

Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 92 (1994)

Heft: 9

Artikel: Windenergienutzung in der Schweiz

Autor: Glatthard, T.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-235089>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 20.02.2025

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

Regionale und kommunale Energieplanungen:

Windenergienutzung in der Schweiz

Th. Glathard

Gemäss den Energieszenarien-Studien (EGES) beträgt das Energiepotential aus Wind ein bis zwei Prozent des Gesamtenergieverbrauchs in der Schweiz. Dazu wären total 1700 Anlagen mit je 100 bis 200 Kilowatt nötig, d.h. 350 bis 400 Standorte mit je vier bis fünf Einheiten. Das Potential zur Nutzung der Windenergie ist aber insbesondere unter Berücksichtigung des Landschaftsschutzes begrenzt. Kleine Anlagen könnten eine Alternative sein.

Conformément aux études des scénarios dans le domaine de l'énergie, le potentiel énergétique éolien est de un à deux pourcent de la consommation totale d'énergie en Suisse. Afin d'exploiter ce potentiel, il faudrait en tout 1700 installations réparties sur 350 à 400 sites regroupant chacun quatre à cinq unités. Toutefois, en regard de la protection du paysage, les possibilités de l'exploitation de l'énergie éolienne sont limitées. Une alternative pourrait résider dans de petites unités.

Die wirtschaftliche Stromproduktion aus Wind sah man bisher nur in Alpentälern, auf Passübergängen und im Jura. Seit November 1990 ist auf der Simplon-Passhöhe eine Windenergieanlage in Betrieb (Abb. 1), und auf dem Sool (BL) betreibt das Ökozentrum Langenbruck seit acht Jahren eine Windenergieanlage mit einer Jahresproduktion von 20 000 Kilowattstunden. Weitere Anlagen bestehen in Martigny (Abb. 2) und im Emmental, verschiedene sind in Planung, insbesondere eine Grossanlage im Jura.

Präzise Daten über die Windverhältnisse in den Alpen fehlten allerdings bis vor kurzem. Eine Studie der Arbeitsgemeinschaft Windenergie Simplon (AWS; bestehend aus Westschweizer Elektrizitätswerken, dem Kanton Wallis und privaten Firmen) im Rahmen des nationalen Energie-Forschungsfonds, hat nun zehn mögliche Standorte zwischen Simplon-Dorf und Simplon-Passhöhe untersucht.

An fünf Standorten wären die Kosten für die Stromproduktion aus Windenergieanlagen im Bereich jener aus neuen Wasserkraftwerken, d.h. 20 bis 30 Rappen pro Kilowattstunde – Solarstrom ist dagegen bis viermal teurer. Bei den weniger geeigneten Standorten betragen die Kosten 50 Rappen bis ein Franken. Für den besten Standort besteht nun eine Machbarkeitsstudie für eine Anlage mit zwei Windkraftwerken mit einer Nennleistung von 200 bis 250 Kilowatt und einer Jahresproduktion von 780 000 Kilowattstunden, was dem Verbrauch von über 200 Haushaltungen entspricht.

Eine gute Ausbeute ist dann gewährleistet, wenn die Windgeschwindigkeit häufig zwischen 25 und 75 Stundenkilometern beträgt. Schwache Winde, aber auch Sturmwinde sind ungeeignet. Die Wind-

geschwindigkeit ist stark von der Topografie abhängig. So ergeben sich grosse örtliche Schwankungen; selbst nahe gelegene Standorte können sich sehr unterschiedlich eignen. Auch zeitliche Schwankungen – täglich und saisonal – erschweren die Windenergienutzung.

Der sogenannte Nutzungsfaktor, der eine Aussage über den sinnvollen Einsatz einer Windenergieanlage an einen bestimmten Standort macht, errechnet sich aus dem Verhältnis der mittleren abgegebenen Leistung zur installierten Kapazität. In Dänemark werden neuere Windanlagen nur dort aufgestellt, wo der Nutzungsfaktor mindestens 0,25 beträgt.

