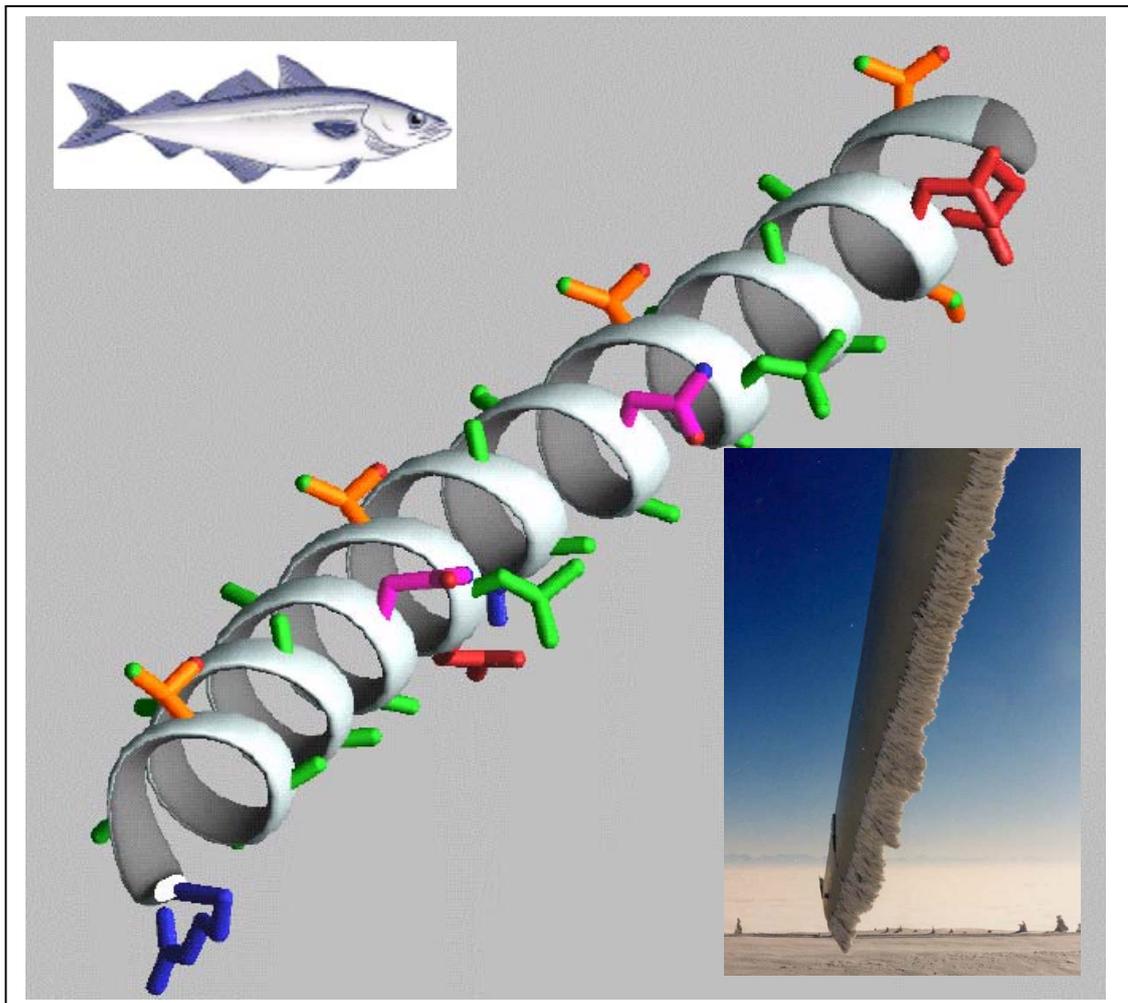


Rapports de synthèse des chefs de programme OFEN Überblicksberichte der BFE-Programmleiter 2007

PROGRAMM WIND

Robert Horbaty

robert.horbaty@enco-ag.ch



Antifreeze Proteine erzeugen einen Unterschied zwischen Schmelz- und Gefrierpunkt von Wasser. An Rotorblättern von Windenergieanlagen wird untersucht, ob dieser bei arktischen Fischen festgestellte Effekt auch für die Nutzung der Windenergie im kalten Klima verwendet werden kann. [6]

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Weltweit hat sich die installierte Leistung von Windenergieanlagen zwischen Ende 1999 und Ende 2006 von 13'600 auf 74'223 MW mehr als verfünffacht. Diese Anlagen liefern jährlich ca. 156 TWh Elektrizität bei gleichzeitiger Reduktion der CO₂-Emissionen um über 116 Mio. t. Die Windenergieindustrie setzt rund 8 Mrd. Euro um, 84 % davon in Europa. Ende 2006 waren in der Schweiz 31 Windkraftanlagen installiert mit einer Gesamtleistung von 11,6 MW, welche rund 15.3 GWh Strom pro Jahr erzeugen. In der Schweiz hat sich eine Zulieferindustrie entwickelt, welche international agiert und in der Schweiz jährlich ca. 170 Mio. Franken umsetzt. Die Schweizer Forschung international vernetzt - ist vor allem auf dem Gebiet von Anlagen im Gebirge und an unzugänglichen Standorten aktiv..

Die Schwerpunkte des *Energieforschungsprogramms Windenergie 2004-2007* [17, 18] waren:

- Erarbeitung von Beiträgen zur Erhöhung der Akzeptanz der Windenergienutzung
- Entwicklung von innovativen Komponenten
- Entwicklung von spezifischen Konzepten und Komponenten für Anlagen in schwierigem Gelände und unter rauen klimatischen Bedingungen.

