



# PROGRAMM WIND

## Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2005

**Robert Horbaty**

[Robert.horbaty@enco-ag.ch](mailto:Robert.horbaty@enco-ag.ch)



### **900 kW Windkraftanlage im Entlebuch**

*Nach sieben Jahren Planungszeit hat der Entlebucher „Energiewirt“ Roland Aregger im Herbst 2005 eine grössere Windkraftanlage installiert. Die Betriebserfahrungen mit dieser Anlage, gerade auch im kalten Klima, bringen dürften wichtige Beiträge zu Forschungsprojekten der Internationalen Energieagentur IEA zeitigen.*

## Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Die Schwerpunkte des Energieforschungsprogramms *Windenergie* [13] sind:

- Erhöhung der Akzeptanz der Windenergienutzung
- Entwicklung von innovativen Komponenten

Um die Umsetzung zu verbessern sind zudem folgende Aktivitäten geplant:

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

Erklärermassen besitzen die P+D-Projekte bei den Massnahmen zur Zielerreichung des Forschungsprogramms Wind einen hohen Stellenwert. Im Berichtsjahr standen jedoch für diesen Bereich nur noch geringe Mittel zur Verfügung. Die Aktivitäten des Programms konzentrieren sich daher vermehrt auf eigentliche F+E-Projekte.

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2005

### ERHÖHUNG DER AKZEPTANZ DER WINDENERGIENUTZUNG

Mit dem Projekt *Auswirkung von Windkraftanlagen in der Schweiz* [1] soll die Planung, Projektierung, Bewilligung und Realisierung von Windkraftanlagen in der Schweiz unter Nutzung der bisherigen Erfahrungen vereinfacht und beschleunigt werden. Das Ergebnis wird Ende 2006 vorliegen.

Basis des Projekts ist das von den Bundesämtern BFE, BAFU und ARE erarbeitete *Konzept Windenergie Schweiz* [14]. Es enthält Grundlagen und nennt Grundsätze und Kriterien für die Wahl von Standorten für Windparks und hat im Konsens zwischen den Interessenvertretern (Bund, Kantone, Energiewirtschaft, Umweltverbände) potenzielle Windkraft-Standorte identifiziert.

Eine hohe Integration von unregelmässig anfallender Energie aus erneuerbaren Quellen im Stromnetz, wie z.B. Wind, benötigt zusätzliche Regelenergie. Im Rahmen des Projekts *Windenergie und schweizerischer Wasserkraftpark* [15] wurden die Chancen unserer Wasserkraft, für Stromnetze mit einem hohen Anteil an Windenergie Regelenergie zu liefern, fundiert analysiert. Die Resultate dieser Untersuchung erlauben der Schweiz am *Wind/Hydro* [2] teilzunehmen. Folgende Aspekte sollen in das IEA-Vorhaben einfließen:

- Integration eines hohen Anteils von Windenergie in das Versorgungsgebiet eines kleineren Elektrizitätswerkes mit werkseigenen Wasserkraftwerken.
- Einbezug von Marktdaten bzw. des European Energy Exchange und den Windprognosen für einen optimierten Betrieb von Windkraftanlagen und Hydro-Speicherkraftwerken.
- Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsstudie für den Ausbau bestehender Hydro-Speicherkraftwerke zu einem Pumpspeicherkraftwerk

