

## PROGRAMM WIND

Überblicksbericht zum P+D-Programm 2002

**Robert Horbaty**

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



### ***800 kW-Windkraftanlage auf dem Gütsch oberhalb Andermatt***

Bei dieser Anlage des Elektrizitätswerk Urseren handelt es sich um die weltweit höchstgelegene Installation dieser Leistungsklasse (2'300 m.ü.M.)

## Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

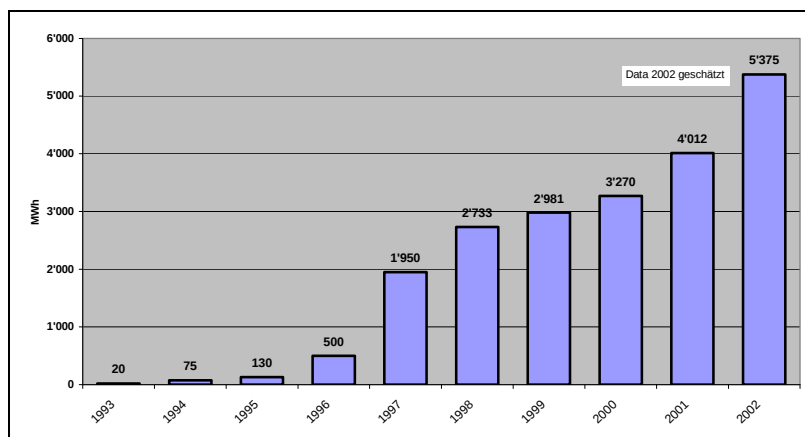
### WINDENERGIE-MARKT

Die spezifischen Kosten von grösseren Windkraftanlagen betragen **ca. 2000 Fr. / kWp** wodurch auch in der Schweiz an gut bewindeten Standorten **Stromgestehungskosten von unter 20 Rp. / kWh** resultieren. Die Stromgestehungskosten der neusten im Jahre 2001 installierten 850 kW-Windkraftanlagen belaufen sich laut Aussage der Betreibergesellschaft Juvent SA auf rund **12 Rp./kWh**.

Provisorische Zahlen für 2002 zeigen, dass die 30'000 MW-Grenze an weltweit installierter Windenergiekapazität überschritten wird. Der Anteil des potenziellen Jahresenergieertrags aus Windkraftanlagen am **Nettostromverbrauch** in Deutschland stieg von 3 Prozent in 2001 auf **4,7 Prozent** in 2002 [21].

**Der Markt wächst nach wie vor um 30% pro Jahr** – eine Herausforderung, der sich auch Schweizer Firmen wie Bartholdi AG (Generatoren), ids AG und Technocon (Inverter), Meteolabor (Anemometer) Blatec (Rotorblätter) gestellt haben. Die Firma Aventa AG produziert kleine Windkraftanlagen im Bereich von 6 kW, wovon 9 Anlagen in Schwachwindgebieten installiert wurden.

Die 19 in der Schweiz installierten Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 5.36 MWp erzeugten im Berichtsjahr 5'375 MWh Elektrizität (Fig. 1). Die **Zunahme** betrug im vergangenen Jahr **rund 20%**.



**Figur 1:** Entwicklung der Elektrizitätsproduktion aus Windenergie in der Schweiz

### FORSCHUNGS- UND P+D-ZIELE

Das **Konzept der Energieforschung des Bundes 2000 - 2003** [20] hält kurz- und mittelfristig folgende Schwerpunkte für den Bereich Windenergie fest:

- **Standortabklärungen und Projektentwicklungen** im gebirgigen Terrain unter klimatisch schwierigen Voraussetzungen
- **Förderung von Einzelprojekten** für Nischenprodukte
- Klärung von windspezifischen **Akzeptanz-Problemen**.

Zudem sollen vor allem auch Pilot- und Demonstrationsanlagen gefördert werden.

Die Aktivitäten und Projekte des Programms *Wind* sind dahingehend ausgerichtet, an den evaluierten Standorten kurz- und mittelfristig Windkraftanlagen zu installieren mit dem Ziel, einerseits entspre-

chende **Betriebserfahrungen** zu sammeln, andererseits aber auch einen wesentlichen Beitrag zur **Zielerfüllung von EnergieSchweiz im Bereich der erneuerbaren Energie** zu leisten. Danach sollen jährlich 50 – 100 GWh Windstrom bis ins Jahr 2010 erzeugt werden.

