

Windkraftherntemaschine MoWEC

Windkraft ist an vielen Orten zu nutzen. Nachteilig ist die geringe Energiedichte und unregelmäßige Verfügbarkeit. Daher sollten in Zukunft multivalente Energiesysteme mit vorrangiger Nutzung erneuerbarer Quellen konstruiert werden. Die mit MoWEC1 [1] gewonnenen Erfahrungen ermöglichen den Aufbau der bivalenten Windkraftanlage MoWEC 2. Mit einem Dieselmotor sind natürliche Energiesenken zu kompensieren. Das Konzept MoWEC steht vor der Praxisversion. Ziel ist, dem ländlichen Raum eine „Windkraftherntemaschine“ zur Verfügung zu stellen. Schwimmende Ausführungen bieten sich bei Wahrung der Konstruktionsprinzipien an. MoWEC ist keine bauliche Anlage nach dem Baugesetzbuch und deshalb als Maschine genehmigungsfrei.

Dr.-Ing. Hartwig Irps ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundsallee 50, 38116 Braunschweig; e-mail: hartwig.irps@fal.de
M.Sc. Abdelaziz Ibrahim Omara ist bis Ende 2004 als Gastwissenschaftler in diesem Institut und als Promotionsstudent an der Universität Rostock (Prof. Dr. agr. F. Tack) tätig und kehrt im Januar 2005 zur Universität Alexandria, Ägypten, zurück.

Schlüsselwörter

MoWEC, mobile Windkraftanlage, Windenergiekonverter, Windpumpe, Windkraftherntemaschine

Keywords

MoWEC, mobile wind energy plant, wind energy converter, wind pump, wind power harvest machine

Im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung wird im neu gegründeten Arbeitsbereich „Erneuerbare Energien“ das Konzept einer landtechnischen Maschine MoWEC realisiert. MoWEC ist die Abkürzung von *Mobile Wind Energy Converter* und stellt eine Ergänzung zu vorhandenen Windkraftanlagen dar.

Wesentliche MoWEC-Kennzeichen

MoWEC ermöglicht als Leeläufer die Installation von einem oder von mehreren Rotoren. Wegen des höheren Wirkungsgrades werden Horizontalachsen-Rotoren jeweils in Luv am Turm befestigt. Somit können sich die im Lee stehenden Windflächen auf einer Ebene nebeneinander befinden. Die Nennleistungen sind derzeit frei gewählt worden und befinden sich zurzeit im Leistungsbereich von fünf bis dreißig Kilowatt, um straßenfähige Abmessungen zu erhalten. Schwimmende Ausführungen auf geeigneten Gewässern ermöglichen wesentlich höhere installierte Nennleistungen. Ein weiteres Kennzeichen von MoWEC ist die Installation des Dauermagnet-Drehstromgenerators nicht in Nabenhöhe, sondern auf der Plattform in Bodennähe. Damit ergeben sich bivalente Konstruktionen, um in Zeiten von Windenergiesenken trotzdem Nutzenergie bereitstellen zu können. Mit MoWEC soll eine kostengünstige „Windkraftherntemaschine“ zur Verfügung gestellt werden, die bei Bedarf auch an unterschiedlichen Standorten zum Einsatz kommen kann.

MoWEC1: Windnachführungsrahmen auf der Plattform; Fahrbahndurchmesser 2,65 m

Erste Erfahrungen konnten mit dem System MoWEC1 im Jahr 2002 gesammelt werden. Bei dieser Variante befindet sich der Rahmen der Windnachführung auf einer Plattform, die sich auf dem Erdboden mit Auslegern abstützt [1]. Die Plattform ist mit einer Deichsel und mit Fahrbahnrädern versehen, so dass die Windkraftanlage MoWEC1 bei Bedarf verfahren werden kann. MoWEC 1 wurde mit zwei gegenläufigen Dreiblattrotoren ($d = 7,10 \text{ m}$) betrieben.