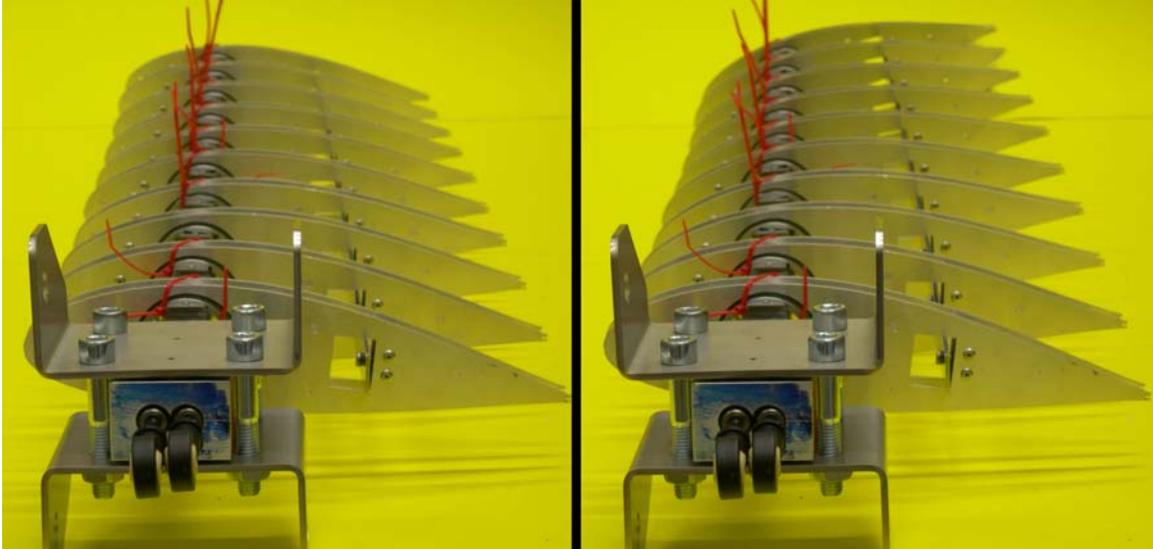
Um die Beteiligung an diesem Projekt, welches zu einer höheren Akzeptanz der Windenergie in unserem Land beitragen kann, auch den Betreibern von grossen Wasserkraftwerken näher zu bringen, organisierte das Programm „Wind“ das *IEA-Wind/Hydro-Meeting in Luzern* [3] mit einem breitem Erfahrungsaustausch.

Hauptwiderstand zur vermehrten Nutzung der Windenergie in der Schweiz ist nach wie vor der Landschaftsschutz. Anlässlich eines internationalen *Research Workshops on Public Acceptance of Wind Energy in Switzerland* [4] welcher im Februar 2006 stattfindet, sollen konkrete Ansätze, wie die Akzeptanz gesteigert werden kann, umfassend erörtert werden.

### ENTWICKLUNG VON INNOVATIVEN KOMPONENTEN

Im Projekt *Prototyp Windturbinenrotor mit zyklischer Pitch- und Twist-Verstellung* [5] soll ein Funktionsprototyp eines „intelligenten Rotorblattes“ an einer Modellturbine demonstriert werden. Das Konzept will durch einen neuartigen Aufbau des Rotorblattes sowohl Blatt-Pitch (Anstellwinkel) als auch Blatt-Twist (Blattverwindung) zyklisch veränderbar machen. Damit kann das Blatt auf Windprofile auf die zum Teil erheblichen Unterschiede der Windgeschwindigkeit am oberen und unteren Punkt der vom Rotor überstrichenen Fläche adaptiert werden. Zum einen verspricht das Verbesserung der E-

nergieerträge, zum anderen Verminderung der auf die ganze Windkraftanlage einwirkenden Wechsel-  
lasten. Statt alle weiteren Komponenten (Getriebe, Maschinenträger, Turm) hinter dem Rotor durch  
entsprechenden hohen Materialeinsatz widerstandsfähig gegen hohe Wechselasten zu machen, sol-  
len diese Wechselasten bereits *am Entstehungsort* reduziert werden. Figur (1) zeigt den strukturellen  
Aufbau des Blattes, das noch mit einer speziell entwickelten, etwas elastischen Hülle verkleidet wird.  
Gut erkennbar sind die unterschiedlichen Verwindungen auf den beiden Bildern der Abbildung. Die  
Verstellung von Pitch und Twist erfolgt über Schubstangen, deren Ankoppelemente erkennbar sind.



**Figur 1:** Funktionsmodell eines „intelligenten Rotorblattes“, welches den unterschiedlichen Windverhältnissen während einer Rotorumdrehung Rechnung trägt.