Das Programm *Wind* konzentrierte sich im Jahr 2002 insbesondere auf die Erarbeitung von **Planungshilfen**, auf die Unterstützung von **Standortabklärungen** sowie Installation und Evaluation von **Pilot- und Demonstrationsanlagen**.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2002

### PLANUNGSHILFEN

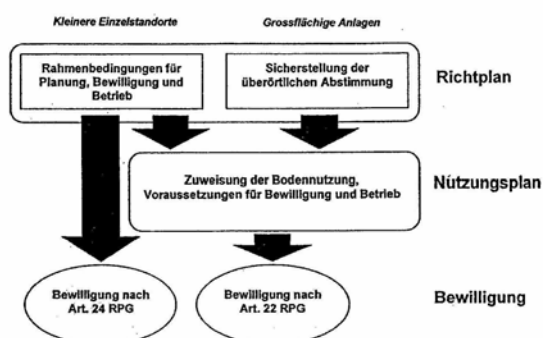
Das Programm Wind hat in den vergangenen Jahren mehrere Unterlagen, Studien und Planungshilfen erarbeitet, um entsprechende Projekte mit einer hohen Erfolgschance realisieren zu können, so z.B. **Windkraft und Landschaftsschutz** [22] und **Planung von Windenergieanlagen** [23]. Basierend auf diesen Publikationen wurden im Berichtsjahr **weitere Instrumente** erarbeitet und den interessierten Planern zur Verfügung gestellt:

**Windenergie und Raumplanung** [1]: Die Errichtung von Windparks bedingt eine entsprechende Grundlage in der kantonalen Richtplanung und in den kommunalen Nutzungsplanungen. Zur Zeit bestehen noch wenige Beispiele für solche Grundlagen, da Kantone und Gemeinden bis anhin selten mit dieser Frage konfrontiert wurden. Dies wird sich in der nächsten Zeit ändern. Das Bundesamt für Energie hat sich deshalb entschlossen, eine entsprechende Arbeitshilfe erstellen zu lassen. Grundlagen dazu sind Untersuchungen zu den vorhandenen Windpotenzialen in der Schweiz und zur Problematik Windkraft und Landschaftsschutz.

In einem ersten Teil werden die zurzeit üblichen Windanlagen, die unterschiedlichen Errichtungsarten und das **Verhältnis zur Richt- und Nutzungsplanung** (Fig.2) aufgezeigt. Diese Angaben werden durch Hinweise auf frühere Untersuchungen ergänzt. Ein zweiter Teil zeigt auf, welche Fragen in den kantonalen Richtplänen zu behandeln sind. Diese Pläne können sich auf Grundlagen des Bundes und auf kantonale Konzepte abstützen.

Verschiedene Kantone delegieren Aufgaben an die Regionalplanungen. Diese können ebenfalls zur Förderung der Windenergie beigezogen werden. Eine wichtige Rolle spielen die Gemeinden. Sie müssen in der Nutzungsplanung die Voraussetzungen für Windparks schaffen und sind zusammen mit den Kantonen auch Baubewilligungsbehörde. Der **Inhalt von Nutzungsplänen** für Anlagen und die nötigen Vorschriften werden detailliert dargestellt. Zwei Ablaufschemen zeigen, wie die Planung der Anlagen mit der Erarbeitung der bau- und planungsrechtlichen Instrumente koordiniert werden kann.

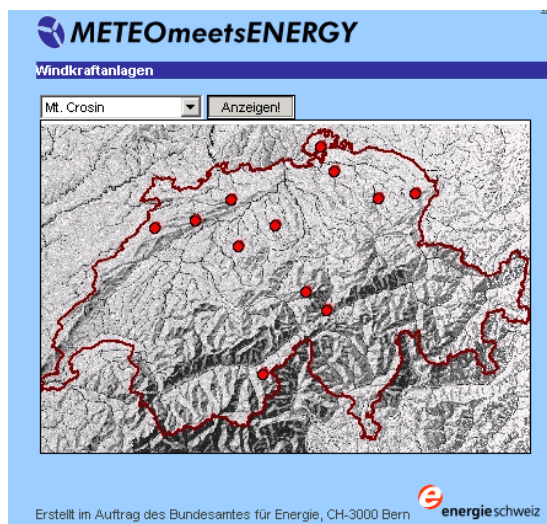
Im Anhang werden **Beispiele aus Richtplänen** dargestellt und es wird auf Literatur und weiterführende Adressen verwiesen. Die Arbeitshilfe wendet sich sowohl an die Verwaltungen aller Stufen, die mit der Planung, Beurteilung und **Bewilligung von Windanlagen** befasst sind, als auch an Personen, die solche Anlagen realisieren wollen.



