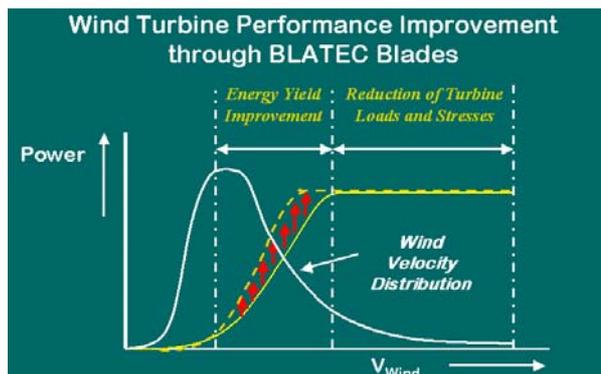


PROGRAMM WIND

Überblicksbericht zum Energieforschungsprogramm Windenergie 2004

Robert Horbaty

robert.horbaty@enco-ag.ch



Schweizer Unternehmen entwickelt neuartige Rotorblätter für Windkraftanlagen

Auf dem Weg zum intelligenten Rotorblatt: Neuartige betriebliche Pitch- und Twist-Verstellung soll Energieertrag erhöhen und Ermüdungslasten reduzieren, indem bei geringeren Windgeschwindigkeiten die installierte Leistung erreicht wird.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Das von der CORE anlässlich der Energieforschungskonferenz im November 2003 präsentierte **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007** [9] hält zum Programm *Wind* u.a. folgendes fest:

*Die Windkraftnutzung in der Schweiz ist, nebst den hohen technischen Anforderungen aufgrund von Standorten im Gebirge, weiterhin mit **Akzeptanzproblemen** konfrontiert. Mit einem nationalen Konzept sollen die gesetzten Ziele von 50 GWh bis 100 GWh bis ins Jahr 2010 räumlich konkretisiert und die notwendigen Planungsgrundlagen erarbeitet werden. Die spezifischen Fragestellungen für **Windkraftanlagen im Gebirge** und eine bedeutende heimische Zulieferindustrie von **Komponenten** für Windkraftanlagen rechtfertigen die Wiederaufnahme der Forschungsaktivitäten. Damit soll auch die Möglichkeit geschaffen werden, in **internationalen Gremien** Erfahrungen auszutauschen.*

Das Energieforschungsprogramm **Windenergie 2004 - 2007** [10] wurde im April 2004 von der CORE genehmigt und zur Umsetzung freigegeben. Die **Schwerpunkte** und **Zielsetzungen** bis 2007 lauten wie folgt:

Qualitative Ziele

- **Koordination** der nationalen Forschungsaktivitäten im Bereich Windenergie.
- Know-how-Aufbau zur **Windenergienutzung im hügligen und gebirgigen Terrain**
- Aufbau eines **Kompetenzzentrums Windenergienutzung im Gebirge**.

Quantitatives Ziel

- Abgestimmt mit den Zielsetzungen von EnergieSchweiz sollen bis ins Jahr 2010 **50 – 100 GWh** Windstrom erzeugt werden.

Schwerpunkt Forschung

- Erhöhung der **Akzeptanz** der Windenergienutzung
- Entwicklung von **innovativen Komponenten**

Schwerpunkt Umsetzung

- Aufbau **Kompetenzzentrum Windenergienutzung im Gebirge**
- Entwicklung von spezifischen **Konzepten**, z.B. für dezentrale Stromproduktion in Randregionen

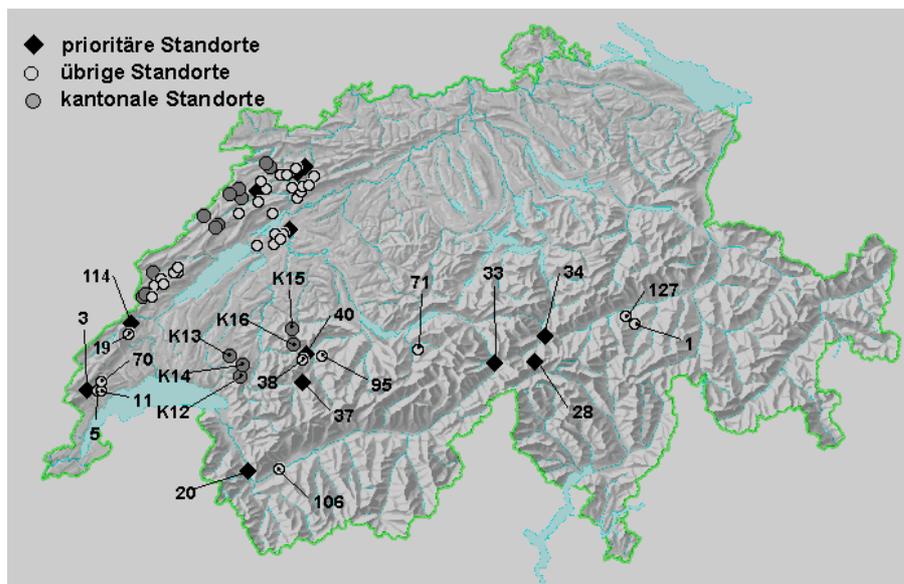
Sowohl in der Zusammenfassung der Energieforschungskonferenz als auch im *Konzept der Energieforschung 2004 – 2007* geniessen die **P+D-Projekte einen hohen Stellenwert**. Trotzdem wurden die P+D-Mittel des BFE massiv zurück gefahren, d.h. für den ganzen Technologietransfer von der Forschung in den Markt stehen bereits kurzfristig kaum mehr Mittel zur Verfügung. Die Aktivitäten des Programms verlagern sich daher vermehrt von der Umsetzung auf den eigentlichen F+E-Bereich, bis für P+D-Projekte neue Lösungen gefunden werden.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2003