Preisgünstigen Strom liefert eine Anlage mit einem Nutzungsfaktor über 0,2. Eine gut konzipierte Anlage ab ca. 100 Kilowatt an einem Standort mit einem Nutzungs-

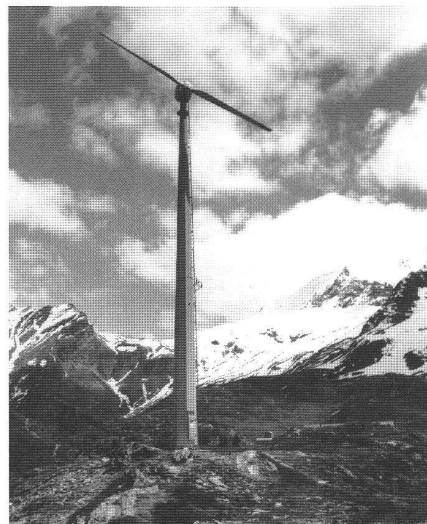


Abb. 1: Windkraftanlage auf der Simplon-Passhöhe.

faktor von 0,2 und mehr liefert nach der Wasserkraft den preisgünstigsten Strom aus erneuerbaren Energien.

Baupolizeiliche und ästhetische Kriterien stehen der breiten Windenergienutzung jedoch im Wege. Windenergieanlagen müssen an wind- (und landschafts-) exponierten Lagen stehen, in der Regel ausserhalb der Bauzonen. Neben der Baubewilligung der Standortgemeinde ist aufgrund des Raumplanungsgesetzes auch die Bewilligung des Kantons erforderlich (Bauen ausserhalb der Bauzonen). Dabei muss der Nachweis der Standortgebundenheit und der Verträglichkeit mit den Anliegen der Raumplanung erbracht werden. Mit Einsprachen aus Gründen des Landschaftsschutzes ist in den meisten Fällen zu rechnen. Die Betriebsbewilligung von Bund und Kanton kann weitere Anforderungen stellen.

Das Anwendungspotential für grössere Windenergieanlagen in sogenannten Windfarmen oder Windparks (Abb. 5) ist in der Schweiz gering, da die guten Standorte meist in Landschaftsschutzgebieten liegen. Wenn eine Verbreitung der Windenergienutzung angestrebt werden soll, müssen in Zukunft wohl eher kleine Einzelanlagen realisiert werden, deren Nutzungsfaktor jedoch kleiner ist. Kleine Anlagen sind insbesondere in abgelegenen Gebieten abseits des öffentlichen Stromnetzes sinnvoll. Vermehrt könnten sie aber auch im Mittelland zum Einsatz kommen. Drei Beispiele stellen die Windenergienutzung in der Schweiz vor.

Windenergieanlage Simplon

Seit November 1990 ist auf der Simplon-Passhöhe eine Windenergieanlage als Pilot- und Demonstrationsanlage im Rahmen von «Energie 2000» in Betrieb (Abb. 1). Ihr Ziel ist, Erfahrungen mit der Windenergienutzung zu sammeln. Mittels

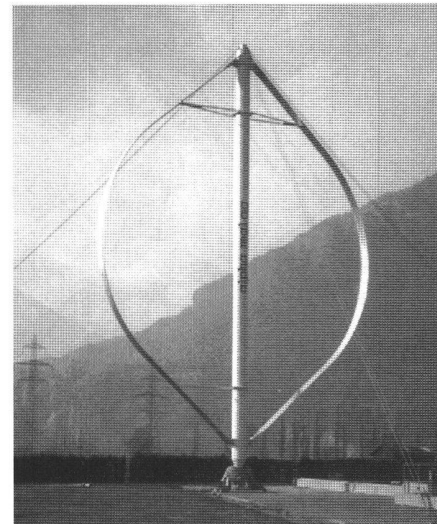


Abb. 2: Windkraftanlage mit Darrieus-Rotor in Martigny.

