

## Wie sieht's denn wirklich aus? - Dynamische Visualisierung von Windparks

How Does it Really Look Like? - Dynamic Visualisation of Windfarms

Rehfeldt, Knud; DEWI

### Summary

*While planning a wind farm the considerations of acoustic and economic aspects only don't meet anymore the demands of today. Often local authorities need to have an impression of how the landscape will be influenced. By using a dynamic visualisation it will be possible to get an optical impression of the windfarm in the landscape. The optimisation of windfarm plannings with regard to acoustic and economic aspects thus can be completed by effects on the landscape.*

*This report shows a visualisation of a 3 MW windfarm by using different farm configurations. Therefore, the viewer can get an impression of the influence on the landscape of a 3 MW windfarm using small, middle-size and large wind turbines. The dynamic visualisation, offered by DEWI, also considers the dynamical effect of the rotor speed, which decreases with increasing rotor diameter of the wind turbines.*

### 1. Einleitung

Die Aufstellung von Windenergieanlagen erfordert eine immer intensivere Planung, um für den Windpark eine möglichst große Akzeptanz durch die Bevölkerung zu erreichen.

Zur Erfüllung raumplanerischer Aspekte reicht heute die ausschließliche Berücksichtigung der Schallimmissionen von Windenergieanlagen nicht mehr aus. Stattdessen wird insbesondere bei der Planung von Windparks nach der Eingliederung der zu errichtenden Windenergieanlagen in das Landschaftsbild gefragt.

Eine interessante Planungshilfe für die Errichtung von Windparks stellt die dynamische Visualisierung dar, mit der neben der Einfügung von Windenergieanlagen in das Landschaftsbild mittels Computeranimation ebenfalls die Rotorrotation der einzelnen Anlagen nachgebildet werden kann, so daß die dynamischen Auswirkungen auf das Landschaftsbild optimal berücksichtigt werden können. Das Deutsche Windenergie-Institut bietet daher entsprechende dynamische Visualisierungen von geplanten Windparks an, die bei den anstehenden Genehmigungsverfahren unterstützend eingesetzt werden können.

### 2. Windparkplanung

Die Planung von Windparks sollte heute sowohl akustische, raumplanerische, ökologische als auch betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigen, so daß die Windparkauslegung als ein Optimierungsprozeß angesehen werden kann, der die Anforderungen, hinsichtlich oben genannter Randbedingungen, möglichst optimal erfüllt.

Um die gesetzlichen Anforderungen der Schallimmissionen zu erfüllen, erfolgt unter Verwendung topografischer Karten und den Schallemissionswerten der einzelnen Windenergieanlagen die Berechnung der für die Schallimmissionen notwendigen Abstände zu sogenannten Aufpunkten. Bei den Aufpunkten handelt es sich um Gebäude, für die entsprechend den Beurteilungsgrundlagen der TA Lärm in Verbindung mit dem Bundesimmissionsschutzgesetz zulässige Werte für die Schallimmissionen eingehalten werden müssen.

Betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte werden durch die Einhaltung geeigneter Abstände zwischen den einzelnen Windenergieanlagen berücksichtigt. Bei der Parkauslegung wird darauf geachtet, daß der sogenannte Parkwirkungsgrad aufgrund der Verschattung von Windenergieanlagen der in Windrichtung hinteren Reihen nicht unter einen bestimmten Wert sinkt, wobei der Parkwirkungsgrad  $\eta_{\text{Park}}$  definiert ist als das Verhältnis aus der Summe der Anlagenleistungen ungestört aufgestellter

Windenergieanlagen zu der Summe der Anlagenleistungen bei gestörter Aufstellung in einem Windpark.

$$h_{\text{Park}} = \frac{\sum P_{\text{WEA, gestört}}}{\sum P_{\text{WEA, ungestört}}} \quad (1)$$

Die Festlegung des Parkwirkungsgrades sollte hierbei in Abwegung der Optimierung des Energieertrags der Einzelanlagen gegenüber der Optimierung des Gesamtenergieertrags eines Windparks auf eben der Basis raumplanerischer, ökonomischer und ökologischer Gründe erfolgen [1]. Die dynamische Visualisierung bietet dem Planer hierbei die Möglichkeit, raumplanerische Aspekte schon im Vorfeld der Planung zu berücksichtigen, ohne die weiteren genannten Randbedingungen außer acht zu lassen. D.h., ist eine erste Windparkauslegung unter Berücksichtigung der akustischen und betriebswirtschaftlichen Vorgaben erfolgt, kann mittels einer Visualisierung dieser Entwurf optisch dargestellt werden. Umgekehrt sollten ebenfalls die Auswirkungen einer aus raumplanerischen Gesichtspunkten geänderten Anlagenkonfiguration auf die Schallimmissionen und die Wirtschaftlichkeit des Projektes ermittelt werden, um in dem Optimierungsprozeß eine für alle Seiten einvernehmliche Lösung zu finden.

Das folgende Beispiel soll die Möglichkeiten einer Unterstützung der Windparkplanung mittels einer dynamischen Visualisierung verdeutlichen.