Um die Umsetzung zu verbessern wurden zudem folgende Aktivitäten geplant:

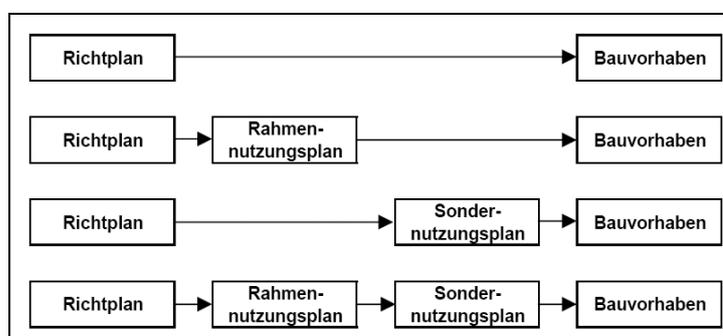
- Optimierung der Leistungselektronik im MW-Bereich
- Ausbau der Kompetenzen für die Windenergienutzung im Gebirge
- Entwicklung von spezifischen Konzepten, z.B. für dezentrale Stromproduktion in Randregionen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2007

ERHÖHUNG DER AKZEPTANZ DER WINDENERGIENUTZUNG

Im Zusammenhang mit den Planungsprozessen und den Bewilligungsverfahren tauchen planungsrechtliche und planungsmethodische Fragen auf, die in den Kantonen unterschiedlich beantwortet werden (siehe Fig. 1). Die damit verbundene Unsicherheit betrifft sowohl die Behörden als auch die Ersteller von Windkraftanlagen. Bevor sich nun aus der bisher unterschiedlichen Behandlung von Baugesuchen eine Praxis konsolidiert, wird versucht, die Erfahrungen zu einem einheitlichen Vorgehen bei Planungs- und Baubewilligungsverfahren zu entwickeln.

Die Arbeit *Planerische Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie* [1] leistet hierzu einen Beitrag, indem – basierend auf Erfahrungen der zuständigen kantonalen Amtsstellen – Vorschläge über die zweckmässige Abwicklung der Verfahren und die jeweils in den einzelnen Planungsschritten zu behandelnden Themen erarbeitet wurden. Der Bericht präsentiert eine Auslegeordnung der Raumplanungsinstrumente und Planungsvorgehen, welche in Zusammenhang mit Windenergieanlagen in Frage kommen bzw. in den Kantonen angewendet werden. Es werden Empfehlungen betreffend dem Einsatz dieser Instrumente und Vorgehensweisen abgegeben und für Ersteller und Betreiber von Windenergieanlagen wird **und fasst zusammen**, welche Informationen zum Planungsstand betreffend Windenergieanlagen vorhanden sind. Es wird aufgezeigt, welche Unterlagen notwendig sind, um die raumplanerischen Verfahren erleichtern und beschleunigen zu können.



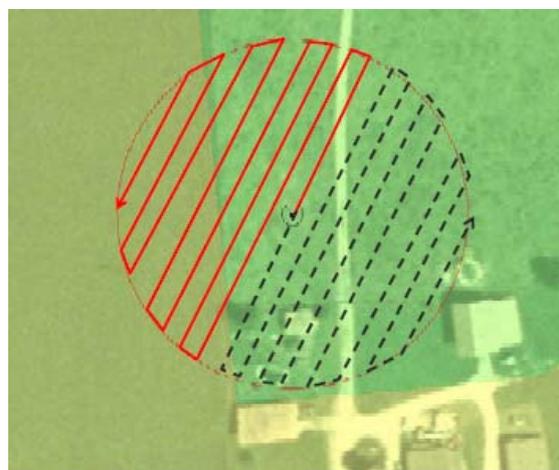
Figur 1: Das Thema Windenergie ist im kantonalen Richtplan zu behandeln, denn deren Nutzung löst raumwirksame Aufgaben aus. Die Behandlungstiefe und der Einbezug weiterer Planungsinstrumente sind vom Stellenwert, welcher der Windenergie in einem Kanton zukommt, abhängig.

Ziel der bisherigen Arbeiten im Projekt **Auswirkung von Windkraftanlagen in der Schweiz** [2] ist die Identifizierung von projekt-, bewilligungs- und akzeptanzrelevanten Auswirkungen von Windkraftanlagen (WKA) auf die Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft sowie von wichtigen Erfolgsfaktoren realisierter Projekte in der Schweiz. Als Hauptprodukte dieses Projekts werden ein Leitfaden für Investoren und ein Musterbericht "UVB/UVP" erarbeitet. Der vorliegende Grundlagenbericht enthält die dafür nötigen Detailinformationen. Bis heute braucht es für die Erstellung einer WKA keine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Der Gesetzgeber beabsichtigt jedoch, eine solche einzuführen. Deshalb soll der Musterbericht eine mögliche UVP-Pflicht bereits berücksichtigen.