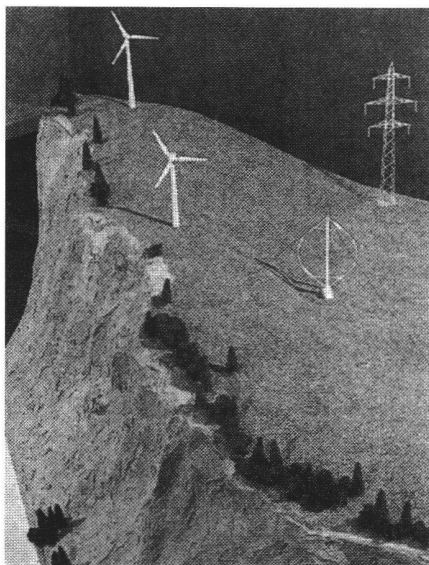


Abb. 3: Modell der Windenergiefarm Fläscherberg.

einem automatischen Datenerfassungsgerät und einer Fernübertragung ins Zentrum für angepasste Technologie und Sozialökologie in Langenbruck kann der Betrieb der Anlage genau verfolgt werden. Die Anlage besteht aus einem 30-Kilowatt-Generator. Die Masthöhe beträgt 22 Meter, der Rotordurchmesser 12 Meter. Je nach Windstärke verändern sich der Anstellwinkel der Rotorblätter und die Drehzahl des Rotors automatisch. Die Anlage setzt sich ab einer Windgeschwindigkeit von 4,5 Metern pro Sekunde (Windstärke 3) in Betrieb. Die Kosten der Anlage inklusive Netzeinbindung und Umgebungsarbeiten betragen rund 200 000 Franken.

In der zweijährigen Testphase produzierte die Anlage jährlich rund 19 000 Kilowattstunden Strom. Durch technische Verbesserungen konnte eine Steigerung auf rund 25 000 Kilowattstunden erreicht werden. Eine Verbesserung bestand darin,

dass die Anlage nun rascher auf die oft schnellen Windrichtungswechsel reagieren kann.

Genutzt wird der Strom zu 40% durch eine benachbarte Armeeanlage; 60% werden ins Netz des Elektrizitätswerkes Simplondorf eingespielen.

Windenergiefarm Fläscherberg

Seit längerer Zeit besteht ein Projekt der Nordostschweizer Kraftwerke NOK für eine «Windenergiefarm» auf der Alp Lida/Fläscherberg in der Gemeinde Fläsch, Kanton Graubünden (Abb. 3).

Die Anlage sieht drei Masten – je eine horizontalachsige Windturbine mit festem bzw. verstellbarem Propeller und eine vertikalachsige Windturbine vom Typ Darrieus – mit total einer installierten Leistung von 450 Kilowatt vor. Die Auswertung der Windmessungen ergab eine mittlere Windgeschwindigkeit um fünf Meter pro Sekunde. Damit kann mit einem Jahresenergieertrag von 800 000 bis 1 000 000 Kilowattstunden gerechnet werden.

Voraussetzung für die Realisierung der Anlage war unter anderem eine Zonenplanänderung. 1992 erfolgte die Zustimmung zur Umzonung des Baugeländes seitens des Grossen Rates des Kantons Graubündens. Die Betriebsbewilligung von Bund und Kanton enthält jedoch verschiedene Vorbehalte, die den Betrieb in Frage stellen, so dass die NOK die Anlage bisher nicht realisiert hat. Die Vorbehalte betreffen störende Lichtreflexe, das Geräusch der Rotorblätter sowie die Gefahr für Vögel. Trotz Gutachten und Projektänderungen der NOK behält sich der Regierungsrat die Stilllegung der Anlage vor, wenn sich aus «nachträglichen Ermittlungen überwiegende Interessen gegen einen weiteren Betrieb» ergeben.

