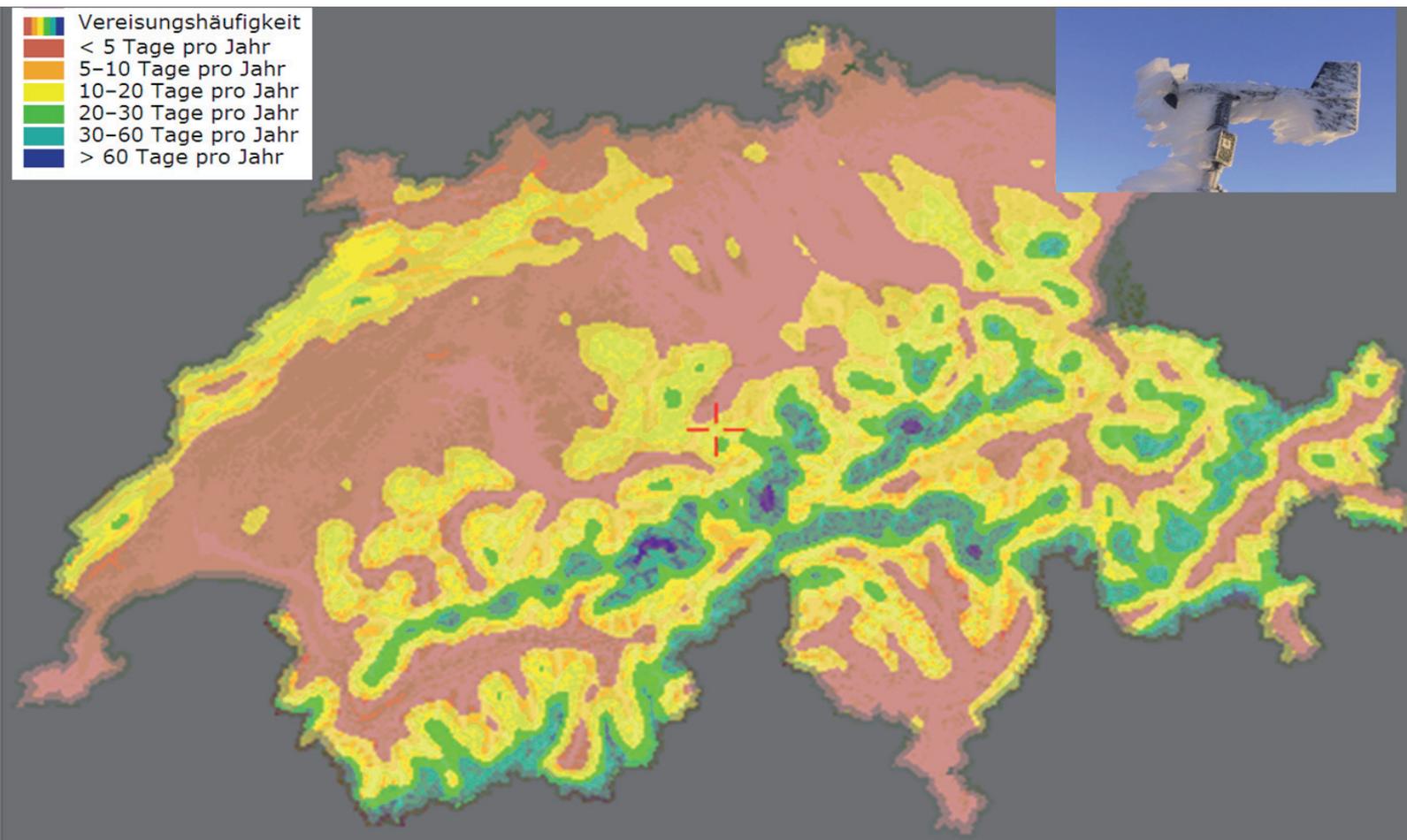


Überblicksbericht 2010

Forschungsprogramm Wind



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:

Neues Planungswerkzeug: Vereisungskarte der Schweiz

BFE Forschungsprogramm Wind

Überblicksbericht 2010

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiter BFE (Autor):

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

Bereichsleiterin BFE:

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

www.bfe.admin.ch/forschungwindenergie/

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

Einleitung

Die weltweit installierte Leistung von Windenergieanlagen hat von 2008 auf 2009 von 120'903 MW um 32 % auf 157'213 MW zugenommen [1], der Trend bestätigt sich, dass sich die Windenergiekapazität alle drei Jahre verdoppelt. Diese Windkraftanlagen haben rund 340 TWh Elektrizität generiert, was dem Gesamtstromverbrauch von Italien entspricht. Mit einem Gesamtumsatz von mehr als 50 Mrd. € beschäftigt die Windindustrie mittlerweile mehr als 550'000 Personen.

