

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 106 (2015)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Topografie und Siedlungsdichte als Knacknuss  
**Autor:** Frei, Fanny  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-856609>

#### **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:** 14.01.2026

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

# Topografie und Siedlungsdichte als Knacknuss

## Schweizerische Besonderheiten in der Planung von Windparks

Das nachhaltig nutzbare Potenzial der Windkraft in der Schweiz ist gemäss Behörden und Interessenverbänden vielversprechend. Es liegt aber noch überwiegend brach. Statt in neue Windkraftanlagen in der Schweiz, wird eher in solche im europäischen Ausland investiert. Der Hauptgrund hierfür liegt in dem vergleichsweise hohen Aufwand für die Planung von Windkraftanlagen im Inland aufgrund von «schweizerischen Besonderheiten».

Fanny Frei

Im Jahr 2011 hat das schweizerische Parlament entschieden, schrittweise aus der Kernenergie auszusteigen. Es sollten keine neuen Kernkraftwerke mehr gebaut werden. Neben Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz sollen gemäss der Energiestrategie 2050 die Potenziale für Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in der Schweiz genutzt werden. Dabei wird auf Wasserkraft, Fotovoltaik, Windenergie, Biomasse und Geothermie gesetzt. Allein für die Windenergie schätzt der Bundesrat das nachhaltig nutzbare Potenzial in der Schweiz bis 2050 auf über 4 TWh jährlich.<sup>[1]</sup> Das entspricht mehr als der Hälfte der Jahresproduktion des Kernkraftwerks Gösgen.<sup>[2]</sup> Die Vereinigung zur Förderung der Windenergie in der Schweiz (Suisse Eole) schätzt das nachhaltige Potenzial bis 2035 dank technischem Fortschritt und höheren Nabenhöhen gar auf 6 TWh jährlich.<sup>[3]</sup>

Angesichts dieser vielversprechenden Zahlen erscheint die aktuelle Jahresproduktion aus Wind in der Schweiz von 0,1 TWh in einem fahlen Licht. Abgesehen von einer Handvoll Kleinstanlagen bis 150 kW sind in der Schweiz an zehn Standorten gerade einmal 34 Windkraftanlagen installiert (Stand Dezember 2013). Der mit Abstand grösste Windpark der Schweiz steht auf dem Mont Croisin und umfasst 16 Anlagen.<sup>[4]</sup>

Die Schweiz kann zwar aufgrund ihrer mittleren Windgeschwindigkeiten nicht als typisches «Windland» bezeichnet werden, dennoch gibt es auch in der Schweiz Regionen, in denen eine energetische Nutzung des Windes attraktiv ist. Die Wind-

karte der Schweiz (Bild 1) verspricht vor allem in den Voralpen und Alpen sowie im Jurabogen hohe durchschnittliche Windgeschwindigkeiten. Das Flachland ist für die Windenergienutzung, von wenigen Ausnahmen abgesehen, unattraktiv. An einem guten Schweizer Windstandort herrschen auf Nabenhöhe mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 6 m/s. Günstig ist, dass typischerweise etwa zwei Drittel der Stromproduktion im Winterhalbjahr anfallen, also dann, wenn in Europa der Stromverbrauch hoch ist.

Die Hersteller von Windkraftanlagen haben in den letzten paar Jahren besonders viel Wert auf die Entwicklung sogenannter Schwachwindanlagen gelegt. Diese Anlagen haben grössere Rotor-

durchmesser (aktuell bis 130 m) als Starkwindanlagen, während die Leistung mit 2 bis 3 MW etwas tiefer oder in einem ähnlichen Bereich liegt. Dieses gestiegene Verhältnis zwischen Rotordurchmesser und Leistung in Kombination mit höheren Nabenhöhen (aktuell bis 140 m) soll die Attraktivität von Schwachwindstandorten, wie es sie in der Schweiz typischerweise gibt, erhöhen.