Im Projekt **Eoliennes en Suisse et mortalité de chauves-souris** [3] wurden die Einflüsse der Windturbinen auf Fledermäuse an verschiedenen Standorten ermittelt (Fig. 2 und 3). Die Untersuchungen zeigen, dass die Kollisionsraten von Fledermäusen an WKA im Allgemeinen gering sind. Trotzdem können an kritischen Standorten relativ viele Fledermäuse getötet werden, was zu erheblichen Auswirkungen auf lokale Fledermauspopulationen führen kann. In der Schweiz sind 30 verschiedene Fledermausarten nachgewiesen worden. Fledermäuse sind bedroht und deshalb bundesrechtlich geschützt. Nach heutigem Wissensstand werden Fledermäuse in erster Linie durch Kollisionen mit den Rotorblättern beeinträchtigt. Problematisch sind Windkraftanlagen insbesondere dann, wenn sie in der Nähe von bedrohten Kolonien, in deren Jagdlebensräumen oder in Flugkorridoren stehen.



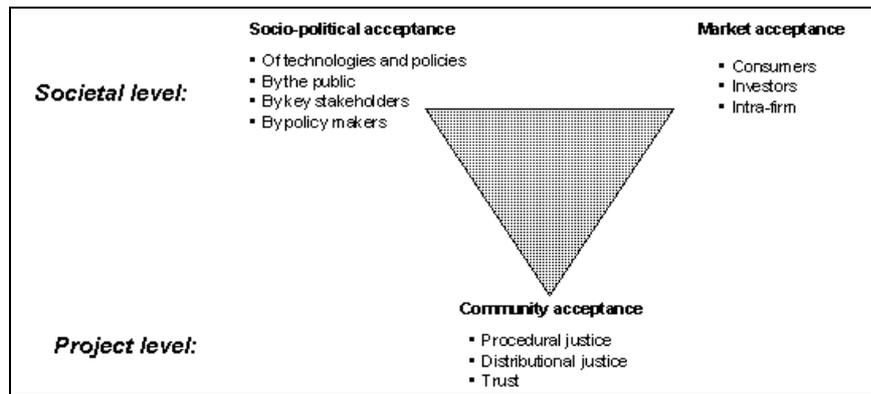
Figur 3: Eine der untersuchten Anlagen ist die 6 kW-Aventa AV7 am Standort in Tramlan



Figur 2: Die Umgebung von einzelnen Anlagen wurde systematisch nach toten Fledermäusen abgesucht, die aufgefunden Kadaver wurden detailliert rapportiert.

Gemäss Studien aus der EU und den USA schwankt die Anzahl getöteter Fledermäuse pro Windkraftanlage und Jahr abhängig vom Standort und dem Betrieb zwischen 0 und 50 Tieren. Da Fledermäuse sehr langlebig sind (sie können über 30 Jahre alt werden) und sich nur sehr langsam fortpflanzen (meist nur ein Jungtier pro Weibchen und Jahr) könnten Windturbinen langfristig bedrohte Fledermauspopulationen gefährden. Genauere Untersuchungen dazu stehen aber noch aus. Mit guter Planung und einigen Zusatzmassnahmen kann die Auswirkung der Anlagen auf Fledermäuse aber stark reduziert werden.

Die Kehrseite des weltweiten Booms der Windenergie ist, dass Projekte mehr und mehr mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen haben – gerade auch in der Schweiz. Gespräche innerhalb des *IEA-Windenergie-Forschungsprogramms*, weisen auf ein grundsätzliches Interesse am Thema „soziale Akzeptanz“ hin. Im Mai 2007 wurde ein **IEA Topical Expert Meeting "Social Acceptance"** [4] in Luzern durchgeführt. Anlässlich dieses Treffens wurde das Thema unter Experten breit lanciert. Insbesondere bot der "ressortübergreifende" Erfahrungsaustausch von Sozialwissenschaftlern und Ingenieuren eine Plattform zur Erarbeitung von konkreten Strategien, wie die Branche mit Akzeptanzfragen umgehen soll (siehe Fig. 4).



Figur 4: Das „Dreieck der sozialen Akzeptanz“ macht die unterschiedlichen Spannungsfelder dieses Themas in den Bereichen Politik, Markt und Gesellschaft deutlich.

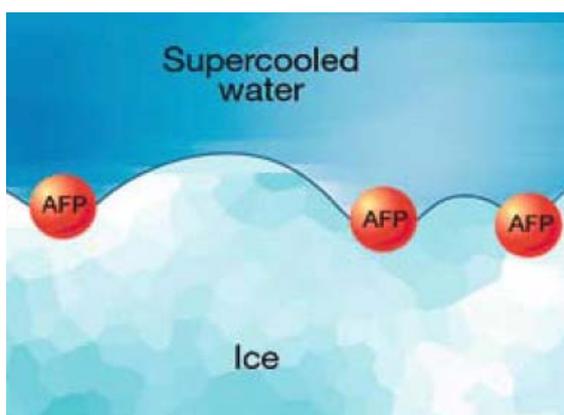
Anlässlich dieses Treffens von 15 Personen aus 4 Ländern wurde angeregt, dass die Schweiz innerhalb des *IEA-Wind-Programms* die Führung zur Lancierung eines Projekts übernehmen soll. Erste Ideen dazu liegen vor und werden nun weiter konkretisiert.

Der Schwerpunkt des Projektes **Social Acceptance of Wind Energy in Switzerland – To Invest or Not to Invest**, [5] welches an der EPFL in Lausanne durchgeführt wird, ist die fundierte Analyse, wieso Investoren in der Schweiz im Bereich der Windenergie aktiv sind und - falls sie von Investitionen absehen – welche Rahmenbedingungen geändert werden müssten.