2010 war auch für die Windenergie in der Schweiz ein Rekordjahr: Die Produktionskapazitäten sind übers Jahr um nahezu 150 % auf 42 MW gestiegen. Die erwartete Jahresproduktion stieg dank Ausbau auf dem Mont-Crosin (BE), auf dem Gütsch (UR) und in Le Peuchapatte (JU) von 27 Mio. kWh auf 74 Mio. kWh Windstrom. Anfang 2011 sind nun 28 grosse Windturbinen installiert. Der generierte Strom entspricht dem Bedarf von 21'000 Haushalten [2].

Eine Studie der Fa. McKinsey [3] aus dem Jahre 2010 beziffert den weltweiten Umsatz von Schweizer Firmen im Bereich der Windenergie auf 2,1 Mrd. CHF und geht davon aus, dass sich dieser Betrag bis 2020 auf über

11 Mrd. CHF vervielfachen könnte. Schweizer Firmen sind v.a. als Zulieferer von Anlagen tätig, z. B. Generatoren und Elektroinstallationen für Windkraftanlagen von ABB, Komponenten für die Herstellung von Rotorblättern aus Verbundwerkstoffen von Gurit, Isolationslösungen von Von Roll Isola oder Umrichter von Integral Drive Systems (IDS). Der Marktanteil der Schweizer Unternehmen in den Zulieferindustrien dürfte gegen 10 % betragen, die Wachstumschancen sind bei einem geschätzten Marktvolumen der Windindustrie von 250 Mrd. CHF im Jahre 2020 intakt.

Vor diesem Hintergrund ist auch das zunehmende Engagement der Schweizer Forschung in Bereich der Windenergie nachvollziehbar. Getragen von Forschungsinstitutionen (z. B. ETHZ oder ZHAW), von anderen Institutionen (z. B. MeteoSchweiz oder Vogelwarte Sempach) oder von privaten Unternehmen (z. B. Meteotest) werden Projekte aus den Bereichen «Anlagen im Gebirge unter harschen klimatischen Bedingungen und hohen Turbulenzintensitäten und an schlecht zugänglichen Standorten» oder im Zusammenhang mit «Social Acceptance», z. B. Auswirkungen auf die Vogelwelt, bearbeitet.

IEA-Klassifikation: 3.2 Wind Energy

Schweizer Klassifikation: 2.6 Windenergie

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 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.

Einschätzung der erreichten Resultate im Jahre 2010

Im Berichtsjahr konnten wichtige Forschungsvorhaben abgeschlossen werden, und es wurden wichtige Zwischenresultate aus weitergehenden Projekten erreicht und publiziert, die in allen vier Schwerpunkten zur Erreichung der gesteckten Ziele geführt haben oder führen werden. Bei Arbeiten im Bereich «Soziale Akzeptanz» musste stark lenkend durch die Programm- und Bereichsleitung eingegriffen wer-

den. Hierbei hat sich gezeigt, dass bei diesem interdisziplinären Thema weiter mit Schwierigkeiten zu rechnen ist, da Ingenieure und Geisteswissenschaftler unterschiedliche «Sprachen sprechen» und eine Resultatüberprüfung ungleich schwieriger ist, als im technischen Bereich.

Mit Projektarbeiten im Zusammenhang mit Vogelschlag wurden Resultate erarbeitet, welche die ganze Akzeptanzdiskussion in diesem Gebiet substantiell auf eine sachliche Basis bringen werden. Dies unterstreicht den Ansatz des Windenergieforschungsprogramms, Mittel auch in sozial- und naturwissenschaftliche Themen zu investieren, in Wissensgebieten also, welche für die zukünftige Entwicklung der Windenergie in der Schweiz eine hohe Bedeutung haben.