#### **AUFBAU KOMPETENZZENTRUM WINDENERGIENUTZUNG IM GEBIRGE**

Innerhalb des Projektes **Alpine Test Site Güttsch**, [6] welches im Rahmen der *COST Aktion 727* von *Meteo-Schweiz* und *Meteotest* durchgeführt wird, werden in den Wintern 2005/6, 2006/7 und 2007/8 auf dem Güttsch Vereisungsphänomene untersucht. Folgende Arbeiten wurden 2005 durchgeführt:

- Die für das Monitoring des Eiswurfs der Windkraftanlagen benötigten Geräte wurden evaluiert und angeschafft. Erste Eiswurferfassungen wurden aufgenommen.
- Die Betriebsdaten (inkl. Temperaturdaten) der Windkraftanlage werden als 10-Minuten-Mittelwerte aufgezeichnet.
- Auf der Gondel der Windkraftanlage wurde eine Webcam installiert. Der Durchgang des Flügels löst via Bewegungsmelder eine Aufnahme aus.
- Am 6. Dezember 2005 konnte ein erstes Vereisungsereignis aufgezeichnet werden. (siehe Fig. 2) Die Windkraftanlage, obwohl ausgerüstet als „Kaltes Klima-Modell, - konnte diesen Eisansatz nicht detektieren und produzierte weniger Energie als gemäss der Windgeschwindigkeit möglich gewesen wäre. Dies unterstreicht die Wichtigkeit einer Optimierung der Betriebsstrategie bei vereisenden Bedingungen.



**Figur 2:** Webcam-Aufnahme der leichten Vereisung am drehenden Rotorblatt

Am 1. Dezember 2005 erschien in der Sendung *Menschen Technik Wissenschaft* des Schweizer Fernsehens ein Beitrag über das Forschungsprojekt **Alpine Test Site Gütsch** [17]. Des Weiteren wurde eine Projekt-Homepage aufgeschaltet.

Um bereits vorhandene Erfahrungen optimal nutzen zu können, werden weitere Projekte zur Nutzung der Windenergie im Gebirge in internationaler Zusammenarbeit durchgeführt. Im Rahmen der IEA ist das Projekt **Wind Energy in Cold Climates** [10] und im Rahmen der EU das Interreg-Projekt **Alpine Wind Harvest** [7] zu nennen (siehe auch Kapitel internationale Zusammenarbeit).

## ENTWICKLUNG VON SPEZIFISCHEN KONZEPTEN

Die Standorte für Windkraftanlagen werden im Norden Deutschlands und anderen europäischen Ländern immer knapper. Das führt dazu, dass in zunehmendem Masse ältere Windkraftanlagen abgebaut und durch neuere grössere ersetzt werden. Die abgebauten Anlagen sind dabei normalerweise weniger als 10 Jahre alt, ihre Restlaufzeit beträgt somit nochmals rund 10 Jahre. Die abgebauten Windkraftanlagen werden als Occasionsanlagen angeboten. Im Rahmen des Kleinprojektes **Retrofit-Konzept für ältere Windkraftanlagen** [9] wurde abgeklärt ob das bei Aventa-Anlagen eingesetzte *Leichtwindkonzept* den Wirkungsgrad dieser Anlagen für windschwache Standorte ggf. erhöhen könnte (u.a. mit Blattverstellmechanismus und Regelelektronik, Wechselrichter für drehzahlvariablen Betrieb der kleinen Generatorstufe, ev. Vollumrichtung). Es zeigt sich, dass der Umsetzung einige gewichtige Hürden im Weg stehen:

- Die Hersteller sind nicht bereit, die notwendigen Unterlagen zur Verfügung zu stellen.
- In der Leistungsklasse bis 250 kW wurden noch kaum grössere Windparks gebaut. Der Occasionsmarkt besteht aus vielen Einzelanlagen von vielen verschiedenen Herstellern. Der Aufwand für eine Zertifizierung wird dadurch sehr hoch. Zertifizierungen werden jedoch in den interessanten Märkten (u.a. Indien und China) gefordert.
- Die Garantien der Versicherung sind bei Änderungen an der Anlage nicht mehr gewährleistet.

