

3.7 Windenergieanlagen

3.7.1 Auslegungswerte von Windenergieanlagen (WEA)

Standortabhängigkeit

Bei der Beurteilung des Potentials von WEA kommt der Standortabhängigkeit einer Anlage grosse Bedeutung zu. Eine WEA von identischem Design liefert an unterschiedlichen Standorten eine völlig unterschiedliche Stromproduktion. Dies, weil aufgrund der unterschiedlichen topographischen Verhältnisse und lokalen Begebenheiten auch sehr unterschiedliche Windverhältnisse vorliegen. Erschwerend dazu kommt, dass das zukünftige Wetter ja nicht wirklich vorausgesagt werden kann. Somit kann die zu erwartende Stromproduktion einer WEA nur abgeschätzt werden. Die Produktionsstatistiken der vergangenen Jahre zeigen dies deutlich. So war z. Bsp. das 2023 ein besonders günstiges Windjahr. Natürlich wird mit Windmodellierungen und mit Hilfe von Erfahrungswerten versucht, eine bestmögliche Vorhersage zu erreichen - es bleibt aber so oder so eine Abschätzung.

Diese Standortabhängigkeit kommt in **Bild 3.7-3** sehr gut zum Ausdruck, wo die Produktivität der WEA für verschiedene Regionen der Schweiz wie Jurahöhen, Mittelland, Alpen oder auch spezielle Lagen wie das Rohneknien im Wallis aufgezeigt werden.

Wird nun angedacht, für die Schweizer Energieversorgung zwischen 900 und 1'200 WEA zu bauen, so sind vorgängig für die verschiedenen Landesteile Pilotanlagen zu errichten und während mindestens einem Jahr die Produktion real messen zu können. Darauf basierend kann dann wirklich abgeschätzt werden, wie viele WEA tatsächlich benötigt werden, um ein bestimmtes Ziel - z. Bsp. 9 TWh/a Windenergie - zu erreichen.

Nennleistung einer WEA

Dem Design einer WEA wird eine Nennleistung zugrunde gelegt. Für theoretisch interessierte: Die Nennleistung einer WEA ist in etwa proportional zur Fläche des Rotors und der Windgeschwindigkeit hoch 3.

Die Nennleistung ist diejenige Leistung, die eine WEA unter optimalen Bedingungen erbringen kann - also die theoretische Maximalleistung bei stationärer Anströmung und der idealen Windgeschwindigkeit.

WEA sind produktiv im Bereich von Windgeschwindigkeiten zwischen 10 und 80 km/h (Grössenordnung).

Moderne WEA, die voraussichtlich zukünftig in der Schweiz erstellt werden, verfügen über Nennleistungen im Bereich von 3.3 bis 5.6 MW.

Mit der Nennleistung ergibt sich die maximal mögliche Stromproduktion einer WEA pro Jahr. Dieser Produktionswert ist natürlich völlig theoretisch und wird nie erreicht werden. Er dient zum Vergleich zwischen verschiedenen Windturbinen und als Planungsreferenz für Anlagen (Windparks).

Jahresstunden: $24 \text{ h/Tg} * 365 \text{ Tg/a} = 8'760 \text{ h/a}$

Nennleistung 3.3 MW: Jahresproduktion = $3.3 \text{ MW} * 8'760 \text{ h} = 28'908 \text{ MWh}$ -> 28.908 GWh

Nennleistung 5.6 MW: Jahresproduktion = $5.6 \text{ MW} * 8'760 \text{ h} = 49'056 \text{ MWh}$ -> 49.056 GWh

Wichtig: Es ist strikte zu beachten, dass ein Vergleich zwischen verschiedenen Technologien oder Anlagen stets über die Stromproduktion pro Jahr und nicht über die Nennleistung der Anlagen gemacht werden muss.

Prozentuale Verfügbarkeit der Nennleistung bzw. Wind-Volllaststunden

Zur Abschätzung der Produktivität einer WEA kann nun sehr vereinfachend ein Wert bezüglich der „Prozentualen Verfügbarkeit der Nennleistung“ herangezogen werden. Dies sind Allerweltswerte, in die all die Unwegsamkeiten für das Design wie Standortverhältnisse, Witterung, Flauten, Abschaltungen, etc. hineingepackt werden. Dennoch sind solche Wert sehr hilfreich und letztlich auch aussagekräftig für die Beurteilung eines Standortes.

Ein anderer Ansatz mit dem gleichen Effekt sind die sog. Wind-Volllaststunden. Diese beziffern ganz einfach die Zeit (Stunden), die eine Anlage auf Volllast (Nennleistung) hätte laufen müssen und die effektiv erbrachte Jahresproduktion zu erbringen. Als Beispiel die Angabe in [statista](#). Hier wird gesagt, dass in Deutschland (Onshore) mit 1'800 Volllaststunden gerechnet werden kann um die Produktion einer WEA abzuschätzen. 1'800 Volllaststunden entsprechen einer prozentualen Verfügbarkeit von:

$$1'800 \text{ h} / 8'760 \text{ h} * 100 = 20.5 \%$$

D. h. , es wird erwartet, dass eine WEA etwa einen Fünftel der theoretischen Maximalleistung erreichen wird.

Für die 41 Schweizer WEA, welche im 2023 in Betrieb waren, sind diese Werte in **Bild 3.7-3** aufgezeigt. Es sind grosse Unterschiede erkennbar. Die besten Werte wurden auf den Jurahöhen mit 28 % und die schlechtesten Werte in den Alpen erreicht. Die WEA Gries auf dem Nufenenpass erreichte gerade mal 7.5 % - ein Wert, der zu denken gibt. Dieses Ergebnis bedeutet im Prinzip, dass auf dem Nufenen etwa vier Mal mehr WEA aufgestellt werden müssten als auf den Jurahöhen, um die gleiche Stromproduktion zu erreichen.

