätzen zu können. Neben einer hohen zeitlichen Auflösung ist eine feinere räumliche Granularität von Bedeutung, da sich nur so regionale Auswirkungen der Energiewende sinnvoll beurteilen lassen. Des Weiteren sind Energiesystemmodelle auf hoch aufgelöste Windeinspeisezeitreihen angewiesen. Es ist das Ziel dieser Arbeit stündliche Windeinspeisezeitreihen auf Landkreisebene von 2000 bis 2015 für Deutschland mittels neuer Reanalyse-Windgeschwindigkeitsdaten zu generieren. Dabei werden diese Windgeschwindigkeitsdaten durch die Leistungskurven der Windturbinen in Windleistungszeitreihen umgewandelt.

Datengrundlage

Wetterdaten

Windgeschwindigkeiten, die im Modell in Windleistung durch die Leistungskurve transformiert werden, basieren auf dem neuen Reanalyse-Datensatz COSMO-REA6 (Quelle: Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung). Die räumliche Auflösung beträgt ca. 6 mal 6 km, wobei die stündlichen Windgeschwindigkeiten für relevante Höhen (35 bis 179 m) extrahiert wurden.

Windanlagendaten

Nabenhöhe, Rotordurchmesser, Nennleistung, Inbetriebnahmedatum und Standorte aller Windenergieanlagen wurden in dem Forschungsvorhaben EE-Monitor (gefördert durch das BfN) aus den 16 dafür verantwortlichen Bundesländerbehörden zusammengetragen. Zur Vervollständigung wurde ein Random-Forests-Ansatz gewählt, der in [1] genauer beschrieben ist.

Kalibrierungsdaten

Die Kalibrierung kann mangels genauerer regionaler Zeitreihen nur räumlich aggregiert erfolgen. Daher basiert die Kalibrierung und Parametrisierung des Modells auf den stündlichen Onshore Windeinspeisezeitreihen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (siehe www.netztransparenz.de).

Methodik

Die Modellstruktur ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Der erste Teil besteht aus der Modellierung der Windenergieeinspeisung und der zweite Teil aus der Kalibrierung der Eingangsparameter für einige Jahre (2012-2015) in denen belastbare Referenzzeitreihen verfügbar sind. Im ersten Teil werden die Windgeschwindigkeiten aus COSMO-REA6 auf Nabenhöhe interpoliert und durch eine standardisierte Windleistungskurve für jede Windenergieanlage in Windleistung transformiert. Die standardisierte Windleistungskurve wird durch folgende Parameter beschrieben: Anlauf- und Abriegelungswindgeschwindigkeit sowie Leistungskoeffizient (zur Bestimmung der Nennwindgeschwindigkeit auf Basis der Rotorfläche). Des Weiteren wird die Leistungskurve mit einem Gaußfilter geglättet. Zur Kalibrierung dieser Parameter werden alle Einspeisezeitreihen zu einer Landesganglinie aggregiert, um diese mit den Hochrechnungen der deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zu vergleichen, da auf räumlich kleineren Skalen keine Vergleichszeitreihen vorliegen. Diese Kalibrierung erfolgt nur für die Jahre 2012-2015, da nur für diesen Zeitraum ÜNB-Zeitreihen zur Verfügung stehen. Die für diesen Zeitraum ermittelten Parameter werden daher auf die vorangegangenen Jahre übertragen.

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ, Department Bioenergie, Permoserstraße 15, 04318 Leipzig, Tel.: +49 341 243-4593, raik.becker@ufz.de, www.ufz.de

² DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH, Bereich Bioenergiesysteme, Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig, Tel.: +49 341 243-4435, daniela.thran@dbfz.de, www.dbfz.de

