

# Mobile Windkraftanlage – MoWEC

Beschrieben wird der prinzipielle Aufbau einer mobilen Windkraftanlage MoWEC, die im Gegensatz zu herkömmlichen Windkraftanlagen leicht zu einem anderen Ort transportiert werden kann. Die Rotationsenergie wird derzeit aus kosten- und versuchstechnischen Gründen (Prototyp) mit einem Kettengetriebe – später sind Winkelgetriebe und Gelenkwellen vorgesehen – zu einer zentralen Welle geführt.

Die installierte Leistung beträgt derzeit bei 80 m<sup>2</sup> Rotorfläche und Schnellläufer 10 bis 20 kW je nach Anwendung. MoWEC ist keine zu genehmigende bauliche Anlage. Bei der Herstellung muss die gültige Maschinenrichtlinie eingehalten werden. Somit sind auch die für Windkraftanlagen erforderlichen Sicherheitselemente zu installieren.

Dr.-Ing. Hartwig Irps ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: hartwig.irps@fal.de

## Schlüsselwörter

MoWEC, mobile Windkraftanlage, Windenergiekonverter, Doppelrotoren, kleine Windkraftanlage, Windenergie

## Keywords

MoWEC, mobile wind energy plant, wind energy converter, double rotors, small wind energy plant, wind energy

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt im Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland die Netzeinspeisung elektrischer Energie, transformiert aus erneuerbaren Quellen. Für die Windenergie sind Mindestvergütungen je eingespeister Kilowattstunde in das Verbundnetz ohne Mengenbegrenzung festgelegt worden, zu zahlen von den Netzbetreibern. Die festgesetzte Mindestvergütung für neu in Betrieb genommene Windkraftanlagen wird ab dem 1. Januar 2002 um jährlich 1,5 % gesenkt. Die Mindestvergütung ist für jede neue Anlage für einen Zeitraum von 20 Jahren festgeschrieben. Das EEG bewirkt somit eine politisch gewollte Anschubfinanzierung für erneuerbare Energietechnologien für einen begrenzten Zeitraum. Insgesamt arbeiten heute ~120 000 Menschen im Bereich der erneuerbaren Energien, mehr als in der Steinkohle- und Atomindustrie zusammen [1, 2].

Das EEG versteht sich zu Recht als ein Umweltgesetz, das allerdings alle anderen Energietransformationen der Windenergie außerhalb der Netzeinspeisung nicht erfasst, die aber auch den Verbrauch fossiler Energieträger reduzieren können. So auch nicht den Inselbetrieb mit seinen verschiedenen Möglichkeiten der Energietransformation. Das politische Ziel aller im Bundestag vertretenen Parteien ist, den Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieeinsatz deutlich – besonders auch durch Energie-

eingesparung fossiler Energieträger – zu erhöhen, damit in diesem Jahrhundert die Energiewende erfolgreich vollzogen werden kann.

Durch die MoWEC-Arbeiten ist ein landwirtschaftliches Forschungsvorhaben mit dem Ziel begonnen worden, Windenergie auch außerhalb von Vorrangstandorten nutzen zu können, ohne dafür aufwendige bauliche Anlagen errichten zu müssen. Es ist ein Anlagenkonzept zu erarbeiten und zu testen, dass dem ländlichen Raum in Zukunft ein neues Produkt (kaufen, mieten, leasen) zur Verfügung stellen kann, um auch nur in Zeiten außerhalb der Vegetation Nutzenergie (Strom für die Netzeinspeisung oder zum Eigenverbrauch, Heizenergie im Winter, saisonale Entwässerung und andere Anwendungen) bereitstellen zu können.

In diesem Beitrag wird nur eine von weiteren möglichen Bauformen des mobilen Windenergiekonverters MoWEC erläutert.

## Konstruktion einer mobilen Windkraftanlage MoWEC

Die Aufgabe bestand darin, eine Windkraftanlage mit den folgenden Kennwerten zu entwickeln:

1. Der Einsatz an unterschiedlichen Orten soll möglich sein.
2. Die Ortsveränderung bei landwirtschaftlicher Anwendung soll als gezogenes Ar-

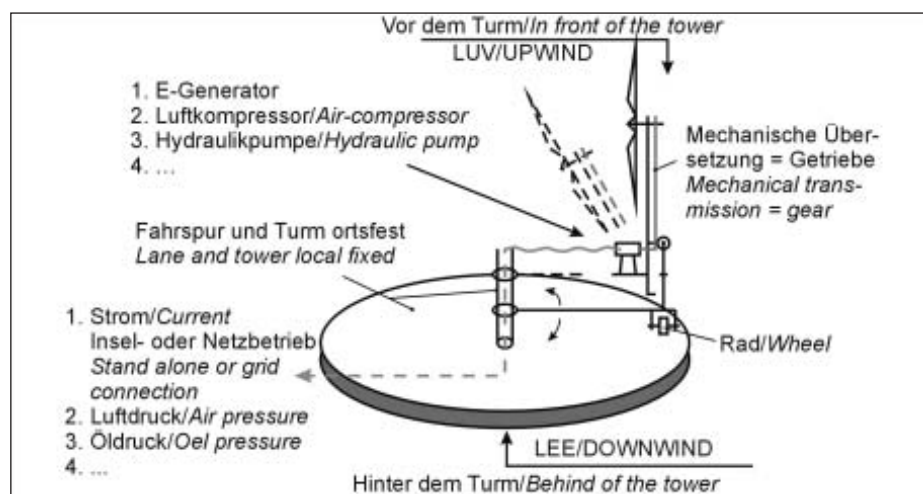


Bild 1: Konstruktionsmerkmale des Prototypen MoWEC

Fig. 1: Construction details of the MoWEC prototype

beitsgerät – auch über öffentliche Straßen – erfolgen können.

