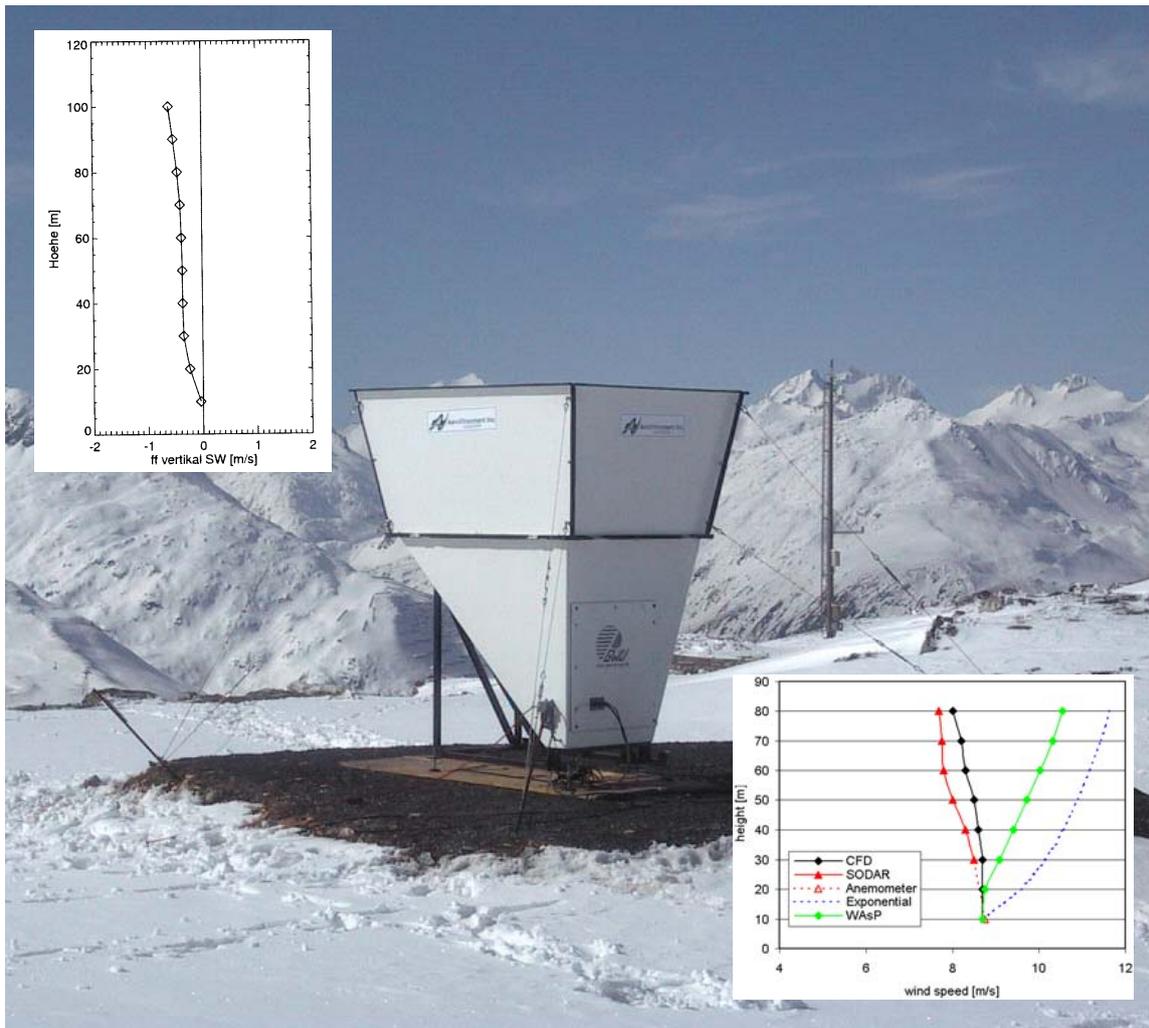


# PROGRAMM WIND

Überblicksbericht zum P+D-Programm 2003

**Robert Horbaty**

[robert.horbaty@enco-gmbh.ch](mailto:robert.horbaty@enco-gmbh.ch)



## ***Ermitteln von vertikalen Windprofilen mit einem SODAR Windmessgerät***

Sowohl am Standort Grap Sogn Gion als auch auf dem Gütsch wurden die Windmessungen mit Ergebnissen eines akustischen Windmessgerätes (SODAR: SOUND Detecting And Ranging), ergänzt, welches Resultate bis auf eine Höhe von über 100 m über Grund liefert.

## Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Zur Beschreibung des generellen Umfeldes zitieren wir im Folgenden aus der UBS-Broschüre zum (Lux) *Equity Fund* [23]:

*Die Deregulierung und Liberalisierung der Energiemärkte führt u.a. zu einer Dezentralisierung der gesamten Energieproduktion. Dadurch werden Technologien und Lösungen mit **kleiner Kapitalintensität und kostengünstigen Produktionskosten** favorisiert. Neu geschaffene gesetzliche Regelungen - wie z.B. eine Einspeisevergütung für Elektrizität aus nachhaltigen Energien - beschleunigen die Verbreitung erneuerbarer Energien in liberalisierten Märkten. In den letzten Jahren wuchs das **Segment der Windenergie** mit über 30% pro Jahr. .... Bis zum Jahr 2010 soll in der EU eine Erhöhung der Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien **von heute 14 auf 22%** erzielt werden. Bei den aktuellen Wachstumsprognosen - unter Einbezug der Zunahme des Elektrizitätsverbrauchs - sollen bis 2010 in Europa 50'000 Turbinen installiert sein. Dies entspricht **drei Mal der global installierten Menge** im Jahr 2001.*

Das Konzept der Energieforschung des Bundes 2000 - 2003 [24] definiert kurz- und mittelfristig folgende **Schwerpunkte für den Bereich Windenergie**:

- **Standortabklärungen** und Projektentwicklungen im gebirgigen Terrain unter klimatisch schwierigen Voraussetzungen
- **Förderung** von Einzelprojekten für Nischenprodukte, Aufbau eines **Kompetenzzentrums Windenergienutzung im Gebirge**.
- Klärung von windspezifischen **Akzeptanz-Problemen**.
- Förderung von **Pilot- und Demonstrationsanlagen**, auch im Kontext mit Konzepten zur **dezentralen Stromversorgung von Randregionen**.