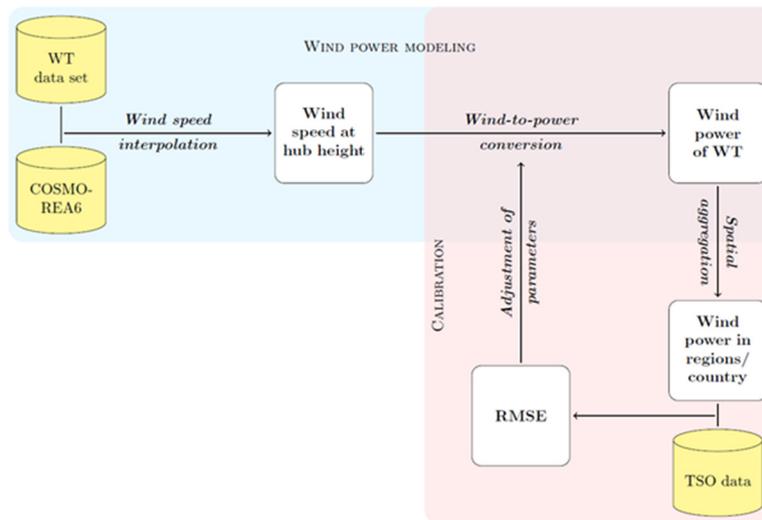


Abbildung 1: Modellstruktur

Ergebnisse

In den Jahren von 2012 und 2015 werden jeweils der jährliche RMSE und das Bestimmtheitsmaß berechnet und für verschiedene Parameterkombinationen verglichen. Abbildung 2 zeigt einen Scatterplot für 2013, wobei die stündliche Windeinspeisung des Modells auf der Abszisse und die ÜNB-Zeitreihe auf der Ordinate aufgetragen sind. Der RMSE beträgt 899 MW und R^2 0,97, was einer sehr hohen Übereinstimmung entspricht. In Abbildung 3 ist die regionale Einspeisung exemplarisch für den 01.01.2013 00:00 Uhr (UTC) dargestellt.

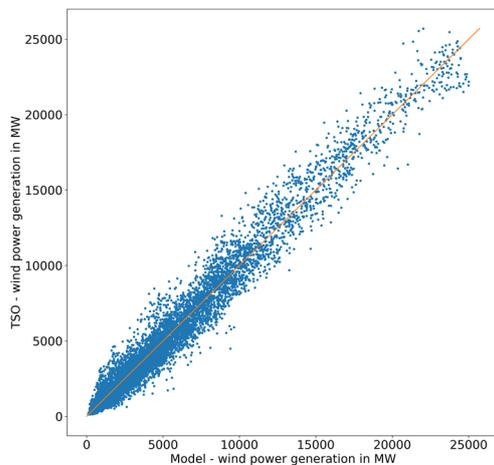


Abbildung 2: Scatterplot: Modelloutput/ÜNB-Zeitreihe in MW

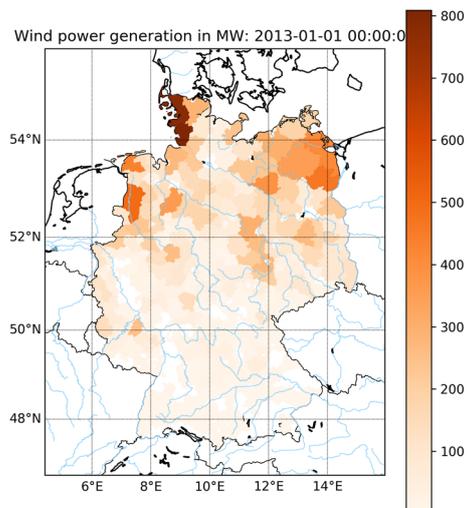


Abbildung 3: Windeinspeisung pro Landkreis am 01.01.2013 00:00 Uhr (UTC) in MW

Es lässt sich insgesamt feststellen, dass regionale Reanalysemodelldaten gut geeignet sind, um genauere räumlich hoch aufgelöste Windeinspeiszeitreihen zu generieren.

Literatur

- [1] R. Becker, D. Thrän (2017): Completion of wind turbine data sets for wind integration studies applying random forests and k-nearest neighbors. Applied Energy 208C (2017), pp. 252-262.