

WINDPARK LINDENBERG

www.windpark-lindenberg.ch

VON DER WINDMESSUNG ZUR ERTRAGSPROGNOSE – ORTSGEBUNDEN UND VERNÜNFTIG GERECHNET

Der vom Bundesamt für Energie erstellte und 2019 aktualisierte Windatlas dient als Grundlage für die gesamtschweizerische Ausbauplanung der Windenergie. Für konkrete lokale Stromertragsprognosen ist dieser aber zu ungenau. Um eine Aussage zum zukünftigen Energieertrag eines Windparks auf dem Lindenberg machen zu können, mussten daher die Windverhältnisse vor Ort im Detail abgeklärt werden. Auf dieser Basis wurde ein dreidimensionales Simulationsmodell und eine Windpotenzialkarte erstellt. Wie ging man dabei methodisch genau vor und was muss für eine Ertragsprognose weiter berücksichtigt werden?

So entsteht eine lokale Windpotenzialkarte

Das für das Projektgebiet auf dem Lindenberg errechnete Windpotenzial beruht auf einer 4-jährigen Messreihe (2014 – 2018), die mit dem 90 m hohen Messmast «Sonneri» auf dem Lindenberg erhoben wurde. Um eine langfristige und solide Prognose erstellen zu können, wurden die Daten des Messmasts in einem ersten Schritt mit Langzeit-Winddaten von anderen Messstationen abgeglichen (Salen-Reutenen (TG), Napf (BE) und Zürich-Fluntern (ZH)). Die Daten dieser Stationen müssen aus mindestens 10-jährigen, konsistenten Messreihen bestehen und im Verlauf gut mit den Daten des Messstandortes übereinstimmen.

Die abgeglichenen Daten dienten in einem zweiten Schritt als Grundlage für die Windmodellierung, mit welcher man

Liebe Leserin, lieber Leser

Wir möchten Ihnen in diesem Newsletter den Weg von den Windmessungen zur Prognose des Energieertrags näherbringen.

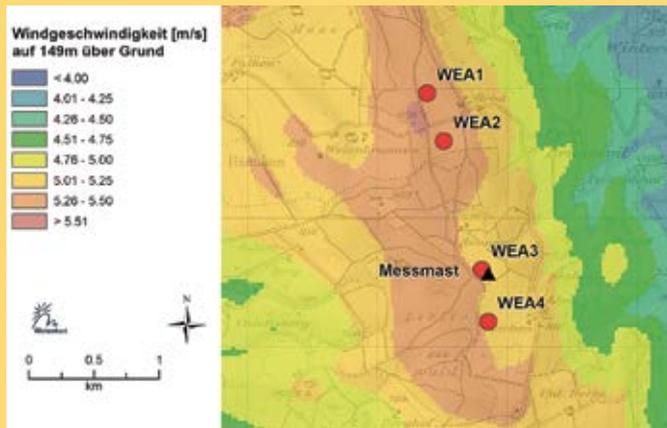
Um eine aussagekräftige Ertragsprognose für den Windpark Lindenberg machen zu können, werden auf dem Lindenberg seit 2014 Windmessungen durchgeführt. Für die Berechnung des Energieertrags wurden lokale Begebenheiten und diverse Sicherheitsabschläge berücksichtigt. Damit kann eine aussagekräftige, langfristige Prognose erstellt werden, auf die sich sowohl die Projektplanung als auch mögliche Finanzierungsinstitute abstützen können. Um dies zu veranschaulichen, gehen wir neben dem Beitrag zur Windmessung und der Ertragsprognose auch auf die Produktionszahlen eines bestehenden Windparkprojekts ein. Zudem gibt uns Roland Niederer von der ZKB Auskunft über die Kriterien, die bei der Beurteilung eines Windgutachtens für die Finanzierung zur Anwendung kommen.

Mit freundlichen Grüßen

Die Windpark Lindenberg AG

das Windaufkommen im ganzen Projektgebiet errechnen konnte. Bei dieser Modellierung kommen professionelle Computerprogramme und internationale Standards zum Einsatz. Für die Feinberechnungen wurden weitere lokale Einflüsse, wie die Beschaffenheit der Erdoberfläche (Wald, Wiese usw.), Topographie und Temperatur berücksichtigt. Resultat ist ein dreidimensionales Modell auf dessen Basis sich Windpotenzialkarten für verschiedene Höhen erstellen lassen. Die Windpotenzialkarte in Abbildung 1 bildet das durchschnittliche Windvorkommen an verschiedenen Orten auf 149 m über Boden ab, also auf Nabenhöhe der geplanten Windenergieanlagen. Sie dient zur weiteren Eingrenzung von Anlagestandorten.