Natürlich ist das vereinfachend, aber dem Gedanken muss trotzdem Rechnung getragen werden, wenn, wie in der Präsentation Neukomm vorgeschlagen, in der Schweiz ca. 900 WEA errichtet werden sollen. Diese werden sich über die gesamte Fläche der Schweiz verteilen müssen und können nicht alle auf den Jurahöhen stehen. Gerade die Anlagen in den Alpen lieferten bescheidene Ergebnisse.

Abstand der WEA zur nächsten Siedlung

Bereits in der Pionierzeit von WEA wurde als sinnvolle Regel die 10H Regel eingeführt. Ich war ca. 1980 im Windausschuss von Kiel (BRD) als diese Regel entstand. Sie war damals unbestritten und galt als fairer Kompromiss zwischen Anlagenplaner und Bevölkerung.

Die Regel besagt: Der Abstand zwischen einer WEA und dem nächsten ganzjährig besiedelten Gebäude beträgt 10 Mal die Nabenhöhe - also die Höhe des Mastes.

Unruhe entstand, als die Bayrische Landesregierung 2014 eine 10H Regel für Bayern in die Bauordnung aufnahm wobei für H aber nicht die Nabenhöhe, sondern die Gesamthöhe der WEA (also Nabenhöhe plus ½ Rotordurchmesser) steht. Da neue, moderne WEA über 200 m hoch sind, führt diese Regel natürlich zu einer starken Einschränkung von möglichem WEA Standorten. Nach stetigen Diskussionen wurde diese Regel in Bayern im 2022 nochmals bestätigt, aber nun mit rigorosen Ausnahmen und um einen Mindestabstand von 1'000 m ergänzt, der jedenfalls einzuhalten ist.

In der Schweiz ist die Abstandsregelung den Standortgemeinden (Baubewilligung) überlassen. Eine 10H Regel im ursprünglichen Sinne (10 x Masthöhe) würde aufgrund der hohen Siedlungsdichte in der Schweiz den Bau von WEA sicherlich beeinträchtigen. In diese Situation wird es für jede zukünftige WEA Diskussionen um die Abstandsregelung geben.

Ich befürworte die Regel:

Mindestabstand = der kleinere Wert von $10H$ oder $1'000$ m

H = Nabenhöhe = Masthöhe

In der EKZ BLUE 1/2024 wird auf den Seiten 16 und 17 einerseits eine WEA von 246 m Gesamthöhe und andererseits Abstände zu bewohnten Gebäuden/Siedlungen von 300, 500 oder 700 m aufgeführt.

Solche Aussagen sind aus meiner Sicht zynisch und verantwortungslos.

Als Stimmbürger einer WEA Standortgemeinde würde ich jedes Bauvorhaben ablehnen, das die obige Regel nicht erfüllt.

3.7.2 Beispiele für WEA Referenzanlagen

Veranlassung

Um innerhalb dieses Website und bei Diskussionen ein Vereinfachung (gemeinsames Verständnis) zu erzielen werden nachfolgend zwei Anlagen als „Referenzanlagen“ beschrieben. Es sind dies:

- 1) Mittlere WEA: 3.3 MW Basis: Windpark Verenafohren (D)
- 2) Grosse WEA: 5.6 MW Basis: Projekt Weisslingen

Mittlere WEA

[Link](#)

Als Referenz für kleine bis mittlere WEA kann der Windpark Verenafohren mit den nachfolgenden Kernzahlen dienen. Der Windpark liegt wenige km nördlich von Schaffhausen und besteht aus 3 identischen WEA.

Leistung einer Turbine: 3.3 MW
Nabenhöhe: 134 m
Rotor Durchmesser: 131 m
Gesamthöhe: $134 + (131/2) = 199.50$ m

Grosse WEA

[Link](#)

Als Referenz für wirklich grosse WEA kann das Projekt Weisslingen (zwischenzeitlich sistiert) mit folgenden Kernzahlen dienen:

Leistung: 5.6 MW
Nabenhöhe: 166 m
Rotor Durchmesser: 160 m
Gesamthöhe: $166 + (160/2) = 246$ m

Bild 3.7-1 zeigt einen Grössenvergleich der grossen WEA mit dem Eiffelturm und dem Zürcher Grossmünster. Die Rotorspitze erreicht 89 % der Höhe des Eiffelturms und die vierfache Höhe des Grossmünsters.