ENTWICKLUNG VON INNOVATIVEN KOMPONENTEN

Um das in Europa vorhandene Windpotential umfassend zu nutzen, müssen Windenergieanlagen auch an vereisungsgefährdeten Standorten aufgestellt werden. Es wird geschätzt, dass ungefähr 20% der Windenergie an Orten mit Vereisungsgefahr realisiert werden könnte. Auch in der Schweiz werden eine Vielzahl von Windenergiestandorten mit den Problemen der Vereisung zu kämpfen haben, wie das Beispiel des Standortes Schwyberg FR (siehe Fig. 6) zeigt. Zum jetzigen Zeitpunkt belaufen sich die Energieproduktionsverluste an relativ stark- bis sehr stark vereisungsgefährdeten Standorten auf ca. 20 - 50% der jährlichen Windenergieproduktion.

Antifreeze Proteine erzeugen einen Unterschied zwischen Schmelz- und Gefrierpunkt von Wasser (siehe Fig. 5). Im Rahmen des Projektes „**Antifreeze Beschichtungen für Rotorblätter von Windenergieanlagen**“ [6] wird untersucht, ob dieser bei arktischen Fischen festgestellte Effekt auch für die Nutzung der Windenergie im kalten Klima verwendet werden kann.



Figur 5: Antifreeze-Proteine (AFP) binden sich ans Eis, das jetzt zwischen zwei Proteinen herauswachsen muss. Die dadurch erzwungene Krümmung verringert den Gefrierpunkt (Gibbs-Thomson-Effekt). Quelle: *Nature* 406, 249.



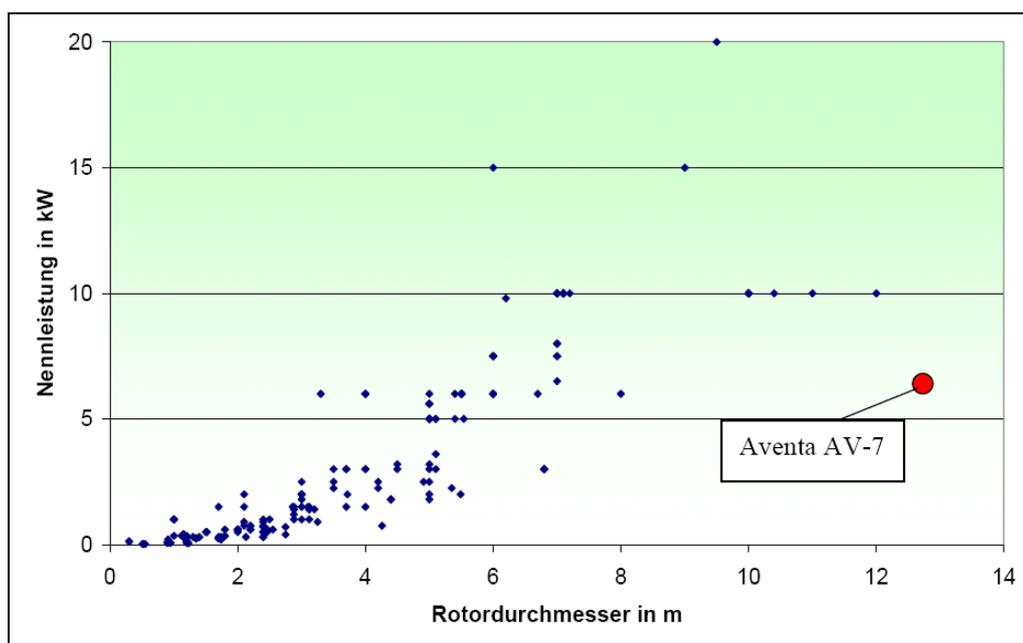
Figur 6: Der aufgrund von hohen Eislasten und hohen Windgeschwindigkeiten geknickter Messmast auf dem Schwyberg, Kanton FR.

Anlässlich des Treffens der Projektgruppe des IEA Forschungsprojektes **Wind Energy in Cold Climates** [7] präsentierte der Projektverfasser Dr. Konstantin Siegmann von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften erste Resultate zu diesen neuen und vielversprechenden Ansätzen zur Reduktion der Eisbildung an Rotorblättern.

ENTWICKLUNG VON SPEZIFISCHEN KONZEPTEN

Die Firma Aventa AG vertreibt seit 2001 eine 7 kW-Windkraftanlage, deren herausragendes Designmerkmal ein übergrosser Rotor (12 m) ist. Aufgrund der aufwendigen Regelungstechnik können bereits relativ schwache Winde genutzt werden. Bei Windgeschwindigkeiten grösser als 6 m/s ist jedoch die Nennleistung der Anlage erreicht. Um eine weitere Förderung zur Optimierung dieser Anlage zu legitimieren, wurde von der Fachhochschule Technik und Wirtschaft in Berlin dieses Konzept grundsätzlich evaluiert (**Evaluation Leichtwindkonzept AVENTA** [8]). Deren Schlussfolgerungen sind:

Aus technischer Sicht besitzt die Windkraftanlage Aventa AV-7 ein Alleinstellungsmerkmal. Keine andere am Markt angebotene Windkraftanlage besitzt vergleichbare Spezifikationen (siehe Fig. 7). Die Ergebnisse weisen die konsequente Auslegung der Windkraftanlage Aventa AV-7 für niedrige Windgeschwindigkeiten nach. Für Standortbedingungen mit mittleren Windgeschwindigkeiten unter 4 m/s erbringt die Windkraftanlage Aventa AV-7 höhere flächenspezifische Energieerträge als Konkurrenzprodukte. Das Marktpotenzial ist einerseits gross, da es unzählige Standorte mit Windverhältnissen gibt, auf die die Windkraftanlage Aventa AV-7 zugeschnitten ist. Andererseits ergeben sich hohe Energiekosten, die sehr spezielle Kundenbedürfnisse treffen müssen, um eine Investitionsbereitschaft zu wecken. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn standortbedingt keine konkurrierenden Energieversorgungskonzepte existieren bzw. deren Bereitstellung mit hohen Kosten verbunden sind. Dies führt zu Anwendungen im Inselbetrieb. Im netzgekoppelten Betrieb sind kaum Randbedingungen denkbar, die eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Windenergie unter diesen Spezifikationen ergeben.