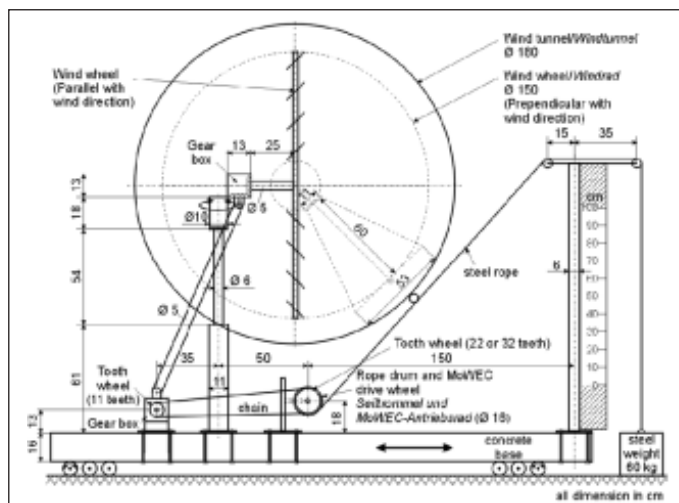
Konstruktion einer Schwachwindnachführung und Verkleinerung der Rotorfläche [2]

Die beiden Türme der Rotoren sind am Windnachführungsrahmen befestigt. Wegen des hohen Gewichts dieser Konstruktion ist bis zur Einschalt-Windgeschwindigkeit ein Antrieb erforderlich, um die Rotorflächen dem Wind nachzuführen. Somit wurde für MoWEC ein Antriebssystem gesucht, das auch im Inselbetrieb ohne externen Energiespeicher einsetzbar ist. Die Wahl fiel auf den von historischen Windmühlen bekannten Turmhauptantrieb, der auch mit „Windrosette“ oder im englischsprachigen Raum mit „fantail“ bezeichnet wird.

Widersprüchliche Literaturangaben bezüglich des Anstellwinkels der Windrosettenflächen und des für MoWEC erforderlichen Untersetzungsverhältnisses zur Erzie-

Bild 1: Abmessungen von Windkanal und Windrosette

Fig. 1: Measurement of wind channel and fantail



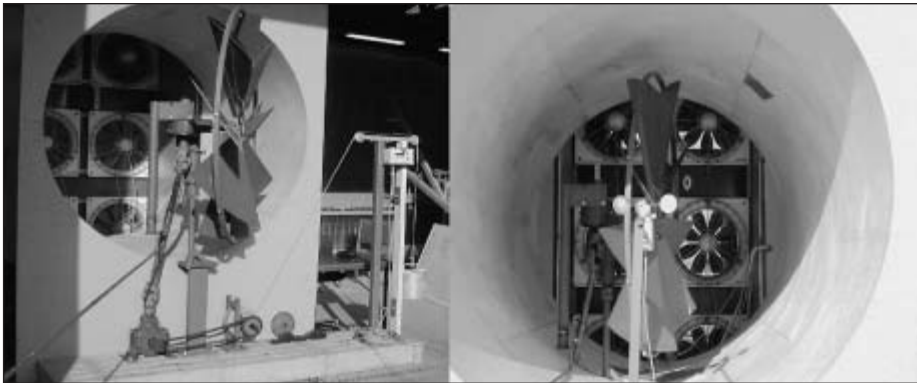


Bild 2: Foto des geöffneten Windkanals

Fig. 2: Photo of the opened wind channel

lung der benötigten Drehmomente am Antriebsrad des Windnachführungsrahmens erforderten eigene Versuche im Windkanal (Bild 1 und Bild 2). Theoretisch wurde zunächst der Windrosettendurchmesser auf 1,50 m bestimmt.

Für die Schwachwindnachführung an MoWEC1 ergaben sich die folgenden - im Versuchsfeld bestätigten - Konstruktionsmerkmale: Durchmesser der Windrosette mit $d \geq 1,50$ m; Untersetzungsverhältnis von der Windrosette zum Antriebsrad der Windnachführung mit $r_w = 82:1$; Winkel der ebenen Windflächen zur Windrosettenebene mit $f = 22,5^\circ$; Anzahl der Windflächen mit $n = 8$; MoWEC1-Gesamtuntersetzungsverhältnis der Windnachführung mit $r_g = 1371:1$.

Zum Schutz der Windkraftanlage bei Sturm müssen Sicherheitssysteme vorgehalten werden. Aus Kostengründen scheiden in der Regel drehbare Rotorflügel (pitch-Regelung) aus. Obwohl die stall-Regelung feststehender Flügel eine Leistungsreduzierung bei sehr hohen Windgeschwindigkeiten bewirkt, genügt dies nicht zur Eigensicherung der Anlage. Somit sind hier auch zwei voneinander unabhängige Bremssysteme erforderlich. Derzeit ist deshalb je Rotor eine Scheibenbremse und bezogen auf die Rotorflächen ein Antriebssystem zum Herausdrehen aus dem Wind mittels Windrosette installiert worden. Bild 3 zeigt die Veränderung der wirksamen Rotorfläche in