Abb. 1: Windpotenzialkarte mit den langjährigen Windgeschwindigkeiten auf 149 m über Boden



● Standorte der Anlagen (Quelle: Meteotest AG)

Vom Windpotenzial zur Prognose des Energieertrags

Bei der Berechnung des Energieertrags für die definitiven Standorte spielt die Windpotenzialkarte auf 149 m eine untergeordnete Rolle. Es wird dabei nicht das durchschnittliche Windvorkommen berücksichtigt, sondern sich auf die Häufigkeit und die Verteilung verschiedener Windgeschwindigkeiten sowie die Anströmrichtungen gestützt – der Wind bläst ja schliesslich nicht immer gleich stark und nicht immer aus derselben Richtung. Das bedeutet, dass ausgehend von den Durchschnittswerten in der Windpotenzialkarte nicht einfach Schlüsse über den effektiven Energieertrag gezogen werden können. Eine weitere Rolle spielt der Anlagentyp: auch dieser hat einen Einfluss darauf, wie viel Energie aus dem Windvorkommen gewonnen werden kann.

Abb. 2: Verhältnis Windgeschwindigkeit und Energieertrag

Variante	A	B
Windgeschwindigkeit in der 1. Stunde	3	2
Windgeschwindigkeit in der 2. Stunde	3	5
Windgeschwindigkeit in der 3. Stunde	3	2
Mittlere Windgeschwindigkeit (m/s) *	3	3
Energieertrag in der 1. Stunde	27	8
Energieertrag in der 2. Stunde	27	125
Energieertrag in der 3. Stunde	27	8
Mittlerer Energieertrag (rel. Einheiten)**	27	47

* Gleicher Mittelwert
 ** Unterschiedlicher Ertrag

Abbildung 2 zeigt, wie wichtig es für eine präzise Energieertragsprognose ist, die verschiedenen Windgeschwindigkeiten heranzuziehen: Der Energieertrag steigt mit der dritten Potenz an, das heisst, kleine Änderungen in der Windgeschwindigkeit haben eine grosse Wirkung auf den Energieertrag! So haben zwar die beiden Beispielsvarianten A und B in Abbildung 2 die gleiche durchschnittliche Windgeschwindigkeit (Mittelwert). Die höhere Windgeschwindigkeit in der 2. Stunde der Variante B hat aber einen grossen Einfluss auf den mittleren Energieertrag.

Um bei der Voraussage des Stromertrags auf der sicheren Seite zu stehen, werden von der so errechneten Ertragsprognose schliesslich die zu erwartenden Verluste und Sicherheitsabschläge abgezogen. Das ergibt den Netto-Energieertrag, auch P75-Wert genannt. Dieser beziffert eine Jahresproduktion, die mit 75 % Wahrscheinlichkeit überschritten wird. Das bedeutet, dass insgesamt konservativ gerechnet wird.

Wie in der Abbildung 3 zu sehen, ergibt sich so mit dem geplanten Anlagentyp und insgesamt vier Anlagen für den Windpark Lindenberg ein prognostizierter Energieertrag von 32.7 Mio. kWh im Jahr. Zum Vergleich: Der mittlere Stromverbrauch einer Schweizer 5-Zimmerwohnung beträgt pro Jahr ca. 4500 kWh¹. Damit können mit dem geplanten Windpark Lindenberg ca. 7200 Haushalte mit Strom versorgt werden.

¹Normprofil H4 der Eidgenössischen Elektrizitätskommission ElCom.

Abb. 3: Berechnung des Energieertrags netto (P75)

Energieertrag brutto	100 %	44.1 Mio. kWh
Verluste: elektrische Verluste, Wartung	-19 %	-8,2 Mio. kWh
Abschaltungsverluste: Schatten, Schall, Vögel, Fledermäuse, Eis, Reserve		
Energieertrag netto (P50)		35,9 Mio. kWh
Sicherheitsabschlag	-7 %	- 3,2 Mio. kWh
Energieertrag netto (P75) Windpark (4 WEA) pro Jahr	74 %	32,7 Mio. kWh

Ansicht des Windparks Lindenberg vom Hämiker Berg (Fotosimulation)

Zur Person:

Roland Niederer ist Key Account Manager für Grossunternehmen im Markt Schweiz bei der Zürcher Kantonalbank (ZKB). In dieser Funktion ist er verantwortlich für die ganzheitliche Betreuung und Beratung von Grosskunden aus dem öffentlichen Sektor und insbesondere der schweizerischen Energiewirtschaft. Er fungiert dabei als erster Ansprechpartner für die Kunden bei sämtlichen Bankdienstleistungen. Ein Kernelement seiner Tätigkeit umfasst die Funktion des Finanzierungsspezialisten für massgeschneiderte Kreditfinanzierungen.

