

Bora und Koshava fordern Anlagenhersteller heraus

Die Europäische Union unterstützt die noch sehr zaghafte Zusammenarbeit der ehemaligen jugoslawischen Staaten. Im Rahmen eines Windenergie-Forschungsprojektes werden drei ungewöhnliche Standorte in Bosnien-Herzegowina, Kroatien und Serbien untersucht. Dort sollen später große Windparks entstehen.

Weite Gebiete in Südosteuropa bieten ausgezeichnete Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie. Lokal herrschende Windsysteme wie die entlang der Adriaküste auftretende „Bora“ oder die zwischen dem Karpatenbogen und dem Balkangebirge von Rumänien nach Serbien überströmende „Koshava“ werden durch Druck- und Temperaturunterschiede zwischen den jeweils angrenzenden Regionen verursacht und sind somit „hausgemachte“ Windströmungen mit jeweils individueller Charakteristik. Trotz des vorzüglichen Windpotenzials dieser Standorte stellen die meist felsigen Geländestrukturen und die extremen Windbedingungen mit Turbulenzen und hohen Spitzengeschwindigkeiten große Herausforderungen an Planung und Betrieb der Windturbinen.

Genau diese Probleme wollte auch die Europäische Kommission untersucht haben, als sie im letzten Call for Proposals des 6. Rahmenprogramms die Themen „Komplexes Gelände und Lokale Windsysteme“ als Forschungsziele formulierte. Ein Konsortium von zehn Partnern aus sieben Ländern Mittel- und Süd-

osteuropas hat sich unter Federführung des österreichischen Vereins Energiewerkstatt an diesem Call beteiligt und den Zuschlag für das eingereichte Projekt „Seewind – South-East European Wind Energy Exploitation“ erhalten.

Partner und Standorte

Vorrangiges Ziel des 9,6 Mio. € umfassenden Forschungsprojektes ist die Planung, Errichtung und messtechnische Begleitung jeweils einer Windturbine in den drei Ländern Bosnien-Herzegowina, Kroatien und Serbien. Die Windturbinen sollen eine Leistung zwischen 2 und 3 MW haben und an den Standorten Podvelez (Bosnien-Herzegowina), Rudine (Kroatien) und Vlasina (Serbien) errichtet werden (siehe Landkarte). Als Partner des Projektes sind neben den Betreiberfirmen der drei Pilotanlagen sieben weitere Firmen und Institute mit der Durchführung der Forschungs- und Demonstrationsaktivitäten betraut (siehe Kasten).

Die Pilotanlagen werden jeweils an Standorten errichtet, an denen nach Abschluss des Forschungsprojektes der Aufbau von größeren Windparks geplant ist:

- Der Windpark Rudine liegt etwa 30 km nordwestlich von Dubrovnik in Kroatien. Der Standort liegt auf einem parallel zur Küste verlaufenden Hochplateau in etwa 350 m Seehöhe und wird für 26 Windturbinen mit jeweils 2,5 MW Leistung und 80 m Nabenhöhe projektiert.
- Der Windpark Podvelez liegt in einer Seehöhe zwischen 730 und 800 m auf einem Plateau über der



Ein typisches Beispiel für ein lokales Windsystem ist der Fallwind, der vom Velez-Massiv in der Nähe der Stadt Mostar in Bosnien-Herzegowina herabströmt.

Fotos (2): Energiewerkstatt



orten im komplexen Gelände unter den spezifischen orographischen und klimatischen Bedingungen in Südosteuropa. Begleitend zum Forschungs- und Demonstrationsbetrieb sind umfangreiche Messungen und Untersuchungen der lokalen Windbedingungen geplant. In den teils sehr gebirgigen Geländestrukturen treten Turbulenzen, Scherwinde und extreme Windspitzen relativ häufig auf.