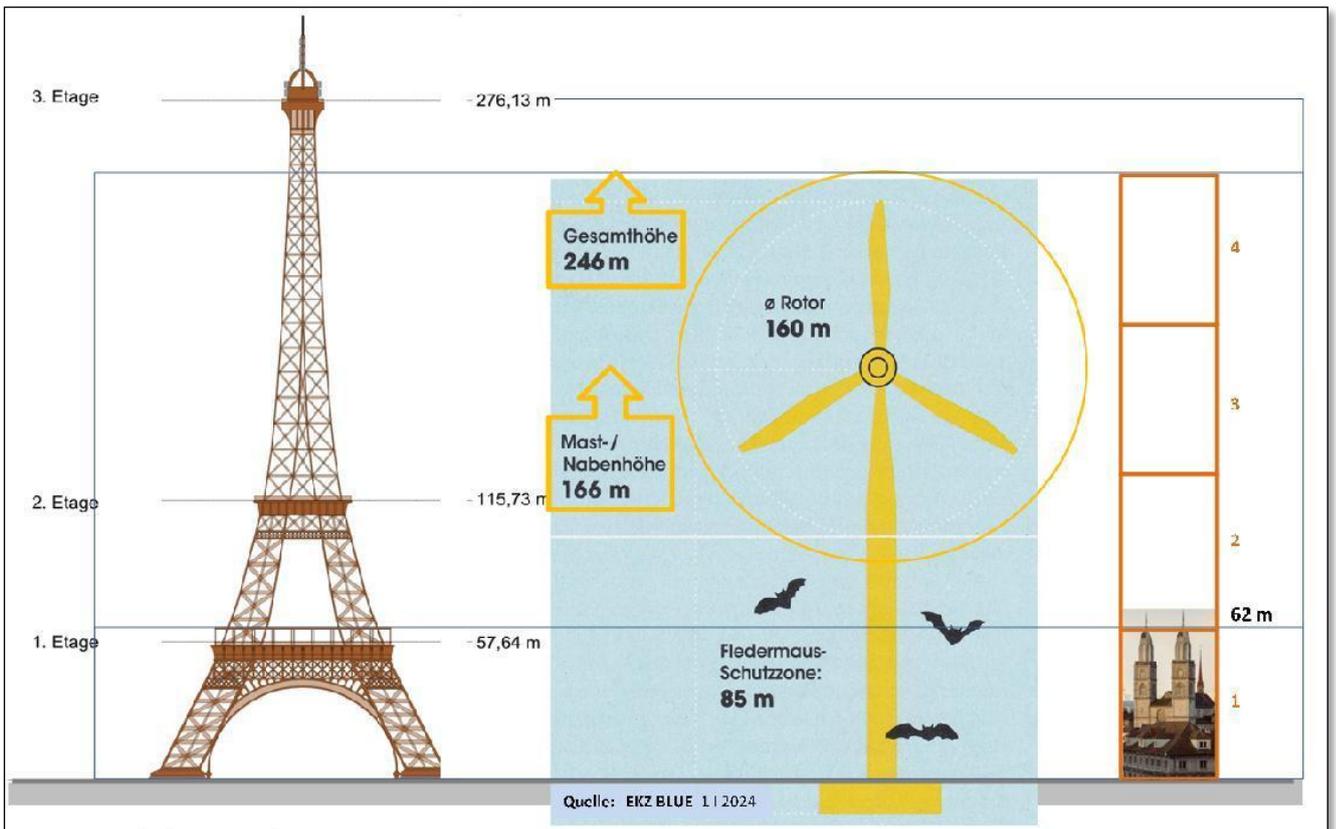


Bild 3.7-1 Größenvergleich der „Grossen Referenzanlage“

3.7.3 Windenergie in der Schweiz

Produktionsdaten der Schweizer WEA im 2023

In diesem Abschnitt werden die Produktionsdaten der 41 Schweizer WEA, die im 2023 ganzjährig in Betrieb waren zusammengestellt, ausgewertet und bezüglich ihrer Effizienz beurteilt. Zusätzlich werden auch die Daten des grenznahen Windparks Verenafohren aufgezeigt.

Bild- und Datenquelle: [UVEK-GIS](#) [Windpark Verenafohren](#)

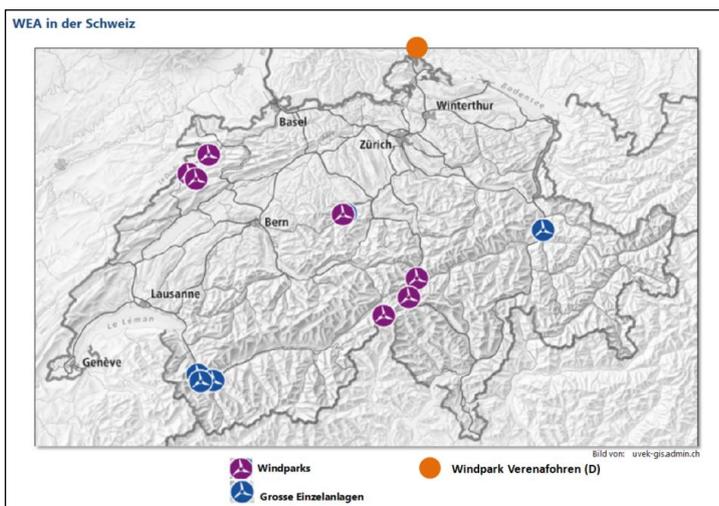


Bild 3.7-2 WEA in der Schweiz 2023; Windpark Verenafohren (D)

In **Bild 3.7-3** werden die Kerndaten und die Jahresproduktion 2023 der Windparks und grossen Einzelanlagen aufgrund der Angaben im UVEK-GIS für die Regionen Jura, Mittelland und Alpen zusammengestellt und die „Verfügbarkeit bezüglich der Nennleistung“ ausgewertet. Dies ist eine analoge Auswertung zu den „Volllaststunden“.