Aufgrund dieser sehr unsicheren Ausgangslage wird Idee fallen gelassen.

## Nationale Zusammenarbeit

Folgende Forschungsinstitutionen haben Aktivitäten im Bereich der Windenergie:

- Die EPFL (Institut LASEN) [18] betreut Windenergie-Projekte, insbesondere auch im Zusammenhang mit der Entwicklungszusammenarbeit.
- An der Fachhochschule Wallis [19] bearbeitet ein Team Projekte zur Nutzung der Windenergie und betreibt auch die Windkraftanlage auf dem Simplon.

Trotz intensiver Recherche konnte an der ETH Zürich keine Stelle gefunden werden, welche sich mit Windenergieforschung befasst. Im Zusammenhang mit weiteren gemeinsamen Aktivitäten von *Suisse Eole* und dem *Energiecluster* soll noch einmal gezielt Kontakt mit möglichen Professuren aufgenommen werden.

Im Rahmen des Projektes **Aufbau eines Kompetenzzentrums Windenergie** [8] wurde eine Strategie der Entwicklung der Windenergie in der Schweiz für die nächsten 5 Jahre entwickelt. *Suisse Eole, die Schweizerische Vereinigung zur Nutzung der Windenergie* [21], wird als die Organisation positioniert, welche die höchste Kompetenz zu Fragen der Windenergienutzung in der Schweiz besitzt. Windenergie ist heute als wichtiger Mosaikstein einer nachhaltigen Energieversorgung positioniert. Noch relativ zurückhaltend ist die Partizipation der grossen Elektrizitätsunternehmen an den Forschungsaktivitäten des Programms. Ihre zahlreiche Beteiligung am Erfahrungsaustausch zum Thema „Windenergie und Wasserkraft“ am 30.9.05 in Luzern macht aber deutlich, dass die grossen Chancen der Windenergie auch von wichtigen Playern der Branche erkannt wird.

Zur Verbreitung der Resultate des Projektes *Sicherheit von Windkraftanlagen in der Schweiz - Richtlinien und Standards* [22], fand in Luzern eine Veranstaltung statt (ca. 50 TeilnehmerInnen).

## Internationale Zusammenarbeit

Seit 2002 beteiligt sich die Schweiz am *IEA-Projekt Wind Energy in Cold Climates (WECO)* [10]. Ein Treffen der Experten fand im August 2005 in Bubendorf statt. Als Projektergebnis wurde 2005 ein weiterer Bericht mit Empfehlungen veröffentlicht [23].

Die Schweiz beteiligt sich auch am neuen IEA-Projekt **„Integration of Wind and Hydropower Systems** [2]. Ein erstes Treffen fand anlässlich des Executive Committee-Meetings des Agreements in Luzern statt [3]).

**Alpine Wind Harvest** [7] 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*. Der Schlussbericht wurde im Jahre 2005 veröffentlicht.

Die Arbeiten beim **Alpine Test Site Gütsch**, [6] (Figur 3) basiert auf den Arbeiten des IEA Wind Annex XIX "Wind Energy in Cold Climates". Dessen Resultate und Empfehlungen werden nun im Rahmen des Forschungsvorhabens *COST 727 Alpine Test Site Gütsch, Meteorological measurements and wind turbine performance analysis* verifiziert und einem weiteren Umfeld nutzbar gemacht.



**Figur 3:** *Alpine Test Site Gütsch, mit einer 600 kW-Windkraftanlage sowie einer Anlage zum Testen von diversen Messinstrumenten unter kalten und vereisenden Bedingungen.*

Anlässlich der „*BOREAS Windenergiekonferenz in Sarisälkä*“, Finnland, vom März 2005 wurden aus der Schweiz folgende Papers präsentiert:

- Wind Energy in Cold Climates – the Swiss Experience:  
*Robert Horbaty, Programmleiter Windenergie*
- The Onset of heterogeneous Ice Nucleation and Growth: Fundamental Investigations guiding the Search for Solutions,  
*Christophe Delval and Michel J. Rossi, Laboratoire de Pollution Atmosphérique et Sol (LPAS), EPFL*
- Measurements under harsh conditions: Synergies between international organizations and future activities  
*Alain Heimo, Federal Office for Meteorology and Climatology, MeteoSwiss, CH-1530 Payerne, Switzerland*

## Pilot- und Demonstrationsprojekte

Grundlage für jede Windkraftnutzung ist eine fundierte Standortabklärung. Dabei müssen teils sehr aufwändige raumplanerische und windtechnische Abklärungen durchgeführt werden. Das Forschungsprogramm Wind konnte mit den Mitteln für P+D-Anlagen wichtige Vorarbeiten mitfinanzieren, welche zu den heutigen Vorzeigeprojekten der Windenergienutzung in der Schweiz geführt haben (u.a. Gütsch, Entlebuch, etc.).

Am Standort *Peu Girard* (Koordinaten 565.900/229.300) wurden gute Bedingungen für den Bau einer Windkraftanlage angetroffen. Daher wurde dieser Standort nun mit dem Projekt **Standortabklärungen Windkraftanlagen Peu Girard, Les Breuleux (JU)** [11] genauer untersucht. Ziel ist es, ein Bauprojekt für mindestens eine Windturbine der Grössenklasse 1000 kW mit einer Turmhöhe von min. 70 m (s. Fig. 4) auszuarbeiten, welches alle raumplanerischen, ökologischen und anderen Auflagen erfüllt damit schlussendlich eine Baubewilligung erteilt werden kann. Zu den seit 2003 andauernden Abklärungen gehörten Windmessungen auf 30 m Höhe und ein detailliertes Standortgutachten aufgrund der bewilligungsrechtlichen Vorabklärung. Diese Arbeiten wurden 2005 abgeschlossen, ein detaillierter Schlussbericht wird im Mai 2006 vorliegen.



**Figur 4:** Installation des Windmessmasten am Standort *Peu Girard, Les Breuleux (JU)*

In den Jahren 1998/99 und 2000/01 unterstützte das Forschungsprogramm Wind, als P+D- Projekt, die Standortabklärungen zur Anlage Feldmoos / Entlebuch. Nach nun mehr als sieben jähriger Planungszeit konnte der Landwirt Roland Aregger im Herbst 2005 eine 900 kW-Anlage installieren (siehe Titelblatt), mit entsprechender Medienpräsenz [16].

## Bewertung 2005 und Ausblick 2006

Auch im Jahre 2005 hat sich die installierte Leistung der Windkraftanlagen in der Schweiz erhöht. Aufgrund des Zubaus einer 900 kW-Anlage im Entlebuch und einer 2 MW-Anlage in Collonges im Kanton Wallis sind zum heutigen Zeitpunkt 31 Windkraftanlagen mit einer Leistung von **11.57 MW** installiert. Es wird geschätzt, dass dies im Jahre **2005 rund 10'000 MWh** Elektrizität erzeugten.

Leider verzögert sich der Bau von Windparks im Jura aufgrund der Fundamental-Opposition der Stiftung für Landschaftsschutz weiterhin, das Projekt auf dem *Crêt Meuron* liegt mittlerweile beim Bundesgericht zur Beurteilung.

Die Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Flora und Fauna, sowie deren Wahrnehmung bei der Bevölkerung und bei Touristen sind immer wieder Bestandteil intensiver Debatten. Zu Erhöhung der Akzeptanz wird gegenwärtig untersucht, wie sich Windkraftanlagen in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit auswirken:

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

Nebst einer Verbilligung der Planungs- und Projektierungsarbeiten erhofft man sich daraus auch eine Versachlichung der Diskussion zum Bau von Windkraftanlagen.

Mit den verschiedenen Anlässen zur Windenergieforschung rund um das IEA-Meeting in Luzern gelang es, den Stellenwert der Windenergienutzung in der Schweiz deutlich zu erhöhen, und auch bei den Betreibern von Grosswasserkraftwerken wahrgenommen zu werden.

