

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 49/50

Artikel: Stromerzeugung mit Windkraft in der Schweiz im Aufwind
Autor: Pfluger, August
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79604>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Auf dem Mont Crosin im Berner Jura befindet sich die grösste Schweizer Windkraftanlage (Bild: August Pfluger)

August Pfluger, Biel

Stromerzeugung mit Windkraft in der Schweiz im Aufwind

Nach Jahren der Flaute kommt mit dem Windkraftwerk auf dem Mont Crosin frischer Wind in die Nutzung der Windenergie. Eine Studie macht deutlich, dass die Windkraft einen spürbaren Beitrag zu einer kohlendioxidfreien Stromversorgung beisteuern könnte. Um die Rahmenbedingungen dieser schadstofffreien Energieerzeugung zu verbessern, hat die Schweizer Windenergiebranche mit «Suisse Eole» jetzt einen eigenen Fachverband geschaffen.

Wanderer recken die Hälsen, Langläufer geraten aus dem Takt - was Erholungssuchende auf dem Mont Crosin zu Gesicht bekommen, ist in der Tat imposant: Stahlmasten, wie Spargel in die Erde gesetzt, gut fünfzig Meter hoch, mit weit ausladenden Rotorblättern, die sich sirrend im Winde

drehen - der Windpark oberhalb von St. Immer ist die mit Abstand grösste Windkraftanlage der Schweiz.

Mehr als 2,5 Megawatt leisten die vier Strommühlen auf dem Mont Crosin - für Schweizer Verhältnisse ein windenergetischer Quantensprung, der die Stromproduktion der fünf bestehenden Windkonverter von früher 250 000 kWh auf gut 2,9 GWh hochschnellen liess, sich im internationalen Vergleich aber gleichwohl bescheiden ausnimmt. In Deutschland etwa stehen 3600 Windräder mit einer Leistung von 1200 MW oder einem Fünftel der weltweit installierten Windkraft im Einsatz. Traumhafte Umsätze von gegen 1,3 Milliarden Franken erzielt die Branche dort pro Jahr und sichert rund 6000 Personen den Arbeitsplatz. Doch Deutschland hat Hunderte Kilometer von Küsten mit verlässlich wehenden Meerbrisen: für Windfarmen paradiesische Zustände.

Im Binnenland Schweiz wird Windstrom zwar aufgrund auch im Tagesverlauf unregelmässiger Windaufkommen nie den Wert der Bandedelekttrizität aus Fluss-, Kern- oder gar Speicherkraftwerken aufweisen. Auch beim Bundesamt für Energie (BFE) ist man aber überzeugt, dass der klimaneutral erzeugte Energieträger dereinst eine wertvolle Ergänzung zu anderen Energiequellen darstellen wird. Experten gehen davon aus, dass Gebiete mit mittleren Windgeschwindigkeiten ab etwa 4,5 m/s technisch nutzbar sind.

Unterhalb 800 m ü.M., mithin im ganzen Mittelland, ist das Windangebot in der Regel zu tief, geeignet sind Hochebenen, Kreten, Passlagen und Kuppen im Alpenraum und insbesondere im Jura, wobei die Windgeschwindigkeiten allgemein pro 1000 Höhenmeter um 1,5 m/s zu- und von Nordwest nach Südost um 2,5 m/s je 100 km abnehmen. Doch nicht jedes windreiche Gebiet taugt tatsächlich für die Energieerzeugung - gegen den Bau weitem sichtbareren Windmasten sprechen Forderungen des Landschaftschutzes oder ungenügende Verkehrerschliessung.