ERHÖHUNG DER AKZEPTANZ DER WINDENERGIENUTZUNG

Um einen *Wildwuchs* zu verhindern, regten Landschaftsschutzorganisationen und einzelne Kantone an, der Bund solle eine kantonsübergreifende, konzeptionelle Grundlage für die Entwicklung von Windparks bereitstellen. BFE, BUWAL und ARE haben nun mit dem **Konzept Windenergie Schweiz** [1a] die entsprechenden Grundlagen für die Standortwahl von Windkraftanlagen erarbeitet.

Das Hauptziel des Konzepts war, einen **Konsens zwischen den Interessenvertretern** aus Bund, Kantonen, Energiewirtschaft und Umweltverbänden über Grundsätze und Kriterien für die Wahl von Standorten für Windparks bis ins Jahr 2010 zu finden. Dazu wurde eine Begleitgruppe aus Vertretern der oben genannten Interessengruppen gebildet. In einem zweiten Schritt wurden mit einer GIS-Modellierung in der ganzen Schweiz 110 potenzielle Windkraft-Standorte identifiziert, welche die Kriterien erfüllen. Die Resultate wurden im Januar 2004 in die Vernehmlassung bei allen Kantonen und den Interessengruppen gegeben. Der Bericht wurde positiv aufgenommen und als Grundlage begrüsst. Aufgrund der Resultate der Vernehmlassung wurde aus den identifizierten Windkraft-Standorten eine Auswahl getroffen (Figur 1).



Figur 1: Darstellung der ermittelten Standorte des Konzeptes Windenergie Schweiz

Aufgrund der Ergebnisse der Vernehmlassung konnte durch die Arbeitsgruppe der beteiligten Bundesämter eine Auswahl von 12 besonders geeigneten Standorten getroffen werden. Ergänzt mit zusätzlichen, bereits durch die Kantone und Gemeinden bestimmten Standorten, entstand eine Auswahl von **28 möglichen Standorten** mit einem Windenergiepotential von 316 GWh – also dreimal mehr als für die Ziele von EnergieSchweiz benötigt! Die ausgewählten Standorte sollen nun im Rahmen der kantonalen und/oder kommunalen Richt-, bzw. Nutzungsplanung weiter bereinigt werden, so dass zukünftige Windpark-Entwickler mit einer hohen Planungssicherheit diese Standorte erschliessen können. Die nächsten Schritte werden nun im Projekt **Umsetzung Konzept Windenergie Schweiz** [1b] in die Wege geleitet.

Als weiteres Resultat dieses Konzeptes liegen nun **Potentialabschätzungen** vor, welche auf der Basis der effektiv am Standort herrschenden Windverhältnisse und der möglichen Anzahl zu installierender Anlagen ermittelt wurden:

Zeithorizont 2010: 100 GWh:

Definiertes UVEK Ziel für Windenergie im Rahmen von EnergieSchweiz bis 2010: Realisierung von 64 Anlagen an zehn Standorten, z.T. bereits in Planung oder aus Sicht des Landschaftschutzes relativ problemlos.

Zeithorizont 2025: 600 GWh:

Sämtliche kantonalen und prioritären Standorte aus dem Konzept Windenergie Schweiz. Theoretische Energieproduktion an Windparkstandorten = 320 GWh, zusätzlich rund 10% der Einzelanlagen, welche die Kriterien des Konzeptes erfüllen, bringen 280 GWh.