**Figur 2:** Darstellung der Zusammenhänge zwischen Richtplanung, Nutzungsplanung und Baubewilligung

**Winddatenbank auf dem Internet** [2a]: Folgende umfassenden Informationen sind unter dem Titel *Windkarten Schweiz* auf der Website der schweizerischen Windenergievereinigung *Suisse Eole* erhältlich und werden laufend aktualisiert:

- [Windmessstandorte](#) - Stationsübersicht von Meteo Schweiz
- [Mittlere Windgeschwindigkeiten](#) dieser Messstandorte für die Jahre 1983-1997
- [Monatsmittelwerte](#) der Windgeschwindigkeit ab 1998
- Resultate der [temporären Messungen](#) von geförderten Windenergieprojekten
- [Standortbeschriebe](#) (Fig.3) von Windkraftanlagen und **Windprognosen** der nächsten Tage (Bersichtigungen!)
- Publikation der [Potentialkarten](#) (Windgeschwindigkeiten und Aspekte des Landschaftsschutzes)
- [V3-Toolbox](#): Programm zur Berechnung der WEIBULL-Parameter A,k aus einer gemessenen Häufigkeitsverteilung. Format Microsoft Excel 97.
- [WINFO - Geo-Informationssystem zur Windenergie](#) Detaillierte Darstellung der für die Nutzung Windenergie relevanten geographischen Aspekte, inkl. Landschaftsschutzgebiete



**Figur 3:** Auf der [Webseite von Suisse Eole](#) [24] können die Standorte von Windkraftanlagen besucht werden.

Das Ziel des Projekts **Risk Management Windenergie Schweiz** [3] war, die Hindernisse zur **erfolgreichen Umsetzung der Ziele des Programms Wind** zu analysieren und Massnahmen dagegen zu definieren, die in die **Jahresplanung 2003** des Programms *Wind* und der *Suisse Eole* aufgenommen werden sollen.

Diese Analyse kommt zusammenfassend zum Schluss:

- Es ist möglich, die bestehenden, doch beträchtlichen Risiken der Strategie Windenergie Schweiz zu reduzieren. Die Möglichkeiten liegen vor allem im **Bereich der Kommunikation** gegenüber der Öffentlichkeit, der Elektrizitätsversorger und der Investoren.
- Das **Kernproblem** der Windenergienutzung in der Schweiz ist und bleibt der unbestrittene Einfluss von Windenergieanlagen auf das **Landschaftsbild**. Die Reaktionen der Bevölkerung reichen von Begeisterung (2001: 40'000 Besucher auf dem Mont Crosin) bis zur fundamentalen Ablehnung (z.B. Stiftung für Landschaftsschutz). Wichtige Ziele für die weitere Arbeit müssen demnach sein:
  - Behandlung der Differenzen mit den Gegnern im Rahmen des **nationalen Windenergiekonzeptes**.

- Bildung eines **Gegengewichts** zur Kommunikation der Gegner.
- Grundlagen betreffend Einfluss und **Akzeptanz** von realisierten Windenergieanlagen erarbeiten.
- Hand bieten für flexible **technologische Lösungen**.

## STANDORTABKLÄRUNGEN

Das Programm *Wind* unterstützt – als Vorbereitung für P+D-Projekte - Standortabklärungen zur Installation von Windkraftanlagen. Mit diesen Studien wird die **Machbarkeit von Windkraftprojekten** fundiert abgeklärt. Die Kriterien beinhalten:

- Windressourcen (Windmessungen, Hochrechnungen auf langjährige Verhältnisse)
- Erschliessung (Elektrizität, Zuwegung)
- Umweltverträglichkeit
- Wirtschaftlichkeit (möglicher Energieertrag und Finanzierung)
- Raumplanerische Rahmenbedingungen

Im Jahre 2002 wurden folgende Projekte mit Schlussbericht abgeschlossen: **Mettilimoos-Obwyden** [4], **Grimselfass** [5a], **Gottardpass** [5b], **Igelrain** [6], **St. Moritz** [7] **3 Windenergie-Standorte Laax** [8], **Kanton Graubünden** [9a], **La Racine** [10]. Folgende Projekte sind noch in Bearbeitung: **Windpark Sainte-Croix** [11], **Aroser Weisshorn** [12], **Linthebene** [13] und **Illnau-Effretikon** [14]. Das Projekt **Saint-Brais** [15] wurde abgebrochen und wird ev. im Jahr 2003 mit neuer Projektträgerschaft wieder aufgenommen.

Projekt **Abklärungen für ein Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** [5b]: Stellvertretend für obige Projekte wird hier das Projekt auf dem Gotthardpass genauer erläutert. Ziel war es, fundiert abzuklären, inwiefern sich der vorgesehene Standort auf dem Gotthardpass zur Errichtung von Windkraftanlagen eignet. Dazu wurden umfangreiche, **standortbezogene Windmessungen** und eine **Modellierung des Windes** durchgeführt sowie möglichst viele der notwendigen Rahmenparameter im Zusammenhang mit der möglichen Errichtung von Windenergieanlagen auf dem Gotthardpass geklärt.