Über 3000 geeignete Standorte

Das Berner Unternehmen Meteotest hat eine Studie erarbeitet über das Flächenpotential der Windkraftnutzung in der Schweiz. Für die Ermittlung möglicher Standorte wurde die Schweiz per Computer mit Hilfe eines Geografischen Informationssystems in einzelne Zellen von 250x250 Meter Rasterweite - dem Flächenbedarf eines 500-kW-Konverters - unterteilt und die einzelnen Quadrate nach den Kriterien «Windaufkommen» und «Landschaft» in einer Eignungsbewertung klassiert. Zur Abschätzung der Windaufkommen einerseits wurde mit Messdaten der Eidgenössischen Meteorologischen Anstalt ein landesweit applizierbares Windmodell erstellt und dieses mit einem digitalen Geländemodell verknüpft. Durch die Überlagerung beider Datenebenen konnten die Wissenschaftler alle windexponierten Standorte extrahieren und kartografisch darstellen. Komplexer war die Beurteilung bei der «Landschaft». Hier führten die Geoinformatiker von Meteotest digital vorhandene Informationen etwa bezüglich Wälder, Seen, Moore, Schutzgebiete, aber auch Siedlungsgebiete und Strassen zu einzelnen Datenebenen zusammen, um so ungeeignete Rasterzellen auszuschneiden. In einem letzten Arbeitsschritt wurden die beiden Datenebenen mit Informationen zu Windaufkommen und Landschaft übereinander gestülpt und daraus schliesslich eine Karte mit geeigneten Windkraftgebieten generiert.

Nach Ausscheidung von landschaftlich heiklen «Tabugebieten» finden sich nach dieser Untersuchung insgesamt 3019 Standorte mit guten Windgeschwindig-

keiten von mehr als 4,5 m/s, wo Windkonverter ohne übermässige Belastung der Landschaft aufgestellt werden könnten - vor allem im Jura und im nordwestlichen Alpenraum, und vorab in Höhenlagen oberhalb 1000 m ü. M. Das technische Potential beziffert sich damit - bei einer mittleren Anlagengrösse von 250 bis 500 kW - auf insgesamt 1565 MW Leistung. Laut Berechnungen liessen sich so rund 1600 Gigawattstunden Windstrom oder 3,4 Prozent des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs produzieren - ein Szenario, das man beim Bund bis ins Jahr 2030 als erreichbar erachtet. Bereits im Jahr 2010 sollen hierzulande - so die Ziele des BFE - Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 30 bis 50 Megawatt installiert sein.

Erprobte Technologie

Energieversorgungsunternehmen, die sich die Windkraft zunutze machen wollen, können auf eine erprobte Technologie zurückgreifen. Zwar sind sogenannte Langsamläufer wie die klassischen vierblättrigen Windmühlen oder Vertikalachsenanlagen wie der versuchsweise in Martigny installierte Darrieus-Rotor zur Elektrizitätsproduktion ungeeignet. Tausendfach bewährt haben sich dagegen Horizontalachsenanlagen, die die kinetische Energie von Luftströmungen mit üblicherweise zwei oder drei Propellern in Drehbewegungen umwandeln. Aufgrund des Auftriebprinzips an ihren aerodynamisch gestalteten Rotoren drehen diese Anlagentypen mit einer vielfach höheren Umfangsgeschwindigkeit als die Windgeschwindigkeit und erzielen so sehr hohe Dreh-

Neue Windgrossturbine auf Mont Crosin

Die Juvent SA hat das Windkraftwerk auf dem Mont Crosin im Berner Jura in den vergangenen Wochen mit einer leistungsfähigen Grossturbine erweitert. Die Nachfrage nach dem verhältnismässig preisgünstigen erneuerbaren Juvent-Strom hat die Errichtung dieser neuartigen, mit zwei Generatoren ausgerüsteten Windturbine nötig gemacht. Mit einer ab 1999 erwarteten Jahresproduktion von 2,5 Millionen Kilowattstunden wird das Windkraftwerk die mit Abstand bedeutendste schweizerische Erzeugungsanlage neuer erneuerbarer Energien sein.

Die in vier Schwertransporten vom dänischen Weltmarktleader Vestas angelieferte neue Turbine wurde in einer von Spezialisten der BKW FMB Energie AG, Bern, geleiteten Präzisionsaktion mit Hilfe des grössten Autokrans der Schweiz montiert. Mit 660 Kilowatt Leistung ist die neue Maschine die leistungsstärkste Windturbine der Schweiz. Sie ist gleichzeitig die erste mit zwei Generatoren ausgerüstete Turbine unseres Landes. Mit dieser neuartigen Technologie lassen sich die bei uns verbreiteten Schwachwinde besser erfassen. Die neue Turbine sieht äusserlich gleich aus wie die drei andern, vor zwei Jahren in Betrieb genommenen Turbinen.