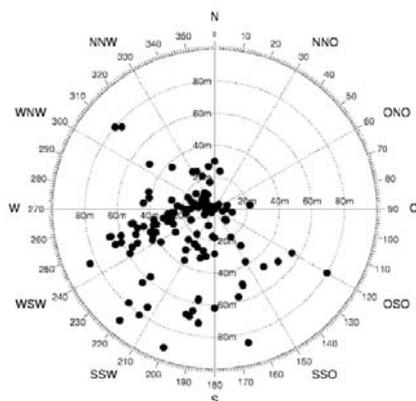


Figur 7: Nennleistung und Rotordurchmesser im Marktsegment von 25 W bis 20 kW, keine andere Anlage besitzt ein derart überdimensionierten Rotor bei entsprechender geringer Nennleistung wie die Aventa AV-7.

AUFBAU KOMPETENZZENTRUM WINDENERGIENUTZUNG IM GEBIRGE

Konkretes Resultat des Forschungsprojektes "Alpine Test Site Güttsch: Meteorological measurements and wind turbine performance analysis", welches im Rahmen der COST Action 727 [22] von 2005 bis 2008 durch das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz) und durch Meteotest durchgeführt wird, ist die Verbreitung der bisherigen Ergebnisse über eine Fachtagung und ein Handbuch (**Alpine Test Site Güttsch, Handbuch und Fachtagung** [9]). Am 21. / 22.6.2007 fand das mit über 40 Personen sehr gut besuchte internationale Seminar „Eis&Felsen“ in Andermatt statt.

Sicherheitsaspekte aufgrund des Eiswurfes von Windkraftanlagen haben im IEA-Forschungsprojekt **Wind Energy in Cold Climates** [7] eine hohe Bedeutung. Dank den umfassenden Analysen und Datenerhebungen (siehe Fig. 8 und 9) kann die Schweiz mit den Resultaten vom Güttsch wesentlich zur Klärung dieser Fragenstellung beitragen.



Figur 8: Grafische Darstellung der gefunden Eisstücke vom Rotor der Windkraftanlage auf dem Güttsch in Abhängigkeit der Richtung und der Distanz



Figur 9: Auffinden und Dokumentieren der Eisstücke im alpinen Klima geschieht unter arktischen Bedingungen!

An der Fachhochschule in Sion wird im Rahmen einer Marktrecherche (**Evaluation Windenergieanlage Simplon** [10]) ermittelt, welche kleineren Anlagen optimal für den Einsatz im Gebirge geeignet wären - ausgehend vom 17-jährigen Projekt auf der Simplonpasshöhe.

Fore- und Nowcasting der Stromproduktion von Windanlagen in komplexem Gelände [11].

Grundlage für die Netzfürung und den Einsatz der konventionellen Kraftwerke ist der Lastfahrplan, d.h. der Betrag und der zeitliche Verlauf des Stromverbrauchs für die nahe Zukunft (bis zu einer Vorlaufzeit von knapp einem Tag). Dieser Fahrplan wird heute mit modernen, computergestützten Prognoseverfahren, aber auch mit konventionellen Methoden bestimmt. Unvorhergesehene Abweichungen vom Fahrplan, z.B. infolge von Kraftwerksausfällen oder unerwarteten Laständerungen müssen kurzfristig durch Regelenergie ausgeglichen werden, welche wesentlich teurer ist als Fahrplanenergie.

Damit Windenergieanlagen nicht einen übermässigen Bezug von Regelenergie verursachen, werden Vorhersagemodelle eingesetzt. Die Bedeutung dieser Vorhersagemodelle ist in Ländern (Regionen) mit einem hohen Anteil von Windenergie besonders gross, weshalb die entsprechenden Modelle auch entsprechend ausgestaltet worden sind.

In der Schweiz ist der Anteil der Windenergie insgesamt noch sehr gering. Die geeigneten Standorte für Windenergieanlagen liegen mehrheitlich eher in dünn besiedelten Regionen (Jurahöhen, Alpenübergänge), weshalb für die betroffenen örtlichen Netzbetreiber der Anteil der Stromerzeugung aus Windenergie trotzdem ins Gewicht fallen kann. Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes Anemos [19] hat sich gezeigt, dass der mittlere Fehler von bestehenden Vorhersagemodellen im komplexen Terrain bis doppelt so hoch ist wie im Flachland. Bestätigt wird dies auch durch die Erfahrungen des Elektrizitätswerks Ursern.

Ziel des Forschungsprojektes ist die Erarbeitung und Validierung eines Vorhersagemodelles, welches für Windenergieanlagen in der Schweiz eine möglichst hohe Vorhersagegüte aufweist. Dabei sind insbesondere Standorte in den Alpen (Pass- und Tallagen) und im Jura zu berücksichtigen.