Das von der CORE anlässlich der Energieforschungskonferenz im November 2003 präsentierte Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007 [25] 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.*

Konkrete Ziele für die Berichtsperiode waren:

- Steigerung Akzeptanz von Windenergieprojekten
- Erhöhung der Planungssicherheit für den Bau von Windkraftanlagen
- Weitere Erhöhung des Anteil der Windenergie an unserer Stromversorgung
- Auswertung Betriebserfahrungen von Projekten im „arktischen“ Klima
- Integration der gewonnen Einsichten im Rahmen von internationalen Projekten.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2003

### ERHÖHUNG DER AKZEPTANZ DER WINDENERGIENUTZUNG

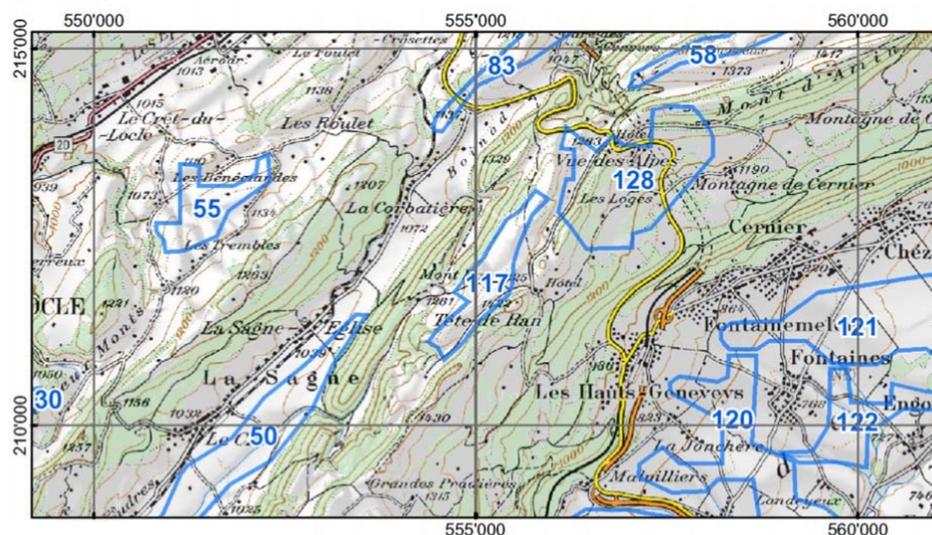
Nach wie vor kämpft die Branche nicht nur gegen schwierige politische Rahmenbedingungen und Akzeptanzprobleme (z.B. in Sainte Croix und beim Projekt Crêt Meuron). Es werden heute Projekte mit einem Investitionsvolumen von 44 Mio Franken und einer jährlichen Energieproduktion von 25 GWh blockiert. Um die in EnergieSchweiz gesetzten Ziele (50-100GWh Windstrom bis 2010) erreichen zu können, haben sich die Bundesämter für Energie (BFE), für Raumentwicklung (ARE) sowie für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) entschlossen, im **Konzept Windenergie Schweiz** [3d], [3e], [7] Grundlagen für die Standortwahl von Windenergieanlagen zu erarbeiten.

Strom aus Windenergieanlagen kann auch in der Schweiz vergleichsweise günstig produziert werden. Er kann einen Beitrag zur Deckung der Nachfrage nach sog. Ökostrom leisten. Dies führt dazu, dass zahlreiche Projekte für neue Windenergieanlagen geplant sind oder zumindest evaluiert werden. Diese Entwicklung wird von Kreisen des Landschaftsschutzes sehr kritisch beurteilt. Das Hauptziel der heute als Vernehmlassungsentwurf vorliegenden Arbeit war denn auch - in Zusammenarbeit mit den interessierten Kreisen - Grundsätze und Kriterien für die Wahl von Standorten für Windparks zu erarbeiten und anschliessend konkrete Standorte zu evaluieren. Mittels Modellierung wurden landesweit 110 Standorte für Windparks identifiziert und das mögliche Potenzial der Energieerzeugung berechnet (Beispiel Fig. 1).

Da an diesen Standorten theoretisch viel mehr Anlagen installiert werden können, als zur Erfüllung des Endziels von 50-100 GWh notwendig wären, wurden unter Berücksichtigung der Kriterien aus der Begleitgruppe eine Auswahl von 40 prioritären Standorten vorgenommen. Mit der Installation von total 307 Anlagen mit einer Leistung von je 1.3MW und einer Nabenhöhe von 70 m könnte an diesen Standorten 512 GWh Windstrom generiert werden.

Die ausgewiesenen Standorte müssen auf kantonaler Ebene im Rahmen der Sach- oder Richtplanung vertieft geprüft werden. Es ist nicht auszuschliessen, dass bei dieser Prüfung weitere Standorte gefunden werden, welche die angewendeten Grundsätze und Kriterien erfüllen. Es ist wünschenswert, dass die betroffenen Kantone, unter anderem gestützt auf diese Grundlage, eigene Tätigkeiten zur Förderung der Windenergie auslösen.

#### Situation



**Figur 1:** Darstellung der Standorte (eingerahmte Zonen) aus dem Konzept Windenergie Schweiz, Beispiel Region Vue des Alpes

Weitere Projekte in diesem Schwerpunkt sind: **Auswertung Publikumsfrage Windenergie** [1], [4], **Rechtliches Regime der Windenergie** [2] und **Sicherheitsrichtlinien für Windenergieanlagen in der Schweiz** [5b].

## AUFBAU EINES KOMPETENZZENTRUMS WINDENERGIE

Schweizerische Fachleute aus dem Bereich Meteorologie, Anlagenprojektierung und -betrieb haben – nicht zuletzt dank der Unterstützung des Bundes – über die Jahre hinweg ein grosses Know-how in der Planung, der Projektierung und im Betrieb von Windkraftanlagen in gebirgigen Umfeld erarbeitet. Dieses Fachwissen wird nun im Rahmen eines Interreg-Projekts weiter vertieft:

Das Projekt ***Alpine Wind Harvest*** [5a] dient der Regionenförderung im Alpenraum. Die Förderung der Windenergie in der Schweiz ist eine Aufgabe, welche das BFE seit längerer Zeit verfolgt. *Alpine Wind Harvest* ermöglicht, vom Erfahrungsschatz der Projektentwicklung beispielsweise in Österreich – welche weit fortgeschritten ist – zu profitieren, die nationalen Arbeiten (*Nationales Windkonzept*) in einem weiteren Expertenkreis vertieft zu beurteilen und weiterzuentwickeln und gezielt regionale Förderung (Windmessungen, Modellierungen) zu betreiben.