Es zeigt sich die erwartete gute Ausbeute der Anlagen auf den Jurahöhen mit ca. 28 %. Dagegen fallen die Ergebnisse für die Anlagen im Mittelland und in den Alpen enttäuschend aus. Die Werte für Gries (7.5 %) und Feldmoos/Rengg (10 %) sind schlicht unterirdisch. Ohne gegenteiligen Beweis bedeutet dies, dass in den Lagen Mittelland / Alpen ca. 3 bis 4 mal mehr WKA erstellt werden müssten, um die gleiche Strommenge zu erzeugen wie auf den Jurahöhen erzeugt werden kann.

Zusätzlich wird noch der grenznahe Windpark Verenafohren (nördlich Schaffhausen) gezeigt. Dieser Windpark zeichnet sich ebenfalls durch eine hohe Effizienz aus - gleich wie die Anlagen auf den Jurahöhen.

A) Windparks				
Jura	Mt. Crosin	Peuchapatte	St. Brais	Total
Geographische Lage	St. Imier	Breuleux	St. Brais	Jura
Anzahl WEA / Baujahr	16 / 2010..2016	3 / 2010	2 / 2009	21
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m 94 / 112	108 / 82	78 / 82	
Gesamthöhe	m 150	149	119	
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n 37.20	6.90	4.00	48.10
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _{n,h} 325'872	60'444	35'040	421'356
Jahesproduktion 2023	MWh 91'144	17'108	9'681	117'933
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	% 28.0	28.3	27.6	28.0 %
Mittelland	Feldmoos/Rengg			Total
Geographische Lage	Entlebuch			Mittelland
Anzahl WEA / Baujahr	2 / 2005..2011			2
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m 50 / 54			
Gesamthöhe	m 77			
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n 1.85			1.85
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _{n,h} 16'206			16'206
Jahesproduktion 2023	MWh 1'616			1'616
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	% 10.0			10.0 %
Alpen	Gries	San Gottardo	Gütsch	Total
Geographische Lage	Nufenen	Gotthard	Oberalp	Alpen
Anzahl WEA / Baujahr	4 / 2016	5 / 2020	4 / 2004...2012	13
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m 85 / 92	98 / 92	55 / 44	
Gesamthöhe	m 131	144	77	
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n 9.36	11.75	3.30	24.41
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _{n,h} 81'994	102'930	28'908	213'832
Jahesproduktion 2023	MWh 6'178	13'465	4'780	24'423
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	% 7.5	13.1	16.5	11.4 %

Bild 3.7-3a Anlagedaten und Stromproduktion von Schweizer Windparks im 2023

B) Grosse Einzelanlagen (> 1 MW)					
Mittelland		Haldenstein	Lutersarn	Total	
Geographische Lage		Chur / Trimmis	Entlebuch	Mittelland	
Anzahl WEA / Baujahr		1 / 2012	1 / 2013	2	
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m	119 / 112	78 / 82		
Gesamthöhe	m	175	119		
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n	3.0	2.3	5.3	
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _n h	26'280	20'148	46'428	
Jahesproduktion 2023	MWh	4'400	3'927	8'327	
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	%	16.7	19.5	17.9 %	
Wallis (Talsohle)		Charrat VS	Martigny	Collonges	Total
Geographische Lage		Rhoneknie	Rhoneknie	Rhoneknie	Wallis
Anzahl WEA / Baujahr		1 / 2012	1 / 2008	1 / 2005	3
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m	99 / 101	99 / 82	100 / 71	
Gesamthöhe	m	150	140	136	
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n	3.0	2.0	2.0	7.0
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _n h	26'280	17'520	17'520	61'320
Jahesproduktion 2023	MWh	6'615	5'008	4'582	16'205
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	%	25.2	28.6	26.2	26.4 %
C) Zusammenstellung WEA Schweiz (Stand 2023)					
	Max. Produktion	Produktion 2023	Verfügbarkeit	Anz. WEA	
	MW _n h	MWh	%		
Jura	421'356	117'933	28	21	
Mittelland	62'634	9'943	16	4	
Wallis Rhoneknie	61'320	16'205	26	3	
Alpen	213'832	24'423	11	13	
Total Schweiz	759'142	168'505	22	41	

Region	Anz. WEA	Prod. bei Nennleistung (MWh)	Prod. 2023 (MWh)
Jura	21	421'356	117'933
Mittelland	4	62'634	9'943
Wallis	3	61'320	16'205
Alpen	13	213'832	24'423

Bild 3.7-3b Anlagedaten und Stromproduktion von grossen Schweizer WEA im 2023

D) Windpark Deutschland (nördlich Schaffhausen)			
Landkreis Konstanz		Verenafohren	Total
Geographische Lage		Schaffhausen Nord	Schaffhausen Nord
Anzahl WEA / Baujahr		3 / 2017	3
Nabenhöhe / Rotordurchmesser	m	134 / 131	
Gesamthöhe	m	199.50	
Total Installierte Leistung (Nennleistung)	MW _n	9.9	9.9
Jahesproduktion bei Nennleistung	MW _n h	86'724	86'724
Jahesproduktion 2023	MWh	24'447	24'447
Verfügbarkeit bez. Nennleistung	%	28.2	28.2 %

Bild 3.7-3c Anlagedaten und Stromproduktion für den Windpark Verenafohren (D) im 2023

3.7.4 Fokus Winterstrom

Lieferrn WEA Winterstrom?