Windenergieprogramm in Deutschland

Die Nutzung der Windenergie in Deutschland wird seit 1974 vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) gezielt gefördert. Bisher wurden dafür über 300 Mio. DM aufgewendet. Die Forschungsarbeiten konzentrierten sich in den ersten 15 Jahren auf die Entwicklung moderner Windkraftanlagen.

1989 wurde das Programm «250 MW Wind» gestartet. Dieses Breitentestprogramm wird durch ein wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm begleitet. Nicht nur in den windreichen Küstengebieten an Nord- und Ostsee, sondern auch im Binnenland erfährt die Windenergienutzung grosses Interesse.

Im Dezember 1993 wurde die 1000. Windkraftanlage in Betrieb genommen. Bis Ende 1993 wurden Anlagen mit total 110 MW, davon 15 MW in den neuen Bundesländern, installiert. Jährlich können damit 264 Gigawattstunden produziert werden, etwa soviel wie 70 000 Haushalte durchschnittlich verbrauchen.

Windenergienutzung im Mittelland

Auf einem Bauernhof in Hettlingen (Kanton Zürich) wurde kürzlich eine kombinierte Wind- und Solarstromanlage in Betrieb genommen (Abb. 4). Das Windrad misst sechs Meter im Durchmesser und befindet sich auf einem zwölf Meter hohen Mast. Die Anlage produziert jährlich rund 3000



Abb. 4: Bauernhof in Hettlingen mit kombinierter Wind- und Solarstromanlage.

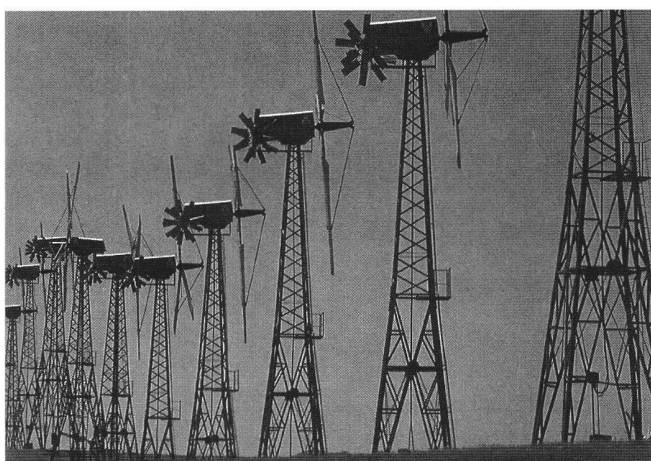


Abb. 5: Grössere Windenergieanlagen (Windparks) dürften in der Schweiz infolge des Landschaftsschutzes kaum realisiert werden (Bild: Windpark in den USA).

Kilowattstunden Elektrizität, die ins öffentliche Netz gespiesen werden. Über das Jahr macht dies etwa die Hälfte der Strommenge aus, die der Bauernbetrieb verbraucht.

Trägerin der Anlage ist die Genossenschaft «Solar und Wind» in Winterthur, die 1992 ins Leben gerufen wurde. Ihr Ziel ist, die Windenergie nicht nur im Gebirge oder an Meeresküsten zu nutzen, sondern zu zeigen, dass die Windenergienutzung auch bei den meteorologischen Verhältnissen des schweizerischen Mittellandes mit eher schwachen Winden sinnvoll ist. In Hettlingen beträgt die mittlere Windge-

schwindigkeit 2,5 Meter pro Sekunde. Im Wallis und in den Voralpen liegen die Werte bei 3 bis 4 Meter pro Sekunde, in den Alpen zum Teil über 5 Meter pro Sekunde. Die Anlage in Hettlingen ist ein Prototyp, ausgerichtet auf die schwachen Winde im schweizerischen Mittelland und wurde durch Beiträge von der Gemeinde Hettlingen, dem WWF Zürich und weiterer Stiftungen finanziert. Die Kombination mit einer Solaranlage erlaubt es, gewisse Anlageteile gemeinsam zu nutzen, womit Erstellungskosten eingespart werden konnten. Im Winter liefert der Wind mehr Strom, im Sommer die Sonne.