Die allgemeinen Projektziele sind: regionale Förderung der Windenergie, Erfahrungsaustausch über alpine Windkraftprojekte, Einbezug von Know-How-Austausch mit benachbarten Ländern über Projektentwicklung, Weiterentwicklung der nationalen Förderung und Austausch von Erfahrungen mit sozioökonomischen Aspekten. Im Jahre 2003 wurden die inhaltlichen und die administrativen Aspekte des Projekts geklärt und im Jahr 2004 soll die eigentliche Arbeit in Angriff genommen werden.

***Windmessungen Crap Sogn Gion mit Sodar und 10m Mast*** [11], [3b]: Um die Windverhältnisse am Crap Sogn Gion genauer abschätzen zu können wurde während 4 Monaten eine Windmessung mit einem 10-m-Mast durchgeführt. Dabei wurden Windgeschwindigkeit und Windrichtung aufgezeichnet. Parallel zur Messung am 10 m-Mast wurde während 2 Monaten (November/Dezember 2002) eine SODAR-Messung durchgeführt. Dieses Messprinzip ermöglicht die Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung von 20 bis 150 m über Grund in Schritten von 10 m und somit die Ermittlung des mittleren vertikalen Profils der Windgeschwindigkeit.

Das obere Diagramm auf dem Titelbild zeigt, dass bei Südwestwind eine signifikante abwärts gerichtete Komponente der Windgeschwindigkeit vorliegt. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Messstation am nordöstlichen Ende der Krete lag, und der Wind sich nach Überströmen der Kuppe in den höheren Lagen bereits in der Abwärtsbewegung befindet. Bei Nordwestwind ist diese Komponente deutlich kleiner. Die gängigen Windmodelle gehen von einer Zunahme der Windgeschwindigkeiten mit steigender Distanz vom Boden aus – dies wegen der abnehmenden Geländerauhigkeit. Die Messung (siehe unteres Diagramm auf Titelbild) zeigt aber, dass die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe gar abnimmt, was auch auf dem Gütsch festgestellt wurde. Für den alpinen Bereich sind die gängigen Windmodelle für Kuppen und Kreten ggf. zu überarbeiten.

Weitere Projekte mit Schwergewicht auf der Nutzung der Windenergie im Gebirge und Standortabklärungen sind: ***Unterhalt Winddatenbank 2003*** [3a], ***Windenergiekonferenz BOREAS*** [3c], ***Standortabklärungen Arosar Weisshorn*** [9], ***Windenergiestandorte Flims-Laax; Machbarkeitsstudie*** [10] und ***Machbarkeitsstudie für Windenergienutzung in Davos*** [17].

## KONZEPTE FÜR DEZENTRALE STROMPRODUKTION IN RANDREGIONEN

Die Versorgung von Berghütten mit Strom aus Windenergie wird im Projekt ***Umfrage Windenergie bei SAC-Hütten*** [6] untersucht. Auf der Basis einer Umfrage beim SAC wird der Erfahrungsaustausch über den Bedarf für entsprechende Anwendungen initiiert (<http://www.suisse-eole.ch/images/1300/petites-eoliennes-d.pdf>).

***Marktstudie Aventa Leichtwindanlagen*** [8c]: Die Aventa AG in Winterthur entwickelt und baut – als einzige Firma in der Schweiz – komplette Windkraftanlagen. Deren Produkte sind für eher windschwache Standorte ausgelegt und fügen sich dank ihrer geringen Grösse relativ gut ins Landschaftsbild ein. Problematisch für die weitere Verbreitung dieses Produktes sind jedoch die hohen Gesteungskosten der produzierten Energie, bzw. die hohen spezifischen Investitionskosten. Mit einer Studie werden nun die Marktchancen dieses Produktes fundiert analysiert im Hinblick auf:

- Anpassungen der Anlage an die Bedürfnisse von Drittwelt- und Schwellenländer bei gleichzeitiger Kostenreduktion durch Vereinfachung

- Kostenreduktion durch Up-Scaling, wobei der Landschaftsverträglichkeit nach wie vor zentrale Bedeutung zukommen soll.

Das Projekt fördert indirekt den weiteren Ausbau der Windenergie in der Schweiz und trägt zum Aufbau und Erhalt von einheimischem Know-How auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien bei. Der Nischenmarkt mit kleineren Windkraftanlagen konnte bis anhin mit spezifischer Förderung unterstützt werden; in Zukunft sind für entsprechende Projekte jedoch kaum mehr öffentliche Mittel vorhanden. Die vorliegende Marktstudie soll weitere Informationen für die Chancen dieses Produkts in der Schweiz und im Ausland bringen.

**Erstellen einer Leichtwindanlage auf dem Siloturm der Landi Marthalen** [19]: Dieser bisher wohl ungewöhnlichste Standort für eine AV-7 Leichtwindanlage der Aventa AG findet sich auf dem 35m hohen Silo der Landi in Marthalen (Fig. 2). Betreiberin ist die Genosol Martella, die örtliche Solar-genossenschaft, die ihren Kunden neben Strom aus einer Solaranlage nun auch sauberen Strom aus Windenergie anbieten kann. Eine spezielle statische Konstruktion machte es möglich, den 1500 kg schweren Mast und die Gondel mit 1100 kg (inkl. Flügel) sicher auf dem Gebäude zu montieren. Die mittlere Jahreswindgeschwindigkeit auf Nabenhöhe (50m über Boden) beträgt 3,2 m/s, was zu einem Stromertrag von 12000 kWh/a führt.



**Figur 2:** Eine 7 kW-Windkraftanlage auf dem Silo der landwirtschaftlichen Genossenschaft in Marthalen

Zum Schwerpunkt *dezentrale Stromproduktion in Randregionen* zählen auch die Projekte: **Standortabklärung und Messung Leichtwindanlage** [8a], **Nutzung der Windenergie im Kanton Graubünden** [8b] und **Leichtwindanlage Rüttenen** [20].