Bei der Diskussionen der Schweizer Stromversorgung steht meistens der Bedarf an Winterstrom im Zentrum. In diesem Zusammenhang wird für WEA stets hervorgehoben, dass ca. 2/3 der Stromproduktion im Winter anfällt. Dazu die nachfolgende Betrachtung:

Für den Windpark Verenafohren (D) werden von der „bürger-energie bodensee“ die monatlichen Erträge seit Inbetriebnahme des Windparks zur Verfügung gestellt (**Bild 3.7-4** und Bild 3.7-5).

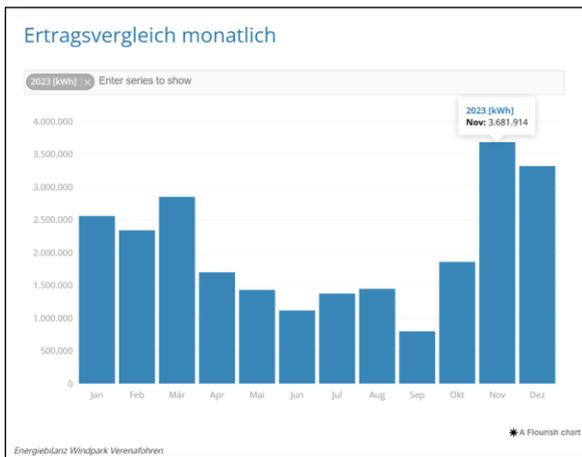


Bild 3.7-4 Verenafohren: Mon. Erträge 2023

Bildquelle: [bürger-energie bodensee](https://www.buerger-energie-bodensee.ch)

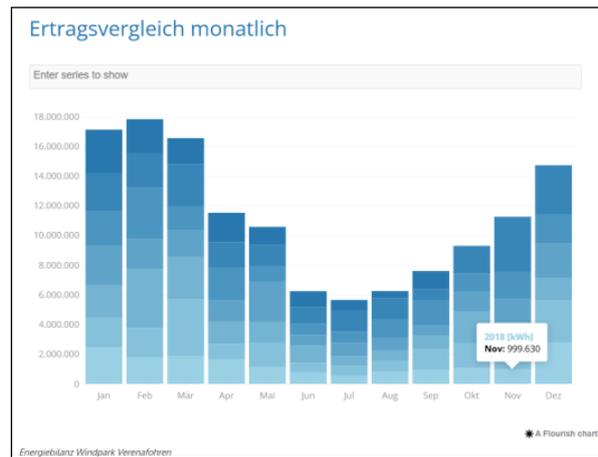


Bild 3.7-5 Verenafohren: Erträge 2018 bis 2024

Die Daten des Verenafohren Windparks bestätigen dies eindrücklich.

Aber eine Frage stellt sich: Sind das nun gute Werte im Winter oder einfach nur schlechte Werte im Sommer? Die Zahlen sagen folgendes:

Der Park hat 3 Turbinen mit je 3.3 MW_n Nennleistung pro Turbine: (MW_n: lies Megawatt Nennleistung)

Monatsproduktion: $3 * 3.3 \text{ MW}_n * 8'760 \text{ h} / 12 = 7'227 \text{ MW}_n\text{h} \rightarrow 7'227'000 \text{ kW}_n\text{h}$

Höchste Produktion im NOV: $3'681'914 \text{ kWh} / 7'227'000 \text{ kW}_n\text{h} * 100 = 51 \%$

Tiefste Produktion im SEP: $796'943 \text{ kWh} / 7'227'000 \text{ kW}_n\text{h} * 100 = 11 \%$

Auch wenn 2023 ein Windrekordjahr war, ist die Ausnützung im Winter mit über 50 % doch sehr gut.

Die Schwäche im Sommer ist verkraftbar, da es ja ohnehin viel zu viel unnützen Sommer-Solarstrom geben wird/soll. Ausserdem sind schwache 11 % immer noch gleich viel, wie das Jahresmittel des Gotthard Windparks.

Wenn nun der Fokus auf die Stromproduktion im Winter gelegt wird, soll hier noch ermittelt werden, wie viele Solarmodule erforderlich wären, um den gleichen Stromertrag wie 1 Windturbine zu liefern. Der Vergleich der Winterproduktion von einer (1) mittleren Referenz-Windturbine (3.3 MW_n) mit der Winterproduktion von einem (1) Referenz Solarpanel (400 WP) ergibt sich folgendes:

Aus **Bild 3.7-4**: Durchschnittliche Produktion von 1 Windturbine im Winterquartal (in kWh):

NOV $3'681'914 / 3 = 1'227'305$

DEZ $3'317'238 / 3 = 1'105'746$

JAN $2'555'072 / 3 = 851'691$

Winterquartal $3'184'742 \text{ kWh}$

Durchschnittliche Produktion im Winterquartal von 1 Solarpanel im Schweizer Mittelland:

Basis: Standard Panel 400 w_p (w_p : lies Watt Peak)

Jährliche Stromproduktion bez. Peakleistung: 15 %

Anteil der Jahresproduktion im Winterquartal: 7 %

-> Bild 3.6-4

Peak-Produktion im Winterquartal: $0.4 \text{ kW}_p * 8'760 \text{ h} / 4 = 876 \text{ kW}_p\text{h}$