Windpark Lindenberg AG: Herr Niederer, wie gehen Sie bei der Beurteilung eines Projekts vor?

Roland Niederer: Bei der Beurteilung einer spezifischen Kreditanfrage prüfen wir in einem ersten Schritt den Antragsteller, dessen Eigentümerstruktur und die uns zur Verfügung gestellten Unterlagen. Bei einem positiven Grundsatzentscheid – sprich wenn die Eckwerte bezüglich Projekt, Geschäftsmodell und Finanzierungspartner uns überzeugen – folgt in einem nächsten Schritt die Detailprüfung der eingereichten Unterlagen. Die für eine abschliessende Beurteilung des Kreditgesuches eventuell fehlenden Unterlagen oder Zusatzinformationen werden bei Bedarf noch eingeholt. Bei dieser schrittweisen Bewilligung wird unterschieden zwischen einer unverbindlichen Absichtserklärung („Term Sheet“) und einem finalen Finanzierungsentscheid.

WPL: Welche Faktoren sind für Sie bei der Beurteilung besonders wichtig?

RN: Einerseits spielt die Eigentümerstruktur (stabile Trägerschaft, gesunde Eigenkapitalbasis) sowie die Professionalität und Erfahrung des Managements eine zentrale Rolle. Andererseits wird die aktuelle und künftige Positionierung des Unternehmens im entsprechenden Marktumfeld beurteilt. Jede Investition in die Zukunft hat im Rahmen der individuellen strategischen Vorgaben eines Unternehmens zu erfolgen (strategischer Fit). Die enge Einbindung der Bewohner der betroffenen Gemeinde(n) vor der Realisierungsphase (Stichwort: Wohnraum und Naturschutz) erachten wir als zentral. Wir unterstützen grundsätzlich die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien. Seit rund einem Jahr ist die Zürcher Kantonalbank Mitglied bei Swis cleantech, einem Wirtschaftsverband, der sich für eine klimataugliche Wirtschaft einsetzt. Meine Teamkollegin fungiert in diesem

Verband seit einigen Monaten als Vorständin. Mit dem Engagement der ZKB bei Swis cleantech unterstreichen wir unser Engagement und unsere Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung. Nachhaltige Projekte liegen uns also besonders am Herzen.

WPL: Welche Informationen benötigen Sie, damit Sie eine vollständige Beurteilung vornehmen können?

RN: Detailinformationen zum Eigentümer, und hier insbesondere die Klärung des wirtschaftlich berechtigten Personenkreises beim Kreditnehmer, bilden die Basis zur allgemeinen Kundenidentifikation. Neben einer aussagekräftigen, testierten finanziellen Berichterstattung des Kunden werden u.a. mehrjährige Finanzpläne (Plan-Rechnungen) benötigt. Die Würdigung der finanziellen Tragbarkeit unter Berücksichtigung von möglichen Negativszenarien bezüglich Ertrags- und Substanzentwicklung steht dabei im Vordergrund. Ergänzend zur umfassenden Projektdokumentation (Baupläne, Beschlüsse der zuständigen Behörden etc.) werden spezifische Gutachten von unabhängigen Dritten beigezogen. So stellen wir im Beispiel Windenergie auf Windgutachten ab.

WPL: Welche Rolle spielt für Sie das Windgutachten bei der Beurteilung eines Projekts?

RN: Eine sehr bedeutende. Der wirtschaftliche Erfolg, d.h. die Ertragsprognose eines Windparks steht und fällt mit den zu erwartenden Windgeschwindigkeiten. Ohne Wind wird kein Strom produziert. Die Kernkompetenz einer Bank liegt in der Beurteilung der finanziellen Tragbarkeit eines Projektes. Für derartige Projektfinanzierungen stützen wir uns darum für diese entscheidende Grundlage auf die Expertise eines renommierten Gutachters ab.

WPL: Wann beurteilen Sie ein Windgutachten als «qualitativ gut»?