Die Windmessungen an einem 17 m hohen Messmast (Fig. 4 und 5), der im Juli 2001 auf 30 m aufgestockt worden ist, wurden im Dezember 2000 aufgenommen. Zudem wurden an mehreren Standorten mit leicht verschiebbaren 10 m-Masten die Windverhältnisse erfasst, um genauere Angaben zu lokalen Unterschieden der Windverhältnisse zu erhalten. Die Messungen auf einem dieser 10 m-Masten laufen nach wie vor.

Die durchgeführten Untersuchungen und Abklärungen haben gezeigt, dass die Windverhältnisse auf dem Gotthardpass grundsätzlich ausreichen, um ein Windenergieprojekt umzusetzen. Auf einer Höhe von 50 m über Boden kann mit einer langjährigen, mittleren **Windgeschwindigkeit von 6.2 - 6.3 m/sec gerechnet werden**. Das Windmodell zeigt, dass auf dem gesamten für die Errichtung von Windenergieanlagen vorgesehenen Gebiet ein ähnlich grosses Windpotential vorhanden ist. Aufgrund der ermutigenden Windverhältnisse wurden zudem **Ingenieur- und Entwicklungsarbeiten** im Zusammenhang mit der Planung und Realisierung von Windkraftanlagen durchgeführt. Zum heutigen Zeitpunkt ist vorgesehen, ca. 7 Anlagen der Megawattklasse zu errichten, so dass das umzusetzende Projekt eine Grösse von **rund 9 MW** erreichen dürfte. Die Abklärungen mit den Behörden sowie mit einem interessierten Energieversorgungsunternehmen zeigen zudem, dass Interesse an diesem Projekt besteht. Der generierte Strom könnte relativ nahe in bestehende Leitungen eingespiessen werden, **ein Verkauf des Stromes zu den aktuellen, marktüblichen Preisen scheint möglich**.

Der im Zusammenhang mit dem durch das Bundesamt für Energie erteilte Auftrag ist mit der Ablieferung dieses Schlussberichtes beendet. Im Sinne einer ersten Realisierungsphase werden projektspezifische Abklärungen unter dem Projekttitel **Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** [5c] vorgenommen.



**Figuren 4 und 5** Bei tiefen Temperaturen lagern sich an Messmasten und Abspannungskabeln Eis und Schnee ab, was zu grossen Lasten und grösserer Angriffsflächen bei Böen führt. Bilder von der Messkampagne auf dem Gottardpass (2'100m.ü.M.) durch NEK Umwelttechnik.

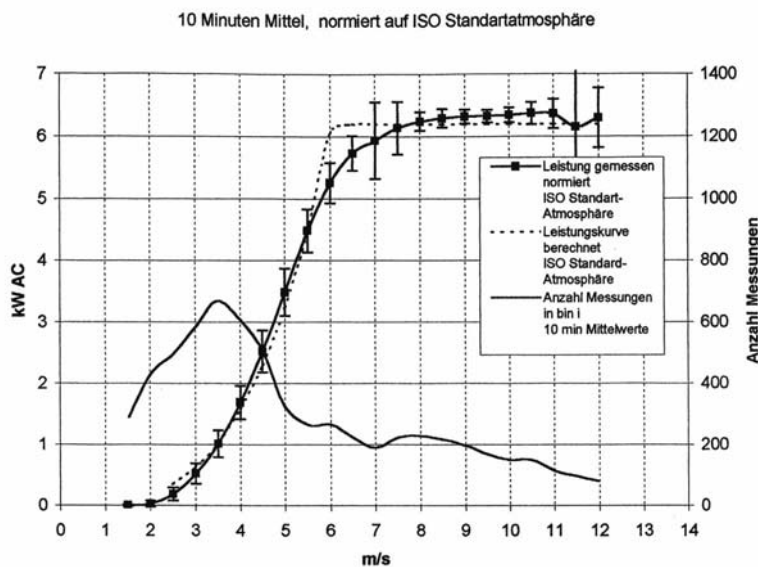
## Pilot- und Demonstrationsprojekte

**Leichtwindanlage AVENTA AV-7** [16]: Die Firma Aventa AG in Winterthur produziert eine 6.4-kW-Windkraftanlage, welche mit ihrem, für diese Leistung stark überdimensionierten Rotor (12 m Ø) auch für Standorte mit kleineren Windgeschwindigkeiten – bei entsprechend hohen Stromgestehungskosten – geeignet ist. Diese Anlage wurde im Rahmen des Projektes **Standortabklärungen und Messprojekt Leichtwindanlage** [9b] detailliert ausgemessen (Fig.6).