Inhalt des Projektes ist die vergleichende Anwendung von Berechnungsprogrammen für die Modellierung der Windfelder über komplexem Gelände und unter den spezifischen lokalen meteorologischen Einflüssen. Außerdem soll ein Windatlas für das Gebiet der ehemaligen jugoslawischen Staaten ausgearbeitet werden. Im Einzelnen werden folgende technische Fragen untersucht:

- Erprobung von innovativen Mess- und Simulationsmethoden zur Erfassung des vertikalen Windprofils und des Verlaufs von Windströmungen über komplexem Gelände,
- Verbesserung der Prognosegenauigkeit von Energieertragsberechnungen für Standorte im komplexen Gelände und unter spezifischen lokalen Windbedingungen,

An den drei Standorten Rudine (Kroatien), Podvelez (Bosnien-Herzegowina) und Vlasina (Serbien) soll jeweils eine Pilotanlage errichtet werden, bevor größere Windparks folgen.

Grafik: Eilers-Media

Stadt Mostar in Bosnien-Herzegowina. Am Standort Podvelez ist die Errichtung von 16 Windturbinen mit jeweils 3 MW und einer Nabenhöhe von 80 m vorgesehen.

- Der Windpark Vlasina liegt etwa 75 km südlich der Stadt Niš in Serbien, nahe der Grenze zu Bulgarien. Der in einer Seehöhe von 1.450 m gelegene Standort im Balkangebirge befindet sich in unmittelbarer Nähe eines Pumpspeicherkraftwerkes und ist für die Errichtung eines Windparks mit etwa 20 Anlagen geeignet.

Modellierung der Windfelder

Das Projekt Seewind hat die Aufgabe, Erfahrungen zu sammeln mit der Planung, der Errichtung und dem Betrieb von Multimegawatt-Windturbinen an Stand-



COLI

Always on the move

COLI Schiffahrt & Transport GmbH & Co. KG

Großer Grasbrook 10
20457 Hamburg, Germany

Phone: +49 40 33 97 18-0
Fax: +49 40 33 00 79
Mail: hamburg@coli-shipping.com
Web: www.coli-shipping.com

Your professional partner for marine transport

Agents: Amman, Antwerp, Beirut, Bremen, Dubai, Hong Kong, Houston, New York, Quebec, Rotterdam, Singapore, Surrey.



Die vertikalen Windprofile werden an den Standorten Rudine, Podvezle und Vlasina mit Sodar (links) und Lidar (rechts) gemessen.

- Gewinnung von Erkenntnissen in Bezug auf Auslegungsparameter und Leistungsverhalten von Multi-megawatt-Windturbinen an Standorten mit extremen Windbedingungen,
- Verbesserung der Effizienz und der technischen Verfügbarkeit von Windturbinen an Standorten im komplexen Gelände,
- Standardisierung und Harmonisierung von Normen und gesetzlichen Grundlagen für den Bau und Betrieb von Windturbinen an Standorten in Kroatien, Bosnien-Herzegowina und Serbien,
- Sammlung von Detailwissen über das nutzbare Windpotenzial in Südosteuropa.

Neben den technischen Fragestellungen stehen auch Maßnahmen zur Förderung der Windenergie in den betreffenden Regionen auf der „To-do-Liste“ des Projektes. Mit Informations- und Öffentlichkeitsarbeit sollen Impulse für die Windkraftnutzung in den drei Ländern gesetzt werden. Dazu gehört auch die Ausarbeitung und Publikation von Planungsempfehlungen.

Vier Standorte im Vergleich

	Höhe ü. NN (m)	Windgeschwindigkeit (m/s)	in Messhöhe (m)	spezifische Leistung (W/m²)	spezifischer Jahresertrag (kWh/m²)
Deutschland-Küste	40	7,4	65	480	4.200
Österreich-Föhn	920	6,18	30	470	4.130
Kroatien-Bora	60	7,23	50	780	6.800
Serbien-Koshava	533	7,25	35	760	6.600

Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten, spezifische Leistungen und spezifische Jahreserträge an vier Standorten (siehe Diagramme Seite 86)

Aktueller Stand der Arbeiten

Der offizielle Start des Projektes erfolgte im Sommer 2007. Die Projektlaufzeit beträgt 36 Monate. Derzeit laufen die Messungen, Planungen und Bewilligungsverfahren an den einzelnen Standorten mit Hochdruck, weil die drei Forschungs-Windturbinen spätestens zwei Jahre nach Projektbeginn in Betrieb sein sollen.

