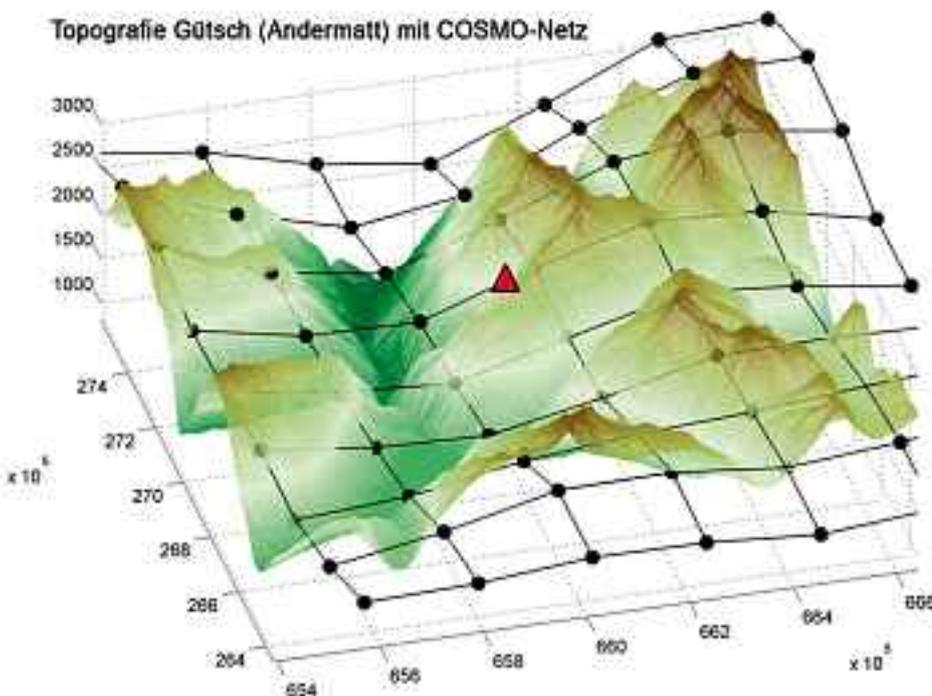


Planbare Windstromproduktion

Schwierige Prognosen

Wichtiges Element der Stromeinspeisung von Windenergieanlagen ins Netz ist eine verlässliche Vorhersage der Produktion. In schwieriger Topografie stellt dies eine Herausforderung dar. Mit verfeinerter Simulation können Kurzfristprognosen erstellt werden.



Vergleich der tatsächlichen Topografie mit dem Raster des COSMO-Modells (schwarze Punkte)

Die Stromproduktion von Windenergieanlagen ist vom Windaufkommen abhängig. Dieses ist natürlicherweise fluktuierend, verändert sich. Der in diesem Zusammenhang oft genannte Nachteil hat zur Entwicklung von Prognosewerkzeugen geführt. In Ländern, die bereits einen grossen Anteil ihrer Stromproduktion mit Windenergie abdecken, wurden in den letzten Jahren Systeme entwickelt, um zuverlässige Prognosen der Energieproduktion aufstellen zu können. Ihre Windkraftanlagen stehen meist in flachen Küsten- oder Offshore-Gebieten.

In der Schweiz hingegen stellt man aufgrund ihrer komplexen Topografie zusätzliche Anforderungen an Prognose-Instrumenten. Deshalb wurde dieses Problem im Rahmen eines Forschungsprojekts mit Unterstützung des Bundesamts für Energie (BFE) untersucht. Verschiedene Prognosemethoden liessen sich damit erarbeiten, als Prototyp testen und im Hinblick auf Kurzfristprognosen für den nächsten Tag und Kurzzeitprognosen für den stündlichen Tagesstromhandel anwenden.

COSMO als Grundlage

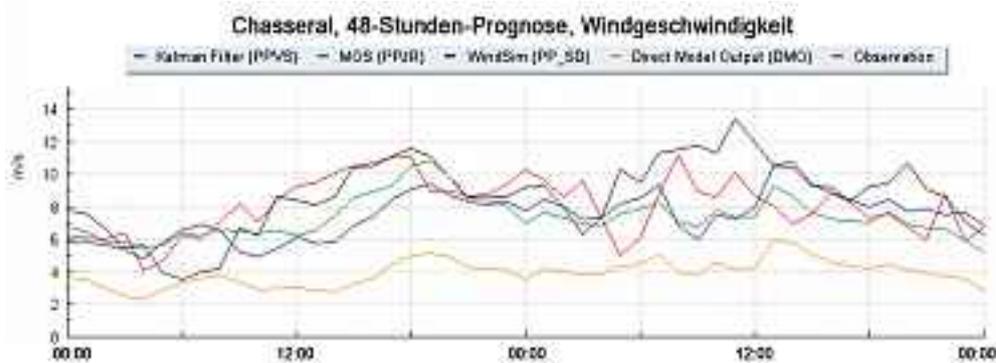
Die Leitung dieses Entwicklungsprojekts lag bei der Meteotest in Bern, einer Genossenschaft, die sich seit Jahren mit Meteorologie befasst – einerseits mit Wetterprognosen, andererseits mit Wind-Messkampagnen und -Gutachten. Projektleiter Beat Schaffner meint zum Forschungsvorhaben: «In einem ersten Schritt trugen wir alle vorhandenen Prognosemodelle zusammen, im zweiten Schritt bauten wir auf der Grundlage des COSMO-Modells vier für komplexe Gelände geeignete Vorhersagesysteme auf.»