| vm<br>(m/s) | Energieertrag <sup>1)</sup><br>(kWh/a) | Energiekosten<br>(Rp./kWh) |
|-------------|----------------------------------------|----------------------------|
| 2.5         | 8'430                                  | 135                        |
| 3.0         | 12'450                                 | 91                         |
| 3.5         | 16'370                                 | 69                         |
| 4.0         | 19'890                                 | 57                         |
| 4.5         | 22'930                                 | 49                         |

<sup>1)</sup> normiert auf ISO Standardatmosphäre mit einem k-Faktor der Weibull-Verteilung von 1.5

Obenstehende Tabelle stellt den mit dieser Leistungskennlinie und den heutigen Anlagenkosten möglichen Energieertrag und die entsprechenden Stromgestehungskosten bei unterschiedlichen Windverhältnissen dar:



**Fig. 6** Der Vergleich der berechneten und der gemessenen Leistungskennlinie der 6.4-kW-Anlage der Firma Aventa am Standort in Brütten zeigt eine schöne Übereinstimmung (Grafik: Aventa AG)

Um vertiefte Erfahrungen mit diesem Anlagentyp sammeln zu können wurde zwei weitere P+D Projekte unterstützt: **Erstellen einer Leichtwindanlage auf dem Siloturm der Landi Marthalen** [17] und **Leichtwindanlage Rüttenen** [18]. Beide Projekte sind noch nicht abgeschlossen.

**850-kW-Windkraftanlage Gütsch** [19]: Das EW-Ursen hat im Sommer 2002 eine 800 kW-Windkraftanlage auf dem Gütsch oberhalb Andermatt installiert. Erste Erfahrungen mit diesem auch vom Kanton Uri unterstützten Projekt zeigen, dass für die Nutzung der Windenergie auch im alpinen Raum durchaus ein Potential vorhanden ist:

- **Problemloser** Transport und Montage der Anlage auf 2'300 m.ü.M. (Fig.7).
- **Grosse Akzeptanz** bei der Bevölkerung und den Skitouristen
- Jedoch **schwierige und langwierige Inbetriebnahme** der Anlage aufgrund der Anlagenkomponenten verschiedener Hersteller.

Es handelt sich dabei nicht nur um die am höchsten gelegene Windkraftanlage weltweit, sondern auch um ein wegweisendes Anlagekonzept. Die Lagerwey-Maschine, welche durch die Firma **ABB Energie Services Schweiz** geliefert wurde, beinhaltet folgende **innovative Elemente zur Nutzung der Windenergie** im Gebirge:

- **Wartungsarmer Permanent-Magnet Generator** der Firma *Bartholdi* in Koblenz, zur Reduktion des Gewichtes
- **Getriebeloser Triebstrang** mit variabler Drehzahl, zur optimalen Ausnutzung der turbulenten Winde
- **Rotorblattheizung**, zur Reduktion der Vereisungsgefahr
- **Stromumformer** der Zürcher Firma *Technocon*, zur Einspeisung der produzierten Elektrizität ohne Spannungsschwankungen

Die Endmontage dieser Anlage fand am 21. Juni 2002 statt. Bei der nun anstehenden Betriebsoptimierungsphase und **Erfolgskontrolle** wird sich weisen, inwieweit die in diese Anlage gesteckten Erwartungen insbesondere betreffend Energieertrag erfüllt werden können.

Im Rahmen der konkreten Standortabklärungen wurden **Zusatzmessungen am Gütsch** [2b]. durchgeführt. U.a. wurden mit einem Sodar- Messgerät Winddaten bis auf eine Höhe von 100m ermittelt.



**Figur 7** Transport des Mastunterteils auf der Bergstrasse zum Gütsch (Foto : EW Ursern)

## Nationale Zusammenarbeit

Als konkretes Ergebnis aus dem Gütsch-Vorhaben entstand im Rahmen des Energieforschungsprogramms *Elektrizität* ein Entwicklungsprojekt für einen **Umrichter der Leistungsklasse 1.5 MW** mit der Firma *Technocon*.

Auf Initiative des Programms *Wind* wurde im Rahmen eines **KTI-Projekts** durch die Firma *Meteolabor*, der *MeteoSchweiz* und der ETH Zürich ein **vereisungssicheres Anemometer NOWA** [27] entwickelt, welches auf der Basis eines **Heizdrahtes** funktioniert.



**Figur 8** Heizdraht- Anemometer (Foto : Meteolabor)

Die **Suisse Eole** [24] führt alle Aktivitäten zur indirekten Förderung der Windenergienutzung in der Schweiz durch – in Zusammenarbeit mit kantonalen Energiefachstellen, Energieversorgern und den Planern. Da die Geschäftsführung dieser Organisation und die Programmleitung *Wind* in

Personalunion geführt werden, ist eine optimale Abstimmung sichergestellt. *Suisse Eole* ist auch im Vorstand der **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz (AEE)** [25] und im **Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)** [26] vertreten und nimmt dort die Angelegenheiten v.a. der nicht gebäudegebundenen erneuerbaren Energien, wie Wind, Kleinwasserkraftwerke, etc. wahr.