3. Für Servicearbeiten und für den Transport sollen die Masten klappbar angeordnet werden.
4. Die Windnachführung soll durch eine Lee-Anordnung erfolgen.
5. Ein oder mehrere Rotoren sollen in Luv-Anordnung installiert werden.
6. Der Anwender soll den Nutzenergie-wandler frei wählen können.
7. Sowohl der Inselbetrieb als auch der Netzbetrieb sollen möglich sein.
8. Bei vorgegebener Flügelspitzenhöhe soll ein Maximum an überstrichener Rotorfläche realisiert werden. Ein erster Prototyp soll eine maximale Flügelspitzenhöhe von 10 m einhalten.
9. Die Lee- und Luv-Konstruktion soll verschiedene Ausführungsvarianten für den ländlichen Raum ermöglichen.
10. Die Sturmsicherung muss jederzeit vom Boden aus zu korrigieren sein und die Konstruktion ist insgesamt einfach – somit für den ländlichen Raum geeignet – auszuführen.

### Lösung der Aufgabe

In niedrigen Höhen treten häufige Wechsel von Windrichtung und Windgeschwindigkeit auf. Die damit verbundenen Kraftwirkungen auf die Konstruktion sind zu berücksichtigen. Jeder aufmerksame Beobachter kennt im Gegensatz zu den zwangsgeführten großen Windkraftanlagen das Herumschwingen der kleinen Windkraftanlagen mit Windfahnensteuerung, besonders bei niedrigen Windgeschwindigkeiten. Auch die Windböen bewirken ein Vielfaches an Kräften auf die Konstruktion, besonders auch dann, wenn die Konstruktion zu leichtgängig den Windböen – häufig mit Windrichtungswechsel verbunden – ausgesetzt ist. Da MoWEC mit überwiegend kostengünstigen mechanischen Elementen konstruiert werden soll, kommt der Massenträgheit eine besondere Bedeutung zu, damit das System nicht jeder kleinsten Veränderung der Luftanströmung unverzüglich folgt.

Bild 1 erläutert das gewählte Konstruktionsprinzip. Der klappbare Turm mit dem Rotor befindet sich in Lee-Position zum zentralen Turm. Die Rotordrehzahl ist in dieser Leistungsklasse zu erhöhen. Um Gewicht von der Turmspitze zu nehmen, wird der Weg von der Rotorwelle bis zum Nutzenergie-wandler als Übersetzungsgetriebe ausgeführt (beim Prototypen in Form eines kostengünstigen und leicht veränderbaren Kettenantriebes mit einer Übersetzung von derzeit 1:3). Später sollen Winkelgetriebe und Gelenkwellen eingesetzt werden. Gewählt wird als Nenndrehzahl die Zapfwel-



Bild 2: Aufgebaute mobile Windkraftanlage MoWEC

Fig. 2: Erected mobile wind energy plant MoWEC

lendrehzahl  $540 \text{ min}^{-1}$  landwirtschaftlicher Traktoren. Damit können auch für Traktoren konstruierte Anbaugeräte wie Wasserpumpen, Generatoren oder Kompressoren zum Einsatz kommen, indem diese Geräte auf den zentralen Wellenausgang gesteckt werden. Diese Drehzahlwahl hat zudem den Vorteil, dass bei einer unüberbrückbaren längeren Windflaute ein Traktor die erneuerbare Energiesenke leicht überbrücken kann. Die verschiedenen Nutzenergie-wandler sind Bild 1 zu entnehmen. Ein weiterer Installationsort für Nutzenergie-wandler ergibt sich an der ortsfesten Fahrspur am MoWEC-Rahmen.

Bild 2 verdeutlicht die Gesamtkonstruktion des im Test befindlichen Systems. Bei Vorgabe der Flügelspitzenhöhe von 10 m wurde ein Rotordurchmesser von 7,10 m gewählt. Zwei gegenläufige Rotoren ergeben zusammen eine überstrichene Rotorfläche von  $80 \text{ m}^2$ . Daraus ergibt sich je nach Nutzenergie-wandler eine Nennleistung von 10 bis 20 kW. In den Versuchen liegt die besondere Aufmerksamkeit auf einer MoWEC-Ausführungsvariante, die den Inselbetrieb ermöglicht. Die betriebliche Nutzung der Energie ist so kostengünstig möglich. Auch für den Export verlangt die Industrie nach Insellösungen. Deshalb wird derzeit an einfachen Techniken zum „in den Wind Hineindreihen“ und „aus dem Wind Herausdrehen“ ohne Energiespeicher gearbeitet. Parallel dazu werden die Standsicherheit und die Schwingungen im System beobachtet.

Der Prototyp wurde 2002 auf einer Grünlandfläche der FAL-Versuchsstation aufgestellt. Unter die vier Abstützungen und unter den Rahmen wurden ausgesonderte landwirtschaftliche Betonspaltenboden-Elemente aus dem Rinderstall als einzige Bodenbefestigung gelegt. Sollte eine Korrektur der waagerechten Positionierung erforderlich sein, so kann sie leicht mit den an den Auslegern befindlichen Handwinden vorgenommen werden.

### Literatur

- [1] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz-EEG) sowie zur Änderung des Energiewirtschaftungsgesetzes und des Mineralölsteuergesetzes vom 29. März 2000. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2000, Teil 1, Nr. 13, ausgegeben zu Bonn am 31. März 2000
- [2] Kreukmann, A.: Solarstrommagazin Photon (2002), H. 5, S. 3