

Bessere Ertragsprognosen für die Windenergie durch weniger Unsicherheit bei der Windressourcenbestimmung

Development of a New European Wind Atlas

B. Witha, M. Dörenkämper, G. Steinfeld, L. Vollmer, ForWind, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Kurzgefasst

- Erstellung eines neuen numerischen Windatlases für Europa
- Hochauflösende LES von internen atmosphärischen Grenzschichten im Küstenbereich sowie der Strömung über topografisch komplexem Gelände
- Durchführung mesoskaliger Simulationen zur Vorbereitung und Erstellung des Windatlases

Dieses HLRN-Projekt soll das kürzlich gestartete internationale Vorhaben "Development of a new European Wind Atlas" (NEWA) begleiten, das im Rahmen des "ERA-NET Plus"-Programms der Europäischen Kommission ins Leben gerufen wurde und an dem europaweit etwa 30 Partner aus 8 Ländern teilnehmen. Ziel des Vorhabens ist eine wesentliche Steigerung der Qualität von Ertragsberechnungen für europäische Windenergieprojekte, indem die Unsicherheiten in der Ressourcenbestimmung durch neue Ansätze in der Windfeldmodellierung in Verbindung mit Messkampagnen reduziert werden. Hierdurch werden deutliche Kostenreduzierungen in künftigen Windparkprojekten erwartet.

Während bislang in der Regel lineare Strömungsmodelle für die Ressourcenbestimmung eingesetzt wurden, findet aktuell dank der Verfügbarkeit der notwendigen Rechenressourcen vermehrt eine Umstellung auf nicht-lineare Strömungsmodelle, kombiniert mit mesoskaligen Modellen statt. Aufgrund der heutigen Höhe der Windenergieanlagen muss die atmosphärische Grenzschicht bei der Ressourcenbestimmung berücksichtigt werden. Mesoskalige Modelle können jedoch die durch mikroskalige Besonderheiten bedingte Windvariabilität nicht akkurat vorhersagen.

Die wesentlichen Bestandteile des NEWA-Projektes sind:

1. Erstellung und Veröffentlichung eines neuen Europäischen Windatlases in elektronischer Form mit folgendem Inhalt: Windressourcen und deren Unsicherheiten, Extremwindverhältnisse und deren Unsicherheiten, Turbulenzeigenschaften, widrige Wetterbedingungen und deren Auftrittswahrscheinlichkeit,

Angaben zur Vorhersagbarkeit im Kurzfristbereich und deren Unsicherheiten, Leitfaden zur Nutzung der Daten für "Micro-Siting"-Anwendungen.

2. Entwicklung von Open-Source-Modellen zum dynamischen Downscaling und deren Validierung durch Messkampagnen mit dem Ziel einer neuen hochauflösenden Windressourcen- und Extremwind-Klimatologie für Europa. Die zu entwickelnden Methoden werden vollständig dokumentiert und öffentlich zugänglich gemacht.

3. Durchführung von Messkampagnen zur Validierung der zur Erstellung des Windatlases verwendeten Modellkette an mindestens fünf Standorten mit weitgehend unterschiedlichen topografischen und klimatologischen Eigenschaften.

ForWind an der Universität Oldenburg beteiligt sich an diesem Projekt zum einen mit Grobstruktur-simulationen (Large-Eddy Simulationen, LES) mit dem LES-Modell PALM [1,2] zur Vorbereitung und Validierung der Messkampagnen sowie zum anderen mit mesoskaligen Simulationen als wesentlicher Bestandteil der im NEWA-Projekt zu entwickelnden Modellkette.

LES sollen aufgrund ihrer hohen Rechenanforderungen zwar kein Bestandteil der Modellkette sein, mit welcher letztendlich der Windatlas generiert werden soll, sie sind jedoch im Projekt von wesentlicher Bedeutung, da sie die Möglichkeit bieten, räumlich und zeitlich hochaufgelöste Daten unter kontrollierten Umgebungsbedingungen zu erhalten. So sollen beispielsweise zusätzliche Datensätze für weniger komplexe Testfälle (im Vergleich zu den Messkampagnen) erzeugt werden, die zur Verifizierung der im Projekt zu entwickelnden meso- und mikroskaligen Modelle dienen sollen. Des Weiteren sollen LES zur Planung, Begleitung und Nachsimulation von Messkampagnen durchgeführt werden.

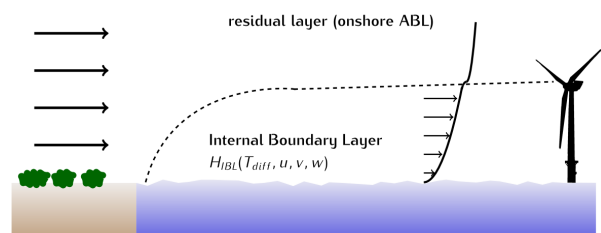


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Entwicklung einer internen Grenzschicht beim Übergang einer Strömung von Land aufs Meer.