Obwohl in der Schweiz gemäss obigen Zahlen und der Windkarte noch viel Windenergiopotenzial brachliegt und Schwachwindanlagen auf dem Markt existieren, investieren Schweizer Energieunternehmen vermehrt in Windenergie im europäischen Ausland. Gründe wie die geografische Diversifikation und der Ausbau des Windportfolios über das Schweizer Windenergiopotenzial hinaus sprechen für diese Strategie. Sie erklären aber den geringen Anlagenbestand in der Schweiz nur ungenügend. Ebenfalls entscheidend ist, dass die Planung in der Schweiz aufgrund der Windverhältnisse, der Topografie und der Siedlungsdichte anspruchsvoller ist als an prädestinierten Windstandorten im Ausland. Die Schweiz hält als Windenergieland für Windparkentwickler einige Besonderheiten bereit, welche die Planung und den Bau von Anlagen erschweren.

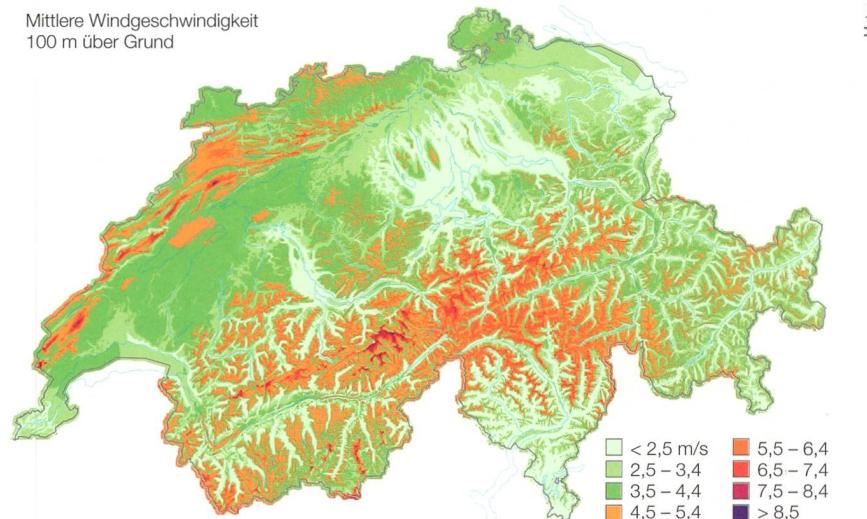


Bild 1 Windkarte Schweiz – mittlere Windgeschwindigkeit 100 m über Grund.



**Bild 2** Aufgrund von Hindernissen wie Bergen, Wäldern und Felsen ist die Modellierung von Windverhältnissen in der Schweiz viel anspruchsvoller.

## Windstandorte in Höhenlagen

Hohe Windgeschwindigkeiten herrschen in der Schweiz insbesondere im Gebirge (**Bild 1**). Die Planung und der Bau eines Windparks in solch einem komplexen Gelände kann in vielerlei Hinsicht nicht mit demselben Vorhaben an einem Küstenstandort verglichen werden. Denn:

- Die Modellierung der Windverhältnisse ist aufgrund von Hindernissen wie Bergen, Wäldern und Felsen sowie damit einhergehenden Turbulenzen viel anspruchsvoller. Nicht selten stimmen die Realmessungen am Standort selbst nicht mit den Aussagen der Windkarte überein. Die Mikro-Betrachtung spielt deshalb im komplexen Gelände eine sehr wichtige Rolle.
  - Schwachwindanlagen mit grossen Rotor Durchmessern sind in komplexem Gelände mit hohen Turbulenzen nicht oder nur begrenzt einsetzbar. Anlagen für typische Alpenstandorte fehlen bisher auf dem Markt.
  - Eine steile Hangneigung verhindert den Bau von Anlagen an bestimmten Stellen.
  - Abgelegene, schlecht erschlossene Berggebiete kommen für Windparks aufgrund der erschwerten Zufahrt nicht in Frage. Rotorblätter von über 50 m Länge erfordern gute Platzverhältnisse auf der Strasse. Einzelteile von 100 t oder mehr setzen gut befestigte Strassen voraus.
  - Zur Abführung der produzierten Elektrizität muss Kapazität auf einer nahen Mittel- oder Hochspannungsleitung zur Verfügung stehen. Der Bau
- von neuen Leitungen ist in komplexem Gelände mit hohem Aufwand und Kosten verbunden.