### 3. Visualisierung eines Windparks mit 3 MW installierter Leistung

Zielvorgabe innerhalb dieses Beispiels ist die Errichtung eines Windparks mit einer gesamten installierten Leistung von 3 MW und zwar auf der in Abb. 1 dargestellten Fläche. Für eine Visualisierung des zu errichtenden Windparks ist neben einer Fotografie des Geländes eine Darstellung der Landschaft durch topografische Karten notwendig. Die gewählte Windparkkonfiguration wird anschließend, entsprechend dem Entwurf, maßstabsgerecht in die digitalisierte Landschaftsaufnahme eingefügt.

Zur Errichtung eines Windparks mit einer installierten Leistung von 3 MW ist es möglich, unterschiedliche Anlagengrößen und Anlagenarten zu verwenden, so daß ganz verschiedene Windparkkonfigurationen entwickelt werden können. In dem hier dargestellten Beispiel wurden Anlagen mit einer Leistung zwischen 250 kW und 1500 kW je Anlage verwendet. In Abb. 2 ist eine Visualisierung des Windparks mittels 12 Anlagen mit je 250 kW durchgeführt worden. Bei der Aufstellung der Anlagen wurde auf die Einhaltung entsprechender Mindestabstände zwischen den Anlagen zwecks eines optimierten Windparkwirkungsgrades geachtet. Die Rotordurchmesser der einzelnen Anlagen betragen hierbei jeweils 27 m bei einer Nabenhöhe von 31 m.

In Abb. 3 wurde eine andere Windparkkonfiguration gewählt, die aus 6 Windenergieanlagen mit je 500 kW installierter Leistung besteht. Die Nabenhöhe dieser Anlagen beträgt 50 m bei einem Rotordurchmesser von 40 m. Außerdem handelt es sich hierbei um Windenergieanlagen eines anderen Herstellers, die über einen sogenannten Ringgenerator verfügen und daher ein anderes Erscheinungsbild aufweisen.

Als weitere Windparkkonfiguration wurde die Verwendung von nur zwei Windenergieanlagen mit je 1500 kW visualisiert, die über einen Rotordurchmesser von 60 m und eine Nabenhöhe von 58 m verfügen (Abb. 4).

Abb. 1: Fläche des zu errichtenden Windparks.

Fig. 1: Site of the windfarm.

Abb. 2: Windpark bestehend aus 12 Windenergieanlagen mit je 250 kW, einem Rotordurchmesser der einzelnen Anlagen von 27 m und einer Nabenhöhe von 31 m.

Fig. 2: Windfarm design of 12 WECs with a rated power of 250 kW per unit, a rotor diameter of 27 m and a hub height of 31 m.

*Abb. 3: Windpark bestehend aus 6 Windenergieanlagen mit je 500 kW, einem Rotordurchmesser der einzelnen Anlagen von 40 m und einer Nabenhöhe von 50 m.*

*Fig. 3: Windfarm design of 6 WECs with a rated power of 500 kW per unit, a rotor diameter of 40 m and a hub height of 50 m.*

*Abb. 4: Windpark bestehend aus 2 Windenergieanlagen mit je 1500 kW, einem Rotordurchmesser der einzelnen Anlagen von 60 m und einer Nabenhöhe von 58 m.*

*Fig. 4: Windfarm design of 2 WECs with a rated power of 1500 kW per unit, a rotor diameter of 60 m and a hub height of 58 m.*

Vergleicht man diese drei Windparkkonfigurationen miteinander, wobei der Mittelpunkt der Windfarm immer an der gleichen Stelle liegt, so ergibt sich ein ganz unterschiedlicher Einfluß auf das Landschaftsbild, welcher sich hinsichtlich der Größenverhältnisse sowie der räumlichen Ausdehnungen der Windparks unterscheidet.

Ein Effekt, der durch die hier dargestellte grafische Visualisierung nicht berücksichtigt werden kann, ist die Dynamik der Anlagen aufgrund der Rotation der Windrotoren. Auch hierbei gibt es erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Auswirkung auf das Landschaftsbild. Durch eine dynamische Visualisierung mittels Computeranimation, wie sie das DEWI anbietet, können die Auswirkungen unterschiedlicher Rotordrehzahlen, die dem jeweiligen Anlagentyp angepaßt sind, verdeutlicht werden. So weisen kleine Windenergieanlagen relativ hohe Rotordrehzahlen auf, die ganz anders das Erscheinungsbild beeinflussen als die relativ niedrigen und daher ruhigeren Rotordrehzahlen großer Windenergieanlagen.

#### **4. Zusammenfassung**

Neben den bisher üblichen Kriterien, die bei der Auslegung eines Windparks Berücksichtigung finden, wie z. B. der Schallimmissionsnachweis und der Wirtschaftlichkeitsnachweis, treten in zunehmenden Maße raumplanerische Aspekte in den Vordergrund einer Windparkplanung. Die hier dargestellte dynamische Visualisierung ist als Planungshilfe geeignet, auf deren Grundlage eine optimale Einbindung von Windparks in das Landschaftsbild erreicht werden kann. Hiermit steht ein Werkzeug zur Verfügung, durch das schon innerhalb des Optimierungsprozesses einer Windparkauslegung die Anforderungen an das Landschaftsbild direkt einfließen können.

#### **5. Literatur**

- [1] Niedersächsisches Umweltministerium: Festlegung geeigneter Flächen als Grundlage für die Standortsicherung von Windparks im nördlichen Niedersachsen und im Harz - 1000 MW Programm -. Bearb. Deutsches Windenergie-Institut, Wilhelmshaven 1995.
-