

Überblicksbericht 2011

Forschungsprogramm Windenergie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:**Ermittlung von Turbulenzen in einem Windpark**

Ein neuartiger Ansatz wurde an der ETH Zürich entwickelt: Mittels eines UAV (Unmanned Aerial Vehicle) werden die Windgeschwindigkeit und Windturbulenzen in Windparks ermittelt.

BFE Forschungsprogramm Windenergie

Überblicksbericht 2011

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiter BFE (Autor):

Robert Horbaty, ENCO Energie-Consulting AG (robert.horbaty@enco-ag.ch)

Bereichsleiter BFE:

Dr. Katja Maus (katja.maus@bfe.admin.ch)

<http://www.bfe.admin.ch/forschungwindenergie>

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Der weltweite Markt für Windkraftanlagen ist 2011 um 42 GW gewachsen, gegenüber 38 GW im Jahre 2010. Aufgrund von Auswertungen der WWEA (World Wind Energy Association) liegt die installierte Leistung heute bei 239 GW, genug um 3 % des weltweiten Elektrizitätsbedarfs zu decken [1]. Mit zusätzlichen 18 GW hat erneut China am meisten zugebaut, gefolgt von den USA und Indien.

Auch in der Schweiz hat der starke Zubau von Anlagen im vergangenen Jahr zu einer markanten Steigerung der Windstromproduktion geführt. Real wurden im Kalenderjahr 70 Mio. kWh grüner Strom produziert. Trotz mässigen Windverhältnissen hat sich damit die Produktion gegenüber dem Vorjahr verdoppelt. Mit 30 grossen Windturbinen ist die Anzahl der Anlagen in der Schweiz noch gering. Gleichwohl überschritt die Windstromproduktion in zwei Standortkantonen erstmals die Prozentmarke. Im Kanton Uri wurden rund 1 % und im Jura fast 4 % des kantonalen Stromverbrauchs mit Windstrom gedeckt [2].

Limitierende Faktoren für den weiteren Ausbau der Windenergie in der Schweiz sind:

- Diskussionen um Standortbewilligungen, um die generelle Akzeptanz von Windenergieprojekten und um Umweltauswirkungen von Anlagen;
- turbulente Windverhältnisse aufgrund komplexen Geländes, was einen hohen Aufwand bei Standortabklärungen erfordert, insbesondere auch an höheren Lagen im Gebirge;
- harsche klimatische Verhältnisse können Vereisung von Rotorblättern verursachen, was zu einem reduzierten Energieertrag führt.

Das Forschungsprogramm Windenergie des Bundesamtes für Energie konzentriert deshalb die limitierten Mittel auf diese Bereiche, weil hier auch im internationalen Vergleich substanzielles Know-how erarbeitet werden kann. Entsprechende Projekte werden durch Forschungsinstitutionen (z. B. ETHZ, EPFL oder ZHAW), von anderen Insti-

tutionen (z. B. MeteoSchweiz oder Vogelwarte Sempach) oder von privaten Unternehmen (z. B. New Energy Scout) mit hoher fachlicher Kompetenz bearbeitet.

Eine Studie der Fa. McKinsey [3] geht davon aus, dass bis 2020 der Windenergiemarkt weltweit 250 Mrd. CHF betragen wird. Vor dem Hintergrund einer vertieften Cleantech-Strategie scheint es deshalb notwendig, dass die Schweizer Wirtschaft auch an diesem Wachstumsmarkt partizipiert, sei es als Projektentwickler, als Planungsexperten oder als Komponentenhersteller. Forschungsaktivitäten und der Bau von Pilot- und Demonstrationsanlagen zur Unterstützung dieser Aktivitäten sind unerlässlich.

Programmschwerpunkte

Basierend auf dem Konzept des Energieforschungsprogramms Windenergie aus dem Jahre 2008 [4] stellen sich die Forschungsschwerpunkte wie folgt dar:

- Entwickeln von Anlagekomponenten für die Nutzung von Windenergie unter spezifisch schweizerischen Verhältnissen durch die einheimische Industrie, wie z. B. Reduktion der Lasten mit neuen Werkstoffen, Erhöhung des Energieertrags bei tiefen Windgeschwindigkeiten und Einsatz der Nanotechnologie gegen Verschmutzung und Vereisung;
- Erhöhung der Verfügbarkeit und des Energieertrages von Windkraftanlagen (WKA) an extremen Standorten durch Erarbeiten von Planungs-Know-how für komplexe Terrains, Tests an extremen Standorten durch Auswertung von Betriebserfahrungen und durch Erarbeiten von Empfehlungen;
- Erhöhung des «Wertes» der Windenergie, Optimierung der Integration von Windkraftanlagen in die Stromversorgung durch Fore- und Nowcasting der Energieproduktion aus Wind, durch Netzregulierung mit hohem Anteil an Windenergie und durch Optimierung der Bedingungen für intermittierende Produktionsanlagen im Netz;
- Erhöhung der Akzeptanz für Windenergie unter Einbezug sozial- und umweltwissenschaftlicher Kompetenz, z. B. mit Ermitteln von Erfolgsfaktoren und -strategien;
- ergänzend wird mit Pilot- und Demonstrationsprojekten die Lücke zwischen den eigentlichen Forschungsaktivitäten und der Anwendung in der Praxis geschlossen.