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 Energieagentur) gut vernetzt. Das ausgewiesene Interesse der internationalen Windenergieszene an unseren Resultaten unterstreicht die Qualität der durchgeführten Forschungsvorhaben.

Ausblick 2011

Diese Aktivitäten gilt es mit den bescheidenen Forschungsmitteln weiter zu führen und zu fokussieren, z. B. mit einem Ausbau der Infrastruktur im Windkanal der RUAG, um das Bedürfnis der Industrie an gesicherten aerodynamischen Profildaten für grosse Windkraftanlagen zu befriedigen.

In letzter Zeit besteht ein grosses Interesse an Forschungsgeldern zur Entwicklung von Klein(st)-Windkraftanlagen. Die Förderung der Windenergie in der Schweiz folgt jedoch dem Grundsatz «Windenergieanlagen sind an geeigneten Standorten zu konzentrieren». Dies bedeutet, dass die energetischen Zielsetzungen mit möglichst wenigen Anlagen an möglichst wenigen Standorten erreicht werden sollen. Mit diesem Grundsatz können sowohl die ökonomischen Vorteile der Grossanlagen genutzt und dank einer sorgfältigen Standortwahl gleichzeitig

mögliche negative Einflüsse auf Landschaft, Flora und Fauna minimiert werden. Aus obigen Ausführungen und den Schwerpunkten des Forschungsprogramms Windenergie lassen sich nur schwer Forschungsvorhaben zur Entwicklung von Kleinwindanlagen ableiten. Vor dem Hintergrund des beschränkten Budgets bestehen im Programm deshalb kaum Möglichkeiten, entsprechende Projekte materiell zu unterstützen.

Wie in [3] ausgewiesen, besteht jedoch eine wichtige Zulieferindustrie in der Schweiz für die weltweite Nutzung der Windenergie. Mit der Mitwirkung an den vielfältigen Aktivitäten der IEA, mit der Teilnahme an internationalen Forschungsvorhaben, sei es mit den «Präzisionsgetrieben» der RUAG am europäischen Strategieplan für Energietechnologie (SET-Plan) für Off-shore Windkraftanlagen, oder mit der Partizipation von ETHZ, EPFL und EMPA an weiteren EU-Forschungsprojekten, z. B. Zusammenhang mit Turbulenzen, Blitzschlag oder Geräuschbildung, soll die Kompetenz dieses Wirtschaftszweiges in der Schweiz weiter erhöht werden.

Anlässlich eines breit angelegten Workshops mit der Schweizerischen Windenergievereinigung Suisse Eole wird der Branche die Möglichkeit geboten, ihre Anliegen und Forschungsbedürfnisse direkt zu formulieren. Diese werden auch Eingang finden in das zurzeit in Erarbeitung befindende Energieforschungskonzept des Bundes 2013–2016.

Highlights 2010

Nachfolgend sind einige exemplarische Projekte aufgeführt, dieses Jahr vor allem aus dem Bereich der Vereisungsproblematik.

Vereisungskarte

Die Vereisung von Strukturen ist ein Schlüsselfaktor bei der Planung von Infrastrukturanlagen wie Freileitungen, Windturbinen oder Seilbahnen in gebirgigen oder arktischen Regionen. Im Rahmen des Projekts «MEMFIS, Measuring, modeling and forecasting ice loads on structures» wurden Messungen der Eislasten an drei Standorten in der Schweiz durchgeführt. Zur Simulation und Prognose von Eislasten wurden zudem neue Methoden auf der Basis von numerischen Wettermodellen entwickelt und validiert.

Die erarbeiteten Resultate dienen zur Erstellung einer Karte der meteorologischen Vereisungshäufigkeit in der Schweiz (siehe Titelbild). Flächendeckende Informationen über Wolkenwasser, Temperatur und Wind aus Analysen des operationellen Wettervorhersagemodells COSMO-2 von MeteoSchweiz dienen als Eingabedaten für einen Vereisungsalgorithmus, der die Eislast an einer zylindrischen, freierotierenden Struktur berechnet. Die berechneten Vereisungshäufigkeiten wurden auf Grundlage von Messungen des Interkantonalen Mess- und Informationssystems (IMIS) in den Alpen und von Windmessungen im Jura verifiziert.