Nationale Zusammenarbeit

Folgende Forschungsinstitutionen haben Aktivitäten im Bereich der Windenergie entwickelt:

- Die EPFL (Laboratoire de Systèmes Energétiques LASEN) [24] betreut Windenergie-Projekte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit.
- Ebenfalls mit der EPFL, College of Management of Technology (CDM), findet eine Zusammenarbeit im Rahmen des Projektes „**Social Acceptance of Wind Energy in Switzerland – To Invest or Not to Invest**“ statt.
- Das Labor für Strömungsmaschinen an der ETH Zürich [25] bekundet Interesse an einer Zusammenarbeit mit dem Forschungsprogramm Wind, speziell bez. Aerodynamik und Effizienz von Windturbinen und Aeroelasticity.
- An der Fachhochschule Wallis [20] bearbeitet ein Team Projekte zur Nutzung der Windenergie und betreibt auch die Windkraftanlage auf dem Simplon.
- An der Zürcher Fachhochschule Winterthur (ZFW) arbeitet eine Gruppe um Prof. Martina Hirayama an der Entwicklung von Nanooberflächen zur Verhinderung von Vereisung der Rotorblätter [21].
- Das IRAP (Institut für Raumentwicklung an der Hochschule für Technik Rapperswil) bearbeitet das Projekt „**Planerische Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie**“ und besitzt dadurch umfassendes Know how zur Fragestellung Windenergie und Raumplanung.

Der Dreh- und Angelpunkt zur Förderung der Windenergie in der Schweiz ist *Suisse Eole, die Schweizerische Vereinigung zur Nutzung der Windenergie* (www.wind-energie.ch) [23]. Sämtliche Planungsinstrumente, insbesondere ein Map-Server mit allen relevanten Aussagen zu möglichen Windenergie-Standorten sind auf der Website <http://www.wind-data.ch/> vorhanden.

Internationale Zusammenarbeit

Seit 2002 beteiligt sich die Schweiz am IEA-Projekt **Wind Energy in Cold Climates (WECO)** [7]. 2006 fanden zwei Treffen der Experten statt.

Die Arbeiten beim **Alpine Test Site Gütsch** [22] sind verknüpft mit dem genannten IEA-Projekt. Dessen Resultate und Empfehlungen werden im Rahmen des Forschungsvorhabens *COST 727 Alpine Test Site Gütsch, Meteorological measurements and wind turbine performance analysis* verifiziert und einem weiteren Umfeld nutzbar gemacht. Im Juni 2007 fand ein internationales Seminar „Eis&Felsen“ zu diesem Projekt in Andermatt statt.

Am IEA Topical Expert Meeting zum Thema „**Social Acceptance**“ vom Mai 2007 in Luzern wurde das Thema Akzeptanz weiter vertieft [4]. Die Schweiz wird im Kontext mit dem neu zu lancierenden IEA-Projekt zu Akzeptanzfragen eine führende Rolle einnehmen.

Die Fachhochschule Technik und Wirtschaft in Berlin evaluierte das **Leichtwindkonzept der Firma AVENTA** [8].

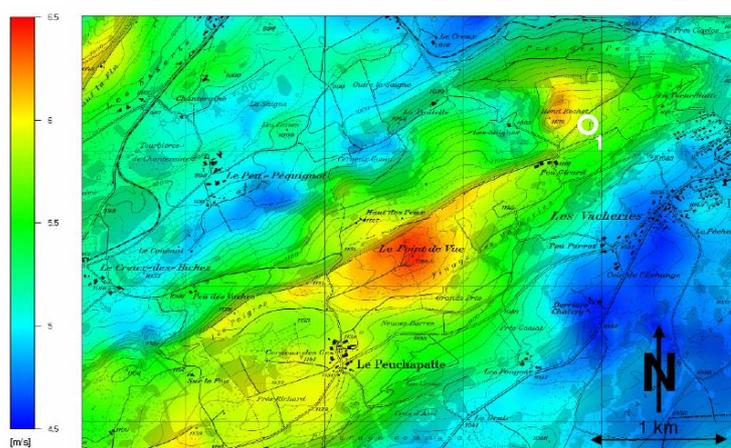
Pilot- und Demonstrationsprojekte

Durch die Einführung der kostenbasierten Einspeisevergütung und dem Bundesgerichtsurteil zu Crêt Meuron sind die Voraussetzungen nun deutlich besser, um das ausgewiesene Potential der Windenergie in der Schweiz zügig zu erschliessen. Der im **Konzept Windenergie Schweiz** [16] dargelegte Grundsatz Windenergieanlagen an möglichst gut geeigneten Standorten zu konzentrieren geniesst breite Anerkennung – er wird insbesondere auch von den Kantonen im Rahmen kantonaler oder regionaler Grundlagenarbeiten angewandt. Die Betriebserfahrungen der installierten Windenergieanlagen sollen nun kontinuierlich erfasst werden. Die entsprechenden Erfahrungen dienen weiteren Projektentwicklern zur Optimierung ihrer Vorhaben.

Nach wie vor läuft die 2 MW-Anlage *Enercon E70* der Firma Rhoneole in Collonges im Kanton Wallis mit Abstand am besten. (**Campagne de mesures (Erfolgskontrolle) 2MW éolienne à Collonges VS** [12]).

Mit dem Projekt **Betriebsresultate der Windenergieanlage Feldmoos** Rengg/Entlebuch auf 1020 m.ü.M. [13] werden bei einer 900 kW-Windenergieanlage die Betriebsergebnisse gesammelt.