Vor allem aus Kreisen des Landschaftsschutz bestehen Befürchtungen, dass mit der bisherigen Praxis, die sich das Aufzeigen möglicher Potentiale beschränkt, **Wildwuchs** entsteht. Um zielgerichtet mit dem Ausbau der Windenergie weiterfahren zu können wird nun – in **Übereinstimmung mit einem parlamentarischen Postulat** und teilfinanziert vom BFE, ARE und BUWAL – ein **Nationales Konzept Windenergie [2c]** erarbeitet.

## Internationale Zusammenarbeit

Unterstützt vom BFE und vom ARE läuft eine Eingabe für das **Interreg-Projekt: *Wind harvest in the alpine space. Potentials and technical, legal and social conditions for an expanding sector of renewable energy sources.*** Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, die bislang fehlende Grundlagenforschung zur Nutzung dieser vielversprechenden Energieform im alpinen Raum durchzuführen und Anknüpfungspunkte für die Realisierung konkreter Projekte zu schaffen. Im Zentrum der Betrachtung stehen dabei die politisch-ökonomischen Rahmenbedingungen sowie Aspekte des Naturschutzes, des Tourismus und der technischen Machbarkeit.

Seit Mai 2002 beteiligt sich die Schweiz am *IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development*, Annex XIX **Wind Energy in Cold Climates**. Mit dem Papier *Wind Energy Assessment in Harsh Climatic Conditions* [28] konnte ein wichtiger Input zu diesen internationalen Aktivitäten gegeben werden.

Mit dem *Deutschen Windenergie Institut* (DEWI) [29] bestehen enge Beziehungen. So wurden wesentliche Inputs der **Aus- und Weiterbildungskurse im Bereich Windenergie** von diesem Institut eingebracht.

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

## Bewertung 2002 und Ausblick 2003

### POSITIVE ENTWICKLUNGEN

- Das Gütsch-Projekt ist zum heutigen Zeitpunkt das eigentliche **Schlüsselprojekt** der schweizerischen Windbranche aus folgenden Gründen:
  - Bau und Erschliessung unter schwierigen Bedingungen
  - Keine Einsprachen gegen Baubewilligung
  - Erfahrungen im harschen Klima
  - Darstellung der Möglichkeiten (und Einflüsse) der Windenergienutzung im Gebirge
- Eine breit angelegte **Umfrage bei 400 Haushalten** der Schweiz (*Réceptivité des ménages au développement des sites éoliens* [30]) zeigt beim Bekanntheitsgrad der erneuerbaren Energien die **Windenergie an zweiter Stelle**, hinter der Sonne und vor der Wasserkraft. 89% der Befragten stehen einem Weiterausbau der **Windenergie positiv** gegenüber.
- Über 50 Personen des öffentlichen Lebens figurieren als **Erstunterzeichner** in einem Unterstützungskomitee für die Windenergie

- Die **Nachfrage nach Ökostrom** aus Windenergie ist immer noch hoch –gerade auch zur Erfüllung des Fördermodells von naturemade.
- Die **Elektrizitätsbranche** engagiert sich zunehmend an Windkraftprojekten.

### BREMSENDE ENTWICKLUNGEN

- Die baureifen Projekt entwickeln sich **sehr viel langsamer** als vorgesehen. Gründe sind Planungsunsicherheit und teilweise Opposition bei konkreten Projekten.
- Die Stiftung für Landschaftschutz und der Schweizerische Heimatschutz haben Einsprache gegen das Projekt Crêt Meuron gemacht, was zu einer **starken Verzögerung** dieses Vorhabens führt.
- **Die Unsicherheiten im Strommarkt** nach der EMG-Abstimmung führen zu einer weiteren Zurückhaltung bei neuen Projekten – insbesondere bei unabhängigen Stromproduzenten.

### AUSBLICK

Was will das Programm Wind bewirken? Im **Entwurf zum Energieforschungskonzept Wind 2004-2007** halten wir fest:

- Bis ins Jahr 2010 sollen 50 – 100 GWh Elektrizität in der Schweiz mit Windenergieanlagen erzeugt werden, was **10 - 20% der Ziele von EnergieSchweiz** im Bereich der neuen erneuerbaren Energien entspricht.
- Mit spezifischen Forschungsschwerpunkten zur Windenergienutzung im hügligen und gebirgigen Terrain wird weiteres Know How erarbeitet, um **Schweizer Unternehmen** auch im **weltweit boomenden Windenergiemarkt Erfolgchancen** zu ermöglichen.
- Aufbau eines **Kompetenzzentrums Windenergienutzung im Gebirge**.