Auf internationaler Ebene sind die Aktivitäten im Zusammenhang mit der Teststation auf dem Gütsch zur fundierten Ermittlung der Auswirkungen der Vereisung im Rahmen der *COST Action 27* besonders zu erwähnen. Die Schweiz kann hier wichtige Erkenntnisse zu den Forschungsaktivitäten rund um die Vereisung von Strukturen erbringen, insbesondere an Windkraftanlagen.

Ein Schwerpunkt der zukünftigen Aktivitäten wird – nebst dem Entwickeln von Nischenprodukten für den internationalen Markt – weiterhin auf den Fragen zur Akzeptanz der Windenergie liegen. Hier kann die Schweiz als relativ dicht besiedeltes Land eine wichtige Rolle übernehmen. Dazu wird in Tramlan im Februar 2006 ein internationaler Workshop stattfinden, um entsprechende Fragestellungen fundiert zu diskutieren. Entsprechende Resultate sollen in das zu erarbeitende Windenergieforschungskonzept 2008 –2011 einfließen.

## Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2005 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch) unter den angegebenen Publikationsnummern in Klammern)

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

- [1] Walter Ott, Yvonne Kaufmann, ([walter.ott@econcept.ch](mailto:walter.ott@econcept.ch)), <http://www.econcept.ch/> ECONCEPT AG, Zürich: **Auswirkung von Windkraftanlagen in der Schweiz** (JB)
- [2] Patricia Weis-Taylor, ([pwt\\_communications@comcast.net](mailto:pwt_communications@comcast.net)), <http://www.ieawind.org/> NREL: **Teilnahme IEA Wind Annex XXIV Wind/Hydro** (JB).
- [3] Robert Horbaty ([robert.horbaty@enco-ag.ch](mailto:robert.horbaty@enco-ag.ch)) ENCO AG, [www.enco-ag.ch](http://www.enco-ag.ch) Bubendorf: **IEA-Wind/Hydro Annex XXIV-Meeting in Luzern**
- [4] Dr. Rolf Wüstenhagen ([rolf.wuestenhagen@unisg.ch](mailto:rolf.wuestenhagen@unisg.ch)), <http://www.iwoe.unisg.ch/org/iwo/web.nsf/> Institute for Economy and the Environment (IWÖ-HSG) University of St. Gallen: **Research Workshops on Public Acceptance of Wind Energy in Switzerland** (JB)
- [5] Ferdinand Lutz ([ferdinand.lutz@blatec.ch](mailto:ferdinand.lutz@blatec.ch), <http://www.blatec.ch>) Blatec Sarnen: **Prototyp Windturbinenrotor mit zyklischer Pitch- und Twist-Verstellung** (JB).
- [6] Stefan Kunz, René Cattin ([kunz@meteotest.ch](mailto:kunz@meteotest.ch), <http://www.meteotest.ch>), METEOTEST, Bern: **Alpine Test Site Gütsch** (JB) <http://www.meteotest.ch/cost727/index.html>
- [7] Robert Horbaty ([horbaty@suisse-eole.ch](mailto:horbaty@suisse-eole.ch), <http://www.suisse-eole.ch>), SUISSE EOLE, Bubendorf: **Alpine Wind Harvest** (<http://www.sbg.ac.at/pol/windharvest/>), (SB)
- [8] Robert Horbaty ([robert.horbaty@enco-ag.ch](mailto:robert.horbaty@enco-ag.ch)), [www.enco-ag.ch](http://www.enco-ag.ch), ENCO AG Bubendorf: **Aufbau eines Kompetenzzentrums Windenergie** (SB)
- [9] Ueli Spalinger ([aventa@energienetz.ch](mailto:aventa@energienetz.ch), <http://www.aventa.ch>), AVENTA, Winterthur: **Retrofit-Konzept für ältere Windkraftanlagen** (SB)
- [10] Patricia Weis-Taylor, ([pwt\\_communications@comcast.net](mailto:pwt_communications@comcast.net)), <http://www.ieawind.org/> NREL IEA-Implementing Agreement on Wind Energy Research and Development, Annex XIX **Wind Energy in Cold Climates**: <http://arcticwind.vtt.fi/>. (JB)