Die Errichtung der rund 1,5 Millionen Franken teuren Grossturbine ist eine direkte Folge der zunehmend starken Nachfrage nach Juvent-Strom. Für das Jahr 1999 können nun wieder Windenergieertranchen gekauft werden, und zwar zu den unverändert attraktiven Konditionen: Aufpreis von 18 bzw. 17 Rappen pro Kilowattstunde, je nach Grösse der bestellten Jahresertranche. Interessierte melden sich bei: Juvent SA c/o BKW FMB Energie AG, Postfach, 3000 Bern 25, Telefon 031/330 57 49.



Das Windkraftwerk Mont Crosin wurde kürzlich um eine vierte Grossturbine erweitert (Fotomontage). Die Jahresproduktion erhöht sich damit auf 2,5 Millionen Kilowattstunden (Bild: Juvent SA)



Präzisionsarbeit auf 3000 Meter Höhe: Für die Montagearbeiten der 30-kW-Anlage auf dem Titlis wurde der leistungsfähigste Lastenhelikopter der Schweiz benötigt. Dreimal musste der russische Hubschrauber Karnov KA-32 vom Sustenpass herkommend mit tonnenschwerer Last bergan fliegen; nach wenigen Stunden waren Mast, Rotor und Generatorkabine millimetergenau gesetzt, und bereits am folgenden Tag erzeugte Europas höchstgelegene netzgekoppelte Windkraftanlage Strom (Bilder: August Pfluger)

Titlis: Europarekord

Letztes Jahr ist auf dem Titlis auf 3010 m ü. M. Europas höchstgelegene netzgekoppelte Windmühle installiert worden. Viel Strom erzeugt die 22 Meter hohe Anlage allerdings nicht: Rund 40 000 Kilowattstunden hoffen die Elektrizitätswerke Nidwalden pro Jahr aus den Bergbrisen zu ernten - gerade genug, um den Jahresbedarf von zehn Haushaltungen abzudecken. Doch weniger Gewinnstreben steht auf dem Titlis im Vordergrund. Auf dem Engelberger Hausberg wollen die Betreiber vielmehr im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts 'Windenergie in kalten Klimazonen' (Weco) technische und ökologische Erfahrungen mit der Windnutzung im alpinen Raum sammeln.

Hintergrund der Forschungsaktivitäten: Standortstatistiken bestätigen den Trend, Windkraftanlagen verstärkt fernab von Küstenregionen in Binnengebieten aufzustellen - an Standorten, wo häufiger Vereisungswetterlagen auftreten können und wie sie auch Betreiber von Schweizer Windkraftanlagen zu erwarten haben. Zur Datenerhebung wurden deshalb in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Windenergie Institut auf dem Titlis verschiedene Messinstrumente installiert. Untersucht werden sollen namentlich Ertragspotentiale im Zusammenhang mit der Vereisung der Propeller oder Sturmwinden, die das Abschalten der Anlage notwendig machen. Erkenntnisse der Anlage auf dem Titlis werden den Ausbau der Windkraft in höheren Lagen im Alpenraum massgeblich beeinflussen.



Suisse Eole

Die Schweizer Windenergiebranche hat sich mit «Suisse Eole» einen eigenen Fachverband geschaffen. Die vom Berner Nationalrat Walter Schmiel präsierte Vereinigung will die Windenergie in der Schweiz vermehrt in die energiepolitische Diskussion einbringen und gleichzeitig die Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau dieser «neuen» erneuerbaren Energiequelle verbessern. Der Fachverband will ausserdem den nationalen und internationalen Informationsaustausch fördern sowie den Know-how-Transfer in politischen und technischen Gremien ausbauen. Suisse Eole richtet sich vor allem an Energieversorgungsunternehmen, Behörden, Ingenieurbüros, Investoren wie auch an Umweltverbände und Windstromkunden. Weitere Informationen: Suisse Eole, Info-stelle, Schachenallee 29, 5000 Aarau, Telefon 062/834 03 00, Fax 062/834 03 23.

