

Januar 2010

Windleistungsprognosen

Kurzbeschreibung des SOFTWARE-PRODUKTES FWEP-W FingerprintWeatherprediction® Wind – FWEP-W

FWEP-W, ein Produkt der Firma Weather House Limited (www.weatherhouse.de), ist ein neuartiges und leistungsstarkes Verfahren zur Verbesserung der Wettervorhersage, im besonderen der Windvorhersage und der Leistungsvorhersage für Windparks, für den Kurzzeit-, Kurzfrist- und Mittelfristzeitraum (vom einstündigen bis mehrtägigen Zeitraum), ein neues Verfahren analoger Fälle mit anschließender statistischer Interpretation. Es verbessert die Windprognose des ausgewählten meteorologischen Zentrums merklich. Dieses Verfahren basiert auf der Fingerabdruckidentifikation der Wetterkarten, deshalb nennen wir es FingerprintWeatherprediction® Wind – FWEP-W.

Es wurde erkannt, dass die Struktur der Wetterkarten (unabhängig vom meteorologischen Element und der jeweiligen Höhenfläche) der Struktur von Fingerabdrücken ähnlich ist. Deshalb kann man Wetterkarten mit den Algorithmen zur Fingerabdruckidentifikation verarbeiten. Diese Algorithmen erfassen die geometrische und topologische Struktur der Wetterkarten bedeutend besser als die bisher benutzten Ähnlichkeitsmaße. Damit existiert eine merklich bessere Auswahl ähnlicher Fälle aus der Historie für das daran anschließende multiple, lineare und adaptive Regressionsverfahren zur Ermittlung der Vorhersage der meteorologischen Elemente für den gewählten geographischen Ort.

Aus dieser Kurzbeschreibung ist ersichtlich, wie leistungsfähig das Verfahren ist, im besonderen durch seine ständige Aktualisierbarkeit und Mobilität für jeden Punkt des Globus, durch seine Unabhängigkeit von den Modellen der Vorhersagezentren und ihren Veränderungen sowie von unterschiedlichen Ausgangsdaten.

FWEP-W verbessert durch eine optimale Auswertung und Interpretation der Ergebnisse (Direct Modell Output) der numerischen Wettervorhersage - im Grunde die prognostizierten Felder - die Vorhersage des jeweiligen meteorologischen Elementes, insbesondere des Windes, für einen gewählten Ort und Prognosezeitraum merklich.

Das Verfahren FWEP-W besteht aus vier Modellen, dem Ähnlichkeitsmodell, dem Regressionsmodell, dem Adaptionmodell und der Kennlinienadaption. Die ersten drei Modelle dienen der Bestimmung der Windvorhersage. Das Wesen des Verfahrens besteht als erstes in der Verwendung von Fingerabdruckalgorithmen zur Identifizierung der Wetterlage (der prognostizierten Wetterlage) und Suche analoger Fälle in einem Langzeitarchiv.

Darauf aufbauend erfolgt eine Vorhersage auf Basis dieser gefundenen analogen Fälle mit Verfahren der multiplen linearen Regression, wobei die Regressionsbeziehungen bei jedem Prognoselauf aus den analogen Fällen live ermittelt werden. Die Ergebnisse nach dem Ähnlichkeits- und Regressionsmodell - im Grunde die Vorhersage - werden dann in einem Adaptionmodell mit der Vorhersage des ausgewählten Zentrums und den letzten Beobachtungsdaten in einem lernfähigen Regressionsverfahren kombiniert und führen zur Finalprognose. Dabei wird ein schnell lernender Prognosealgorithmus und ein stabiler Algorithmus realisiert und kombiniert. Es werden Witterungswechsel erkannt und der entsprechende Algorithmus zur Berechnung der Finalprognose des Windes verwendet. Das vierte Modell, die Kennlinienadaption, ermittelt die Leistungsprognose aus der Windprognose, aber es ist auch eine Leistungsprognose ohne das Vorliegen von Windmessungen möglich.