## ENTWICKLUNG VON INNOVATIVEN KOMPONENTEN UND VON SPEZIFISCHEN KONZEPTEN

**800-kW-WKA Gütsch** [21]: Jahresproduktion 720 000 kWh, Verfügbarkeit knapp 60%, weit über 1000 Alarmer; das ist die ernüchternde Bilanz der Windkraftanlage auf dem Gütsch ob Andermatt. Nach der Montage und der sich in die Länge ziehenden Inbetriebsetzung im Herbst 2002 schaute man optimistisch ins Jahr 2003. Der Anlagebetreiber (EW Ursern) hofft nach wie vor, mit dem Konzept der getriebelosen Anlage mit variabler Drehzahl und permanent erregtem Generator für diesen speziellen Standort die richtige Wahl getroffen zu haben. Wie aus den eingangs erwähnten Zahlen abzuleiten ist blieben die Probleme aber leider nicht aus, z.B.:

- Leckagen zwischen Getriebe und Motor der Pitchregulierung infolge schlechter Dichtungen, welche mehrere Antriebsmotoren durch das eindringende Öl zerstörten.

- In der Elektronik der Pitchregulierung mussten mehrmals Prints ersetzt und modifiziert werden.
- Der Umrichter verursachte häufig Abschaltungen aus noch nicht bekannten Gründen.
- Ein Vollastbetrieb war bis heute aus verschiedenen Gründen noch nicht möglich.
- Eines der Rotorblätter erlitt aus noch unbekanntem Grund einen ca. 3m langen Riss an der windabgerichteten Kante, welches einen spektakulären Einsatz für eine provisorische Reparatur zur Folge hatte. (Fig. 3).

Erschwerend kommt dazu dass der Anlagenlieferant Lagerwey Konkurs anmelden musste.

Positiv hervorzuheben ist die Warmluftblattheizung der Rotorblätter die soweit effizient funktionierte. Allerdings besteht in der Sensorik zur Eiserkennung noch Verbesserungspotential. Die Akzeptanz in der Bevölkerung und das grosse Interesse an Besichtigungen der Anlage sind sehr erfreulich. Fast 5% der Abonnenten im Versorgungsgebiet des EW Ursern konnten zur Bestellung von zertifiziertem Ökostrom *naturemade star Gotthardenergie* animiert werden. Auch konnte mit dem EW Altdorf und der Rätia Energie je einen Vertrag über den Verkauf von Ökostrom abgeschlossen werden.

**Fazit des Anlagenbetreibers:** *Trotz erheblichen Schwierigkeiten sind wir von der Windenergie überzeugt und gewillt weiter zu machen. Tatsache ist, dass wir an der Windenergie und an unserm Ziel, noch weitere Anlagen auf dem Gütsch zu installieren, festhalten wollen.*



**Figur 3:** Reparatur des Rotorblattes der Anlage Gütsch im Dezember 2003

Erfahrungen aus Anlagen in schwierigem Gelände und unter rauen klimatischen Bedingungen werden auch im Projekt **Alpine Wind Harvest** [5a] ausgetauscht.

## Nationale Zusammenarbeit

Im **Energieforschungsprogramm Elektrizität** läuft – als konkretes Resultat der vielfältigen Erfahrungen mit der Gütsch-Anlage - ein Projekt für die Entwicklung eines Umrichters der Leistungsklasse 1.5 MW mit der Firma *Technocon*.

Die **EPFL (Institut LASEN)** [27] betreut Windenergie-Projekte, v.a. auch im Zusammenhang mit Entwicklungszusammenarbeit.

An der **Fachhochschule Wallis** [28] bearbeitet ein Team Projekte zur Nutzung der Windenergie. Aktuell wird ein Projekt formuliert, in welchem - in Zusammenarbeit mit Aventa, Bartholdi, Technocon und dem EW Brig-Naters – kostengünstige Leistungselektronik zur Steuerung von kleineren Windkraftanlagen entwickelt werden soll.

Die **HTW in Chur** [29] betreibt im Rahmen des Studiengangs *Prozess- und Anlagentechnik* als Pilotprojekt eine kleine Windkraftanlage auf ihrem Dach (Fig. 4).



**Figur 4:** Strom dank Windenergie – ein neues Pilotprojekt der HTW Chur

Die **Suisse Eole** [30] koordiniert alle Aktivitäten zur indirekten Förderung der Windenergienutzung in der Schweiz – in Zusammenarbeit mit kantonalen Energiefachstellen, Energieversorgern und Planern. Da die Geschäftsführung dieser Organisation und die 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.

*Suisse Eole* ist auch im Vorstand der **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz (AEE)** [31] und im **Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)** [32] vertreten und nimmt dort die Anliegen vor allem der nicht Gebäude gebundenen erneuerbaren Energien, wie Wind, Kleinwasserkraftwerke, etc. wahr. Mit dem *Konzept Windenergie Schweiz*, haben Akteure aus den Natur- und Landschaftschutzorganisationen, der Elektrizitätsbranche und der Windenergie den **Dialog** aufgenommen.

## Internationale Zusammenarbeit

Seit Mai 2002 beteiligt sich die Schweiz am *IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development*, Annex **Wind Energy in Cold Climates** [33]. Anlässlich der BOREAS-Windenergie-Konferenz dieses Programms wurde aus der Schweiz das Papier **Wind measurements and modeling in the Swiss alps** präsentiert [34]. Ein internationaler Erfahrungsaustausch zu diesem Thema fand am 21.11.2003 in Bern statt.

**Alpine Windharvest** [5a] ist ein Projekt im Rahmen des *EU INTERREG III B Alpine Space Programme* mit dem Ziel: *Development of 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)* [35] 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 und der Fördergesellschaft für erneuerbare Energien in Freiburg im Breisgau.

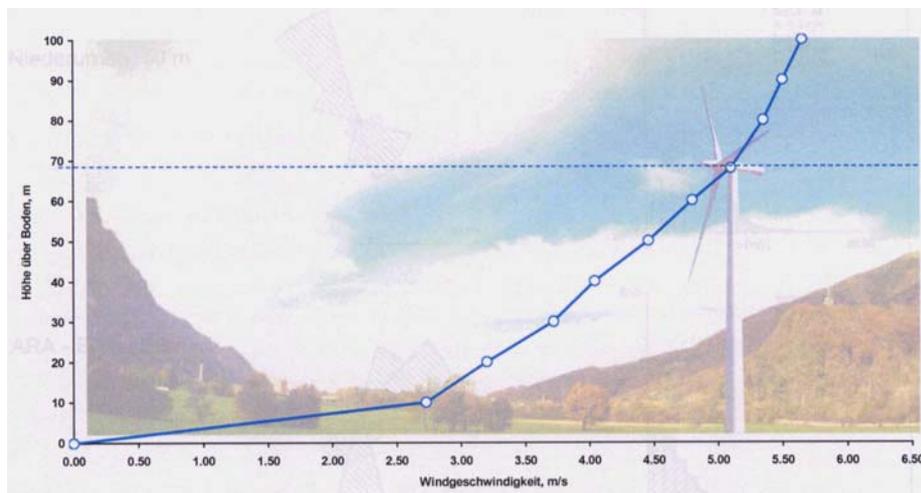
Die Schweizer Firmen *Technocon* und *Bartholdi* sind massgeblich an der Entwicklung einer Windkraftanlage der Firma *Leitner* im **Südtirol** beteiligt. Planungsbüros, wie *NEK AG*, *Meteotest*, *ENCO GmbH*, entwickeln **Windenergie-Projekte in Europa** und im Rahmen der **Entwicklungszusammenarbeit**.