Rückblick und Bewertung 2011 / Ausblick

Anlässlich eines breit angelegten Workshops am 12.9.2011 des Forschungsprogramms Windenergie zusammen mit der Schweizer Windenergievereinigung Suisse Eole, an welcher rund 40 Personen teilnahmen, wurde der Branche in der Schweiz die Möglichkeit geboten, ihre Anliegen und Forschungsbedürfnisse direkt zu formulieren [5]. Grundsätzlich sollen obige Schwerpunkte weiter verfolgt werden, spezifisch wurde u. a. erwähnt:

- Erhöhung der Genauigkeit der Windkarte Schweiz v. a. in komplexem Gelände. Eventuell auch gezielt für Gebiete mit aktuellen Messungen und besonderer Relevanz (z. B. Waadt);
- Erarbeitung einer standardisierten Genauigkeits-/Unsicherheitsbewertung von Windgutachten, inkl. Verbesserung der Langzeitkorrelation und Bereitstellung von Langzeitdaten;
- Bilden eines Expertenpools mit dem Ausland, insbesondere zu den Themen soziale Akzeptanz und Fledermaus- und Vogelschutz. Teilweise ist das Ausland schon sehr viel weiter als die Schweiz;
- Teststandorte (in den Alpen und im Jura) mit hohen Messmasten für Systemvergleiche (z. B. Lidar/Sodar, Evaluation Modellierungssoftware in komplexem Gelände, Evaluation Anti-Icing-Massnahmen, Tests mit neuen Technologien im Triebstrang).

Diese Vorschläge wurden teilweise bereits im Rahmen von neuen Projekten konkretisiert, werden aber sicher Eingang finden in das sich zurzeit in Erarbeitung befindende Energieforschungskonzept des Bundes 2013–2016 und in das Detailkonzept des Energieforschungsprogramms «Windenergie».

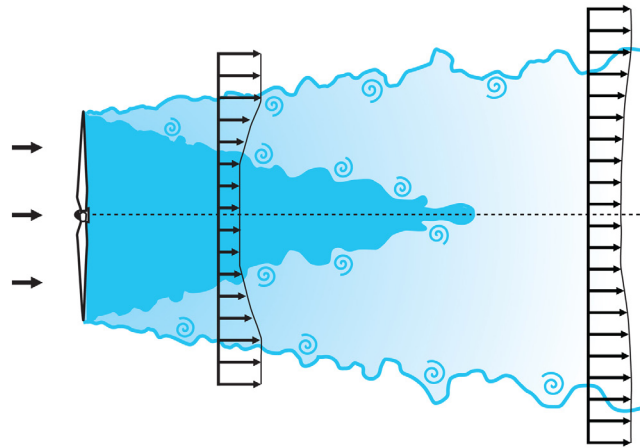
Mit den Forschungsaktivitäten in den Bereichen «Betrieb von Windkraftanlagen unter turbulenten und vereisenden Bedingungen» und «Sozialer Akzeptanz von Windkraftanlagen» hat sich die Schweiz internationales Renommee erarbeitet und ist u. a. über die IEA (Internationale Energie-Agentur) gut vernetzt. Das ausgewiesene Interesse der internationalen Windenergieszene an den Schweizer Resultaten unterstreicht die Qualität der durchgeführten Forschungsvorhaben.

Highlights aus Forschung und Entwicklung

Development of wind turbines for safe operation in alpine environments

Die Ziele dieses Projektes waren die Verluste der Leistung von Windkraftanlagen aufgrund von Turbulenzen zu quantifizieren, die Strömungsphänomene, welche für diese Verluste verantwortlich sind, zu verstehen, und Massnahmen vorzuschlagen, welche diese Verluste reduzieren könnten. Dank Experimenten mit einer neuen «Sub-scale model wind turbine test facility» an der ETHZ konnten diese Ziele im Wesentlichen erreicht werden.

Um Strategien zur Reduzierung der Verluste aufgrund von Windschatteneffekten aufzuzeigen, wurde ein neues Strömungsmodell für die Vorhersage der Geschwindigkeitsprofile in Windkraftanlagen auf der Basis der «free shear flow theory» entwickelt. Das Modell ergibt einen mittleren Fehler von nur 3,6 % in der vorhergesagten Leistung der Windkraftanlage, im Vergleich zu 7–12 % Fehler für die häufiger verwendeten Strömungsmodelle. Dieses Strömungsmodell kann auch in die heute verwendete Software zur Standortevaluierung von Windkraftanlagen integriert werden und dient zu genaueren Vorhersagen des möglichen Energieertrages.



Figur 2: Schematische Darstellung des Mischprozesses in der Strömung hinter dem Rotor, (der hellblaue Bereich zeigt den ungestörten Bereich der Strömung).

Die Experimente zeigten auch, dass durch die Erhöhung der Turbulenzintensität von 0 auf 2,5 %, die durch Windschatteneffekte beeinflusste Zone von 8 auf 4 Rotordurchmessern reduziert wird. Aus Sicht der Optimierung der Energieproduktion in Windparks auf einem vorgegebenen Gelände können die Windkraftanlagen dichter installiert werden, als die heutige Norm aussagt.

Allerdings sind weitere Studien erforderlich, um die Auswirkungen des engeren Abstands auf die Lebensdauer der Windkraftanlagen zu ermitteln.