RN: Ein aussagekräftiges Gutachten beinhaltet u.a. eine mehrjährige Messperiode. Je länger die Messdaten erhoben werden, um so höher ist die statistische Wahrscheinlichkeit der zu erwartenden Windgeschwindigkeiten. Damit verbunden ist die Lage und Höhe des provisorisch installierten Mastes für die Windmessungen ein wichtiger Faktor. Schlussendlich stützen wir uns ausschliesslich auf Expertisen, welche von renommierten und im Markt bekannten und etablierten Gutachtern mit mehrjähriger Erfahrung in jeweiligen Bereich erstellt werden.

ROLAND NIEDERER, ZKB

INTERVIEW

BEURTEILUNG EINES KREDITGESUCHS

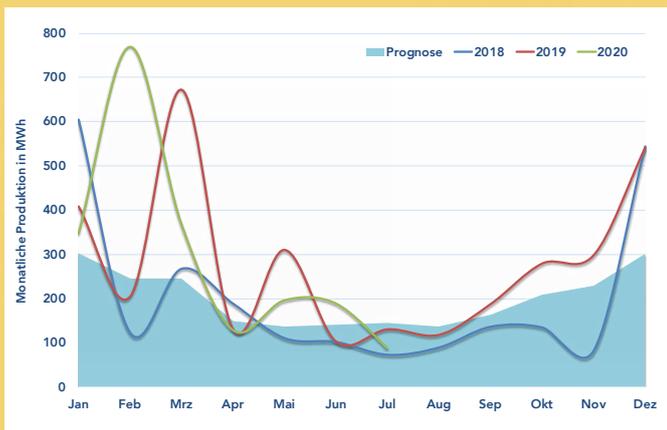
BEISPIEL LUTERSARNI – ÜBER DIE BETRIEBSDAUER ERFOLGREICH

Die Ertragsprognose bezieht sich auf die gesamte Laufzeit einer Windenergieanlage (min. 20 Jahre). Sie macht Aussagen zum durchschnittlichen Jahr in dieser langjährigen Periode und nicht zu einzelnen Monaten. Entsprechend sind die während dem Betrieb aufgezeichneten (monatlichen) Ausschläge nach unten oder oben im Hinblick auf den langjährigen Betrieb zu verstehen: das reale Windaufkommen in einem Monat kann vom Wert in der langjährigen Ertragsprognose nach unten abweichen, in anderen Monaten werden diese Abweichungen aber durch grosse Winderträge «kompensiert». Selbst die Jahreserträge schwanken von Jahr zu Jahr.

Um dies anschaulicher zu machen, betrachten wir die Werte der Produktionszahlen der Windkraftanlage Lutersarni im Luzerner Entlebuch.

Anhand der Abbildung 4 kann nachvollzogen werden, wie diese Schwankungen über einen längerfristigen Zeitraum der Prognose nahekommen bzw. diese insgesamt sogar übertreffen. Während bspw. im Februar 2018 die Werte der Ertragsprognose nur zur Hälfte erreicht wurden, stiegen sie im Februar 2020 stark über die Erwartungen. Auch bei Photovoltaik- und Wasserkraftanlagen ist nicht

Abb. 4: Produktionsdaten Lutersarni



Ansicht des Windparks aus Brunnwil Nord (Fotosimulation)

jeder Jahresverlauf gleich. So schwankt die reale Produktion im Wasserkraftwerk Bremgarten–Zufikon im Vergleich zum langjährigen prognostizierten Mittel ebenso. Im Juni 2019 brachte die Reuss in Bremgarten ca. 50 % mehr und im September 2019 ca. 50 % weniger Wasser als der langjährige Prognosewert. Damit ist auch für die Planung eines Wasserkraftwerks aber auch einer Photovoltaikanlage die langfristige Produktion ausschlaggebend.

Im langjährigen Jahresverlauf ist die Windenergie vor allem in den Wintermonaten stark, wenn die Sonne nur spärlich scheint und auch wenig Wasser in den Flüssen fliesst. Sie ist damit die ideale Partnerin zur Wasserkraft und Solarenergie. Da Grosskraftwerke in der Schweiz und im Ausland in den nächsten Jahren zunehmend vom Netz gehen, wird Winterstrom in Zukunft knapper.

EXKURSION ZUM WINDPARK VERENAFOHREN



Am **12. September 2020** findet die nächste Exkursion zum Windpark Verenafohren in der Nähe von Schaffhausen statt. Dabei haben Sie die Gelegenheit, einen modernen Windpark zu besuchen und sich vor Ort ein Bild von den Anlagen zu machen.

Anmeldung und weitere Informationen online unter www.windpark-lindenberg.ch/exkursionen

Impressum: Herausgeber und Redaktion:
Windpark Lindenberg AG, c/o AEW Energie AG
Obere Vorstadt 40, 5000 Aarau