Im Verfahren FWEP-W werden derzeit 62 meteorologische Elemente/Felder auf unterschiedlichen Höhenstufen verwendet, aus denen ortsabhängig die für die Windprognose und Leistungsprognose geeigneten Felder ausgewählt werden.

Eingangsdaten von FWEP-W sind das Archiv eines ausgewählten leistungsfähigen meteorologischen Zentrums, das Windparkarchiv (Archiv der Daten des ausgewählten Windparks) bzw. bei Neuinstallationen von Windparks das Archiv einer nahegelegenen meteorologischen Station sowie die aktuellen Prognosefelder des ausgewählten Zentrums, die letzten Windparkmessdaten bzw. die aktuellen meteorologischen Beobachtungsdaten.

Ergebnisse von FWEP-W sind die Prognosen für alle meteorologischen Standardelemente (gegenwärtig 14 Elemente), im besonderen des Windes, aber auch der Globalstrahlung (wichtig für Stromerzeugungsprognosen aus Photovoltaik) und vereinbarte spezielle Elemente für den gewählten geographischen Ort und Prognosezeitraum (von einer bis zu 120 Stunden).

Die Bearbeitungszeit auf einem leistungsfähigen PC liegt im Minutenbereich und wird wesentlich durch die Zeit für das Herunterladen der aktuellen Prognosen und Daten bestimmt.

Das Verfahren ist in der Lage für einen Zeitraum bis zu fünf Tagen im einstündigen Zeitraster für jeden ausgewählten Windpark Windvorhersagen (Maximalwind, mittlerer Wind, Windrichtung) und Leistungsvorhersagen für jede Windenergieanlage und den gesamten Windpark bereitzustellen.

Dazu wurde ein universell einsetzbares Vorhersageverfahren für Windparks (für Europa, aber im Grunde weltweit einsetzbar) entwickelt.

Für die Prognose für einen Standort sind folgende vier Datenquellen erforderlich:

1. Ein Archiv (Analysen, Prognosen des Wetters) eines leistungsfähigen meteorologischen Zentrums. Es kann das Archiv jedes Wetterdienstes verwendet werden.
Es existiert ein globales Archiv z.B. des US-Wetterdienstes, es wird gepflegt/ergänzt und es ist kostenfrei.
2. Die aktuellen Prognosen des ausgewählten Vorhersagezentrums. Es können die Prognosefelder jedes Wetterdienstes verwendet werden. Es existieren weltweit z.B. auch die Prognosen des US-Wetterdienstes, sie stehen kostenlos im Internet zur Verfügung.
3. Ein Archiv der Windparkmessungen (für jede Anlage des Windparks) über einen Zeitraum von einigen Jahren (Windgeschwindigkeit, Leistung, u.a.).
Bei neuen Windparks, d.h. wo noch kein Archiv existiert, werden die Daten einer nahegelegenen meteorologischen Station benötigt bzw. bei Verfügbarkeit Windatlasdaten (in Zeitreihenform) genutzt.
4. Die aktuellen Messdaten des Windparks. Das erfordert einen Live-Zugriff auf die Daten jeder Anlage des Windparks.

Mit diesen Datenquellen wird eine Windprognose und Leistungsprognose für jede Anlage und den gesamten Windpark erstellt. Für die Ermittlung der Leistungsprognose dient ein spezieller Algorithmus (Kennlinienadaptation), der Veränderungen in den empirisch ermittelten Leistungskennlinien erkennt und berücksichtigt sowie die aktuellen Messdaten. Aber - wie schon erwähnt - ist auch eine Leistungsprognose ohne das Vorliegen von Windmessungen möglich.