Mit dem Projekt **Standortabklärungen Windkraftanlagen Peu Girard, Les Breuleux (JU)** [14] wurden die Bedingungen für eine WKA genauer untersucht. (Figur 10)



Figur 10: Mittlere langjährige Windgeschwindigkeit 80 m über Grund in der Region Le Peuchappate / Les Breuleux. Geplanter Standort ist „1 Peu Girard“ nordwestlich von Les Breuleux. (eingekreist)

Die Qualität eines Standortes hängt neben Aspekten des Naturschutzes und des Landschaftsbildes entscheidend von den vorhandenen Windverhältnissen ab. Mit dem „**P+D-Rahmenprojekt Unterstützung Windmessungen**“ [15] werden folgenden Ziele verfolgt:

- Gezielte Unterstützung von Windmessungen/Windgutachten damit die ermittelten Daten öffentlich zugänglich gemacht werden
- Die Genauigkeit des Windmodells Schweiz wird durch eine breitere Datengrundlage gezielt verbessert
- Die Grundlagen zur Identifizierung geeigneter Standorte wird verbessert
 - für die Erarbeitung kantonaler Windenergiekonzepte zur Konkretisierung des Konzepts Windenergie Schweiz und
 - für unabhängige Projektentwickler

Das Planungsrisiko für Projektentwickler wird durch einen finanziellen Beitrag an die Windmessung/Windgutachten reduziert. Suisse Eole führt dieses Förderungsprogramm administrativ.

Bewertung 2007 und Ausblick 2008

Vor dem Hintergrund der sich abzeichnenden kostendeckenden Einspeisevergütung ab 1.1.2009 und den 2-jährigen Lieferfristen aller Anlagenherstellern hat sich auch im Jahre 2007 die installierte Leistung der Windkraftanlagen in der Schweiz nicht erhöht. Von den 31 Anlagen, welche während des ganzen Berichtsjahrs in Betrieb waren, wurden 15.3 GWh Elektrizität erzeugt. Dies entspricht einer Steigerung um mehr als 75 % gegenüber dem Vorjahr.

Es zeichnet sich bereits heute ab, dass aufgrund der gesicherten finanziellen Rahmenbedingungen die Zahl von Windenergieprojekten stark zunehmen wird, analog der Entwicklung in Deutschland oder Spanien, welche ebenfalls eine kostendeckende Einspeisevergütung kennen. Im Rahmen der entsprechenden Verordnung soll sicher gestellt werden, dass diese Projekte nun mit einem geringen wirtschaftlichen Risiko realisiert werden können.

Vor dem Hintergrund der veränderten Rahmenbedingungen bestehen jedoch weiterhin Unsicherheiten für Projektentwickler, welche im Rahmen bisheriger oder neuer Forschungsprojekte geklärt werden müssen:

- Genaue und langfristige Vorhersage der Windressourcen (z.B. **Fore- und Nowcasting der Stromproduktion von Windenergieanlagen in komplexem Gelände**) [11]
- Genehmigung der Umzonung des Standortes und/oder Erteilung der Baubewilligung (z.B. **Planerische Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie**) [1]

- Definieren und Durchsetzen von Qualitätsanforderungen an Projekte; wirkungsvolle Qualitätssicherung (**Alpine Test Site Gütsch, Handbuch**) [9]
- Zunehmende Diskussion um Akzeptanz bei mehr Projekten, Angst vor generellem Wildwuchs (z.B. **Social Acceptance of Wind Energy in Switzerland – To Invest or Not to Invest**) [5]

Technische und ökonomische Ziele im Energieforschungskonzept 2008-2011:

Heute sind technisch ausgereifte Windkraftanlagen mit Leistungen von 500 W bis 5 MW für Standardbedingungen auf dem Markt. Im Vordergrund der Forschung stehen daher:

- Entwickeln von Anlagekomponenten (Sensorik, Nano-Technologie) für die Nutzung von Windenergie unter spezifisch schweizerischen Verhältnissen durch einheimische Industrie.
- Erhöhung der Verfügbarkeit und des Energieertrages von Windkraftanlagen an extremen Standorten (Klima, Turbulenzen, Logistik).
- Erhöhung des «Wertes» der Windenergie, Optimierung der Integration von Windkraftanlagen in die Stromversorgung (Forecasting, Regelenergie).
- Erhöhung der Akzeptanz für Windenergie unter Einbezug sozial- und umweltwissenschaftlicher Kompetenz und damit Verkürzung der Projektrealisierungsdauer.

Ergänzend sollen mit Pilot- und Demonstrationsprojekten die nichttechnischen Hemmnisse zur stärkeren Marktdurchdringung der Windenergie reduziert und die Lücke zwischen eigentlichen Forschungsaktivitäten und der Anwendung in der Praxis geschlossen werden.

Mit der Teststation auf dem Gütsch zur fundierten Ermittlung der Auswirkungen der Vereisung im Rahmen der *COST Action 727* und den ermittelten Forschungsergebnissen, erarbeitet sich die Schweiz auch internationales Renommée im Bereich der Windenergienutzung im kalten Klima. Verbreitet und diskutiert werden die ermittelten Erfahrungen sowohl an internationalen Seminaren als auch in der Projektgruppe der IEA **Wind Energy in Cold Climates**.

Mit dem in Vorbereitung stehenden IEA-Projekt „Social Acceptance“ werden die mittlerweile umfassenden Erfahrungen in Akzeptanzfragen in unserem Land international vernetzt – im Sinne von besseren und rascher realisierbaren Projekten.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2007 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.energieforschung.ch unter der angegebenen Projektnummer)

Unter den angegebenen Internet-Adressen sind die Berichte sowie weitere Informationen verfügbar.