Effektive-Produktion im Winterquartal: $876 \text{ kW}_p\text{h} * 0.15 \text{ kWh/kW}_p\text{h} * 0.07 = 9.2 \text{ kWh}$ pro Panel

Die Gegenüberstellung ergibt nun folgendes:

$3'184'742 \text{ kWh} / 9.2 \text{ kWh} = 346'167$ Panels

Eine (1) Turbine (3.3 MW_e) des Windparks Verenafohren liefert also im Winterquartal (NOV, DEZ, JAN) so viel Strom, wie schätzungsweise von mehr als 300'000 Solarpanels (400 w_p) im gleichen Zeitraum für das Schweizer Mittelland erwartet werden darf.

-----Vergleich-----

Eine (1) Turbine des Windparks Verenafohren liefert im Winterquartal (NOV, DEZ, JAN) so viel Strom wie schätzungsweise von mehr als 300'000 Solarpanels für den gleichen Zeitraum im Schweizer Mittelland erwartet werden darf.

Das heisst, um die gleiche Strommenge wie der Windpark (3 Turbinen) produziert, mit Solarpanels zu erzeugen, würden ca. 1 Mio. Panels benötigt. 1 Mio. = 1'000'000 Panels

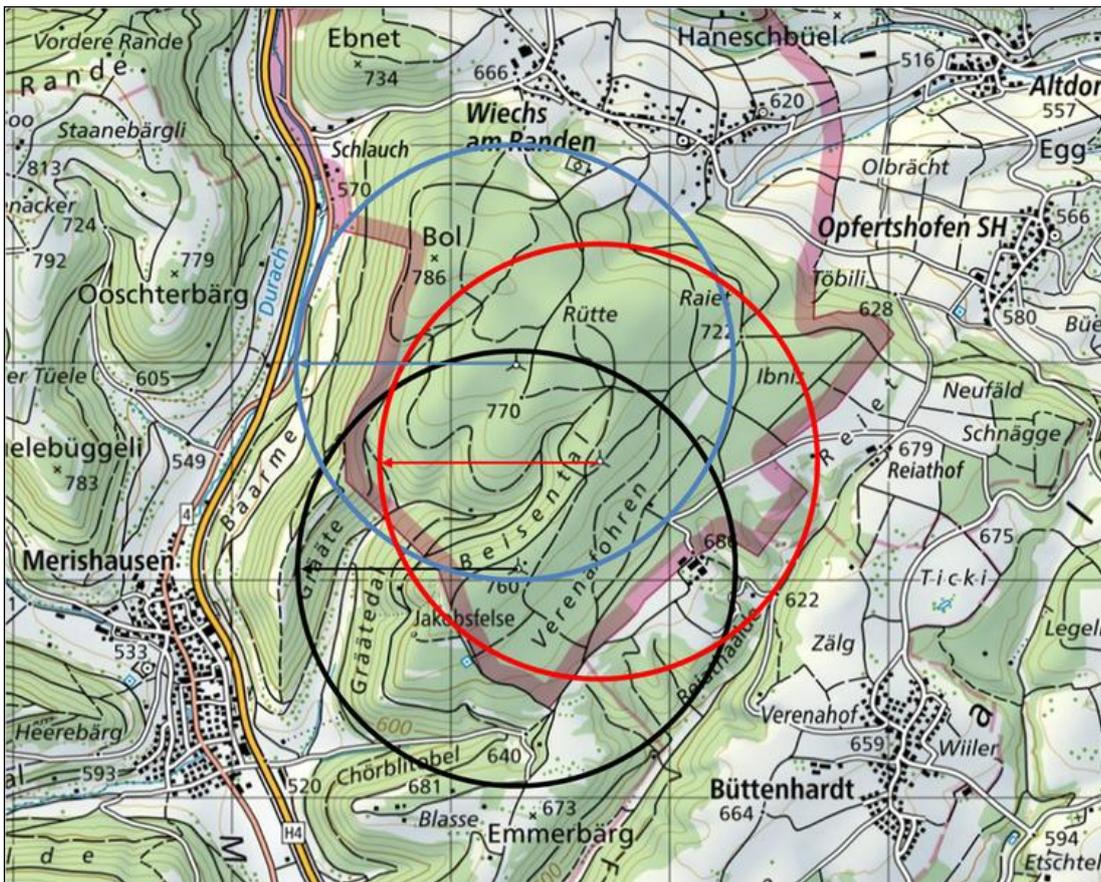


Bild 3.7-6 Windpark Verenafohren: Abstand zu den Siedlungen (Kreise mit 1'000 m Radius)

3.7.5 Summary Windenergie

----- meine persönliche Meinung: Analyse -----

Beim Betrachten der vorstehenden Abschnitte zeigen sich einige für den Bau von WEA in der Schweiz bedeutende Aspekte:

- a) Die Standortwahl einer WEA ist wichtig und hat einen grossen Einfluss auf die Produktivität der Anlage. Es ist richtig, dass grosse WEA (>200 m) diverse Vorteile haben - die Wahl eines guten Standorts ist aber von grösserer Bedeutung. Beispiele dafür:
 - > im Mittelland erreicht die deutlich kleinere Anlage Lutersarni (119 m) eine wesentlich höhere Effizienz als Haldenstein (175 m)
 - > in den Alpen erreicht die kleine Anlage Gütsch/Oberalp (77 m) einen mehr als doppelt so hohen Effizienzwert wie das Schweizer Schlusslicht Gries/Nufenen (131 m).
- b) Die heute in der Schweiz in Betrieb stehenden WEA zeigen nur für die Jurahöhen und den Spezialfall „Rhoneknie“ gute, bis sehr gute Produktionswerte (Effizienz). Es gibt ein „Aber ...“
 - > Insbesondere liefern die Anlagen in den Alpen eine erstaunlich schlechte Auswertung.
 - > Für das Mittelland gilt es, die besten Standorte noch auszuloten.
- c) Die „offizielle“ Erwartungshaltung an die Windenergie ist riesig. Neukomm schlägt 9 TWh/a vor, die durch 900 WEA zu erbringen sind. Nach meiner Einschätzung dürften dafür eher 1'200 Anlagen nötig sein. So oder so - eine grosse Zahl. Das dürfte schwierig werden, bei der hohen Besiedlungsdichte im Schweizer Mittelland und unserem System der direkten Demokratie. Und natürlich, es können nicht alle WEA im Jurabogen und im Berner Seeland gebaut werden.
- d) Die Schweiz hat eine sehr hohe Besiedlungsdichte - insbesondere natürlich im Mittelland - und ist daher mit unseren Nachbarn nicht direkt vergleichbar. Dabei muss eine vernünftige Abstandsregel eingehalten werden. Dass dies den einzelnen Standortgemeinden überlassen wird, ist ein Unding.
- e) Unser politisches System mit Volksbefragungen wird für viele WEA Projekte eine schwierige Hürde sein. Ob der politische Wille dafür vorhanden ist, wie Regierungsrat Neukomm das erhofft?
- f) Der Windpark Verenafohren (D) nördlich Schaffhausens hat für mich Vorbildcharakter. Aus technischer Sicht erreicht er eine hohe Effizienz im Winter, und aus gesellschaftspolitischer Sicht ist er doch akzeptabel, da vernünftige Abstände von mindestens 1'000 m zu den Siedlungen eingehalten werden. Auch die Parkgrösse mit drei Turbinen ist akzeptabel - im Gegensatz zu Planungen von ganzen „Turbinenwäldern“ - also eine sorgfältige Standortwahl (**Bild 3.7-6**).

Ein diesbezügliches Negativ-Beispiel ist das mittlerweile gescheiterte Projekt Thundorf. Hier wurde ein überrissenes Windpark-Projekt mit 8 Turbinen geplant, das dann von einer breiten Bevölkerung abgelehnt wurde. Nach der Vorgabe eines Minimalabstands von 850 m zu bewohnten Gebäuden (dieser Wert könnte einen vernünftigen „Schweizer Kompromiss“ werden) wurde ein neues Projekt mit 3 Turbinen aufgelegt. Der Vertrauensverlust des Stimmvolks war aber offensichtlich zu gross und so wurde auch dieses Projekt am 24.11.2024 abgeschmettert. Schade, denn das neue, redimensionierte Projekt hätte - zumindest aus meiner Sicht - sehr gut gepasst.

Es ist nicht einfach, den Leuten zu widersprechen, die sagen: „Die Schweiz ist kein Windland“. Das wird sowohl durch die bisherigen Ergebnisse als auch bei Betrachtung des Global Wind Atlas (**Bild 3.7-7**) und der Windenergie-Karten des BFE deutlich (**Bild 3.7-8**).

Dennoch, im direkten Vergleich mit Solar-Freiflächenanlagen im Schweizer Mittelland, weisen WEA bezüglich der Stromproduktion und Einspeisung (Nutzung) deutliche Vorteile auf. Ein entscheidender Vorteil macht die weitaus bessere Produktion der WEA von Winterstrom (**Bild 3.7-4**) - verstärkt durch die schwache Performance der Solaranlagen im Winter (**Bild 3.6-7**). Ein weiterer Vorteil liegt bei der Volatilität der Stromproduktion (Flutterstrom). Es ist einfach ein Elend, dass per se ALLE Solaranlagen zwischen Palermo und Oslo gleichzeitig „schwarz“ sehen, um dann wiederum über die Mittagszeit eine enorme, nicht verwertbare Spitzenlast aufzubauen. Bei WEA darf eine statistisch deutlich bessere Verteilung angenommen werden.

In der Schweiz kann mit Windenergie bestimmt ein achtbarer Beitrag zu Stromerzeugung gewonnen werden, dabei vor allem wertvoller Winterstrom. Windenergie wird aber, nach meiner Einschätzung, aufgrund der vorstehenden Betrachtungen nur ein begrenzter Pfeiler einer sicheren Stromversorgung sein können.