Forschungsschwerpunkte und Strategien zur obigen Zielerreichung sind:

#### *Forschung und Entwicklung*

Im Zentrum steht die Entwicklung von **spezifischen Anlagekomponenten und –konzepten** für klimatisch raue Bedingungen (Eis, Kälte, Turbulenzen), mit hoher Verfügbarkeit (erschwerte Zufahrt, auch für *Off-shore*) und zur Montage mit schwieriger Erschliessung (Hubschrauber). Konkret sind dies:

- Entwicklung von **Know how zur Projektentwicklung** in komplexem Terrain, Erarbeiten von Planungshilfen
- Entwicklung von angepasster **Modellierungssoftware** für Site Assessments, Validierung, Optimierung
- Entwicklung von **Messapparaturen** für raue klimatische Bedingungen
- Optimierung von **Leistungselektronik** im MW-Bereich
- Entwicklung von **wartungsfreien Generatoren** mit variabler Drehzahl
- Entwicklung **von intelligenten Rotorblättern**
- Einsatz der **Nano-Technologie** zur Verhinderung von Verschmutzung und Vereisung der Rotorblätter
- Weiterentwicklung von **kostengünstigen Kleinanlagen** als Ergänzung zur Stromproduktion im Inselbetrieb und für sich entwickelnde Länder.

#### *Erhöhung der Akzeptanz der Windenergienutzung*

- Fundierte **Auswertung des Einflusses** von Windkraftanlagen auf Fauna, Flora und Tourismus über längere Zeiträume
- Erarbeitung von **Richtlinien** zur Ausgestaltung von Projekten mit geringem Einfluss, in Zusammenarbeit mit den Umweltschutzorganisationen und der Windenergiebranche
- **Evaluation** des Beitrages der Windenergienutzung zu einer nachhaltigen Energieversorgung, Integration in Gesamtstrategien

### Dezentrale Stromproduktion in Randregionen

- Windenergie als Ergänzung zur Stromproduktion in Netzlösungen, Ökostromstrategien als **zusätzliche Ertragsmöglichkeiten** von Energieversorgern in Randregionen, Marketingstrategien
- Geschickte **Beteiligungsmodelle** für die lokale Bevölkerung an Projekten –Akzeptanz!
- Unterstützung von **Standortabklärungen** mit spezifischen Anforderungen,
- Windenergie als Ergänzung zur **Stromproduktion** im Inselbetrieb bei Alpgenossenschaften, für die Länder des Südens, etc.

### Betriebserfahrungen

- Betrieb von **Test-Anlagen** im Gebirge, Auswertung Betriebserfahrungen, Integration in neue Anlagenkonzepte, sowohl für Netzverbund, kleine Inselnetze wie auch stand-alone- Anlagen
- **Internationale Zusammenarbeit** – auch Im Rahmen der IEA und der EU

## Liste der Projekte

(JB) Jahresbericht 2002 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden

ENET: Bestellnummer des Berichts bei ENET.

- [1] Hans-Rudolf Henz ([info@metron.ch](mailto:info@metron.ch)), METRON RAUMPLANUNG AG, Brugg, <http://www.metron.ch>: **Die Berücksichtigung der Windenergie in der Richt- und Nutzungsplanung**, (SB), ENET 210189
- [2] Stefan Kunz ([kunz@meteotest.ch](mailto:kunz@meteotest.ch)), METEOTEST, Bern, <http://www.meteotest.ch>: **a) Windkraftanlagen auf dem Internet** (SB) ♦ **b) FACTS: Windberechnungen am Beispiel des Gütsch** (SB) ♦ **c) Nationales Konzept Windenergie**
- [3] Dr. Bruno Brühwiler ([bruno.bruehwiler@eurorisk.ch](mailto:bruno.bruehwiler@eurorisk.ch)), EURO-RISK, Zürich: **Risk Management Windenergie Schweiz** (SB)
- [4] AREGGER ROLAND ([aregger\\_feldmoos@freesurf.ch](mailto:aregger_feldmoos@freesurf.ch)), Rengg. **Windverhältnisse Region Mettlimoos-Obwyden** (SB)
- [5] Ch. Kapp ([info@nek.ch](mailto:info@nek.ch)), NEK UMWELTTECHNIK AG, Zürich [www.nek.ch](http://www.nek.ch): **a) Potential- und Standortabklärungen für ein Windenergieprojekt auf dem Grimselpass** (SB) ♦ **b) Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** (SB) ♦ **c) Projektrelevante Studien und Abklärungen im Zusammenhang mit einem Windenergieprojekt auf dem Gotthardpass** (JB)
- [6] ROLF FUCHSER, Detlingen: **Windmessung Igelrain** (SB)
- [7] Daniel Steinemann ([daniel.steinemann@ch.abb.com](mailto:daniel.steinemann@ch.abb.com)), ABB ENERGIE SERVICES SCHWEIZ, Zürich: **Windmessungen DEMO-WKA St. Moritz** (SB)
- [8] Thomas Weisskopf ([weisskopf.thomas@bluewin.ch](mailto:weisskopf.thomas@bluewin.ch)), WEISSKOPF PARTNERS, Zürich: **3 Windenergie-Standorte Laax** (SB)
- [9] Peter Krüsi ([aventa@energienetz.ch](mailto:aventa@energienetz.ch)), ARGE AVENTA, Winterthur [www.aventa.ch](http://www.aventa.ch): **a) Nutzung der Windenergie im Kt. Graubünden** ♦ **b) Standortabklärungen / Messprojekt Leichtwindanlage AVENTA** (JB)
- [10] Eric Nussbaumer ([info@adevsolarstrom.ch](mailto:info@adevsolarstrom.ch)), ADEV, Liestal: **La Racine** (SB)
- [11] René Vuilleumier ([rene.vuilleumier@seven.vd.ch](mailto:rene.vuilleumier@seven.vd.ch)), SEVEN, ÉTAT DE VAUD: **2<sup>e</sup> étape du Parc d'éoliennes de Sainte-Croix** (JB)
- [12] Michel Zabelka ([mzabelka@access.ch](mailto:mzabelka@access.ch)), OEKOPLAN, Zürich: **Standortabklärungen Aroser Weisshorn** (JB)