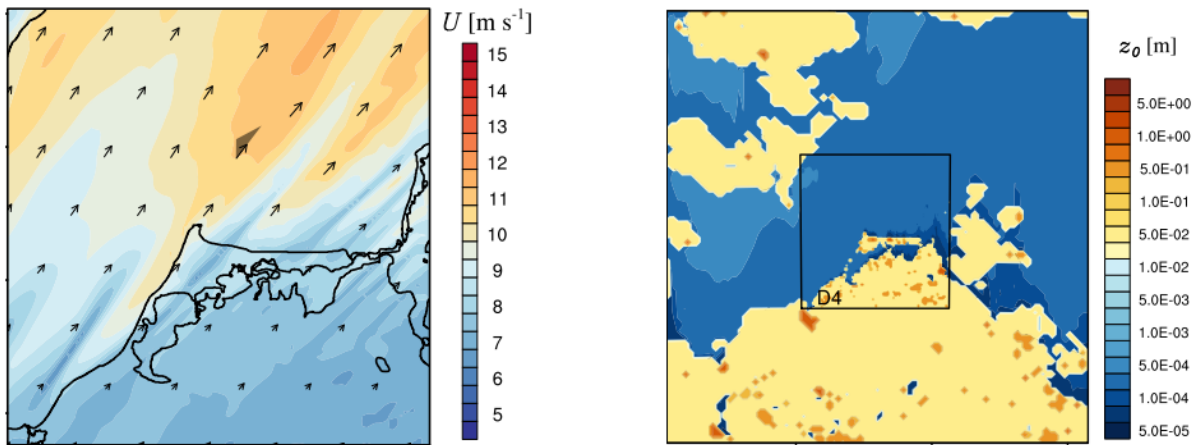


Abbildung 2: Links: Sehr heterogenes Windfeld bei stabiler Schichtung im Bereich der deutschen Ostseeküste, simuliert mit dem mesoskaligen Modell WRF. Rechts: Im Modell vorgegebene Oberflächenrauigkeiten, welche unterschiedliche Landnutzungen darstellen und das küstennahe Windfeld deutlich beeinflussen.

Schwerpunkt des vorliegenden HLRN-Projektes ist die Simulation der internen atmosphärischen Grenzschicht beim Übergang einer Strömung vom Land aufs Meer (schematisch in Abbildung 1 dargestellt) und umgekehrt. Hierbei sollen verschiedene numerische Parameter wie Auflösung und Modellgebietsgröße sowie atmosphärische Parameter wie Schichtung, Temperaturunterschied zwischen Land und Meer, Rauigkeitslänge und Windgeschwindigkeit variiert werden, um deren Einfluss auf die Ausbildung einer internen Grenzschicht zu untersuchen. Außerdem ist geplant, den Einfluss von Heterogenitäten im Küstenbereich auf die marine atmosphärische Grenzschicht, der bereits in mesoskaligen Simulationen festgestellt wurde (siehe Abbildung 2 und [3]), mit LES zu untersuchen. Die Heterogenitäten sollen dabei durch verschiedene Rauigkeitslängen und Wärmeflüsse vorgegeben werden. Neben idealisierten Studien sollen auch reale Situationen nachsimuliert werden. Hierzu erfolgt ein Antrieb der LES durch mesoskalige Simulationen des WRF-Modells. Die Simulationsergebnisse sollen mit Messungen validiert werden und mit Ergebnissen rein mesoskaliger Simulationen verglichen werden. Da die stabile interne Grenzschicht über dem Meer und insbesondere in Küstennähe meist sehr flach ist (0 - 100 m) und die Turbulenzelemente in der stark stabilen Schichtung entsprechend klein sind, ist eine hohe räumliche Auflösung notwendig (Gitterweiten im Bereich von wenigen Metern). Gleichzeitig muss das Modellgebiet sehr groß sein (z.B. 10 x 30 km), da der Einfluss der Küste auch weit stromabwärts über dem Meer noch stark ausgeprägt ist und auch Heterogenitäten von realer Größenordnung berücksichtigt werden sollen. Solch aufwändige Simulationen können nur auf Höchstleistungsrechnern wie dem HLRN-System realisiert werden.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes ist die Simulation der Strömung über topografisch komplexem Gelände. Im Anschluss an idealisierte Studien mit schrittweiser Erhöhung der Komplexität, sollen Simulationen begleitend zu den im NEWA-Projekt durchgeführten Messkampagnen in Portugal und bei Kassel erfolgen, um sowohl das Modell zu validieren als auch zusätzliche Informationen über die Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet zu liefern.

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen mesoskalige Simulationen mit dem frei verfügbaren Modell WRF durchgeführt werden. WRF wird auch zentraler Bestandteil der im Verlauf des NEWA-Projektes zu entwickelnden Modellkette sein, mit der schließlich der Windatlas generiert werden soll.

WWW

<http://www.energiemeteorologie.de>

Weitere Informationen

- [1] B. Maronga, M. Gryschka, R. Heinze, F. Hoffmann, F. Kanani-Sühring, M. Keck, K. Ketelsen, M. O. Letzel, M. Sühring, S. Raasch, *Geosci. Model Dev. Discuss.*, **8**, 1539-1637 (2015). doi: 10.5194/gmdd-8-1539-2015
- [2] <http://palm.muk.uni-hannover.de>
- [3] M. Dörenkämper, M. Optis, A. Monahan, G. Steinfeld, *Boundary-Layer Meteorol.*, published online (2015). doi:10.1007/s10546-015-0008-x

Förderung

BMW, EU