Es liegen bereits die Ergebnisse einer Messkampagne vor, bei der die vertikalen Windprofile an den Standorten vergleichend mit den Messsystemen Sodar (Sound detecting and ranging) und Lidar (Light detecting and ranging) vermessen wurden. Die Gegenüberstellung der aufgezeichneten Windprofile hat gezeigt, dass die neue Lidar-Technologie besonders im komplexen Gelände sehr gute Ergebnisse liefert und zuverlässiger arbeitet als das Sodar. Die Messergebnisse wurden in weiterer Folge für die Optimierung der Windfarm-Layouts und die Berechnung der Energieerträge mittels CFD-Simulationen verwendet. Parallel zu diesen Arbeiten wird derzeit ein hoch aufgelöstes Windmodell für Südosteuropa erstellt, das einerseits als Windatlas für die Bewertung der langjährigen Erträge dient und andererseits als Prognose-tool die Planung und den Betrieb von Windparks erleichtern soll.

Lokale Windsysteme im Vergleich

Die Bewertung der Eignung eines Windparkstandortes ist in der Regel nicht über die durchschnittliche

GAMESA G8X-2.0 MW

MEHR PRODUKTION – EGAL AN WELCHEM STANDORT

Vielseitigkeit ist die herausragende Eigenschaft der Plattform Gamesa G8X-2.0 MW. Ihre Rotoren mit Durchmessern von 80, 87 und 90 Metern ermöglichen höchste Erträge an allen Standorten und bei unterschiedlichsten Windverhältnissen.

Die Plattform Gamesa G8X-2.0 MW verfügt über Pitch-Control und variable Drehzahl. Darüber hinaus ermöglicht der Einsatz modernster Technologien eine maximale und überaus effiziente Ausnutzung der Windenergie: Kohlefaserverbundwerkstoffe bei den Windenergieanlagen Gamesa G87-2.0 MW und Gamesa G90-2.0 MW für leichtere Rotorblätter, das von Gamesa entwickelte SCADA System, Gamesa SMP für zustandsorientierte Wartung, das Steuerungssystem für schalloptimierten Betrieb Gamesa NRS® sowie Lösungen für eine optimale Netzanbindung.

Maximale Leistung und Anpassungsfähigkeit an unterschiedlichste Windverhältnisse und Gelände. Hierfür stehen unsere Windenergieanlagen Gamesa G8X-2.0 MW. Wir arbeiten an der kontinuierlichen Entwicklung technologischer Lösungen, damit die von Gamesa belieferten Windparks in Bezug auf Effizienz und Nachhaltigkeit marktführend bleiben. Das Konzept unseres Engagements für eine nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung hat einen Namen: Energiekultur.

	IEC	Turmhöhe	Schalloptimierter Betrieb	50 Hz	60 Hz
Gamesa G80-2.0 MW	IA	60, 67, 78, 100	x	x	x
Gamesa G87-2.0 MW	IIA	67, 78, 100	x	x	x
Gamesa G90-2.0 MW	IIIA	67*, 78, 100	x	x	x

* Verfügbarkeit je nach Standort.