- In der Höhe ist es nicht selten feucht und kühl, was zu Vereisungen an den Rotorblättern führen kann. Das führt nicht nur zu Produktionsverlust aufgrund verschlechterter Aerodynamik, sondern stellt auch ein Sicherheitsrisiko dar, da Eisabwurfgefahr besteht. Hersteller von Windkraftanlagen nehmen sich dieses Problems mehr und mehr an. Die aktuell verbreitetste Massnahme gegen Vereisung ist die Beheizung der Rotorblätter bei kühl-feuchtem Wetter, geforscht wird aber auch an eisabweisenden Rotorblattbeschichtungen.

## Asymmetrie zwischen Produktion und Verbrauch

Während das Potenzial zur Produktion von Windstrom in der Schweiz vor allem in den Bergregionen liegt, wird der Strom mehrheitlich im Flachland von Industrie und Haushalten konsumiert. Diese Situation führt zu einer Asymmetrie zwischen Produktion und Verbrauch. Aus technischen Gründen ist sie nicht weiter problematisch, da sich Strom zum Transport sehr gut eignet. Sie kann jedoch die Akzeptanz von Windprojekten bei der lokalen Bevölkerung gefährden. Nicht selten planen zum Beispiel Deutschschweizer Unternehmen in den Bergen der Romandie Windparks. Hinzukommt, dass die hohe Siedlungsdichte der Schweiz den «Nimby-Effekt» (Akronym von: «Not In My Back Yard»), eine spontane Abwehrreaktion nahegelegener Nachbarschaften in Bezug auf geplante Energieanlagen, wohl verstärkt. Diese

Problematik erfordert eine partnerschaftliche Herangehensweise, lokale Verankerung und die Kenntnis der Bedürfnisse und Vorbehalte der lokalen Bevölkerung. Denn gegen den Willen der Lokalbevölkerung wird in der Schweiz wohl kein Windpark entstehen.

In diesem Punkt ähnelt die Planung von Windparks der Planung der grossen Wasserkraftwerke in den Schweizer Alpen. Auch damals, vor 80 bis 100 Jahren, hatte man Standorte ausserhalb der grossen Siedlungsgebiete gesucht, welche sich für die Produktion von Strom besonders gut eigneten. Und auch damals tat man dies partnerschaftlich mit den lokalen Gemeinden. Diese Beziehung bleibt auch während des Betriebs der Anlagen entscheidend und setzt den gemeinsamen Willen und ein gemeinsames Ziel voraus.

## Kostendeckende Einspeisevergütung

Ähnlich wie Deutschland kennt auch die Schweiz das Modell der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) für Strom aus erneuerbaren Energien. Anders als in Deutschland sind die Mittel dafür in der Schweiz stark beschränkt und die Warteliste dementsprechend lang. Es muss mit Wartezeiten von deutlich über fünf Jahren gerechnet werden. Während die Einspeisevergütung für Strom aus Windenergie zurzeit bei 13,5 bis 21,5 Rp./kWh liegt [5], betrug der Durchschnittspreis an der europäischen Strombörse EEX im Jahr 2013 3,8 €ct/kWh. [6]

Windkraftanlagen in der Schweiz produzieren noch deutlich über Grosshandelspreisen; auch mit dem zusätzlichen Verkauf von Herkunftsachweisen können die Gestehungskosten zurzeit nicht gedeckt werden. Schweizer Windparks sind deshalb unter den jetzigen Bedingungen auf Fördergelder angewiesen. Solange diese nicht zugesprochen werden, kann auch der Ausbau der Windkraft in der Schweiz nur schleppend vorangehen.

### Buch

#### Energie im Wandel

Der vorliegende Text stammt aus dem Buch «Energie im Wandel – Frauen gestalten die Energiezukunft» (etv Energieverlag GmbH, ISBN 978-3-942370-41-7), in dem 29 Exponentinnen aus der Branche aktuelle energiewirtschaftliche Fragen aufgreifen. Das Buch kann für 29 € bestellt werden unter [www.energie-fachmedien.de](http://www.energie-fachmedien.de).