Zeithorizont 2050: 4'000 GWh:

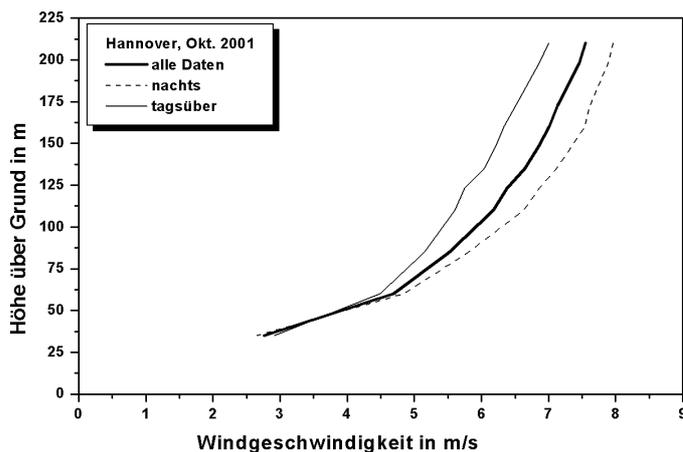
Alle möglichen Standorte aus dem Konzept Windenergie Schweiz sowie alle Einzelanlagen, welche die Kriterien des Konzeptes erfüllen sind realisiert; nur Standorte mit Windgeschwindigkeiten von über 4.5 m/s im Jahresmittel sind dabei berücksichtigt: ca. 2'850 GWh/a stammen aus Einzelanlagen, 1'150 GWh/a aus Windparks.

ENTWICKLUNG VON INNOVATIVEN KOMPONENTEN

Das Prinzip eines *intelligenten Rotorblattes* bricht mit einer Reihe fest gefügter Ansichten wie ein Windkraftanlagen-Rotorblatt aufgebaut sein sollte. Das Rotorgewicht sinkt dabei auf die Hälfte. Obwohl der Rotoraufbau mit Holm, Rippen und Bespannung wie im Flugzeugbau zunächst recht konservativ anmutet, steckt in dem Blatt eine Fülle von innovativen Detaillösungen. Für den Blattholm wird vorzugsweise eine hochfeste und steife Konstruktion aus Kohlefaser eingesetzt. Die Rippen können grundsätzlich aus verschiedenen Materialien hergestellt werden; das Unternehmen favorisiert eine sehr leichte Metallkonstruktion in Kastenbauweise (siehe Foto auf dem Titelblatt dieses Berichtes).

Die Blatthaut besteht aus einer mit Glasfasergewebe verstärkten dicken Folie, die eine sehr glatte Oberfläche bietet, womit das aufwändige Schleifen entfällt. Die Unterschiede zur etablierten Bauweise mit verklebten Halbschalen könnte kaum größer sein.

Die Rotorblätter werden die Möglichkeit eröffnen, das Blatt sowohl gesamthaft (Pitch-Verstellung) als auch in seiner Verwindung (Twist-Verstellung) den ständig wechselnden Strömungsbedingungen anzupassen und dies nicht nur für den gesamten Rotor in einheitlicher Weise, sondern auch mit der Möglichkeit einer zyklischen Verstellung.



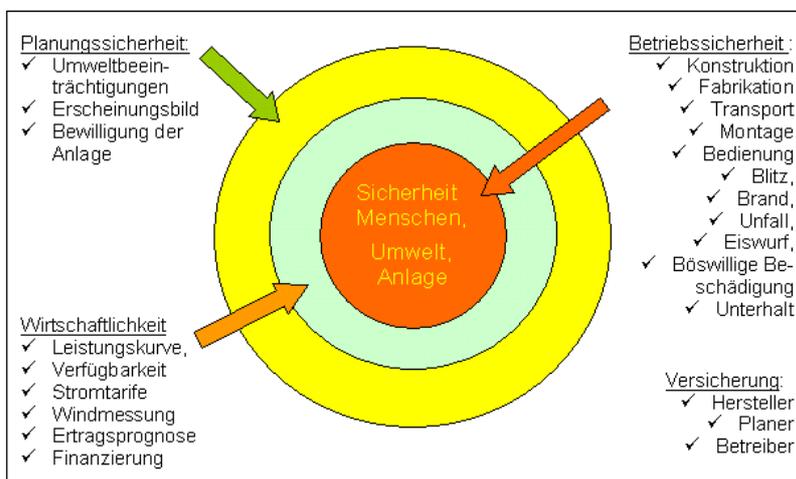
Figur 2: Mittleres monatliches vertikales Windprofil, nach Tag und Nacht unterschieden

Das neuartige Blatt kann einerseits den Energieertrag im Teillastbereich steigern, andererseits sich besser an das jeweils herrschende Höhenprofil der Windgeschwindigkeit anpassen (siehe Figur 2). Langfristiges Ziel des Unternehmens ist ein *intelligentes Rotorblatt*, das sich mit Hilfe von Sensorik und einem eigenen Rotorregler selbstständig an die Strömungsbedingungen am Standort anpasst.