- [13] Jakob Kubli ([jakob.kubli@gl.ch](mailto:jakob.kubli@gl.ch)) BAUDIREKTION KT. GL, *Glarus: Windmessung in der Linthebene* (JB)
- [14] Christian Müller-Schöll ([christian.mueller-schoell@forum21.ch](mailto:christian.mueller-schoell@forum21.ch)), FORUM 21, *Illnau-Effretikon: Windmessung in Illnau Effretikon* (JB)
- [15] Max Schneider ([schneider-m@bluewin.ch](mailto:schneider-m@bluewin.ch)) WINDWATT SA, *Carouge: Mesures et études d'impacts pour éoliennes à Saint-Brais, JU* (Abbruch)
- [16] Mehmet Hanagasioglu ([INTERWIND@compuserve.com](mailto:INTERWIND@compuserve.com)), INTERWIND, *Zürich, <http://www.interwind.ch>: Begleitung Leichtwindanlage AVENTA* (JB)
- [17] N. Wüthrich ([wch@zhwin.ch](mailto:wch@zhwin.ch)) GENSOL MARTELLA, *Marthalen: Erstellen einer Leichtwindanlage auf dem Siloturm der Landi Marthalen* (JB)
- [18] ANTON MARTI, *Rüttenen: Leichtwindanlage Rüttenen* (JB)
- [19] Markus Russi ([ew-ursern@bluewin.ch](mailto:ew-ursern@bluewin.ch)) ELEKTRIZITÄTSWERK URSERN, *Andermatt: [www.ew-ursern.ch](http://www.ew-ursern.ch): 850-kW-WKA Gütsch* (JB)

## Referenzen

- [20] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2000 – 2003**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE, [www.energie-schweiz.ch/bfe/de/forschung](http://www.energie-schweiz.ch/bfe/de/forschung)
- [21] Jens-Peter Molly, Geschäftsführer des Deutschen Windenergie-Instituts (DEWI): <http://www.wind-energie.de/aktuelles-und-aktivitaeten/aktuelles.htm>
- [22] H. Buser et al.: **Windkraft und Landschaftschutz**, 1996, ENET 197201
- [23] S. Kunz et al.: **Planung von Windenergieanlagen**, 1999, ENET 196305
- [24] **Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole**: [www.suisse-eole.ch](http://www.suisse-eole.ch)
- [25] **Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz AEE**: [www.aee.ch](http://www.aee.ch)
- [26] **Verein für umweltgerechte Elektrizität (VUE)**: [www.naturemade.org](http://www.naturemade.org)
- [27] METEOLABOR, Wetzikon, <http://www.meteolabor.ch/>: **Vereisungssicheres Anemometer NOWA**
- [28] Beat Schaffner ([schaffner@meteotest.ch](mailto:schaffner@meteotest.ch)), METEOTEST, *Bern, [www.meteotest.ch](http://www.meteotest.ch): Wind E-energy Assessment in Harsh Climatic Conditions* 2002
- [29] **Deutschen Windenergie Institut DEWI**: [www.dewi.de](http://www.dewi.de)
- [30] Michel Voisard ([mediactif@swissonline.ch](mailto:mediactif@swissonline.ch)) MEDIACTIF, *Vevey: Réceptivité des ménages au développement des sites éoliens*