## Raumplanung

Eine ganze Reihe von Gebieten, welche auf der Windkarte (Bild 1) als attraktive Windregionen erscheinen, muss für den Bau von Windparks ausgeschlossen werden. So fallen beispielsweise dicht besiedelte Gebiete aufgrund des Lärmschutzes weg. Weiter ausgeschlossen sind nationale Schutzgebiete aller Art wie Kultur-, Landschafts-, Grundwasser-, Moor-, Trockenwiesen-, oder Vogelschutzgebiete. Das Erteilen von Baubewilligungen liegt grundsätzlich in der Hand der Gemeinden. In den allermeisten Fällen liegen attraktive Windgebiete aber ausserhalb der Bauzone. Der Kanton ist für die Genehmigung der Sondernutzung und für die Beurteilung der obligatorischen Umweltverträglichkeitsprüfung zuständig. Darüber hinaus hat der Bund keine Kompetenz zur Festlegung von Windvorranggebieten, also von Gebieten, welche prioritätär für die Nutzung von Windenergie vorgesehen sind und wie man sie beispielsweise aus Deutschland kennt.

Daraus resultiert, dass das Raumplanungsprozedere für Windparks in jedem Kanton anders verläuft. Die kantonalen Behörden mussten und müssen sich also intensiv in die neue Thematik einarbeiten. In vielen Kantonen wurde die Nutzung von Windenergie erst in den Richtplan integriert, als schon mehrere Projektdossiers vorgelegt worden waren und der Druck der Umweltorganisationen, die Sache geordnet anzugehen, stieg. Für fortgeschrittenen Projekte bedeutete diese neue Herangehensweise Projektverzögerungen von mehreren Jahren. Hinzu kommt, dass die mannigfachen Anforderungen an den Bau und den Betrieb eines Windparks nicht immer konfliktfrei sind. Beispielsweise konkurrieren nicht selten der Lärm- und der Landschaftsschutz bei der Entscheidung, wie weit entfernt Anlagen von besiedelten Gebieten erbaut werden sollten. Solche Konflikte erfordern die Interessensabwägung einer kompetenten Stelle.

Dies alles führt dazu, dass die Planung und Erstellung eines Windparks in der Schweiz unter den aktuellen Verhältnissen realistischerweise ein Jahrzehnt dauert. Länder wie Deutschland oder Frankreich setzen sich schon deutlich länger mit der Windenergie auseinander. Die Prozesse sind dort deshalb klarer und die Planungszeiten damit merklich kürzer.

## Die Zukunft der Schweizer Windkraft

Massnahmen im Rahmen der Energiestrategie 2050 werden aktuell parlamen-

tarisch debattiert. Dabei werden einige der oben erwähnten Schweizer Besonderheiten adressiert: Für die KEV sollen mehr Gelder zur Verfügung gestellt werden und die Zusagekriterien sollen so angepasst werden, dass weit fortgeschrittene Projekte prioritätär berücksichtigt werden.[7] Damit besteht die Chance, dass die Problematik der Verzögerung von Projekten aufgrund fehlender KEV-Zusage entschärft wird. Auch postuliert der Entwurf des neuen Energiegesetzes ein nationales Interesse an der Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromproduktion. Sie würde damit als gleich- oder höherwertig im Vergleich zum Natur- und Landschaftsschutz gelten, was die Interessenabwägung im Rahmen der Raumplanung wohl beschleunigen dürfte.[8] Das alles trägt dazu bei, dass sich Praktiken einspielen und der Umgang mit Windenergie vertrauter wird. Trotzdem werden kurz- und mittelfristig wohl nicht viel mehr als ein Dutzend grosse Windparks in der Schweiz realisiert. Neue Standorte gibt es kaum mehr zu entdecken. Unter den Investoren ist der Schweizer «Kuchen» längst aufgeteilt. Darüber hinaus wird bedeutend in Windparks im europäischen Ausland investiert; in Zukunft ein wichtiges Standbein des Produktionsportfolios von Schweizer Energieunternehmen.