Diese vertieften Abklärungen werden im neuen Projekt der ETH «Siting of wind Turbines in Complex Terrain – Effects of Inclined Freestream Flow and Elevated Freestream Turbulence» weiter verfolgt.

Verifizierung der theoretischen Leistungskurve einer neuen Windturbine

Die Firma AIGILE-Windpower hat ein neues Horizontalachs-Windturbinenkonzept entwickelt. Ziel des Projektes war es, die effektive Leistung und den



Figur 1: 2011 wurde die höchst gelegene Windkraftanlage (2'465 m.ü.M.) beim Griesssee am Nufenenpass durch die Fa. Swiss Winds errichtet (Quelle: Swiss Winds / Scheuerle).



Figur 3: Versuchsaufbau zur Ausmessung des neuartigen Windturbinenkonzeptes auf dem Militärflugplatz Dübendorf (Quelle: AGILE Windpower AG).

Wirkungsgrad an einem voll funktionsfähigen Prototypen zu analysieren. Der Versuchsaufbau bestand aus einer Zelle der A4-Prototypenturbine. Diese Zelle wurde auf einem Lastwagenausleger montiert. Um die Turbine verschiedenen Windverhältnissen auszusetzen, fuhr der Lastwagen mit montiertem Versuchsaufbau in gleichbleibender Geschwindigkeit die Versuchsstrecke auf dem Militärflugplatz Dübendorf ab. Dabei wurden die elektrischen Leistungsabgabe in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit (Leistungskenn-

linie) und das Verhältniss zwischen Wirkungsgrad und Leistungsbeiwert gemessen.

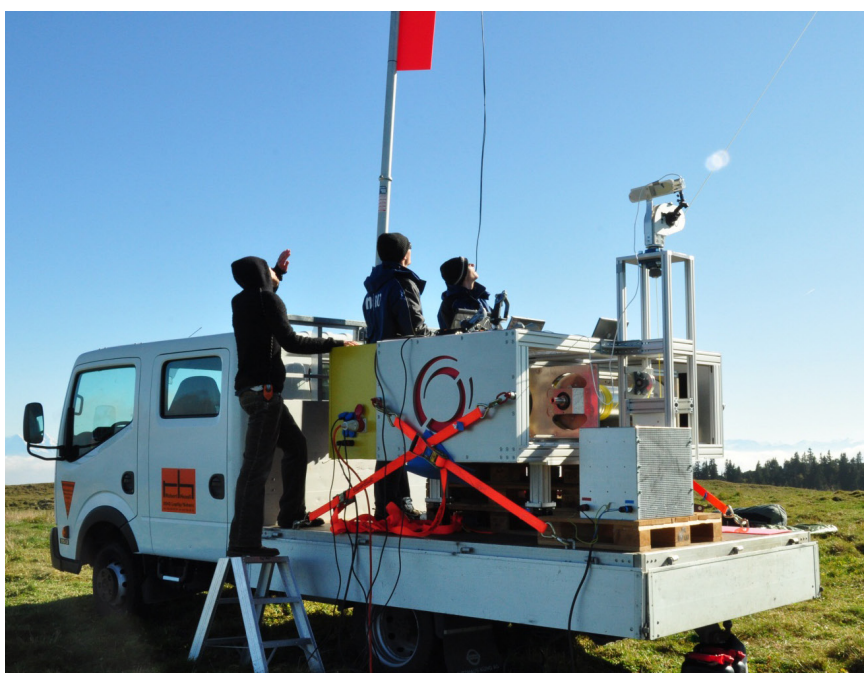
Die ersten Erkenntnisse aus den Versuchen sind positiv. Daraus geht hervor, dass sich die AGILE-Turbine in der Charakteristik so verhält, wie die Modelle, die ursprünglich im Windkanal getestet wurden. Dies bestätigt, dass die Funktionsweise des neuen Antriebsprinzips in grösseren Anlagen skaliert werden kann, dies bei deutlich reduziertem Projektrisiko. In den Tests wurden auch

die erwarteten hohen Leistungen gemessen. Eine genaue Leistungskennlinie kann aber erst mit einem neuen Forschungsmodell, welches im Windkanal unter stabilen Bedingungen ausgemessen wird, ermittelt werden.

SwissKitePower – Novel Wind Energy Extraction Technology

Um die Machbarkeit des Konzepts unter Beweis zu stellen, wird von der Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW zunächst ein «Kite Power Technology-Demonstrator» getestet, entworfen und gebaut. Die Entwicklung eines für die Stromerzeugung optimierten Drachens mit einem neuartigen Design wird an der EMPA verfolgt. An der ETH Zürich wird die Automatisierung des Systems entwickelt, mit der Vision einer völlig autonomen Stromerzeugung auf der Basis von «Kite-Power». Sowohl der Drache als auch die Steuerung werden auf dem Demonstrator bezüglich ihrer Leistung und ihrer Zuverlässigkeit geprüft.

Gleichzeitig wird eine detaillierte Analyse der Grundlagen dieser neuen Technologie durchgeführt. Es soll eine Vision entwickelt werden, wie ein Kite-Kraftwerk aussehen könnte, wobei der Schwerpunkt auf Themen wie Prinzip der Stromerzeugung, Skalierbarkeit, Betriebshöhe, Sicherheit, geeignete



Figur 4: Versuchsaufbau des «Kite Power Technology-Demonstrator» an der Fachhochschule Nordwestschweiz (Quelle: FHNW).