Die im Projekt berechneten Karten der meteorologischen Vereisungshäufigkeit in 10 m und 100 m Höhe für den Zeitraum August 2007 bis Juli 2009 zeigen ein detaillierteres Bild der Vereisung als bisher vorliegende Karten. Die räumliche Verteilung ist plausibel: im Mittelland ist die meteorologische Vereisungshäufigkeit in 10 m Höhe mit etwa 4 Tagen/Jahr gering. Höhere Werte von 10 bis 20 Tagen/Jahr treten im Jura und in den Voralpen auf. Im Bereich der Zentralalpen ist die meteorologische Vereisung am häufigsten (50 Tagen). Die maximale, simulierte Vereisungshäufigkeit in 10 m Höhe liegt im Bereich von 100 Tagen/Jahr, aber auch die aus IMIS-Messungen abgeleitete Häufigkeit zeigt hohe Werte bis 65 Tage/Jahr. Es wurde abgeschätzt,



Figur 1: Installierte Windenergiekapazität weltweit [1].

dass die aus IMIS Messungen abgeleitete Vereisungshäufigkeit die reale Häufigkeit um 5–10 % unterschätzt.

Diese Karte ist nun auf dem Internet für Planer frei zugänglich. Substantiell beigetragen zu diesem Projekt haben die Fa. Meteotest, das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie, MeteoSchweiz, sowie das WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung.

«Antifreeze»-Beschichtungen für Rotorblätter

Im Bereich Anlagenkomponenten hat das Projekt der Zürcher Fachhochschule ZAHW – in Zusammenarbeit mit der Firma Clariant – zur Entwicklung von vereisungshemmenden Beschichtungen von Rotorblättern zu einem eigentlichen wissenschaftlichen Durchbruch geführt [5].

Das Ziel dieses Projekts ist es, der Vereisung von Windenergieanlagen vorzubeugen. Es wird durch eishaftungsreduzierende (eishobe) Beschichtungen erreicht. Auf das Rotorblatt aufgebracht sollen diese Beschichtungen die Haftung des Eises so stark verringern, dass das Eis durch natürliche Vibrationen, Zentrifugalkräfte und die Schwerkraft von selbst abfällt.

Die Fa. Clariant, die Gebert Rüt Stiftung, das Bundesamt für Energie und RETC (Renewable Energy Technology Center GmbH (www.retc.de), ein in Hamburg basiertes Joint Venture zwischen REpower Systems AG und Suzlon

Energy Ltd) unterstützen die Zürcher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in diesem Pioniervorhaben. Aus einer Medienmitteilung von Clariant vom 18.11.2010:

«The successful creation of an anti-adhesive polymer-based coating to reduce ice from forming, or at least minimize the adhesion of ice so that the vibration of the rotating blades causes ice to fall off independently, will deliver a major step forward in allowing turbines to work effectively throughout the year and avoid high energy costs. Although various surfaces are still under-



Figur 2: 7 MW Windpark der Fa. Alpic in Peuchappate, Kant. Jura (Quelle: Alpic).



Figur 3: Vereisung an einer IMIS-Messtation (Quelle: WSL – Institut für Schnee- und Lawinenforschung).

going tests, results so far indicate new possibilities to protect turbine blades from ice formation using this method.»

Untersuchungen über die Auswirkungen eines Windparks Schwyberg auf die Vögel

Im Rahmen der Abklärungen über die möglichen Auswirkungen eines Windparks auf dem Schwyberg auf die Vogelwelt (vor dem Bau) beauftragten Groupe E Greenwatt SA und das Bundesamt für Energie BFE die Schweizerische Vogelwarte Sempach, im Herbst 2009 den Vogelzug mittels Radar und Tagzugbeobachtungen quantitativ zu erfassen und im Frühling 2010 die Brutvorkommen der Vögel auf der Krette des Schwybergs zu untersuchen. Für die beiden Untersuchungen erstellte die Vogelwarte je einen Bericht («Untersuchung über die Auswirkungen eines Windparks Schwyberg auf die Vögel: Bedeutung der Krette für die Brutvögel» und «Untersuchungen über die Auswirkungen eines Windparks Schwyberg auf die Vögel: Vogelzug»).