Gamesa



Lokale Windsysteme im Vergleich

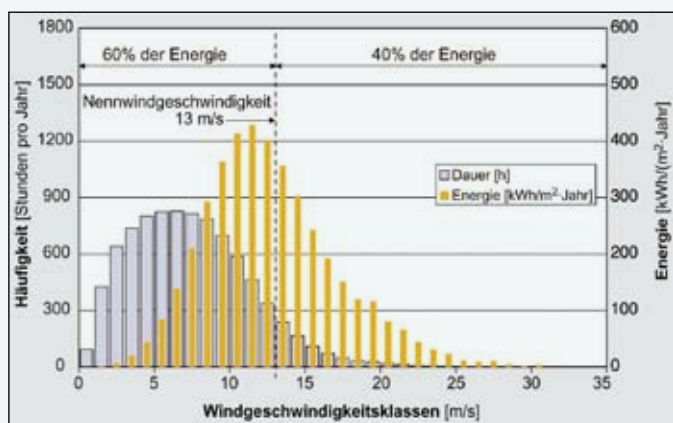


Diagramm 1: Küstenstandort in Deutschland

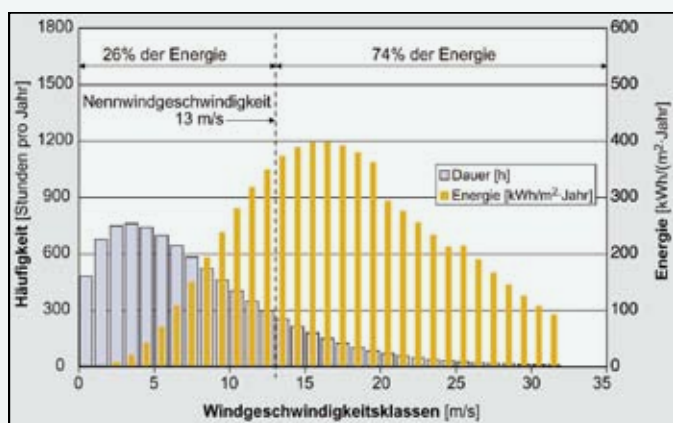


Diagramm 2: Bora in Kroatien

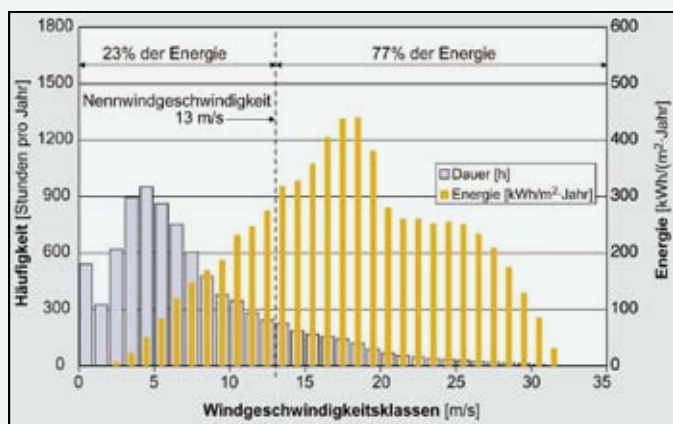


Diagramm 3: Koshava in Serbien

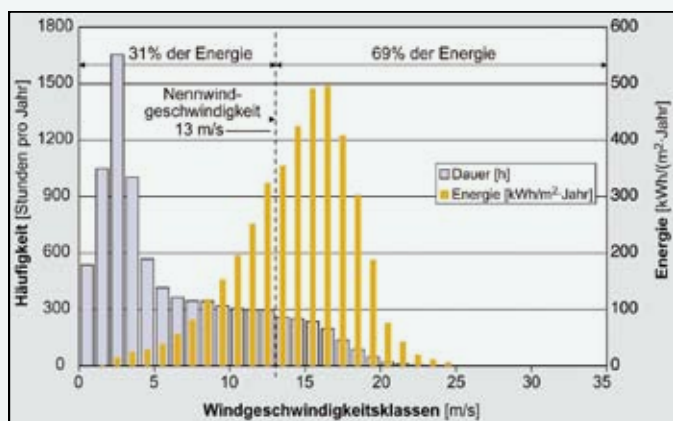


Diagramm 4: Föhn in Österreich

Verteilung der Windgeschwindigkeiten und spezifische Jahreserträge
an vier Standorten

Grafiken (4): Energiewerkstatt

Windgeschwindigkeit möglich und kann nur auf der Grundlage einer direkt am Standort gemessenen Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten erfolgen. Weil die Leistung des Windes mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit anwächst, tragen die hohen Windgeschwindigkeiten wesentlich mehr zum Gesamtertrag bei als die niedrigen.

Der Vergleich der vier Diagramme zeigt, dass lokale Windsysteme extreme Ausprägungen aufweisen können. Dargestellt sind die lokalen Winde Bora, Koshava und Föhn im Vergleich mit einem durchschnittlichen deutschen Küstenstandort. Um die Standorte besser vergleichen zu können, wurde angenommen, dass die jeweils zu installierende Windturbine ihre Nennleistung bei 13 m/s erreicht.