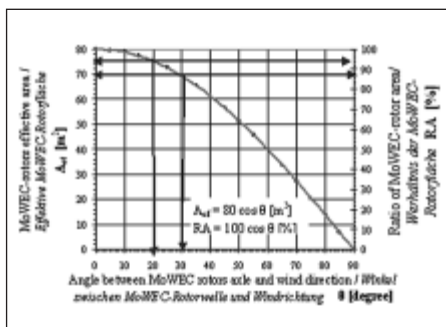


Bild 3: Wirksame Rotorfläche als Funktion des Windrichtungswinkels

Fig. 3: Effective rotor area as function of the wind direction angle

Abhängigkeit vom Wind-Anströmwinkel. Um beispielsweise zur Leistungsbegrenzung die Rotorfläche um 50% reduzieren zu können, muss der Windnachführungsrahmen um 60° aus dem Wind fahren. Ebenso zeigt Bild 3, dass geringe Gradabweichungen zur Windrichtung nahezu unbedeutend in der Flächenreduzierung sind, was für den Einsatz der Schwachwindnachführung mittels Windrosette spricht.

MoWEC2: Windnachführungsrahmen auf dem befestigten Erdboden; Fahrbahndurchmesser 6 m

Im Unterschied zu MoWEC1 wurde bei MoWEC2 der Windnachführungsrahmen mit straßenfähigen Rädern versehen, die Fahrbahn als Bodenbefestigung ausgeführt und der Fahrbahndurchmesser auf 6,00 m vergrößert. Die Drehachse wurde mit dem 50 cm breiten und 16 cm hohen armierten Betonring verbunden und als Drehkranz zur Befestigung von MoWEC2 ausgebildet. Damit stützt sich MoWEC2 großflächig auf dem Boden ab, was sich konstruktiv positiv auswirkt.

Bivalente MoWEC2-Version [3]: Dieselmotor und Windrotor

Der Prototyp MoWEC2 wurde bivalent aufgebaut. Sowohl der Dieselmotor als auch der Windrotor können - voneinander durch Freiläufe entkoppelt - den Drehstromgenerator antreiben (Bild 4). Der Motor kann den Windrotor nicht drehen, jedoch werden bei Stillstand wegen der Trägheit des Freilaufs Lagerverluste kompensiert, was zu einem früheren Anlaufen des Dreiblattrotors führt. Folgende Stromverbraucher sind derzeit installiert: Asynchronmotor zum Antreiben einer Kreiselpumpe (Be- und Entwässerung), Heizelemente zur Wärmeerzeugung (Wasser- oder Lufterwärmung), elektrische Energiespeicherung in Blockbatterien mit Energieentnahme über einen Wechselrichter. Den bivalenten MoWEC2-Prototyp kann man verstehen als Maschine mit Windkraftgenerator und aufgesatteltem Dieselmotor oder

als Dieselmotorgenerator mit aufgesatteltem Windrotor. Durch die Nutzung der Windkraft soll der Verbrauch gespeicherter Energie (Diesel, Biodiesel, Bio-Fuel) minimiert werden.

Schwimmende MoWEC-Konstruktionen

Die Lee-Anordnung von einer oder mehreren Windkraftflächen begünstigt die schwimmende Konstruktion auf Gewässern, auch mit wesentlich höheren Nennleistungen als angegeben. Sowohl die Anordnung nach MoWEC1 als auch nach MoWEC2 sind möglich.

Ausblick

Die gesammelten Erfahrungen mit den beiden Prototypen sind positiv zu bewerten und ermöglichen jetzt die Konstruktion einer bivalenten Praxisversion, zunächst vermutlich auf der Basis von MoWEC2 und mit zwei gegenläufigen Vierblattrotoren. Die Landtechnik kann nun zur Zusammenarbeit aufgefordert werden, um den Markt für die weltweit neue „MoWEC-Windkrafterntemaschine“ zu öffnen.

Literatur

- [1] Irps, H.: Mobile Windkraftanlage - MoWEC, Landtechnik 57 (2002), H.6, S. 346-347
- [2] Omara, A.I., H. Irps, H. Sourell, F. Tack and C. Sommer: First experiences with the wind energy plant MoWEC1 and its possible application on the Northwest coast of Egypt to irrigate orchards with a low-head bubbler irrigation system. Landbauforschung Völknerode, 54 (2004), H.3, S. 153-162
- [3] Irps, H.: Windkraftanlage MoWEC2 mit Dieselmotor. 5. FKS-Symposium, Universität Braunschweig, Juni 2004, auf CD-ROM



Bild 4: Bivalenter MoWEC2-Prototyp

Fig. 4: Bivalent MoWEC2-prototyp