- [1] Kurt Gilgen, Alma Sartoris, (irap@hsr.ch), <http://www.irap.hsr.ch/>, IRAP Institut für Raumentwicklung an der Hochschule für Technik Rapperswil: **Planerische Voraussetzungen für die Nutzung der Windenergie** (SB)
- [2] Walter Ott, Yvonne Kaufmann, (walter.ott@econcept.ch), <http://www.econcept.ch/> ECONCEPT AG, Zürich: **Auswirkung von Windkraftanlagen in der Schweiz** (JB)
- [3] Yves Leuzinger, (info@bureau-natura.ch), <http://www.bureau-natura.ch/>, NATURA Biologie Appliquée, Les Reussilles: **Eoliennes en Suisse et mortalité de chauves-souris** (SB)
- [4] Robert Horbaty (robert.horbaty@enco-ag.ch), www.enco-ag.ch ENCO ENERGIE-CONSULTING AG, Bubendorf: **IEA Topical Expert Meeting "Social Acceptance"** (Protokoll)
- [5] Professor Christopher Tucci, Mary Jean Burer (maryjean.burer@epfl.ch), <http://cdm.epfl.ch/homepage.php>, EPFL, College of Management of Technology (CDM), Lausanne: **Social Acceptance of Wind Energy in Switzerland – To Invest or Not to Invest** (JB)
- [6] Martina Hirayama (martina.hirayama@zhwin.ch), <http://www.zhwin.ch> ZHAW, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Winterthur, **Antifreeze Beschichtungen für Rotorblätter von Windenergieanlagen** (JB)
- [7] Patricia Weis-Taylor, (pwt_communications@comcast.net), <http://www.ieawind.org/> NREL IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Task 19 **Wind Energy in Cold Climates**: <http://arcticwind.vtt.fi/> (JB)
- [8] Joachim Twele (mailto:twele@fhtw-berlin.de), <http://www.fhtw-berlin.de/>, FACHHOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT, Berlin DE: **Evaluation Leichtwindkonzept AVENTA** (JB)
- [9] Stefan Kunz, René Cattin (kunz@meteotest.ch), <http://www.meteotest.ch>, METEOTEST, Bern: **Alpine Test Site Gütsch, Handbuch und Fachtagung** (JB) <http://www.meteotest.ch/cost727/index.html>
- [10] Hans-Peter Biner (hpeter.biner@hevs.ch), <http://www.hevs.ch/>, Hochschule Wallis, Institut des systèmes industriels, Sion: **Evaluation Windenergieanlage Simplon** (JB)
- [11] Stefan Kunz, René Cattin (kunz@meteotest.ch), <http://www.meteotest.ch>, METEOTEST, Bern: **Fore- und Nowcasting der Stromproduktion von Windenergieanlagen in komplexem Gelände** (JB)

Liste der P+D-Projekte

- [12] Jean-Marie Rouiller (jean.marie.rouiller@lausanne.ch <http://www.lausanne.ch>) Services industriels de Lausanne, *Lausanne, Campagne des mesures (Erfolgskontrolle) 2MW éolienne à Collonges VS*
- [13] Roland Aregger (info@windpower.ch, <http://www.windpower.ch>), WINDPOWER AG, *Entlebuch: Betriebsresultate der Windenergieanlage Feldmoos* (JB)
- [14] Eric Nussbaumer (info@adev.ch, <http://www.adev.ch>), ADEV, *Liestal: Les Breuleux* (SB)
- [15] Reto Rigassi, Robert Horbaty, info@suisse-eole.ch; www.wind-energie.ch, SUISSE EOLE, Bubendorf: **P+D-Rahmenprojekt Unterstützung Windmessungen** (JB)

Referenzen

- [16] **Konzept Windenergie Schweiz**, Grundlagen für die Standortwahl von Windparks, Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Autoren Meteotest, Nateco, Metron Raumentwicklung AG, Atelier North & Robyr Soguel, Bern 2004 www.wind-energie.ch/images/1140/CH/KonzeptWindenergieCH-d.pdf
- [17] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00519/00521/index.html?lang=de>.
- [18] **Energieforschungsprogramm „Windenergie“ 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch R. Horbaty, von der CORE am 1.4.2004 zur Umsetzung freigegeben.
- [19] **ANEMOS**; Development of a Next Generation Wind Resource Forecasting System for the Large-Scale Integration of Onshore and Offshore Wind Farms, <http://anemos.cma.fr/>
- [20] Hp. Biner, **Hochschule Wallis, Institut des systèmes industriels**: <http://energy.hevs.ch/ff/rad/conversion.asp>.
- [21] ZFW, **Zürcher Fachhochschule Winterthur**, Martina Hirayama (martina.hirayama@zhwin.ch, <http://www.zhwin.ch>,
- [22] **Alpine Test Site Gütsch, Website zu diesem COST 727-Projekt** <http://www.meteotest.ch/cost727/index.html>
- [23] **Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole**: <http://www.suisse-eole.ch>.
- [24] EPFL, **Ecole Polytechnique Fédéral de Lausanne**, Laboratoire de systèmes énergétiques LASEN: <http://lasen.epfl.ch/page39406.html>.
- [25] Prof. R. Abhari, Dr. S. Barber, **Labor für Strömungsmaschinen an der ETH Zürich**, <http://www.lsm.ethz.ch/>