Standorte und Energiekosten liegen wird. Aufbauend auf den Ergebnissen dieses Projekts soll ein grösseres Kite-Kraftwerk entwickelt, gebaut und an einem geeigneten Standort ans Netz angeschlossen werden.

Teststandorte für Windkraftanlagen und Windmessungen im komplexen Gelände der Schweiz

Anlässlich der Forschungskonferenz des Programms Windenergie vom 12.9.2011 wurde durch die anwesenden Experten die Notwendigkeit eines Teststandorts in der Schweiz unterstrichen. Im Rahmen eines Vorprojektes wurden nachfolgende Forschungsaspekte ermittelt:

- Einfluss komplexer Topografie auf die Anströmung von Windkraftanlagen, vor allem auf Grund der Ausprägung von Schräganströmung, Windscherung, Turbulenz und Böigkeit. Neben konventionellen Methoden wurde auch der Einsatz von gondelbasierten LiDAR-Messsystemen untersucht. Entsprechende Gerätevarianten wurden hinsichtlich deren Eignung im komplexen Gelände verglichen und Testvorhaben skizziert.
- Einfluss klimatischer Bedingungen, insbesondere Vereisung. Dies ist bereits Gegenstand der Forschung in der Schweiz (Gütsch und St. Brais) und könnte weiter vertieft werden. Ferner stellt die reduzierte Luftdichte einen interessanten Untersuchungsaspekt dar.
- Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Antransport und der Geländekomplexität im Hinblick auf potenzielle Teststandorte, sowie Stand der Technik und Abschätzung künftiger Entwicklungen.

Es wurden Anforderungen an einen zentralen Teststandort definiert, und Vorschläge für Kriterien abgeleitet. Darauf basierend wurde eine Methodik entwickelt, mit der potenzielle Teststandorte identifiziert werden können. Die Methodik wurde mit einem exemplarischen Fallbeispiel ver-



Figur 5: Transportkombinationen zur Erschliessung von schwierig zugänglichen Standorten im Gebirge mit kippbaren Flügeladaptoren (Quelle: New Energy Scout).

deutlich. Bestehende Standorte in der Schweiz wurden grob auf deren Eignung als Teststandort untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Standorte Gütsch und Griessee zwar die interessantesten Testbedingungen aufweisen, die Antransportverhältnisse jedoch als sehr schwierig einzustufen sind. Die Jura-Standorte eignen sich als dezentrale Teststandorte besonders für die Untersuchung von Vereisung (bereits durchgeführt). Ein Teststandort für Windkraftanlagen könnte grossen Nutzen für die Forschung, für die betroffene Region, für Hersteller, sowie für Projektentwickler und für Betreiber bringen. Eine Vielzahl von Forschungsvorhaben von Universitäten, ETH und

Fachhochschulen werden dadurch möglich und erlauben der Schweiz, sich in einer immerinteressanter werdenden Nische im Windkraftgeschäft einen Vorsprung zu erarbeiten.

Neben dem Teststandort für Windkraftanlagen wurden ebenfalls die Rahmenbedingungen und der Nutzen von Teststandorten für Windmessungen untersucht. Im Austausch mit verschiedenen Forschungseinrichtungen und Geräteherstellern zeigte sich, dass ein solcher Teststandort für die Verbesserung und Weiterentwicklung von konventioneller Messtechnik, sowie von optischen Messsystemen sehr interessant wäre.

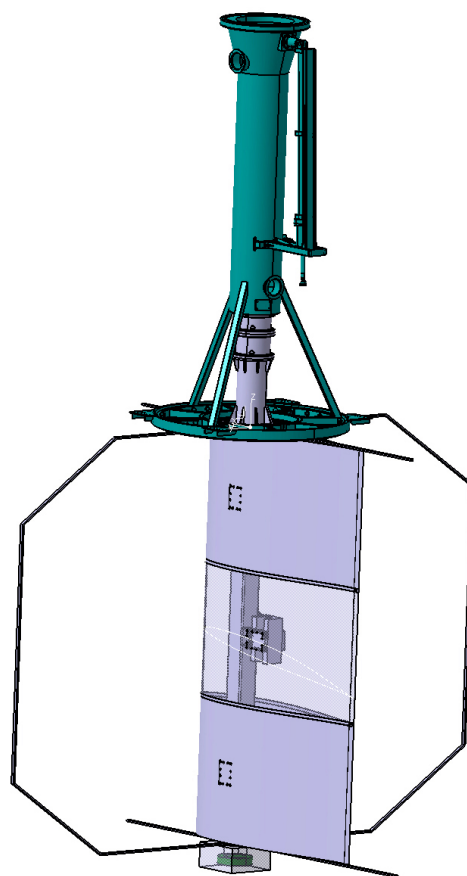
Pilot- und Demonstrationsprojekte

Windkanalversuchsaufbau für Profilmessungen an Windkraftanlagen

Um das Bedürfnis der Industrie an gesicherten aerodynamischen Profildaten für grosse Windkraftanlagen zu befriedigen, wurde für den Windkanal der RUAG Aviation in Emmen ein Versuchsaufbau konzipiert und in Betrieb genommen, der die spezifischen Anforderungen von Horizontalachsen-Windkraftanlagen optimal berücksichtigt. Auch die Leistungsverminderung der Profile, die durch Verunreinigung, Eis oder Regen verursacht werden, können quantifiziert werden.