Die Projektverfasser beurteilen den Schwyberg aufgrund ihrer Untersuchungen als problematisches Gebiet. Bezüglich Brutvögel sind besonders die zu erwartenden Auswirkungen auf Birkhuhn und Feldlerche zu berücksichtigen. Beim Vogelzug kommt eine Schätzung, welche sich auf die Radarmessungen und einfache Überlegungen stützt, zu einer bedeutenden



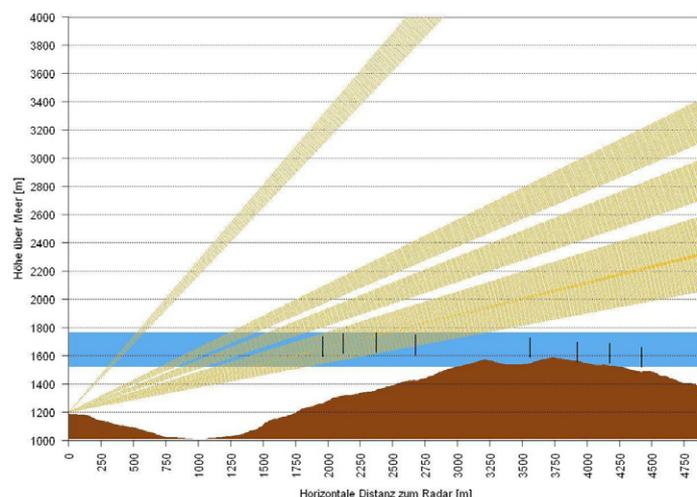
Figur 4: Standort des Vogelradars neben dem Reservoir in der Gemeinde Plaffeien, Ansicht von Südosten in Richtung Gross-Schwyberg, auf den der Radarstrahl ausgerichtet wurde (Foto: Dieter Peter).

Kollisionsofferzahl. Diese Schätzungen können in Zukunft wesentlich genauer erfolgen, wenn–wie im Projekt bereits vorgesehen–die effektiven Kollisionen nach dem Bau der Anlagen ermittelt werden.

Die Vogelwarte Sempach schlägt den Projektentwicklern sowohl Massnahmen zur Verminderung der Auswirkungen wie auch Ersatzmassnahmen vor. Auswirkungen auf die Brutvögel sollen vor allem bei der Erschliessung und beim Bau der Anlagen berücksichtigt werden. Bezüglich des Vogelzugs wird damit gerechnet, dass durch eine Abschaltung der Windenergieanlage während der 5 bis 10 zugintensivsten Tage/Nächte die Kollisionen um 50 % reduziert werden können. Die Vorhersage solcher zeitlich und räumlich

begrenzter Zugkonzentrationen ist zurzeit in der Entwicklung. Ein erstes Modell zur Vorhersage der Zugintensitäten (basierend auf Topografie und Wettersituation) ist an der Vogelwarte im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU in Erarbeitung (Sommer 2011). Für praxistaugliche Vorhersagen sind aber noch weitere Schritte notwendig (z. B. Einbezug des Wetterradars für Vogelzugmessungen).

Die umfassenden Untersuchungen zum Vogelzug und deren möglichen Beeinträchtigung durch Windkraftanlagen sind ein wichtiger Bestandteil einer versachlichten Diskussion zur Akzeptanz der Windenergie in unserem Land.



Figur 5: Höhenprofil unter dem Radarstrahl. Die gelben Koni stellen die fünf Elevationen des Radarstrahles dar. Das blaue Rechteck zeigt in welchen Höhen die Windkraftanlagen geplant sind.

Nationale Zusammenarbeit

An regelmässigen Treffen des Programmleiters mit dem CORE[7]-Patent Prof. Dr. Hans-Björn Püttgen, Direktor des Energy Center an der EPFL, der BFE-Bereichsleiterin Dr. Katja Maus, dem Verantwortlichen beim BFE für Marktentwicklung, Markus Geissman 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 sog. Firmenbeirates von Suisse Eole können sich die Mitglieder des Verbandes auch zu Fragen der Forschung äussern.