Im Rahmen des Forschungsprojektes **Prototyp Windturbinenrotor mit zyklischer Pitch- und Twist-Verstellung** [4] wird ein Rotormodell als Funktions-Prototyp mit ca. 2,4 m Durchmesser entsprechend der **BLATEC**-Technologie aufgebaut, welches drei Rotorblätter und die Nabe mit allen Verstellorganen umfasst. Sämtliche Verstellfunktionen werden funktionsfähig realisiert und demonstriert. Das Modell wird als *proof of concept* einer ersten mechanischen Funktions- und Belastungsprüfung unterzogen. Es wird dafür mit einem robusten Getriebe und einem Generator/Motor ausgestattet. Abgeklärt werden auch die Möglichkeiten dieses Technologieansatzes zur Wirkungsgradverbesserung bei anderen axialen Strömungsmaschinen, beispielsweise Kaplan Turbinen in Wasserkraftwerken.

AUFBAU KOMPETENZZENTRUM WINDENERGIENUTZUNG IM GEBIRGE

Die Schweiz hat sich politisch im Rahmen ihrer Möglichkeiten der Windenergie verpflichtet. Für die Förderung der Windenergie ist es deshalb wichtig zu wissen, was es für eine sichere und rentable Nutzung von Windkraftanlagen zu beachten gilt. Ziel des Projektes **Sicherheit von Windkraftanlagen in der Schweiz - Richtlinien und Standards** [2b] ist die Darstellung aller wesentlichen sicherheitsrelevanten Aspekte von Windenergieprojekten in der Schweiz und das Aufzeigen von Massnahmen zur **Risiko-Minimierung**. Neben Gefahren für Mensch und Umwelt werden auch rein finanzielle Risiken behandelt (Figur 3).



Figur 3: Entsprechend dieser Systematik sind die Sicherheitsrichtlinien aufgebaut.

Dieser Leitfaden richtet sich primär an Bauherren, Planer und Betreiber von Windkraftanlagen. Er soll diesen helfen, das Risiko bei Planung, Bau und Betrieb einer Windenergieanlage zu minimieren. Des weitern sollen die erarbeiteten Richtlinien Behörden, Investoren und Versicherer bei der Beurteilung von Projekten helfen. Hersteller von Windkraftanlagen finden im Leitfaden vor allem die in der Schweiz geltenden Normen und Vorschriften.

Wer eine Windkraftanlage plant und später in Betrieb nehmen will, sollte für dieses Projekt eine umfassende Risikobeurteilung vornehmen. Der Leitfaden zeigt auf, wie dabei vorzugehen ist. Eine Risikobeurteilung zeigt die kritischen Punkte bei der Planung, Bewilligung, Errichtung und beim Betrieb der Windkraftanlage auf. Das Risikomanagement hilft somit, die Windenergie als erneuerbare Energiequelle optimal zu nutzen.

Weitere Projekte mit Schwergewicht auf der Nutzung der Windenergie im Gebirge und Standortabklärungen werden in internationaler Zusammenarbeit durchgeführt, um bereits vorhandene Erfahrungen optimal zu nutzen. Im Rahmen der IEA ist das Projekt **Wind Energy in Cold Climates** [17] und im Rahmen der EU das Projekt **Alpine Wind Harvest** [2a] zu nennen (siehe Kapitel internationale Zusammenarbeit).

ENTWICKLUNG VON SPEZIFISCHEN KONZEPTEN

Die *Aventa AG* führte im Auftrag des BFE und mit methodischer Unterstützung von *INFRAS Marktstudie Aventa Leichtwindanlagen* [3] durch. Die Studie untersuchte die Marktchancen von Leichtwindanlagen in der Schweiz sowie in Entwicklungs- und Schwellenländern und legte fest, wie die heutige Leichtwindanlage *AV-7* weiterentwickelt werden muss, um ihre Marktchancen zu erhöhen. Die Studie zeigt in der Schweiz einen Ökostrommarkt auf, der einen jährlichen Zuwachs aufweist, jedoch keinen klaren Marktgesetzen folgt. Dass Leichtwindanlagen an diesem Zuwachs nur unwesentlich teilhaben, liegt im Wesentlichen an folgenden Hemmnissen:

- zu geringer Bekanntheitsgrad
- fehlendes Lobbying
- zu wenig Mittel für das Marketing
- zu hohe Stromgestehungskosten

Die Stromgestehungskosten der Leichtwindanlagen wurden analysiert und anhand von Parameterstudien wurden mögliche Entwicklungen aufgezeigt. Wesentlichen Einfluss haben die Serien- und die Anlagengrösse. Durch Weiterentwicklung und Up-Scaling können mit Leichtwindanlagen Stromgestehungskosten von 20 bis 40 Rp./kWh bei mässigen Windverhältnissen erreicht werden.

Leichtwindanlagen würden sich auch für **Entwicklungs- und Schwellenländer** eignen, sofern sie technisch den entsprechenden Gegebenheiten angepasst werden. Interessant sind die vielen potentiellen Standorte sowie die Möglichkeit, Anlagen vor Ort zu bauen. Der Weg führt am ehesten über einen lokalen industriellen Partner, mit dessen Hilfe der Markt, die Grösse und der Technisierungsgrad der angestrebten Anlage zu definieren ist. Bei laufender Produktion ist der Rückimport von einzelnen Baugruppen denkbar.