Küstenstandort in Deutschland: Das Diagramm 1 zeigt die relativ gleichmäßige Verteilung der Windgeschwindigkeiten. Das Maximum der Windgeschwindigkeiten liegt zwischen 4 und 9 m/s und ist nicht ausgeprägt. Die Verteilung der spezifischen Energieerträge bildet eine Glockenkurve mit einem Maximum bei 11 bis 12 m/s. Eine Windturbine, die ihre Nennleistung bei 13 m/s erreicht, würde 40 % der Energie oberhalb ihrer Nennleistung ernten.

Bora in Kroatien (Diagramm 2): Dieser für die Adriaküste typische Wind zeichnet sich durch plötzlich auftretende und mitunter mehrere Tage andauernde starke Windgeschwindigkeiten mit extremen Böen aus. Zwischendurch können wiederum lange Zeiträume mit geringen Windgeschwindigkeiten zwischen 3 und 4 m/s auftreten. Es fehlt also der für Küstenstandorte typische Bereich mit Windgeschwindigkeiten zwischen 6 und 10 m/s. Nachdem Windgeschwindigkeiten über 13 m/s sehr viel mehr zum Gesamtertrag beitragen, kann daher das spezifische Energieangebot an Borastandorten bei moderaten Werten der mittleren Windgeschwindigkeit trotzdem sehr hoch sein. Wie das Beispiel der Verteilung des Borastandes zeigt, werden hier 74 % der Energie oberhalb der Nennleistung gewonnen.

Koshava in Serbien (Diagramm 3): Dieser von Rumänien nach Serbien überströmende Wind zeichnet sich ebenfalls durch hohe Anteile an starken Windgeschwindigkeiten, jedoch gegenüber dem Borastandort deutlich geringere Böigkeit aus. Auffällig ist hier auch der hohe Prozentsatz an Windgeschwindigkeiten zwischen 0 und 1 m/s, was in der Vereisung der Anemometer begründet ist. Die Verteilung der Energieerträge weicht am stärksten von der klassischen Glockenkurve ab, weil hohe Windgeschwindigkeiten sehr häufig auftreten. Das Maximum wird bei 18 bis 19 m/s erreicht, und bei 24 bis 25 m/s bildet sich sogar fast noch ein zweites Maximum heraus. Der Anteil des Ertrages, der oberhalb der Nennleistung gewonnen wird, ist deshalb extrem (77 %).

Föhn in Österreich (Diagramm 4): Der bekannte Föhn weist ebenfalls extreme Eigenschaften auf. Windgeschwindigkeiten zwischen 2 und 3 m/s kommen am weitaus häufigsten vor. Zwischen 7 und 17 m/s nimmt die Häufigkeit nur langsam ab. Ergebnis: Der maximale Ertrag wird bei 16 bis 17 m/s gewonnen, und 69 % der Energie werden oberhalb der Nennleistung geerntet.

Es fällt auf, dass sowohl Bora als auch Koshava oberhalb von 25 m/s noch relativ große Beiträge liefern, also dann, wenn sich die meisten Windturbinen bereits automatisch abschalten. Die Energie, die der Wind mit 25 m/s oder mehr liefert, kann dann

nicht mehr genutzt werden. Es sollte also eine Windturbine zum Einsatz kommen, die möglichst bis 30 m/s Energie aus dem Wind zieht. Weil hohe Windgeschwindigkeiten relativ häufig auftreten, ist mit ansehnlichen Erträgen zu rechnen. Wie die Tabelle „Vier Standorte im Vergleich“ (Seite 84) zeigt, sind die durchschnittlichen Jahreswindgeschwindigkeiten, die Bora und Koshava erreichen, nicht höher als an der deutschen Küste. Die spezifische Leistung und demzufolge auch der spezifische Jahresertrag sind jedoch deutlich größer, weil sich die hohen Windgeschwindigkeiten überproportional auswirken.

Vor allem ein großes Problem ist noch zu lösen: Die Beschaffung der geeigneten Windturbinen. Denn erstens haben die großen Hersteller aufgrund der vollen Auftragsbücher zurzeit kein allzu großes Interesse an der Lieferung von Anlagen in die neuen und unsicheren Märkte Südosteuropas. Und zweitens ist die Bereitschaft der Hersteller zur Anpassung der Anlagentechnik an die besonderen Anforderungen der Standorte mit extremen Windspitzen, hohen Starkwindanteilen und extremen Turbulenzen sehr begrenzt.