Für die aerodynamische Optimierung von Rotorblättern von Horizontalachsen-Windturbinen sind gesicherte Kenntnisse der Profileigenschaften von grosser Bedeutung. Im Gegensatz zu den Anwendungen im Luftfahrtbereich, wo normalerweise von einer stetigen Anströmung ausgegangen werden kann, variiert bei Windturbinen sowohl der lokale Anstellwinkel, als auch die Geschwindigkeit periodisch als Funktion der Drehung des Rotors. Es ist bekannt, dass solche dynamischen Effekte die aerodynamischen Charakteristiken des Profils sehr stark beeinflussen, im Besonderen auch bei den sehr hohen Anstellwinkeln, wie sie bei Windkraftanlagen auftreten (Stichwort «dynamic stall»). Auch numerische Verfahren sind heute und auch in näherer Zukunft nicht in der Lage zuverlässige Daten zu diesen dynamischen Vorgängen zu liefern, oder brauchen zumindest experimentelle Daten zur Validierung.

Der Windkanal in Emmen hat eine geeignete Messstrecke und bietet wegen



Figur 6: Darstellung des Konzepts für Windkanalversuche im Large Subsonic Wind Tunnel Emmen. Das Windblattprofil kann über die gesamte Kanalhöhe von 5 m eingebaut werden.

seines Aufbaus eine relativ einfache Möglichkeit, grosse Profile von Windkraftanlagen einzuspannen. Die RUAG Aviation hat für ihren Windkanal einen neuen Versuchsaufbau entwickelt und implementiert, der Profilmessungen bei hohen Reynoldszahlen und auch unter Berücksichtigung dynamischer Effekte ermöglicht. Neben dem Nut-

zen für die Entwicklung von neuen Blattprofilen und -geometrien kann auch die Beeinträchtigung der Leistung durch Störfaktoren ermittelt werden. So kann zum Beispiel der Einfluss von Profilveränderungen, verursacht durch Regen, Eis oder Verschmutzung durch Insekten auf die Leistungsfähigkeit des Profils gemessen werden.

Nationale Zusammenarbeit

An regelmässigen Treffen des Programmleiters mit dem CORE-Paten [6] des Forschungsprogramms, der BFE-Forschungsbereichsleiterin, dem BFE-Verantwortlichen für Marktentwicklung, sowie dem Geschäftsführer der Schweizerischen Windenergievereinigung «Suisse Eole» wird die Entwicklung des Programms mit den Zielen der CORE und den Anliegen von EnergieSchweiz abgestimmt. Im Rahmen eines Firmenbeirates von Suisse Eole können sich die Mitglieder des Verbandes auch zu Fragen der Forschung äussern. Zusätzlich wurde am 12.9.2011 eine Konferenz zu neuen Inhalten der Windenergieforschung durchgeführt [5].

Die Kooperationen mit anderen BFE Forschungsprogrammen wurden im Berichtsjahr weiter geführt. Kontakte zu den Forschungsprogrammen «Elektrizitätstechnologien und -anwendungen» und «Energie–Wirtschaft–Gesellschaft» stehen im Vordergrund.

Die EPFL (Laboratoire de Systèmes Energétiques, Lasen) [7] betreut Windenergie-Projekte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit.

Das Labor für Strömungsmaschinen an der ETHZ [8] ermittelt die Einflüsse von Vereisung, Böen und Turbulenzen

auf die Performance von Windturbinen im komplexen Gelände.

An der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) arbeitet eine an der Entwicklung von Nano-Oberflächen zur Verhinderung von Vereisung der Rotorblätter [9].

Sowohl an der Haute Ecole Arc Ingénierie in Neuchâtel [10] als auch an der Fachhochschule Nordwestschweiz in Windisch [11] arbeiten Fachleute an Projekten zur Stromerzeugung mit Flugdrachen «Swiss Kite-Power».

Der Dreh- und Angelpunkt für die Förderung der Windenergie in der Schweiz ist Suisse Eole [12].

Experten vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz [13] und vom WSL – Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF [14] haben substantiell am Projekt «Vereisungskarte» mitgearbeitet.

Sämtliche Planungsinstrumente, insbesondere ein Map-Server mit allen relevanten Aussagen zu möglichen Windenergiestandorten sind auf der Website von Suisse Eole vorhanden [15].

Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit findet im Rahmen des IEA Implementing Agreement Wind statt [16]:

Task 11: Base Technology Information Exchange

Es finden regelmässig Expertentreffen zu diversen Themen aus dem Bereich der Windenergieforschung statt. Eine Teilnahme steht allen Interessenten aus der Schweiz offen (http://www.ieawind.org/task_11/task_11_homepage.html).

Task 19: Wind Energy in Cold Climates

Seit 2002 beteiligt sich die Schweiz am IEA-Projekt Wind Energy in Cold Climates (WECO). Der Vertreter der Schweiz in diesem Gremium ist René Cattin, Fa. Meteo-test (<http://arcticwind.vtt.fi/>).