## Referenzen

- [1] Schweizerischer Bundesrat, Botschaft 13.074 zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)», 4.9.2013, Kapitel 2.1.
- [2] Gösgen-Däniken AG, Kernkraftwerk Gösgen – Technik und Betrieb, Abrufbar unter: [www.kkg.ch](http://www.kkg.ch), zuletzt geprüft am 10.2.2015.
- [3] Suisse Eole, 10 % Windstrom bis 2035, Medienmitteilung vom 26.11.2012.
- [4] Suisse Eole, Windenergie in der Schweiz – Ausbau aktuell, Stand: 2.12.2013, abrufbar unter: [www.suisse-eole.ch/media/u/resources/Faktenblatt-Windenergie-021213\\_fx16J5M.pdf](http://www.suisse-eole.ch/media/u/resources/Faktenblatt-Windenergie-021213_fx16J5M.pdf), zuletzt geprüft am 10.2.2015.
- [5] Schweizerischer Bundesrat, Energieverordnung (EnV) vom 7.12.1998, SR 730.01, Stand: 1.4.2014.
- [6] European Energy Exchange AG, Baseload Preis 2013, Abrufbar unter: [www.eex.com](http://www.eex.com), zuletzt geprüft am 10.2.2015.
- [7] Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Energiegesetz (EnG), SR 730.0, Entwurf vom 28.9.2012; vgl. auch Wasserfallen, C., Vernünftige Vergabepraxis bei der KEV einführen. Motion 12.3734 vom 19.9.2012.
- [8] Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft: Energiegesetz (EnG). SR 730.0, Entwurf vom 28.9.2012, Art. 14.

## Autorin

**Fanny Frei** doktoriert seit Anfang 2014 an der ETH Zürich zu dem Thema, wie Energieunternehmen mit Herausforderungen im Kontext der Energiewende umgehen. Zuvor hat sie als Projektleiterin fünf Jahre lang für EWZ Windparks und andere Erneuerbare-Energie-Anlagen in der Schweiz geplant. Fanny Frei ist Maschineningenieurin ETH mit einem interdisziplinären Masterabschluss in Sustainable Development.

ETH Zürich, 8092 Zürich  
[fannymfrei@ethz.ch](mailto:fannymfrei@ethz.ch)

## Résumé La topographie et la densité des zones d'habitation comme

### défis

#### Particularités suisses dans la planification de parcs éoliens

Le développement de la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables, entre autres l'énergie éolienne, est un des principaux piliers de la Stratégie énergétique 2050. Le Conseil fédéral estime le potentiel de l'énergie éolienne en Suisse d'ici à 2050 à plus de 4 TWh par an, l'association Suisse Eole compte même avec 6 TWh d'ici à 2035. Actuellement, la production annuelle en Suisse ne s'élève toutefois qu'à 0,1 TWh. Il s'avère que la planification d'éoliennes en Suisse est plus compliquée qu'aux endroits venteux prédestinés à l'étranger du fait des conditions de vent, de la topographie et de la densité des zones d'habitation. Certaines particularités compliquent la construction d'installations. La planification en altitude où la vitesse du vent est avantageuse est plus complexe qu'aux abords d'une côte par exemple. En montagne, la modélisation des vents est plus complexe, tout comme la construction de l'installation vu le terrain difficile. De plus, le givrage éventuel des installations constitue un risque en matière de sécurité. La densité de la population constitue un autre facteur intervenant dans la planification d'éoliennes en Suisse. De nombreuses régions à densité élevée n'entrent pas en ligne de compte en raison de la protection contre le bruit. Les régions protégées sont également exclues comme les zones de protection du patrimoine, du paysage et de la nappe phréatique. Sur ce point, les intérêts doivent être pesés par un organe compétent. L'ébauche de la nouvelle loi sur l'énergie voit un intérêt national dans l'utilisation des énergies renouvelables destinées à produire de l'électricité. Les conditions-cadres pour l'éolien devraient donc s'améliorer. Il faut toutefois partir du principe qu'à court et à moyen terme seule une douzaine de grands parcs éoliens verront le jour en Suisse. Par contre, de nombreuses EAE décident pour des raisons stratégiques d'investir dans des parcs éoliens en Europe.

Se