Das Forschungsprogramm Windenergie hat bereits in der Vergangenheit mit anderen Forschungsprogrammen des BFE aktiv zusammengearbeitet. Diese Kooperationen wurden auch im Berichtsjahr weiter geführt. Im Besonderen bestehen gute Kontakte zu den Bereichen Photovoltaik, Akkumulatoren und Superkondensatoren, Elektrizitätstechnologien und -anwendungen, Verkehr und Energie-Wirtschaft -Gesellschaft.

Das Thema «Intelligente Verteilnetzstrukturen» (Smart Grids) und Regelenergie für erneuerbare Energien bekommt sowohl im Zusammenhang mit einem zunehmenden Anteil an unregelmässig produzierenden Anlagen aus erneuerbaren Energien als auch bez. neuen Speichermöglichkeiten in den Batterien von elektrisch betriebenen Fahrzeugen zunehmend grössere Aktualität.

Folgende Forschungsinstitutionen haben Aktivitäten im Bereich der Windenergie entwickelt:

Die EPFL (Laboratoire de Systèmes Énergétiques, Lasen) [8] betreut Windenergie-Projekte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit.

Das Labor für Strömungsmaschinen an der ETH Zürich [9] ermittelt im Rahmen des Projektes *Development of Wind Turbines for safe Operation in Alpine Environments* die Einflüsse von Vereisung, Böen und Turbulenzen auf die Performance einer Windturbine im komplexen Gelände.

An der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) arbeitet eine Gruppe um Prof. Martina Hirayama an der Entwicklung von Nano-Oberflächen zur Verhinderung von Vereisung der Rotorblätter [10].

Der Dreh- und Angelpunkt für die Förderung der Windenergie in der Schweiz ist Suisse Eole (www.suisse-eole.ch), die Schweizerische Vereinigung zur Nutzung der Windenergie [11], wo ein regelmässiger Austausch zum Wissenstransfer und zu Bedarfsklärungen stattfindet.

Experten vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz [12] und vom WSL – Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF [13] haben substantiell an den Projekten Vereisungskarte und MEMPHIS mitgearbeitet.

Sämtliche Planungsinstrumente, insbesondere ein Map-Server mit allen relevanten Aussagen zu möglichen Windenergiestandorten sind auf der Website von Suisse Eole vorhanden [6].

Internationale Zusammenarbeit

Die internationale Zusammenarbeit findet v.a. im Rahmen des IEA Implementing Agreement Wind statt (www.ieawind.org) [14]:

Task 11: Base Technology Information Exchange: Regelmässige Expertentreffen zu diversen Themen aus dem Bereich der Windenergieforschung. Die Teilnahme steht auch allen Interessenten aus der Schweiz offen, kann aber aus Budgetgründen nicht finanziert werden (www.ieawind.org/Task_11/Task_11_HomePage.html).

Task 19: Wind Energy in Cold Climate: Seit 2002 beteiligt sich die Schweiz am IEA-Projekt Wind Energy in Cold Climate (WECO) [11]. 2010 fanden drei Treffen der Experten statt. Der Vertreter der Schweiz in diesem Gremium ist René Cattin, Fa. Meteotest (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 Geissman, daran teil (www.ieawind.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. Am ExCo-Meeting vom 22.4.2008 in Aalborg wurde das Arbeitsprogramm dieses Task 28 grundsätzlich bestätigt. Der offizielle Start von Task 28 erfolgte am 20.3.2009 in Magdeburg, und ein weiteres Treffen wurde am 26.10.2009 in Boulder, USA durchgeführt. Bis heute partizipieren Kanada, Dänemark, Deutschland, Finnland, Irland, Japan, Holland, Norwegen, die Schweiz und die USA. Operating Agent ist Robert Horbaty, Programmleiter des BFE Forschungsprogramms Windenergie (www.ieawind.org/Summary_Page_28.html).

Die Erstellung eines umfassenden «State of the art»-Reports wurde durch das Forschungsprogramm Windenergie mitfinanziert (www.socialacceptance.ch/images/IEA_Wind_Task_28_technical_report.final.pdf).