Task 26: Cost of Wind Energy

Expertentreffen zum Thema Kosten der Elektrizität aus Windenergie. Da dies einen zentralen Zusammenhang

mit der KEV (Kostendeckende Einspeisevergütung) hat, nimmt der Verantwortliche beim BFE für Marktentwicklung, Markus Geissmann, daran teil. http://www.iea-wind.org/task_26.html

Task 28: Social Acceptance of Wind Energy Projects

Im Jahre 2007 wurden Aktivitäten aus dem Forschungsprogramm Windenergie lanciert, um innerhalb der IEA einen neuen Task Social Acceptance zu starten. Es partizipieren Kanada, Dänemark, Deutschland, Finnland, Irland, Japan, Holland, Norwegen, die Schweiz und die USA. Operating Agent ist Robert Horbaty, Programmleiter des Forschungsprogramms Windenergie aus der Schweiz (www.socialacceptance.ch/; www.ieawind.org/Summary_Page_28.html). Basierend auf dem Schlussbericht des Tasks wurde innerhalb der IEA der Beschluss gefasst, dieses Vorhaben weiter zu führen.

Referenzen

- [1] World Wind Energy Association, www.wwindea.org.
- [2] Schweizerische Vereinigung für Windenergie, www.suisse-eole.ch/de/infothek/medienmitteilungen.html.
- [3] McKinsey & Company, Zürich, 2010, Marco Ziegler, Reto Bättig, www.mckinsey.com/locations/swiss/news_publications/pdf/Wettbewerbsfaktor_Energie.pdf.
- [4] Konzept des Energieforschungsprogramms Windenergie für die Jahre 2008 – 2011, www.bfe.admin.ch/forschung-windenergie/index.html?lang=de&dossier_id=01157.
- [5] Workshop Forschungsprogramm Windenergie vom 12.9.2011, www.bfe.admin.ch/forschungwindenergie/index.html?lang=de&dossier_id=05111.
- [6] CORE: Commission fédérale pour la recherche énergétique.
- [7] EPFL Lausanne, Laboratoire de systèmes énergétiques Lasen: <http://lasen.epfl.ch/page39406.html>.
- [8] Prof. R. Abhari, Dr. N. Chokani, Laboratory for Energy Conversion an der ETH Zürich, www.lec.ethz.ch.
- [9] ZHAW, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Winterthur, Martina Hirayama (martina.hirayama@zhwin.ch), www.zhaw.ch.
- [10] Haute Ecole Arc Ingénierie in Neuchâtel, www.kitves.com/consortium/Consortium_PublicView.aspx?department=7.
- [11] Fachhochschule Nordwestschweiz in Windisch, <http://web.fhnw.ch/technik/projekte/eit/Herbst2010/BernWass/>.
- [12] Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole: www.suisse-eole.ch.
- [13] Phillipe Steiner, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Krähbühlstrasse 58, CH-8044 Zürich, www.meteoschweiz.ch.
- [14] Thomas Grünewald, Walter Steinkogler,, Michael Lehning, WSL - Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos Dorf, www.slf.ch.
- [15] www.wind-data.ch/windkarte/.
- [16] Patricia Weis-Taylor, (pwt_communications@comcast.net), www.ieawind.org NREL IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, www.ieawind.org/.

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

AUSWERTUNG CODE OF CONDUCT

R&D 3.2*

Lead:	Nateco	Funding:	BFE
Contact:	Buser Hans nateco@nateco.ch	Period:	2011
Abstract:	Analyse des Projektablaufes und der Projektergebnisse von Code of Conduct".		

PARTIZIPATION AN DER COST ACTION ES1002

R+D 3.2

Lead:	METEOTEST	Funding:	BFE
Contact:	Cattin René rene.cattin@meteotest.ch	Period:	2011
Abstract:	Short-Term High Resolution: Wind and Solar Energy Production Forecasts.		

SITING OF WIND TURBINES IN COMPLEX TERRAIN - EFFECTS OF INCLINED FREESTREAM FLOW AND ELEVATED FREESTREAM TURBULENCE

R+D 3.2

Lead:	ETH Zürich	Funding:	BFE
Contact:	Chokani Ndaona chokani@lec.mavt.ethz.ch	Period:	2011–2013
Abstract:	The specific objectives of this project are to quantify the effects of inclined freestream flow and elevated freestream turbulence levels on the performance of wind turbines to quantify the uncertainty in the predicted performance of a wind turbine that is sited in complex terrain to provide guidelines for the siting of wind turbines in complex terrain, specifically in Switzerland.		

SWISSKITEPOWER - NOVEL WIND ENERGY EXTRA

R+D 3.2

Lead:	Fachhochschule Nordwestschweiz	Funding:	BFE
Contact:	Houle Corey corey.houle@fhnw.ch	Period:	2011–2012
Abstract:	The long term goal of the SwissKitePower project is to install and operate a Kite Power Plant within Switzerland. A fully functioning prototype will be developed as a technology demonstrator to prove the functionality of the technology and to provide experimental data for model validation.		

TESTSTANDORTE FÜR WINDKRAFTANLAGEN UND WINDMESSUNGEN IM KOMPLEXEN GELÄNDE DER SCHWEIZ

R+D 3.2

Lead:	New Energy Scout	Funding:	BFE
Contact:	Dietl Michael m.dietl@newenergyscout.com	Period:	2011
Abstract:	Im Rahmen der Vorstudie sollen Voruntersuchungen zu folgenden Themen ausgeführt werden: a) Teststandorte für Windkraftanlagen im komplexen Gelände der Schweiz, b) Möglichkeiten zur experimentellen Untersuchung des Anströmbereichs von Windturbinen im komplexen Gelände mittels gondelbasiertem LiDAR, c) Voruntersuchungen zum Teststandort für Windmessungen im komplexen Gelände der Schweiz.		