Als nächste Schritte werden Entwicklungen an der bestehenden *AV-7* vorgeschlagen, welche die Stromgestehungskosten weiter senken sollen. Als Ziel wird eine grössere Leichtwindanlage, die *AV-30*, mit 28 m Rotordurchmesser und 30 kW Nennleistung festgelegt.

Nationale Zusammenarbeit

Ausgehend von den Erfahrungen mit der P+D Windenergieanlage auf dem *Gütsch* [5] wurde im **Energieforschungsprogramm Elektrizität** das Projekt **Hocheffizienter, getriebeloser Antrieb** bearbeitet. Für zwei Leistungsklassen wurden hocheffiziente getriebelose Antriebssysteme für Anwendungen mit tiefen Drehzahlen entwickelt. Mögliche Anwendungen von solchen Antriebssystemen gibt es zum Beispiel bei Industrieantrieben, Seilbahnen und Windkraftanlagen. Für beide Systeme wurden Prototypen entwickelt und geprüft. Beide Prototypen funktionierten zuverlässig und erfüllten die Erwartungen. Beim System mit hoher Leistung (1200 kW, 20 rpm) wurde bei Nennleistung ein Gesamtwirkungsgrad von 93.1% erreicht, beim System mit kleiner Leistung (3 kW, 60 rpm) betrug der Gesamtwirkungsgrad 85%. Damit weisen diese hier entwickelten Systeme bei Nennleistung ca. 4% weniger Verluste auf als die konventionellen Antriebssysteme mit mechanischem Getriebe.

Die **EPFL (Institut LASEN)** [11] betreut Windenergie-Projekte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit.

An der **Fachhochschule Wallis** [12] bearbeitet ein Team Projekte zur Nutzung der Windenergie. Aktuell wird ein Projekt formuliert, in welchem in Zusammenarbeit mit *Aventa*, der *Gebrüder Meier*, *Drivetek* und dem EW Brig-Naters kostengünstige Leistungselektronik zur Steuerung von kleineren Windkraftanlagen entwickelt werden soll.

Die **Suisse Eole** [13] koordiniert alle Aktivitäten zur indirekten Förderung der Windenergienutzung in der Schweiz in Zusammenarbeit mit kantonalen Energiefachstellen, Energieversorgern und Planern. Da die Geschäftsführung und die BFE-Programmleitung *Wind* in Personalunion geführt werden, ist eine optimale Abstimmung sichergestellt. Aufgrund der Empfehlungen einer Evaluation wird sich *Suisse Eole* als eigentliches **Kompetenzzentrum Windenergie** positionieren.

Mit dem Netzwerk **Energie-Cluster** [14] fand im Dezember 2004 eine gemeinsame Tagung zum Thema Forschung und Entwicklung, Transfer, Absatzförderung im Bereich Windenergie statt. Referate sind abrufbar unter <http://www.energie-cluster.ch/Informationen.html>.

Zur Verbreitung der Resultate des Konzepts *Windenergie Schweiz* fanden zwei **Veranstaltungen** statt, im Oktober 2004 in Luzern (ca. 60 TeilnehmerInnen) und im November 2004 in Yverdon (ca. 50 TeilnehmerInnen).

Internationale Zusammenarbeit

Seit Mai 2002 beteiligt sich die Schweiz im *IEA Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development* am Projekt **Wind Energy in Cold Climates** [17]. Ein Treffen dieser Arbeitsgruppe fand im März 2004 in Andermatt statt – mit Besichtigung der Windenergieanlage auf dem Güttsch.

Im Rahmen des obigen Agreements entstand nun die Idee, die aktuellen Fragen im Zusammenhang mit der Wind- und Wasserkraft Integration weiter vertieft zu diskutieren. Dazu wurde das neue Projekt **Integration of Wind and Hydropower Systems** [18] ins Leben gerufen. Auf Schweizer Seite wurden im Bericht **Windenergie und Schweizerischer Wasserkraftpark** [21], der vom Programm *Energiewirtschaftliche Grundlagen* in Auftrag gegeben wurde, die Grundlagen zu diesem Thema erarbeitet.

Alpine Wind Harvest [2a] ist ein Projekt im Rahmen des **EU INTERREG III B Alpine Space Program** mit dem Ziel: *Development of an Information Base Regarding Potentials and the Necessary Technical, Legal and Socio-Economic Conditions for Expanding Wind Energy in the Alpine Space*. Die Projektpartner stammen aus Österreich, Slowenien, Italien Frankreich und der Schweiz. Projektträger in der Schweiz ist *Suisse Eole*. <http://www.sbg.ac.at/pol/windharvest/>.

Mit dem **Deutschen Windenergie Institut (DEWI)** [20] bestehen enge Beziehungen. So wurden wesentliche Inputs der Aus- und Weiterbildungskurse im Bereich Windenergie von diesem Institut eingebracht.