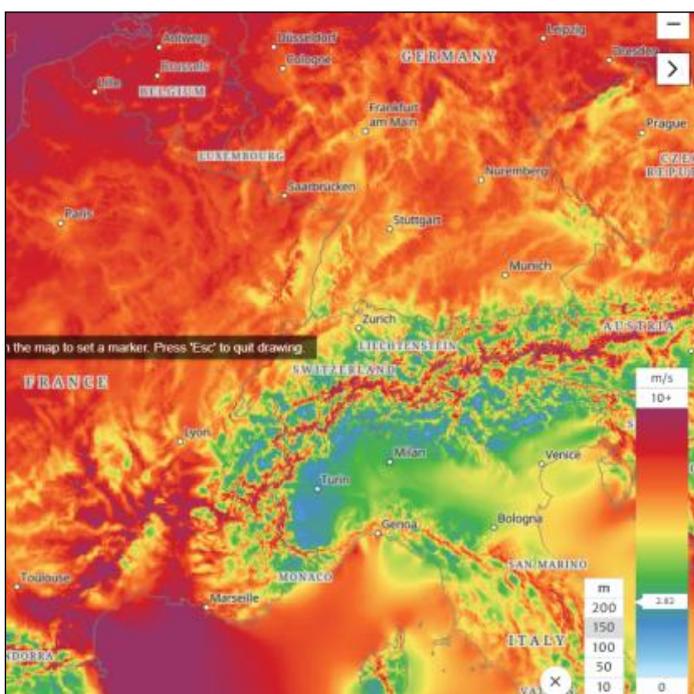


Bild 3.7-7 Global Wind Atlas Quelle: [Globalwindatlas](#)

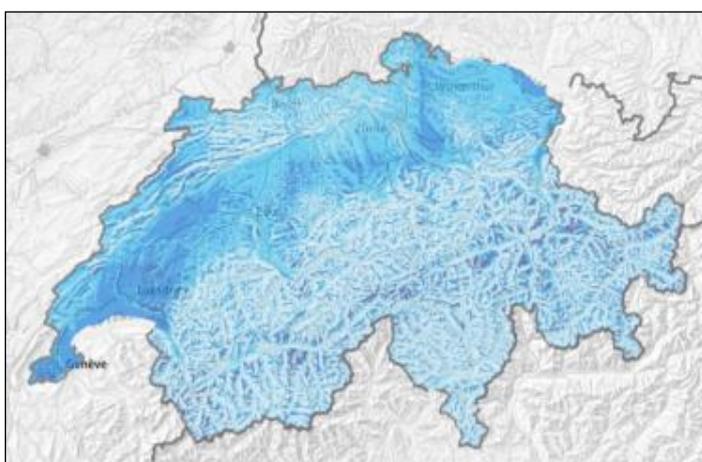


Bild 3.7-8 Windgeschwindigkeit in 150 m Höhe Quelle: [UVEK-GIS](#)

Als weiteres Vorgehen würde ich begrüßen, wenn schnellstmöglich etwa ein Duzend Projekte mit grossen WEA realisiert würden - gut verteilt über das Mittelland, wahrscheinlich mit wenigen weiteren Alpenstandorte. Es können grosse Einzelanlagen sein, oder Windparks mit maximal 3 Turbinen. Nach einem vollen Betriebsjahr könnten dann die Produktionsergebnisse ausgewertet werden und daraus Schlüsse für effektive Standortregionen gezogen werden. WEA, die als mittlere Jahresproduktion weniger als 15% der Nennleistung erbringen, sollen nicht realisiert werden - der geringe Ertrag rechtfertigt die daraus entstehenden Beeinträchtigungen nicht. Geringe Produktionserträge bedeuten einfach, dass viel mehr Anlagen errichtet werden müssen, um ein bestimmtes Produktionsziel (z. Bsp. 9 TWh/a) zu erreichen. Mit diesem Vorgehen soll erreicht werden, dass die in den kantonalen Richtplänen ausgeschiedenen analytisch bestimmten Windgebiete, durch Anlagen im limitierten Umfang bestätigt werden. Es könnte auch den Einstieg in den politischen Hürdenlauf unterstützen. Letztlich also Windenergieanlagen bauen - so viele wie sinnvoll und möglich. Aber gleichzeitig auch alle erforderlichen Massnahmen vorantreiben, für eine zukünftige sichere Stromversorgung der Schweiz.

Hier sehe ich nebst der BFE, ELCOM, ... vor allem die öffentlich-rechtliche Stromkonzerne gefordert, von denen verlangt werden muss, endlich belastbare Beweise vorzulegen, wie, trotz Flatterstrom und Dunkelflauten, auch 2050 und danach eine zuverlässige Stromversorgung der Schweiz sichergestellt werden kann. Sie haben die Daten und die nötige Kompetenz um hier voran zu gehen, bevor mit weiteren Volksabstimmungen neues Unheil angerichtet wird. Es ist völlig unklar, wie die Energiestrategie 2050 des Bundes alleine mit EE erfüllt werden kann.

Niemand kann heute voraussehen, wie viel Zubau von Solar- und Windenergie zukünftig erreicht werden wird. Für einen sicheren Versorgungsnachweis könnte angenommen werden, dass **50 %**, des von Neukomm vorgeschlagenem Zubaus erreicht werden wird. Der Rest müsste dann mit Wasserkraft gedeckt werden. Basis für den Nachweis: der im Mantelerlass beschlossenen Zubau an Speicherwasser und dem jetzt existierenden Turbinenpark.

Der Entscheidungsbaum:

Ausbau EE -> wie viel Ausbau der Speicherwasserkraft ist nötig und machbar? -> Neubau Kernkraft?

kann nicht seriell (nacheinander) beantwortet werden. Es müssen zeitnah, aufgrund einer realen Politik und fundierten Zahlen, Entscheide herbeigeführt werden.