FINAL REPORT FÜR DIE IEA WIND TASK 28

R+D 3.2

Lead:	ENCO AG	Funding:	BFE
Contact:	Horbaty Robert robert.horbaty@enco-ag.ch	Period:	2011
Abstract:	Erstellung des Final- Reports im Rahmen des International Energy Agency (IEA) Implementing Agreement for Co-operation in the Research, Development, and Deployment of Wind Energy Systems – IEA Wind und des Task 28 „Social Acceptance“.		

AIRFOIL-BASED SOLUTION FOR VESSEL ON-BOARD ENERGY PRODUCTION DESTINED TO TRACTION AND AUXILIARY SERVICES (KITVES)

R+D 3.2

Lead:	Haute Ecole Arc Ingenierie	Funding:	FP7
Contact:	Zaquini Leonello leonello.zaquini@ha-arc.ch	Period:	2008–2012
Abstract:	KiteVes solution is based on the on-board realisation of a wind-powered generator, capable to harvest the altitude wind. The kites will be equipped with sensors. The data will be transmitted to a control unit (placed on the vessel) which pilot motors (also placed on the vessel).		

● HIGH POWER, HIGH RELIABILITY OFFSHORE WIND TECHNOLOGY (HIPRWIND)

R+D 3.2

Lead: ABB Schweiz

Funding: FP7

Contact: Aperldoorn Oscar oscar.apeldoorn@ch.abb.com

Period: 2010 - 2016

Abstract: The aim of the HIPRWIND project is to develop and test new solutions for very large offshore wind turbines at an industrial scale. The project addresses critical issues of offshore WT technology such as extreme reliability, remote maintenance and grid integration with particular emphasis on floating wind turbines, where weight and size limitations of onshore designs can be overcome.

● VEREISUNG WEA ST. BRAIS

R+D 3.2

Lead: Meteotest

Funding: BFE

Contact: Cattin René rene.cattin@meteotest.ch

Period: 2009–2011

Abstract: Im September 2009 wurden zwei Windenergieanlagen in St. Brais im Kanton Jura errichtet. Die Verfügbarkeit dieser WEA wurde innerhalb des Projekts genutzt um Erkenntnisse über das Betriebsverhalten unter vereisenden Bedingungen zu evaluieren. Der Produktionsverlust einer WEA ohne Blattheizung wurde mit ca. 10% der Jahresproduktion beziffert.

● AUSWIRKUNGEN VON WKA AUF VOGELWELT

R+D 3.2

Lead: Vogelwarte Sempach

Funding: BFE

Contact: Liechti Felix felix.liechti@vogelwarte.ch

Period: 2009–2014

Abstract: Vergleichende Studie, Auswirkung WKA auf Vogelwelt (Zugvögel und ansitzende Vögel), Jura, Gotthard, Schwyberg. Aufgrund der Literatursauswertung sind Konflikte in erster Linie dort zu erwarten, wo gefährdete Arten offener Landschaften betroffen sind oder wo sich Zugvögel aufgrund topographischer Bedingungen konzentrieren. Der Standortwahl ist deshalb höchstes Gewicht einzuräumen, um Konflikte mit der Vogelwelt möglichst zu vermeiden.

● DEVELOPMENT OF WIND TURBINES FOR SAFE OPERATION IN ALPINE ENVIRONMENT

R+D 3.2

Lead: ETH Zürich

Funding: BFE

Contact: Abhari Reza S. abhari@ethz.ch

Period: 2008–2011

Abstract: Dieses Projekt fokussierte sich auf die Quantifizierung der Energieertragsverluste aufgrund von Abschattungseffekten in Windparks. Die Arbeit bestanden in Experimenten in der dynamischen Windkraftanlagen Test-Einrichtung an der ETHZ und in CFD-Studien. Einerseits um die Strömungsphänomene in Windparks besser zu verstehen, andererseits aber auch um Strategien und Massnahmen zu entwickeln, womit diese Verluste reduziert werden können.

● ELEKTRISCHE ANSTELLWINKELSTEUERUNG VERTICAL ACHSEN WIND TURBINEN

R+D 3.2

Lead: Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs NTB

Funding: KTI

Contact: Piai Guido guido.piai@ntb.ch

Period: 2010–2011

Abstract: Bei den heutigen Vertikalachs-Windturbinen der Fa. Envergate GmbH erfolgt die Anstellwinkelsteuerung der Flügel auf mechanischer Basis, was dazu führt, dass diese träge auf die Windveränderung reagieren. Bei den zukünftigen Windkraftanlagen sollte dies auf elektronischer Basis funktionieren. Die Anstellwinkelsteuerung der Flügel erfolgt dadurch viel schneller und genauer, die Anlage kann dadurch mit höheren Windgeschwindigkeiten betrieben werden.

● IEA TASK 26: "COST OF WIND ENERGY"

3.2

Lead: NREL - National Renewable Energy Laboratory

Funding: BFE

Contact: Geissmann Markus markus.geissmann@bfe.admin.ch

Period: 2009–2011

Abstract: Beitrag zur Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 26 durch Schweizer Experten: Cost of Wind energy

● NICHTVEREISENDE BESCHICHTUNGEN FÜR ROTORBLÄTTER VON WINDENERGIEANLAGEN

R+D 3.2

Lead: Zürcher Hochschule Winterthur

Funding: BFE

Contact: Hirayama Martina martina.hirayama@zhaw.ch

Period: 2008–2011

Abstract: Die Vereisung der Windenergieanlagen ist ein schwerwiegendes Problem bei der Energieerzeugung aus Wind. Als attraktive Lösung ist eine Beschichtung denkbar, welche die Vereisung gar nicht oder nur verzögert zulässt.