Referenzen

[1] World Wind Energy Association (www.wwindea.org/home/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=21&Itemid=43)

[2] Schweizerische Vereinigung für Windenergie (www.suisse-eole.ch/uploads/media/Wind-Produktion2010-MM-SuisseEole.pdf)

[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, ausgearbeitet durch R. Horbaty, von der CORE am 9.9.2008 zur Umsetzung freigegeben (www.bfe.admin.ch/forschungwindenergie/index.html?lang=de&dossier_id=01157)

[5] Media Clipping by Clariant International Ltd, Rothausstrasse 61, 4132 Muttenz, 18.11.2010, ([clariant.com/C12576850036A6E9/news/A3D72139BEE8C1FEC12577DF0059216A/\\$File/20101118_Clariant_supports_ZHAW_s_pioneering_anti-freeze_program.pdf](http://clariant.com/C12576850036A6E9/news/A3D72139BEE8C1FEC12577DF0059216A/$File/20101118_Clariant_supports_ZHAW_s_pioneering_anti-freeze_program.pdf))

[6] www.wind-data.ch/windkarte/

[7] CORE: Commission fédérale pour la recherche énergétique (<http://www.bfe.admin.ch/themen/00519/00520/index.html?lang=de>)

[8] EPFL Lausanne, Laboratoire de systèmes énergétiques Lasen: (lasen.epfl.ch/page39406.html).

[9] Prof. R. Abhari, Dr. S. Barber, Labor für Strömungsmaschinen an der ETH Zürich (www.lsm.ethz.ch).

[10]. ZHAW, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, Winterthur, M. Hirayama (martina.hirayama@zhwin.ch), (www.zhaw.ch/de/zhaw.html).

[11] Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole (www.suisse-eole.ch)

[12] Phillipe Steiner, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Krähbühlstrasse 58, CH-8044 Zürich (www.meteoschweiz.ch)

[13] Thomas Grünewald, Walter Steinkogler, Michael Lehning, WSL - Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos Dorf (www.slf.ch)

[14] Patricia Weis-Taylor, (pwt_communications@comcast.net), www.ieawind.org NREL IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development (<http://www.ieawind.org/>)

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

- WIND MEASURING DEVICE (WMD)** R+D 3.2*

Lead: EPFL	Funding: KTI
Contact: Salathé René Paul rene.salathe@epfl.ch	Period: 2009–2010

Abstract: This feasibility study aims to investigate automatic methods for measuring on board of sailing yachts the wind direction and possibly the wind strength at distances of up to 5 km ahead. Camera systems with adequate optics and optical filtering techniques and specific imaging and image processing techniques have to be developed for achieving these goals.
- AUFBAU DES IEA WIND TASK 28 «SOCIAL ACCEPTANCE OF WIND ENERGY»** R+D 3.2

Lead: ENCO AG	Funding: BFE
Contact: Horbaty Robert robert.horbaty@enco-ag.ch	Period: 2008–2010

Abstract: Erstellung des State-of-the-Art 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»
- VEREISUNG WEA ST.BRAIS** R+D 3.2

Lead: Meteotest	Funding: BFE
Contact: Cattin René rene.cattin@meteotest.ch	Period: 2009–2011

Abstract: Auswirkungen der Vereisung auf das Betriebsverhalten und den Energieertrag von 2 MW-Windenergieanlagen im Jurabogen.
- AUSWIRKUNGEN VON WKA AUF VOGELWELT** R+D 3.2

Lead: Schweizerische Vogelwarte	Funding: BFE
Contact: Liechti Felix felix.liechti@vogelwarte.ch	Period: 2009–2014

Abstract: Vorher- Nachher-Studie, Auswirkung WKA auf Vogelwelt (Zug und Ansitzende).
- CODE OF CONDUCT FÜR WINDENERGIEPROJEKTE** R+D 3.2

Lead: Strub Pierre	Funding: BFE
Contact: Strub Pierre info@pierrestrub.ch	Period: 2008–2010