## Liste der P+D-Projekte

- [11] Eric Nussbaumer ([info@adev.ch](mailto:info@adev.ch), <http://www.adev.ch>), ADEV, Liestal: **Les Bréleux** (JB)

## Referenzen

- [12] **Konzept der Energieforschung des Bundes 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch die Eidgenössische Energieforschungskommission CORE: <http://www.bfe.admin.ch/themen/00519/00521/index.html?lang=de>.
- [13] **Energieforschungsprogramm „Windenergie“ 2004 – 2007**, ausgearbeitet durch R. Horbaty, von der CORE am 1.4.2004 zur Umsetzung freigegeben.
- [14] **Konzept Windenergie Schweiz**, Grundlagen für die Standortwahl von Windparks, Bundesamt für Energie (BFE), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Autoren Meteotest, Nateco, Metron Raumentwicklung AG, Atelier North & Robyr Soguel, Bern 2004 [www.wind-energie.ch/images/1140/CH/KonzeptWindenergieCH-d.pdf](http://www.wind-energie.ch/images/1140/CH/KonzeptWindenergieCH-d.pdf)
- [15] **Windenergie und Schweizerischer Wasserkraftpark**, Energieforschungsprogramm „Energiewirtschaftliche Grundlagen“, Autoren: Arbeitsgemeinschaft econcept AG, Zürich und „Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (I-AEW) RWTH, Aachen ([www.energieforschung.ch/energieforschung/suche/index.html?lang=en&publication=8058](http://www.energieforschung.ch/energieforschung/suche/index.html?lang=en&publication=8058))
- [16] **Lukrativer Nebenerwerb für Bauern**, Reportage Schweizer Fernsehen, Sendung 10vor10 vom 31. Oktober 2005 ([http://www2.sfdrs.ch/var/videoplayer.php?videourl=http://real.sri.ch/ramgen/sfdrs/10vor10/2005/10vor10\\_31102005.rm?start=0:18:53.865&end=0:23:02.643](http://www2.sfdrs.ch/var/videoplayer.php?videourl=http://real.sri.ch/ramgen/sfdrs/10vor10/2005/10vor10_31102005.rm?start=0:18:53.865&end=0:23:02.643))
- [17] **Die Alpen als Windpark?** Reportage Schweizer Fernsehen, Sendung Menschen, Technik, Wissenschaft, 1. 12 2005: [http://www2.sfdrs.ch/var/videoplayer.php?videourl=http://real.sri.ch/ramgen/sfdrs/mtw/2005/mtw\\_12012005.rm?start=0:22:39.321&end=0:31:03.779](http://www2.sfdrs.ch/var/videoplayer.php?videourl=http://real.sri.ch/ramgen/sfdrs/mtw/2005/mtw_12012005.rm?start=0:22:39.321&end=0:31:03.779)
- [18] EPFL, **Ecole Polytechnique Fédéral de Lausanne**, Laboratoire de systèmes énergétiques LASEN: <http://lasen.epfl.ch/page39406.html>.
- [19] S. Lillo, **Hochschule Wallis, Institut des systèmes industriels**: <http://energy.hevs.ch/ff/rad/conversion.asp>.
- [20] **Alpine Test Site Gütsch**, Website zu diesem COST 727-Projekt <http://www.meteotest.ch/cost727/index.html>
- [21] **Schweizerische Vereinigung für Windenergie, Suisse Eole**: <http://www.suisse-eole.ch>.
- [22] **Sicherheitsrichtlinien für Windenergieanlagen in der Schweiz**, ausgearbeitet durch Suisse Eole, 2005
- [23] **Wind Energy Projects in Cold Climates**, Zwischenbericht zu Recommendations des Projektes [10] **Wind Energy in Cold Climates**: <http://arcticwind.vtt.fi/>, <http://virtual.vtt.fi/virtual/arcticwind/reports/recommendations.pdf>