zahlen - für die Stromerzeugung ideal. Bei diesen Schnellläufern sitzen Getriebe und Generator oben auf der Mastspitze, mit einem Stellmotor wird die ganze Apparatur dem Wind nachgeführt. Die Leistungsaufnahme aus dem Wind wird mit der motorischen Veränderung des Einstellwinkels der Rotorblätter beeinflusst; bei Sturmwinden über 70 km/h kann die Anlage so auch gestoppt werden. Über einen Wechselrichter wird der Strom in netzkonformen Wechselstrom umgewandelt und ins Netz eingespeist.

Windstrom ist günstiger als beispielsweise photovoltaisch mit Solarzellen erzeugte Elektrizität: Die spezifischen An-

lagekosten von 500-kW-Rotoren belaufen sich heute auf rund 2000 Franken pro Kilowatt installierte Windkraft - Stromgestehungskosten im Bereich von 20 bis 30 Rappen für eine kWh Strom sind damit an guten Standorten realisierbar und nur wenig höher als die Referenzkosten für neue Wasserkraftwerke. Das Ende der Fahnenstange ist damit aber keineswegs erreicht. Denn bereits tüfteln Ingenieure in den beiden wichtigsten Herstellerländern Deutschland und Dänemark an Anlagen von mehr als zwei Megawatt Leistung, die Windstrom noch günstiger produzieren.

Landschaftsschutz

Anlagen dieser Grössenordnung aber machen deutlich, dass der Durchbruch der Windkraft in der Schweiz nicht nur von der Wirtschaftlichkeit, sondern vor allem von der Akzeptanz in der Bevölkerung und Landschaftsschutzkreisen abhängen wird. Zumal Windkonverter an windexponierten Standorten aufgestellt werden müssen, sind sie weitherum sichtbar und können so das Landschaftsbild nachhaltig beeinträchtigen - mit ein Grund, dass die massgeblichen Befürworter der Windenergie den Ausbau dieser klimaneutralen Energiequelle Hand in Hand mit den Erfordernissen des Landschaftsschutzes vorantreiben. Natur- und Landschaftsschutzkreise sind indes der Windkraft, so hat eine Vernehmlassung ergeben, im Prinzip wohlwollend gestimmt. Erneuerbare Energien wie die Windkraft, heisst es etwa

Leitfaden für Schweizer Windenergienutzung

Um Behörden, Planern, Energieversorgern und Investoren den Einstieg in die Windenergienutzung weiter zu vereinfachen, hat das Berner Unternehmen Meteotest im Auftrag des Bundesamtes für Energie einen Leitfaden für die Planung von Windkraftanlagen realisiert. Anhand praxisorientierter Anleitungen und mit konkreten Beispielen aus verschiedenen Kantonen vermittelt das Handbuch Planungshilfen und Vorgehensweisen für die Errichtung neuer Windkraftanlagen. Nach der bereits früher erschienenen Studie «Windkraft und Landschaftsschutz» sei mit diesem Handbuch laut den Verfassern ein weiterer wichtiger Baustein für die Grundlagen der zukünftigen Schweizer Windkraftnutzung gelegt worden. Der «Leitfaden über die Windenergienutzung in der Schweiz» kann bestellt werden zum Preis von Fr. 46.- (Mitglieder Suisse Eole: Fr. 36.-) bei Suisse Eole (Adresse siehe Separatkasten).

bei der Schweizerischen Stiftung für Landschaftsschutz (SL), seien aus energiewirtschaftlichen Gründen zu fördern. Bei der Standortevaluation sei aber das Landschaftsbild als vorrangiges Kriterium zu berücksichtigen und ausschliesslich durch Zivilisationsbauten geprägte Landschaften zusätzlich mit Windkraftanlagen zu belasten. (Vgl. auch nachfolgenden Beitrag zu rechtlichen Fragen bei Wind- und Sonnenenergie.)

Adresse des Verfassers:

August Pfluger, lic. rer. pol., Zentralstrasse 115, 2501 Biel