Gegenseitige **Mitgliedschaften** von *Suisse Eole* bestehen mit der deutschen, der französischen und der europäischen Windenergievereinigung sowie der Fördergesellschaft für erneuerbare Energien in Freiburg im Breisgau.

Die Schweizer Firmen *Vivatec* und die *Gebrüder Meier AG* sind massgeblich an der Entwicklung einer Windkraftanlage der Firma *Leitner* im **Südtirol** beteiligt. Planungsbüros, wie *NEK AG*, *Meteotest* und *ENCO GmbH*, entwickeln **Windenergie-Projekte in Europa** und im Rahmen der **Entwicklungszusammenarbeit**.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

Nach der Reparatur eines Risses an einem der drei Rotorblätter der **800-kW-WKA Güttsch** [5] im Dezember 2003 wurde im Januar 2004 ein weiterer Riss in einem anderen Rotorblatt sowie eine Erweiterung des Risses des reparierten Blattes festgestellt. Die *Lagerwey* Anlage wurde daraufhin aus Sicherheitsgründen abgestellt. Es zeigte sich, dass keine grosse Hoffnung bestand, die *Lagerwey*-Anlage auf dem *Güttsch* jemals zufrieden stellend in den Normalbetrieb zu überführen. Eine Richtofferte einer *Enercon E-40* Windenergieanlage für einen möglichen Ersatz der *Lagerwey* war die Grundlage für die weiteren Schritte.

- März 2004: gegenseitige Unterzeichnung eines Rücknahmevertrags mit *ABB* zu fairen Bedingungen.
- Juni 2004: Vertrag mit *Enercon* über die Lieferung einer *Enercon E-40* Windklasse-I-Anlage.

- Juli-August 2004: Demontage und Abtransport der *Lagerwey*-Anlage sowie Fundamentanpassungen.
- Oktober 2004: Montage und Inbetriebnahme der neuen Windenergieanlage *Enercon E-40* (Figur 4).
- November-Dezember 2004: Betrieb der Anlage ohne Probleme sogar bei Sturm mit über 30m/s.



Figur 4: Montage des Rotors der neuen Enercon E-40-Anlage auf dem Gütsch.

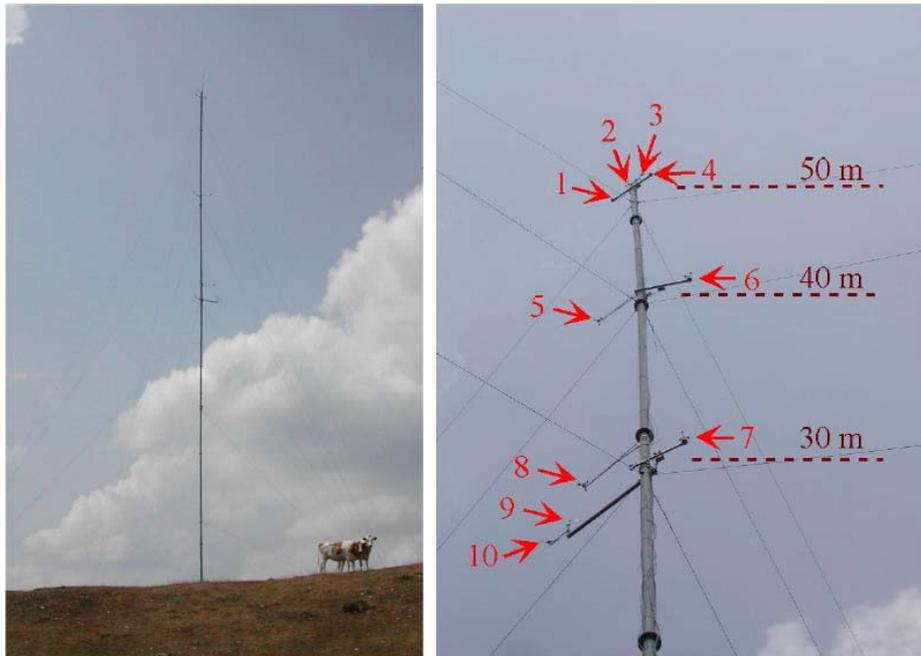
Da das EW Ursern von der Windenergie überzeugt ist und ein Nachfragepotential vorhanden ist, werden im Sommer 2005 Standortabklärungen auf dem Gütsch gemacht. Für mindestens zwei Anlagen sollte auf dem Gütsch noch ein optimaler Standort gefunden werden.

Die *Aventa AG* in Winterthur entwickelt und baut – als einzige Firma in der Schweiz – komplette Windkraftanlagen. Deren Produkte sind für eher windschwache Standorte ausgelegt. Die **Leichtwindanlage Rüttenen** [6] produziert rund 8'000 kWh Ökostrom für den regionalen Energieversorger (Figur 5).