Unter Anwesenheit von Bundesrat Leuenberger und des britischen Wirtschaftsministers wurden anlässlich einer Einladung der britischen Botschaft auch die Möglichkeiten des **Exports von Windenergie Know-How nach Grossbritannien** diskutiert.

## Pilot- und Demonstrationsprojekte

Das Energieforschungskonzept 2004 – 2007 [26] unterstreicht die Bedeutung der Entwicklung von **innovativen Komponenten und spezifischen Konzepten** für die Windenergienutzung in der Schweiz. Mit P+D-Projekten förderte das Programm *Wind* sowohl den Einsatz von neuen Technologien schweizerischer Unternehmen als auch das Entwickeln von Know-How für Standortabklärungen:

**Windmessung in der Linthebene** [12]: Zur Erfassung der Windverhältnisse in der Linthebene wurde die Messkampagne in Niederurnen durch eine zusätzliche Messung in Bilten ergänzt und die Auswertungen in einem Windatlas für die Linthebene dargestellt. Das vorliegende Windgutachten für den Messstandort Niederurnen basiert auf der Aufzeichnung von Winddaten, die mit einer 50 m hohen temporären Messanlage erfasst wurden. Nach einer Messkampagne von zwölf Monaten erlauben die Auswertungen folgenden Schluss: aufgrund der Windverhältnisse ist der Messstandort Niederurnen zur Nutzung der Windenergie bedingt geeignet, die Windstärke ist nicht optimal. Die mittlere Windgeschwindigkeit beträgt auf 50 m Höhe 4.45 m/s. Die Extrapolation auf Nabenhöhe ergibt für 68 m Höhe über Grund eine mittlere Windgeschwindigkeit von 5.1 m/s (s. Fig. 5).



Figur 5: Mittlere Windgeschwindigkeit für den Messstandort Niederurnen: 4.45 m/s auf 50 m Höhe und 5.1 m/s auf 68 m Höhe extrapoliert

**Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** [18]: Aufgrund der Tatsache, dass für das Projekt (7 Windturbinen mit einer Leistung von je 1.3 MW, mögliche Energieproduktion 15 GWh) keine Ausnahmegenehmigung nach RPG 24 erlangt werden konnte, wird eine Umzonung für das gesamte in Anspruch zu nehmende Gebiet vorgenommen. Die Ergebnisse hierzu werden im Frühjahr 2004 erwartet. Parallel dazu wurden mit allen betroffenen Institutionen Verhandlungen über das Projekt geführt. Mit Ausnahme des Vereins zum Schutz der Kulturgüter sind grundsätzlich alle Verhandlungsinstitutionen dem Projekt gegenüber positiv eingestellt. Voraussichtlich wird die Azienda Elettrica Ticinese (AET) die Anlagen zukünftig betreiben.

Zur besseren Abschätzung der Windverhältnisse auf Nabenhöhe sowie zur Evaluation weiterer Anlagenstandorte wurden im vergangenen Sommer zusätzliche Windmessungen durchgeführt, wofür 10-m-Messmasten sowie ein Sodargerät zum Einsatz kamen. Die bisherigen Ergebnisse der Messungen unterstreichen die grundsätzlich guten Windverhältnisse auf der Passhöhe. Weitere Arbeiten wurden im Zusammenhang mit der Detailevaluation der Anlagenstandorte vorgenommen, indem mit den Umweltverbänden die Kriterien für eine möglichst umweltgerechte Positionierung definiert und die Standorte entsprechend angepasst worden sind. Voraussichtlicher Baubeginn ist 2005.

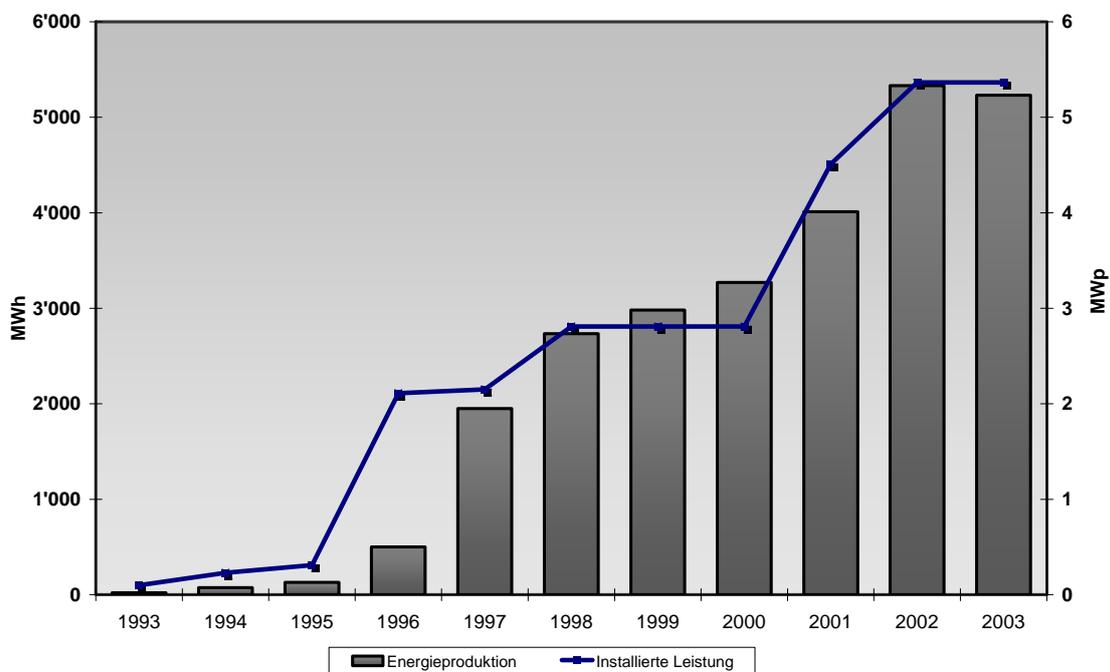
Weitere P+D-Projekte sind: **Standortabklärungen Les Bréleux** [13a], **Standortabklärungen Saint-Brais** [13b], **Windmessung in Illnau Effretikon** [14], **Windmessungen Schwengimatt** [15], **Windmessungen Les Bois / Le Peuchappatte JU** [16] und **Bau und Erfolgskontrolle Windkraftanlage Haldenstein Chur** [22].

