

## **Windgeschwindigkeitsabnahme in und Nachlauflänge von großen Windparks**

S. Emeis

Karlsruhe Institute for Technology, Institut für Meteorologie und Klimaforschung - Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Garmisch-Partenkirchen, Germany (stefan.emeis@kit.edu, +49 (0)8821 73573)

### **1. Einleitung**

Im Inneren von großen Windparks ist die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe aufgrund der Energieaufnahme der Windturbinen deutlich reduziert. Gleichermaßen weisen Windparks einen Nachlaufbereich auf, in dem sich die Windgeschwindigkeit erst wieder auf den ungestörten Wert vor dem Windpark erholt. Diese Werte müssen bei der Planung von Windparks bekannt sein.

### **2. Ansatz**

Hier wird ein analytisches Modell präsentiert, das die Reduktion der Windgeschwindigkeit im Park und die Länge des Nachlaufs hinter dem Park aus dem Gleichgewicht von Impulsentnahme durch die Windturbinen und Impulsnachlieferung durch den vertikalen turbulenten Impulsfluss von oben her berechnet. Das Modell berücksichtigt Einflüsse von mittlerer Windgeschwindigkeit, thermischer Schichtung der Grenzschicht, Rauigkeit der Oberfläche unter den Windturbinen, die Impulsentnahme durch die einzelne Turbine, die Belegungsdichte des Parks mit Turbinen und die Turbulenzerzeugung durch die Turbinen selbst. Das Modell ist eine Weiterentwicklung existierender Modelle [1] [2].

### **3. Ergebnisse**

Das Modell simuliert eine deutliche Abhängigkeit der Windgeschwindigkeitsreduktion und der Länge des Nachlaufs von der thermischen Schichtung, der Oberflächenrauigkeit und der Turbulenzerzeugung durch die Turbinen selbst. Die Reduktion ist am stärksten und der Nachlauf ist am längsten bei stabiler Schichtung, glatter Oberfläche und geringer zusätzlicher Turbulenzerzeugung durch die Turbinen. Daraus folgt, daß bei offshore-Windparks bei gleicher Anordnung der Windturbinen wie onshore und bei gleichen meteorologischen Bedingungen die Windgeschwindigkeitsreduktion und die Länge des Nachlaufs deutlich größer sind als bei onshore-Windparks.

### **4. Schlussfolgerungen**

Das analytische Modell ist ein einfaches Werkzeug zur ersten Abschätzung der Beeinflussung des Windfeldes durch große Windparks. Es gibt Hinweise, wie dicht die Turbinen gestellt werden sollten und wie weit verschiedene Parks voneinander entfernt sein sollten.

### **5. Literatur**

[1] Emeis, S. A simple analytical wind park model considering atmospheric stability. *Wind Energy* 2010. Early view, DOI: 10.1002/we.367

[2] Emeis, S., Frandsen, S. Reduction of Horizontal Wind Speed in a Boundary Layer with Obstacles. *Bound.-Lay. Meteorol.* 1993; 64: 297-305.