● **PARTIZIPATION AM IEA WIND TASK 19: "COLD CLIMATE"**

3.2

Lead:	Meteotest	Funding:	BFE
Contact:	Maus Katja rene.cattin@meteotest.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Teilnahme an der Arbeitsgruppe / Erfahrungsaustausch zum Thema Windenergie im kalten Klima, Verteilung der Information in der Schweiz		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY TASK 28 "SOCIAL ACCEPTANCE"**

3.2

Lead:	ENCO AG	Funding:	BFE
Contact:	Maus Katja robert.horbaty@enco-ag.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Beitrag zur Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 28: "Social Acceptance", Erfahrungsaustausch zur Sozialen Akzeptanz von Windenergie		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY TASK 19: "COLD CLIMATE"**

3.2

Lead:	VTT, Finland	Funding:	BFE
Contact:	Cattin René katja.maus@bfe.admin.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Beitrag zur Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 19: "Cold Climate" durch Schweizer Experten: Windenergie im kalten Klima		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY TASK 11: "BASE TECHNOLOGY INFORMATION EXCHANGE"**

3.2

Lead:	NREL - National Renewable Energy Laboratory	Funding:	BFE
Contact:	Maus Katja katja.maus@bfe.admin.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Beitrag zur Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 11: "Base Technology Information Exchange", Erfahrungsaustausch zum Thema Windenergie		

● **VEREISUNGSKARTE DER SCHWEIZ**

R+D 3.2

Lead:	Meteotest	Funding:	BFE
Contact:	Cattin René rene.cattin@meteotest.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	In diesem Projekt wurde eine Karte der meteorologischen Vereisungshäufigkeit in der Schweiz erstellt. Flächendeckende Informationen über Wolkenwasser, Temperatur und Wind aus Analysen des operationellen Wettervorhersagemodells COSMO-2 der MeteoSchweiz dienten zur Berechnung der Vereisungshäufigkeiten. Diese wurden auf Grundlage von Messungen verifiziert.		

● **WINDKANALVERSUCHSAUFBAU FÜR PROFILMESSUNGEN FÜR WINDKRAFTANLAGEN**

P+D 3.2

Lead:	RUAG	Funding:	BFE
Contact:	Guillaume Michel michel.guillaume@ruag.com	Period:	2011–2013
Abstract:	Ziel des Projektes ist die Implementation und die Inbetriebnahme eines Versuchsaufbaus für Profilmessungen für Windkraftanlagen im Large Subsonic Wind Tunnel Emmen (LWTE-Windkanal) der RUAG Aviation in Emmen. Der Versuchsaufbau soll die spezifischen Anforderungen von Horizontalachsen-Windmaschinen optimal berücksichtigen und es ermöglichen, Messungen an Profilen im Massstab 2:1 bei einer Reynoldszahl von 10 Mio durchzuführen.		

● **VERIFIZIERUNG DER THEORETISCHEN LEISTUNGSKURVE EINER NEUEN WINDTURBINE**

P+D 3.2

Lead:	Agile Wind Power AG	Funding:	BFE
Contact:	Richter Patrick patrick.richter@agilewindpower.com	Period:	2011–2012
Abstract:	Ziel dieses Projektes ist es, die effektive Leistung und den Wirkungsgrad eines neuartigen Windkraft-Turbinenkonzepts am einem voll funktionsfähigen Prototyp zu analysieren.		

● **EINBEZUG VON LOKALER TOPOGRAPHIE, GEBÄUDEPROFILIEN UND VEGETATION IN EIN WINDENERGIE-PLANUNGSTOOL**

R+D

3.2

Lead: Fachhochschule Nordwestschweiz

Funding: KTI

Contact: Heiniger Kurt

kurt.heiniger@fhnw.ch

Period: 2011–2012

Abstract: Ziel ist es, ein Planungstool für Ertragsvorhersage und Detailplanung von Windkraftanlagen zu entwickeln. Das Modul soll deutlich über die state-of-the-art Modelle hinausgehen, welche vor allem die oberen atmosphärischen Schichten ab 50 - 70 m Höhe gut abbilden. Mit dem zukünftigen Tool soll auch das Potential bodennaher Windsysteme betrachtet werden können (Höhenbereich < 30m, kleinräumiger Topographie, Vegetation und Bebauung).

● **MICRO WINDTURBINEN IM URBANEN UMFELD**

R+D

3.2

Lead: Zürcher Hochschule Winterthur

Funding: KTI

Contact: Escala Marina

marina.escala@zhaw.ch

Period: 2011–2012

Abstract: Es soll die Stromproduktion einer Mikrowindturbine (ca. 200W) mit Windverhältnisse verglichen, die Leistungskurve unter reellen, turbulenten Verhältnissen gemessen und mit der theoretischen Leistungskurve verglichen werden. Eine solche Turbine ist ausserordentlich kompakt und leise, dadurch auch im urbanen Gebiet einsetzbar.