Die finanzielle Unterstützung der Standort-Abklärungen von Windenergieprojekten hat wesentlich dazu beigetragen, dass heute Anlagen mit über 40 MW Leistung in Planung sind. Aufgrund der Budgetkürzungen muss leider davon ausgegangen werden, dass dieser Bereich in Zukunft stark beschnitten wird. Suisse Eole, das Kompetenzzentrum für die Nutzung der Windenergie in der Schweiz, wird jedoch mit geringen Mitteln die Lancierung von Projekten weiter fördern können. Der Start der Projekte [16] und [22] wurde verzögert und bis anhin wurden noch keine Aktivitäten ausgeführt.

## Bewertung 2003 und Ausblick 2004

### GENERELLES

Das Berichtsjahr war für die **Windenergie-Branche in der Schweiz** durchzogen: Aufgrund langwieriger Planungsabläufe konnten **keine zusätzlichen Anlagen** errichtet werden. Der Wind blies **durchschnittlich 20 % weniger als im Jahresmittel** seit Beginn der Erfassungen 1989. Windintensive Standorte mussten bis zu 11 % Ertragseinbussen hinnehmen, windschwächere Standorte sogar bis zu 28 % [24]. Positiv zu Buche schlägt die Tatsache, dass die Schweizerische Stiftung für Landschaftsschutz ihre **Einsprache gegen das Windprojekt im Biosphärenreservat Entlebuch zurückgezogen** hat, nachdem ihre Anliegen in die Planung eingeflossen waren. Die 21 in der Schweiz installierten Windenergieanlagen, mit einer **Gesamtleistung** von 5.36 MWp, erzeugten im Berichtsjahr 5'231 MWh Elektrizität (Fig. 6). Aufgrund des sehr schlechten Windjahres liegt dieser Wert 3 % tiefer als 2002.



Figur 6: Aktueller Stand der Elektrizitätsproduktion aus Windenergie in der Schweiz

## POSITIVE ENTWICKLUNGEN

- Die energiepolitischen Abstimmungen haben die **Popularität der Windenergie** und die Präsenz in den Medien markant gesteigert.
- Die Erarbeitung des „Konzeptes Windenergie Schweiz“ [3d], [3e], [7] und die Umfrage zur Akzeptanz [1] führten zu einer gewissen **Entkrampfung** der Oppositionshaltung der Landschaftsschützer.
- Die Gemeindeversammlung **Entlebuch** hat im Dezember 2003 **einstimmig die geänderte Nutzungsplanung genehmigt**, welche nun den Bau der seit mehr als 6 Jahren in Planung begriffenen Windkraftanlage beim Hof der Fa. Aregger ermöglichen wird. Auch die Schweizerische Stiftung für Landschaftsschutz hat ihre Einsprache zurückgezogen, nachdem ihre Anliegen in die Planung eingeflossen waren. Der Wunsch, die Belastung des Landschaftsbildes klein zu halten, wurde in die Forderung transformiert, dass die Höhe der Nabe die wichtigen Landschaftselemente um nicht mehr als einen Drittel überragen darf.
- Die breit angelegten Aktivitäten zur **Entwicklung von Planungsinstrumenten** führten zu einem hohen Standard an Hilfsmittel für die Planer und Projektentwickler - auch im internationalen Kontext. <http://www.suisse-eole.ch/techpro-outils-d.htm>
- **Die Juvent SA** hat beschlossen, beim Windpark Mt.Crosin zwei weitere Anlagen mit einer Leistung von **je 1.75 MW** zu installieren.
- Ein Statusreport mit einer umfassenden Übersicht zur **Fragestellung der Vereisung** und des kalten Klimas ist publiziert [36].

## BREMSENDE ENTWICKLUNGEN

- Nach wie vor sind **grosse baureife Projekte** (z.B. Crêt Meuron, Sainte Croix) wegen Einsprachen und langwierigen Planungsverfahren **blockiert**.
- Im Bereich **Ökostrom macht sich eine gewisse Zurückhaltung** breit. Die vom UVEK im März 2003 eingesetzte Expertenkommission hat die Eckwerte für die neue Elektrizitätswirtschaftsordnung ELWO erarbeitet. Es bleibt jedoch unklar, in welchem Tempo auch Haushaltkunden ihre (Öko-)Stromanbieter frei wählen können und welchen Stellenwert die erneuerbaren Energien im Zusammenhang mit der Marktöffnung haben werden.
- Die **Verpolitisierung der Windenergie** im Zusammenhang mit der Atomausstiegsdebatte hat der Akzeptanz dieser Technologie in Kreisen der Elektrizitätswirtschaft eher geschadet.
- Die **grossen technischen Probleme** bei der Gütsch-Anlage sind ein Rückschlag für die an diesem Projekt engagierten Schweizer Firmen *ABB, Technocon, Bartholdi*.

## AUSBLICK 2004

Im Jahr 2004 wird mit einer **Verdoppelung der installierten Windenergieleistung** gerechnet: Die bisherige Gesamtleistung aus Windenergie von 5.3 MW soll um 4.4 MW aufgestockt werden. Geplant sind ein Ausbau des Windparks auf dem Mont-Crosin um zwei Windturbinen von je 1.75 MW sowie eine 0.9 MW-Anlage am neuen Standort in Entlebuch-Feldmoos. Ausserdem wird der **Entscheid des Verwaltungsgerichts des Kantons Neuenburgs** in Bezug auf die Rekurse gegen den geplanten Windpark Crêt-Meuron auf der Vue-des-Alpes erwartet. In der ersten Jahreshälfte soll zudem das **Konzept Windenergie Schweiz** verabschiedet werden, das neben Standortkriterien für den Bau von Windenergieanlagen auch die am besten geeigneten Standorte in der Schweiz auflistet. Von diesem Konzept erhofft sich die Branche insbesondere bezüglich der Einsprachenpraxis eine Verkürzung von Planung und Bau neuer Anlagen.