Abstract: Nicht nur die technische Seite eines Projekts sondern auch die Art und Weise der Abwicklung (Social Acceptance!) soll auf einem qualitativ hohen Niveau geschehen. Dafür soll ein «Code of Conduct» eingeführt werden. Die unterschiedlichen Akteure können sich mit der Unterzeichnung der Charta zur Nutzung der Windenergie unter Respektierung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten sowie zu einem aktiven Dialog untereinander bekennen.
- 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 Frage der Quantifizierung der Energieertragsverluste aufgrund von Abschattungseffekten in Windparks. Die Arbeit bestanden in Experimenten in der dynamischen Windkraftanlagen Test-Einrichtung an der ETHZ und in Computational Fluid Dynamics (CFD) Studien. Einerseits um die Strömungsphänomene in Windparks besser zu verstehen, welche für diese Verluste verantwortlich sind, andererseits aber auch um Strategien zu entwickeln, womit diese Verluste reduziert werden können.
- ELEKTRISCHE ASTEWINKELSTEUERUNG VERTICAL AXSEN WIND TURBINEN** R+D 3.2

Lead: Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs NTB	Funding: KTI
Contact: Guido Piai guido.piai@ntb.ch	Period: 2010–2011

Abstract: Elektrische Astewinkelsteuerung Vertical Achsen Wind Turbinen.

● **IEA TASK 26 «COST OF WIND ENERGY»** R+D 3.2

Lead:	IEA International Energy Agenc	Funding:	BFE
Contact:	BFE, Geissmann markus.geissmann@bfe.admin.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 26 durch Schweizer Experten.		

● **LEITUNG FORSCHUNGSPROGRAMM WINDENERGIE 2008–2011** R+D 3.2

Lead:	ENCO AG	Funding:	BFE
Contact:	Horbaty Robert robert.horbaty@enco-ag.ch	Period:	2008–2011
Abstract:	Leitung des Forschungsprogramms Windenergie des BFE inkl. P+D-Anlagen für die Periode 2008–2011.		

● **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.		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY COMMUN FOND** 3.2

Lead:	NREL - National Renewable Ener	Funding:	BFE
Contact:	BFE, Maus katja.maus@bfe.admin.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Teilnahme am IEA Implementing Agreement R&D Wind Energy.		

● **PARTIZIPATION AM IEA WIND TASK 19: «COLD CLIMATE»** 3.2

Lead:	Meteotest	Funding:	BFE
Contact:	Cattin René rene.cattin@meteotest.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Teilnahme an den Aktivitäten des IEA Wind Tasks 19 durch Schweizer Experten: Windenergie im kalten Klima.		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY TASK 28 «SOCIAL ACCEPTANCE»** 3.2

Lead:	ENCO AG	Funding:	BFE
Contact:	BFE, Katja Maus robert.horbaty@enco-ag.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Erfahrungsaustausch und Neuentwicklungen zum Thema Windenergie, Soziale Akzeptanz von Windenergie.		

● **TEILNAHME AM IEA IMPLEMENTING AGREEMENT R&D WIND ENERGY TASK 11 «BASE TECHNOLOGY INFORMATION EXCHANGE»** R+D 3.2

Lead:	NREL, USA	Funding:	BFE
Contact:	BFE, Katja Maus katja.maus@bfe.admin.ch	Period:	2002–2011
Abstract:	Erfahrungsaustausch und Neuentwicklungen zum Thema Windenergie, Base Technology Information Exchange.		

● **UN SYSTÈME AUTONOME DE MESURE RAPIDE TRIDIMENSIONNELLE DU VENT**

R+D 3.2

Lead:	ETH Zürich	Funding:	KTI
Contact:	Abhari Reza S. abhari@ethz.ch	Period:	2010–2011
Abstract:	Un système autonome de mesure rapide tridimensionnelle du vent.		

● **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 des Interkantonalen Mess- und Informationssystems (IMIS) in den Alpen und von Windmessungen im Jura verifiziert.		

● **PRODUKTIONSPROGNOSEN FÜR NEUE ERNEUERBARE ENERGIEN: BASISDATEN, GRUNDLAGEN UND MARKTRECHERCH**

R+D 6.2

Lead:	METEOTEST	Funding:	BFE
Contact:	René Cattin rene.cattin@meteotest.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	The present report aims at determining the potential of improved feed-in forecasts for new renewable energies (NRE) considering the characteristics of the Swiss energy market. Benefits of and potential for improvement are identified and recommendations for additional measures are given.		