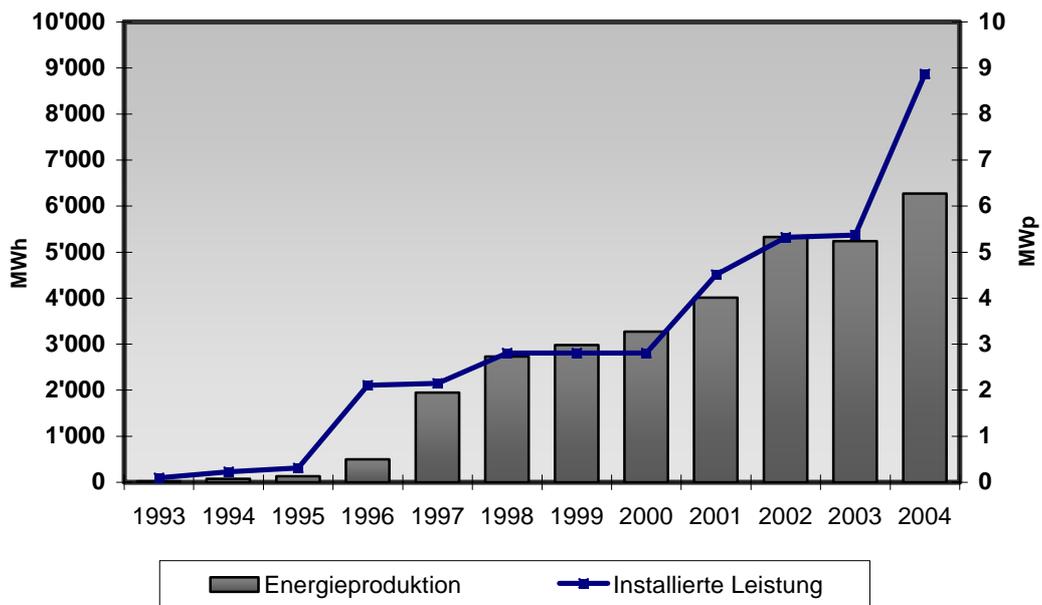
Figur 5: Montage einer 7 kW-Windkraftanlage bei Rüttenen SO

Weitere P+D-Projekte sind: **Standortabklärungen Les Bréleux** [7a], **Standortabklärungen Saint-Brais** [7b] (siehe Figur 6), **Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** [8].



Figur 6: Anordnung der Messsensoren beim 50m-Messmast in St. Brais; die Nummern bezeichnen unterschiedliche Instrumente auf unterschiedlicher Höhe (geheizte/unbeheizte Anemometer und Windrichtungsgeber).

Bewertung 2004 und Ausblick 2005



Figur 7: Aktueller Stand der Elektrizitätsproduktion aus Windenergie in der Schweiz

Das **Berichtsjahr** war für die Windenergie-Branche in der Schweiz ein gutes Jahr: Die Firma *Juvent SA* installierte auf dem Mt. Soleil, in der Nähe des bestehenden Windparks Mt. Crosin und der grossen PV-Testanlage zwei weitere Windkraftanlagen mit einer Leistung von je 1.75 MW. Dadurch hat sich die installierte Kapazität der Windenergie in der Schweiz um 65% auf 8.87 MW erhöht. Die 23 in der Schweiz installierten Windenergieanlagen erzeugten im Berichtsjahr 6'274 MWh Elektrizität (Figur 7). Da die beiden neuen Anlagen erst im Oktober installiert wurden, wirkt sich die erhöhte Leistung (noch) nicht in einem gesteigerten Energieertrag aus.

Im **Jahr 2005** wird mit dem Bau einer weiteren Windkraftanlage gerechnet (900 kW-Anlage im Entlebuch). Die Kantone mit einem hohen Anteil an Windenergiestandorten (v.a. im Arc Jurassien) bilden eine Arbeitsgruppe, um den Prozess der Integration dieser Standorte in die kantonale Richt- und Nutzungsplanung zu koordinieren.

Die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Flora und Fauna, auf die Wahrnehmung von Bevölkerung und Touristen ist immer wieder Bestandteil von intensiven Debatten. Im Rahmen einer Studie soll untersucht werden, wie sich im klassischen Dreieck der Nachhaltigkeit Windkraftanlagen auswirken:

- Gesellschaft (Landschaftschutz, Akzeptanz)
- Ökologie, Biologie (Flora, Fauna)
- Wirtschaft (Tourismus, Energieproduktion, zusätzliche Wertschöpfungen/Wertverminderungen)

Resultat dieser Untersuchungen könnte ein *Modell-Umweltverträglichkeitsbericht* sein, gegebenenfalls mit Indikatoren, an denen lassen sich die Auswirkungen von Windkraftanlagen optimal ablesen liessen. Mögliche Auftraggeber könnten *Pro Natura, Vogelwarte Sempach* o.ä. sein.