### Projekte im Bereich Auswirkungen / Akzeptanz

Als Ergänzung und Weiterentwicklung des *Nationalen Konzept Windenergie* soll untersucht werden, welche Auswirkungen die Installation und der Betrieb von Windkraftanlagen verursachen, und wie die Akzeptanz dieser Projekte gefördert werden kann:

- **Vorher / Nachher Studie Entlebuch**
- **Akzeptanz-Untersuchung Chur**

### Projekte im Bereich Technologie Transfer und Entwicklung

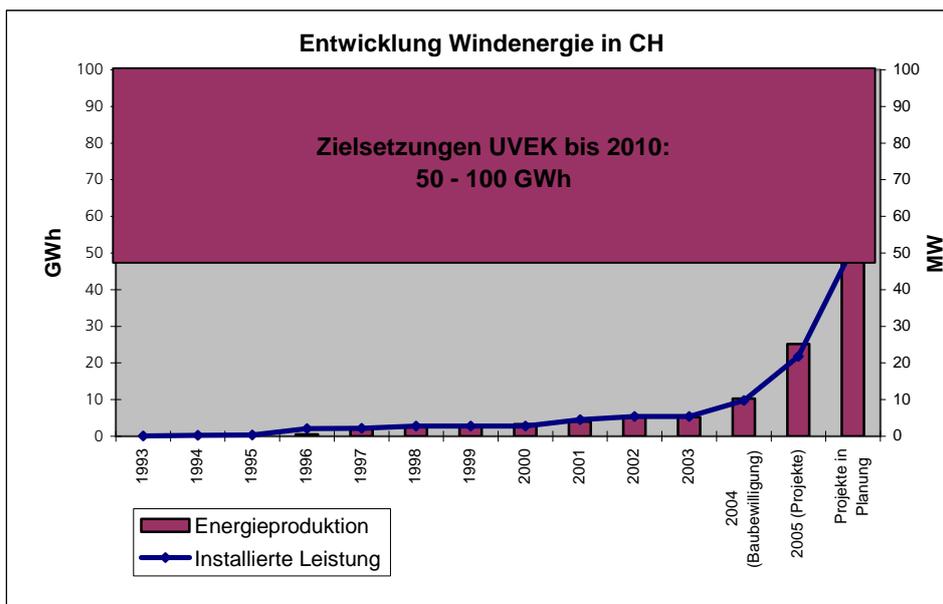
- Weiterentwicklung der **Leichtwindanlage AV-7** der Firma Aventa im Hinblick auf grösseren Energieertrag, geringere Stromgestehungskosten und neue Absatzmöglichkeiten.
- Dynamischer Test an einem **intelligenten Rotorblatt**
- Rotorblätter mit **nano strukturierten Beschichtungen**

### Internationale Aktivitäten

- Die Teilnahme am IEA-Projekt **Base Technology Information Exchange** ist zu klären. Es sind Experten-Meetings zu den für die Schweiz relevanten Themen geplant: Soziokulturelle Faktoren der Windenergie (Landschaftsschutz, Tourismus, Umwelt); *Advanced Wind sensing Techniques* (SO-DAR, Satellites); *Integration of Wind Energy and Hydropower*.
- Die Arbeiten im Rahmen des Annex XIX (**WECO**) dauern sicher noch bis Ende 2004, wobei sich abzeichnet, dass die Arbeiten weitergeführt werden sollen, vor allem in Richtung Eisdetektoren. Es ist zu klären, ob ein Interesse von Schweizer Unternehmen an der direkten Teilnahme am IEA *Wind R&D Implementing Agreement* besteht.

### Mittel- und langfristige Entwicklung der Windenergie in der Schweiz

Aufgrund der aktuell vorliegenden Baubewilligungen erhöht sich die installierte Leistung der Windenergieanlagen im Jahre 2004 um um 4.4 MW. Projekte mit hoher Realisierungschancen für 2005 führen zu weiteren 12 MW. Mit der Realisierung aller heute in Planung begriffenen Windenergieprojekten könnten die Ziele des UVEK erreicht werden.



Figur 7: Mittelfristige Entwicklung der Elektrizitätsproduktion aus Windenergie in der Schweiz

## Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2003 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

ENET: Bestellnummer des Berichts bei ENET

unter den angegebenen Internet-Adressen können die Berichte heruntergeladen werden