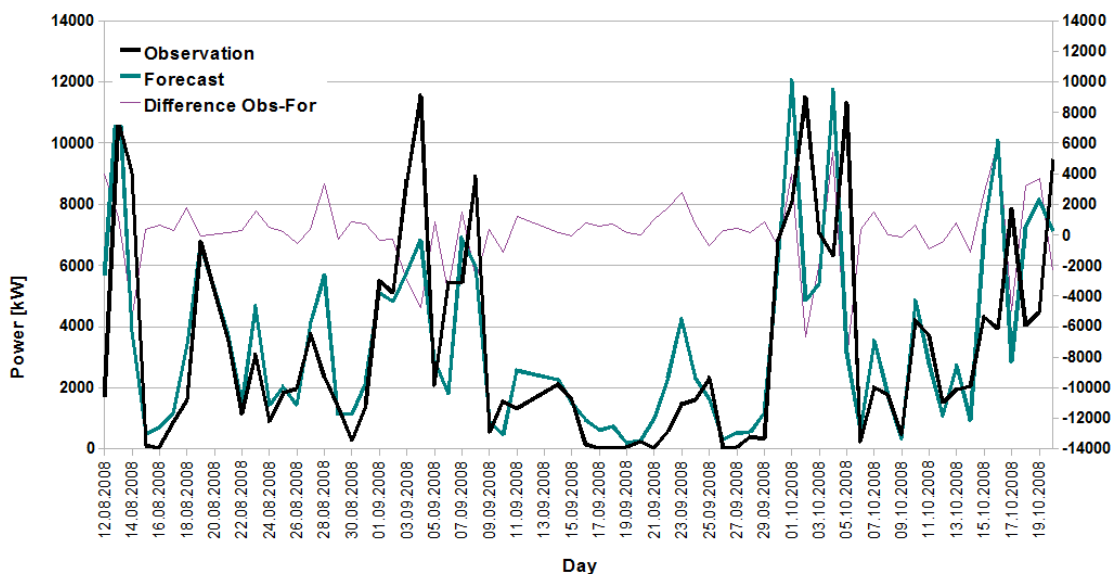
Auf der Basis dieses Verfahrens für Windparkprognosen sind natürlich auch Prognosen für Einspeisepunkte von Netzen zu erzielen, an denen nur Leistungsdaten (Archivdaten und aktuelle Daten) zur Verfügung stehen. Bei entsprechender Weiterentwicklung sind auf der Grundlage der Prognosen für die Einspeisepunkte mit Daten auch Prognosen für Einspeisepunkte bereitzustellen, für die keine Archivdaten und aktuellen Daten vorliegen, sondern nur die Kapazität der einspeisenden Windparks bekannt ist. Damit sind dann Vorhersagen für Subregionen, Regionen/Regelzonen und deutschlandweit möglich.

Für die Fertigstellung der Prognosen werden als letztes noch die Angaben benötigt, für welches Prognoseintervall (für welches Zeitintervall), mit welchem Prognoserhythmus (in welchen Zeitabständen) und bis zu welchem Prognosezeitraum (wie weit in die Zukunft) sollen die Prognosen berechnet werden?

Das Verfahren FWEP-W ist ein generelles Vorhersageinstrument zur Verbesserung der Windleistungsvorhersage für den jeweiligen Standort, die jeweilige geographische Region, für die Regelzonen/Netze der Energieunternehmen.

Windfarm - Daily 12h-Power Forecast

12.08.-20.10.2008
Whole Windfarm



Prognosegenauigkeit (%) eines ausgewählten Windparks (Mittel über 3 Jahre)

| Prognosezeitraum (h) | 3-stündige Prognose | 6-stündige Prognose | 12-stündige Prognose | 18-stündige Prognose | 24-stündige Prognose | 36-stündige Prognose | 48-stündige Prognose |
|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Windprognose | 97,2 | 92,4 | 88,4 | 86,6 | 86,0 | 83,4 | 83,2 |
| Leistungsprognose | 95,2 | 92,0 | 86,9 | 82,7 | 82,5 | 79,8 | 79,2 |

Die Leistungsvorhersagen (von 1 Stunde bis z.B. 72 Stunden) werden immer mit Angabe des Vertrauensbereiches (Konfidenzintervalls) für ausgewählte Wahrscheinlichkeiten (z.B. 30%, 60% und 90% Wahrscheinlichkeit) grafisch bzw. tabellarisch dargestellt (bei dem Intervall für 90% liegen dann 10% der Prognosen außerhalb dieses Intervalls).