Auf internationaler Ebene ist der Aufbau einer Teststation zur fundierten Ermittlung der Auswirkungen der Vereisung auf dem Gütsch geplant im Zusammenhang mit einem Projekt im Rahmen der *COST Action 27*. Mögliche Partner wären *MeteoSchweiz, Meteotest, EW Ursern*. Die Teilnahme am IEA-Projekt **Base Technology Information Exchange** [19] ist nach wie vor hängig. Es zeichnet sich jedoch ab, dass in naher Zukunft Experten-Meetings zum für die Schweiz relevanten Thema Soziokulturelle Faktoren der Windenergie (Landschaftschutz, Tourismus, Umwelt); *Advanced Wind sensing Techniques* (SODAR, Satellites) durchgeführt werden. Die Arbeiten im Rahmen des Projekts **Wind Energy in Cold Climates** [17] dauerten bis Ende 2004. Die meisten der teilnehmenden Länder möchten diese Arbeiten jedoch weiterführen und zusätzlich sind Deutschland und Österreich an einer Teilnahme interessiert. Ein entsprechendes Gesuch zur Verlängerung soll an der nächsten Sitzung des Ex-Co des IEA *Wind R&D Implementing Agreement* eingereicht werden.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2004 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

Berichte sind bei [www.energieforschung](http://www.energieforschung.ch) aufgeschaltet

- [1] Stefan Kunz, René Cattin (kunz@meteotest.ch, <http://www.meteotest.ch>), METEOTEST, Bern, **a) Konzept Windenergie Schweiz** (JB) • **b) Umsetzung Konzept Windenergie Schweiz** (SB).
- [2] Robert Horbaty (horbaty@suisse-eole.ch, <http://www.suisse-eole.ch>), SUISSE EOLE, Niederdorf: **a) Alpine Wind Harvest** (<http://www.sbg.ac.at/pol/windharvest/>), (JB) • **b) Sicherheitsrichtlinien für Windenergieanlagen in der Schweiz** (SB).
- [3] Ueli Spalinger (aventa@energienetz.ch, <http://www.aventa.ch>), ARGE AVENTA, Winterthur: **Marktstudie Aventa Leichtwindanlagen** (SB).
- [4] Ferdinand Lutz (ferdinand.lutz@blatec.ch, <http://www.blatec.ch>), Blatec Sarnen: **Prototyp Windturbinenrotor mit zyklischer Pitch- und Twist-Verstellung** (JB).
- [5] Markus Russi (ew-ursern@bluewin.ch, <http://www.ew-ursern.ch>), ELEKTRIZITÄTSWERK URSERN, Andermatt: **850-kW-WKA Gütsch** (SB).
- [6] ANTON MARTI, Rüttenen: **Leichtwindanlage Rüttenen** (SB).
- [7] Eric Nussbaumer (info@adev.ch, <http://www.adev.ch>), ADEV, Liestal: **a) Les Bréleux** (JB) • **b) Saint-Brais** (JB).
- [8] Ch. Kapp (info@nek.ch, <http://www.nek.ch>), NEK UMWELTECHNIK AG, Zürich: **Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** (JB).

Referenzen

- [9] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: <http://www.energie-schweiz.ch/internet/03095/index.html?lang=de>.
- [10] **Energieforschungsprogramm „Windenergie“ 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch R. Horbaty, von der CORE am 1.4.2004 zur Umsetzung freigegeben.
- [11] EPFL, **Ecole Polytechnique Fédéral de Lausanne**, Laboratoire de systèmes énergétiques LASEN: <http://lasen.epfl.ch/page39406.html>.
- [12] S. Lillo, **Hochschule Wallis, Institut des systèmes industriels**. GENEOLE - Optimisation de génératrices pour éolienne basse vitesse sans réducteur: <http://energy.hevs.ch/i/rad/conversion.asp>.
- [13] **Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole**: <http://www.suisse-eole.ch>.
- [14] **Energie-Cluster**: <http://www.energie-cluster.ch/>.
- [15] **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE**: <http://www.aee.ch>.
- [16] **Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)**: <http://www.naturemade.org>.
- [17] IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Annex XIX **Wind Energy in Cold Climates**: <http://arcticwind.vtt.fi/>.
- [18] IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Annex XXIV: **Integration of Wind and Hydropower Systems**: http://www.ieawind.org/summary_page_xxiv.html.
- [19] IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Annex XI: **Base Technology Information Exchange**: http://www.ieawind.org/summary_page_xi.html.
- [20] **Deutschen Windenergie Institut DEWI**: <http://www.dewi.de>.
- [21] W. Ott (walter.ott@econcept.ch), econcept, Zürich: **Windenergie und Schweizerischer Wasserkraftpark** (SB), abrufbar unter: <http://www.energie-schweiz.ch/internet/03262/index.html?lang=de>.