Die durch die Wind- und Solaranlage produzierte Energie ist noch mehrfach teurer als die aus dem Netz des Elektrizitätswerkes bezogene. Die Kosten könnten aber wesentlich gesenkt werden, wenn die Anlage grösser dimensioniert und in Serie produziert würde.

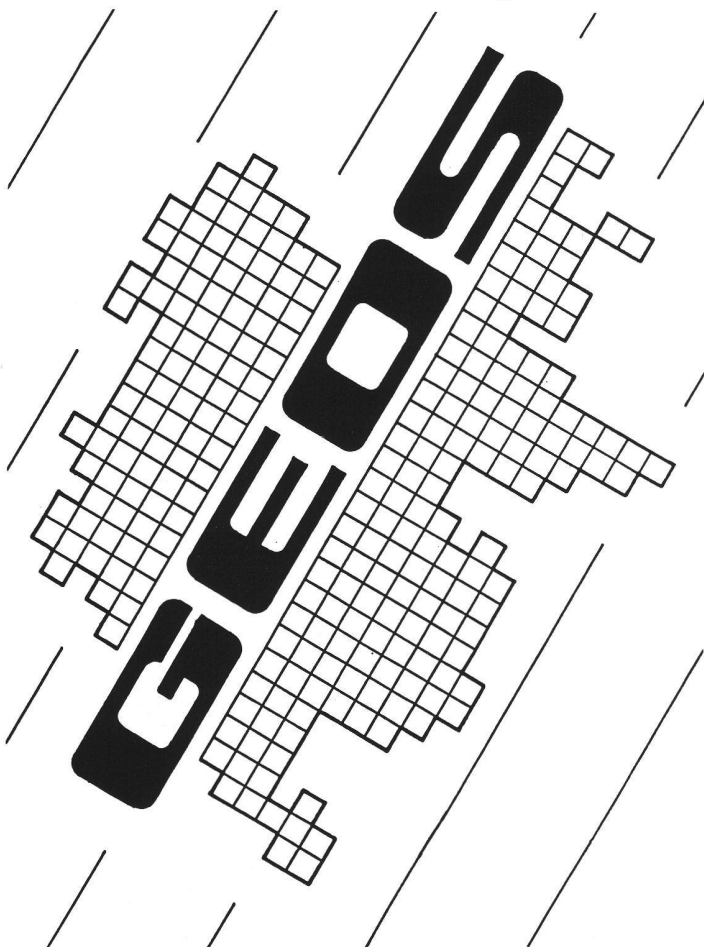
Adresse des Verfassers:
Thomas Glatthard
dipl. Kulturingenieur ETH/SIA
Brambergstrasse 48
CH-6004 Luzern

a/m/t software service ag

Obergasse 2a

8400 Winterthur

Tel. 052 213 23 13



GEOS 4

Die umfassende Lösung für die AV93

- Netz- und Punktbestimmung mit Qualität und Zuverlässigkeit
- Mutationsverwaltung
- interaktive Graphik
- thematische Ebenen
- Leitungsdokumentation nach SIA 405
- Erstellen von Plänen
- Digitalisieren
- Register
- Schnittstellen: Adass, ARGIS, AVS, GeoBau, GEOS2, SICAD

La solution complète pour la MO93

- réseaux polygonométriques et points de détail avec qualité et fiabilité
- gestion des mutations
- graphique interactive
- niveaux thématiques
- cadastre des conduites
- production des plans
- digitalisation
- registre foncier
- interfaces: Adass, ARGIS, GeoBau, GEOS2, IMO, SICAD