- [1] Michel Voisard, et.al. ([mediactif@bluewin.ch](mailto:mediactif@bluewin.ch), <http://mediactif.ch/>) MEDIACTIF, Vevey: **Réceptivité des ménages au développement des sites éoliens; Rapport d'enquête** (SB) ENET 220338
- [2] Sigrid Albrecht, Studentin der Rechtswissenschaft, Universität Zürich: **Rechtliches Regime der Windenergie** (SB) ENET 220266
- [3] Stefan Kunz, René Cattin ([kunz@meteotest.ch](mailto:kunz@meteotest.ch), <http://www.meteotest.ch>) METEOTEST, Bern: **a) Unterhalt Winddatenbank 2003** (SB) ♦ **b) Windmessung Crap Sogn Gion; Abschätzung des Windpotenzials** (SB) ENET 230079 ♦ **c) Windenergiekonferenz BOREAS** (SB) ♦ **d) Produktion Vernehmlassungsunterlagen Konzept Windenergie Schweiz** (JB) ♦ **e) Konzept Windenergie Schweiz** (JB)
- [4] B.Droz Yvan; Miéville-Ott Valérie; Monsutti Alessandro, RECHERCHES & CONSEILS ANTHROPOLOGIQUES, La Sagne: **Auswertung Publikumsfrage Wind / Du vent dans les pales; Expériences et perceptions des éoliennes par les habitants de la région du Mont-Crosin** (SB) ENET 230094
- [5] Robert Horbaty ([horbaty@suisse-eole.ch](mailto: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** (JB)
- [6] Martin Märki ([arbastrom@bluewin.ch](mailto:arbastrom@bluewin.ch), <http://www.arbastrom.ch/>) ARBASTROM, Winterthur: **Umfrage Windenergie bei SAC-Hütten** (SB)
- [7] Petra Borch et.al. ([info@vogelwarte.ch](mailto:info@vogelwarte.ch), <http://www.vogelwarte.ch/>) SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE, Sempach: **Windenergiekonzept Schweiz – Beurteilung der 40 prioritären Standorte aus ornithologischer Sicht** (SB)
- [8] Ueli Spalinger ([aventa@energienetz.ch](mailto:aventa@energienetz.ch), [www.aventa.ch](http://www.aventa.ch)) ARGE AVENTA, Winterthur: **a) Standortabklärung und Messung Leichtwindanlage** (SB) ENET 220235; ♦ **b) Nutzung der Windenergie im Kanton Graubünden** (SB) ENET 230001, ♦ **c) Marktstudie Aventa Leichtwindanlagen** (JB)
- [9] Michel Zabelka ([mzabelka@access.ch](mailto:mzabelka@access.ch)), OEKOPLAN, Zürich: **Standortabklärungen Aroser Weisshorn** (SB)
- [10] Thomas Weisskopf ([weisskopf.thomas@bluewin.ch](mailto:weisskopf.thomas@bluewin.ch), <http://www.weisskopf-partner.ch>) WEISSKOPF PARTNERS, Zürich: **Windenergiestandorte Flims-Laax; Machbarkeitsstudie** (SB) ENET 230038
- [11] Rina Caduff ([info@aurax.ch](mailto:info@aurax.ch), [www.aurax.ch](http://www.aurax.ch)) AURAX ENERGIE AG, Illanz: **Windmessungen Crap Sogn Gion mit Sodar und 10m Mast** (SB)
- [12] Jakob Kubli ([jakob.kubli@gl.ch](mailto:jakob.kubli@gl.ch)) BAUDIREKTION KT. GL, Glarus: **Windmessung in der Linthebene** (SB) ENET 230164
- [13] Eric Nussbaumer ([info@adev.ch](mailto:info@adev.ch), <http://www.adev.ch>) ADEV, Liestal: **a) Les Bréleux** (JB) ♦ **b) Saint-Brais** (JB)
- [14] Christian Müller-Schöll ([christian.mueller-schoell@forum21.ch](mailto:christian.mueller-schoell@forum21.ch)), FORUM 21, Illnau-Effretikon: **Windmessung in Illnau Effretikon** (SB)
- [15] Jürg Lehmann, Schwengimatt, Balsthal: **Windmessungen Schwengimatt** (SB)
- [16] Hervé Nussbaumer KOHLENUSBAUMER, Delémont: **Windmessungen Les Bois / Le Peuchappatte JU** (Projekt nicht begonnen, keine Aktivitäten -->Abbruch)

- [17] Jürg Berchtold ([j.berchtold@ewd.ch](mailto:j.berchtold@ewd.ch), [www.ewd.ch](http://www.ewd.ch)) EWD ELEKTRIZITÄTWERK DAVOS AG, Davos: **Machbarkeitsstudie für Windenergienutzung in Davos** (JB)
- [18] Ch. Kapp ([info@nek.ch](mailto:info@nek.ch), [www.nek.ch](http://www.nek.ch)) NEK UMWELTTECHNIK AG, Zürich: **Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** (JB)
- [19] N. Wüthrich ([wch@zhwin.ch](mailto:wch@zhwin.ch)) GENSOL MARTELLA, Marthalen: **Erstellen einer Leichtwindanlage auf dem Siloturm der Landi Marthalen** (SB)
- [20] ANTON MARTI, Rüttenen: **Leichtwindanlage Rüttenen** (SB)
- [21] Markus Russi ([ew-ursern@bluewin.ch](mailto:ew-ursern@bluewin.ch), [www.ew-ursern.ch](http://www.ew-ursern.ch)) ELEKTRIZITÄTWERK URSERN, Andermatt: **850-kW-WKA Gütsch** (JB)
- [22] Josias Gasser, BAUMAERIALIEN AG, Chur: **Bau und Erfolgskontrolle Windkraftanlage Haldenstein Chur** (Projekt nicht begonnen, keine Aktivitäten -->Abbruch)

## Referenzen

- [23] UBS (Lux) Equity Funds – Eco Performance: **Damit die Zukunft eine Zukunft hat.** [http://www.ubs.com/pdf-quotes-investmentfunds/eco\\_imagebr\\_g.pdf](http://www.ubs.com/pdf-quotes-investmentfunds/eco_imagebr_g.pdf)
- [24] Energie-Forum Schweiz, Medienmitteilung Woche 4/04: **Windstrom: Zubau verlangsamt sich** <http://www.energie-energy.ch/home.php4?sl=report&slg=dt>
- [25] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2000 – 2003**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE <http://www.energie-schweiz.ch/internet/03095/index.html?lang=de>
- [26] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE, <http://www.energie-schweiz.ch/internet/03095/index.html?lang=de>
- [27] EPFL, **Ecole Polytechnique Fédéral de Lausanne**, Laboratoire de systèmes énergétiques LASSEN, <http://lasen.epfl.ch/page39406.html>
- [28] S. Lillo, **Hochschule Wallis, Institut des systèmes industriels**. GENEOLE - Optimisation de génératrices pour éolienne basse vitesse sans réducteur <http://energy.hevs.ch/f/rad/conversion.asp>
- [29] **Hochschule für Technik und Wirtschaft**, Chur. [http://www.fh-htwchur.ch/files/newsletters/7Newsletter HTW Chur fuer oktober 2002NEU.pdf](http://www.fh-htwchur.ch/files/newsletters/7Newsletter%20HTW%20Chur%20fuer%20oktober%202002NEU.pdf)
- [30] **Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole**: [www.suisse-eole.ch](http://www.suisse-eole.ch)
- [31] **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE**: [www.aee.ch](http://www.aee.ch)
- [32] **Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)**: [www.naturemade.org](http://www.naturemade.org)
- [33] IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Annex XIX **Wind Energy in Cold Climates**. <http://arcticwind.vtt.fi/>
- [34] René Cattin, Beat Schaffner, Dr. Stefan Kunz and Robert Horbaty: **Wind measurements and modelling in the Swiss alps**, Referat anlässlich der BOREAS-Windenergiekonferenz in Finnland, 9./10.4.2003.
- [35] **Deutsches Windenergie Institut DEWI**: [www.dewi.de](http://www.dewi.de)
- [36] **Statusreport WEICO** (Wind energy in cold climates) [http://arcticwind.vtt.fi/reports/state\\_of\\_the\\_art.pdf](http://arcticwind.vtt.fi/reports/state_of_the_art.pdf)