Das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz war Projektpartner im Entwicklungsvorhaben. MeteoSchweiz erarbeitete und betreibt das hoch auflösende numerische Wettervorhersagemodell COSMO (CONsortium for Small-scale MOdelling). Das Konsortium für kleinskalige Modellierung ist eine internationale Zusammenarbeit mehrerer nationaler Wetterdienste in Europa. Es weist in seiner neuesten Version in der Schweiz eine Maschenweite von 2,2 km auf und bietet die zurzeit beste Grundlage für Wettervorhersagen in der komplexen Topografie der Schweiz.

Netzbetreiber verlangen Kurzfristprognosen

Robert Horbaty, Programmleiter des BFE-Forschungsbereichs Windenergie, ist überzeugt, dass sich der Status der Windenergie mit verbesserter Prognosemöglichkeiten erhöhen wird. «Für die Stromnetzbetreiber sind verlässliche Produktionsannahmen wichtig. Für den Vorhersagehorizont von 24 – 48 Stunden sollten die Werte morgens um 7 Uhr vorliegen, die Kurzzeitprognosen mit einem Horizont von 1 – 9 Stunden jeweils so rasch wie möglich.»

Im Rahmen des Entwicklungsprojekts wurden die Ergebnisse des Wettermodells COSMO verfeinert und mit verschiedenen statistischen Filtern sowie einem Simulationswerkzeug kombiniert.



Darstellung aller Prognosemodelle an der Messstation Chasseral

Das COSMO-Modell bietet eine Gitterweite von 2,2 km. Leider sind die damit erzielbaren Ergebnisse zu wenig genau für die kurzfristige Prognose des erzeugbaren Windstroms. Der bedeutendste Nachteil ist die ungenügend grosse Horizontalaufösung, also der Beschreibung der Orographie, der Höhenstruktur der natürlichen Erdoberfläche, des Verlaufs von Gebirgen. Diese verursachen Effekte wie die Beschleunigung des Windes über Bergrücken oder Tunnel- und Abschattungsphänomene, welche einen starken Einfluss auf das lokale Windfeld haben.

«Für den Vorhersagehorizont von 24 bis 48 Stunden sollten die Werte morgens um 7 Uhr vorliegen, die Kurzzeitprognosen mit einem Horizont von 1 bis 9 Stunden jeweils so rasch wie möglich»

Um für Windenergieanlagen hochwertige Prognosen erstellen zu können, wurden die COSMO-Resultate weiter verfeinert – teils mit einem dynamischen Downscaling, teils mit verschiedenen statistischen Methoden.

Simulationen und Berechnungen

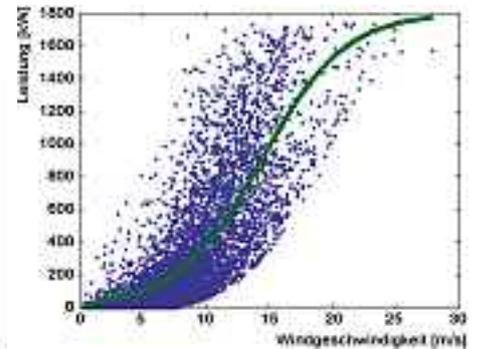
Für das dynamische Downscaling wurde das Simulationswerkzeug WindSim verwendet. Es ist ein hoch auflösendes

Modell zur Simulation von Windfeldern über dem Gelände. Benutzt wird dabei die Strömungsmodellierung Computational Fluid Dynamics (CFD), wie sie zum Beispiel verwendet wird, um die Aerodynamik von Flugzeugen zu optimieren. Hier diente sie für die Verfeinerung der Prognosen des 2,2-km-Rasters an einem konkreten Standort in Nabenhöhe der Windkraftanlage.

Bei der Evaluation des neuen Prognosemodells konnten verschiedene Teststandorte benutzt werden. Einerseits wurden die meisten der in der Schweiz bestehenden Windenergieanlagen gewählt, andererseits meteorologische Stationen des SwissMetNet mit Windmessgeräten. «Diese Standorte sollten die verschiedenen topografischen Regionen der Schweiz repräsentieren und homogene Messreihen liefern können», meint Beat Schaffner. Neben sieben Meteostationen wurden auch die vier Windenergie-Standorte Collonges, Feldmoos, Gütsch und Mt. Crosin einbezogen.

Eignung der modifizierten Modelle bestätigt

Die verschiedenen Vorhersagemethoden konnten mit diesen Tests auf ihre Eignung sowohl für die Kurzfrist- als auch die Kurzzeitprognose untersucht werden. Die Genauigkeit der Resultate ist trotz der sehr komplexen Topografie der Schweiz grösstenteils besser oder im Bereich von internationalen Referenzwerten.



Die empirische Leistungskurve setzt die vorhergesagte Windgeschwindigkeit ins Verhältnis zur produzierten Leistung

Die entwickelten statistischen Methoden weisen unterschiedliche Anforderungen an die zugrunde liegende Datenbasis auf. Damit wird eine grosse Flexibilität für die Entwicklung eines operationellen Betriebs ermöglicht. Zudem kann auf die individuellen Gegebenheiten an einem neuen Standort (z.B. die Datenverfügbarkeit) eingegangen werden.

Text: Jürg Wellstein, Bilder: Meteotest

Kontakte

- Beat Schaffner, Projektleiter
Meteotest
3012 Bern
www.meteotest.ch
beat.schaffner@meteotest.ch
- MeteoSchweiz
8044 Zürich
www.meteoschweiz.admin.ch
- BFE-Energieforschung:
Forschungsprogramm Windenergie
Programmleiter Robert Horbaty,
robert.horbaty@enco-ag.ch
Bereichsleiterin Katja Maus,
katja.maus@bfe.admin.ch
www.energieforschung.ch
Website für Windenergie Daten der Schweiz: www.wind-data.ch