Behutsame Arbeit auf dem ehemaligen Kriegsschauplatz

Jede der drei Betreiberfirmen, die die Pilotanlagen errichten werden, hat sich verpflichtet, zur Verbesserung der lokalen Infrastruktur beizutragen. Zum Beispiel wird die bosnische Firma Vjetronergetika (siehe Kasten), die zu 90 % zur österreichischen Wind-

Am Seewind-Projekt beteiligte Firmen und Institute:

- Adria Wind Power d.o.o., Kroatien, Betreiberin des Windparks Rudine
- Vjetronergetika d.o.o., Bosnien-Herzegowina, Betreiberin des Windparks Podvelez
- Masurica A.D., Serbien, Betreiberin des Windparks Vlasina
- Verein Energiewerkstatt, Österreich
- DEWI GmbH Deutsches Windenergie-Institut, Deutschland
- DEWI-Offshore and Certification Center (DEWI OCC), Deutschland
- Meteotest, Schweiz
- Universität Mostar, Mechanische Fakultät, Bosnien-Herzegowina
- Meteorologisches Institut Sarajewo, Bosnien-Herzegowina
- Universität Belgrad, Institut für Multidisziplinäre Studien, Serbien

kraft Simonsfeld Holding gehört, die Wasserversorgung der Siedlungen verbessern, die an den Standort Podvelez angrenzen. Außerdem wird sie ein Tourisuskonzept sowie Studien zur Erhaltung von kulturhistorischen Bauten im Umland in Auftrag geben.

Zusätzliche Abgaben an die Stadtverwaltung kommen den Dörfern in der Region des Podvelez zugute, die vor 15 Jahren der Kriegsschauplatz der Kämpfe um die Stadt Mostar waren und viel Leid und Zerstörung über sich ergehen lassen mussten. Das Projektgebiet nahe Mostar musste vor Beginn der Arbeiten zunächst entminnt werden.

Hans Winkelmeier

Weitere Informationen:
www.energiwerkstatt.org

SIAG: Windenergietechnik Perfektion im Turm- und Komponentenbau



Die optimale Nutzung erneuerbarer Energien stellt einen entscheidenden Faktor für den Klimaschutz dar. Die SIAG zählt zu einem der führenden herstellerunabhängigen Lieferanten für die Windenergietechnik und produziert derzeit an vier europäischen Standorten über 900 Stahlrohrtürme und mehr als 450 Maschinenträger jährlich. Die Fertigungsstandorte sind in Deutschland, der Tschechischen Republik, Frankreich, Polen, Ägypten und bald auch in USA, Kanada, Indien und Vietnam. Hinzu kommen noch Generatorträger und Kleinkomponenten aus einem weiteren Werk in der Tschechischen Republik.

Bei der SIAG-Gruppe stehen die vertrauensvolle Zusammenarbeit und der Kundennutzen durch führende Technologie, Qualität und Service im Vordergrund. Das Fachwissen unserer Ingenieure und Techniker ist nicht nur für deutsche Anlagenhersteller interessant.

Aus der ganzen Welt werden unsere Türme, Maschinenträger und Komponenten bezogen. Hinzu kommen unsere zertifizierten Qualitätsmanagement-Systeme, die alle fertigungstechnischen und kundenorientierten Industriestandards erfüllen.

Durch unser starkes Wachstum suchen wir immer qualifizierte Mitarbeiter – schauen Sie doch einfach auf unsere aktuelle Jobbörse auf www.siag-group.com.

Durch kurze Entscheidungswege sind wir in der Lage, auf die Anforderungen des Marktes unverzüglich zu reagieren. Neben der Windenergietechnik sind wir in folgenden Bereichen tätig:

- Stahlbau
- Maschinenbau

Besuchen Sie uns auf der Hannovermesse vom 20. - 24.04.2009 im Bereich **Erneuerbare Energie**.

SIAG Schaaf Industrie AG

Burgweg 21 - 23 · 56428 Dernbach, Germany
Phone: +49(0)26 02 / 93 40 - 0 · Fax: +49(0)26 02 / 93 40 - 110
E-Mail: info@siag-group.com · Web: www.siag-group.com

EXPERIENCE IN STEEL

