

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 107 (2016)

Heft: 11

Artikel: Windkraft global und lokal

Autor: Novotný, Radomir

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857220>

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: 12.01.2026

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

Windkraft global und lokal

Walliser Windpark schlägt europäischen Höhenrekord

Alljährlich feiert die Stromerzeugung mit Windkraft zahlreiche Rekorde: bezüglich der installierten Leistung, der Wachstumsrate in gewissen Ländern und dem maximalen Rotordurchmesser, der nun stattliche 180 m beträgt. In keiner dieser Kategorien spielt die Schweiz eine signifikante Rolle. Aber auf dem Griespass im Wallis kann sie trotzdem einen Rekord vorweisen: Der europaweit höchstgelegene Windpark wurde kürzlich in Betrieb genommen.

Radomír Novotný

Die Nutzung der Windkraft zur Stromerzeugung wächst. Die entsprechenden Zahlen sind eindrücklich: Im letzten Jahr wurden gemäss dem Welt-Windenergie-Verband WWEA Windanlagen mit einer Leistung von über 63 GW installiert. Insgesamt waren über 366 GW am Netz. Dies entspricht einem Wachstum von 17,2% (Tabelle). Prozentual war der Zubau in Brasilien mit 46% am Grössten, in absoluten Zahlen belegt China mit knapp 33 GW in 2015 installierter Leistung den klaren Spitzenplatz.

Auch die finanzielle Seite dieses Ausbaus ist eindrücklich: Laut dem Europäischen Windenergie-Verband Wind Europe wurden im für Europa wichtigen Offshore-Bereich alleine im ersten Halbjahr 2016 Investitionen von 14 Milliarden Euro zugesagt. Sieben neue Projekte haben in diesem Jahr die Zusage für Investitionen erhalten, was einer installierten Leistung von 3,7 GW entspricht. Fast drei Viertel dieser Investitionen beziehen sich auf das Vereinigte Königreich. In Europa sind nun 11,5 GW im Meer installiert, in 82 Windparks auf elf Länder verteilt.

Um diesen Windkraftausbau möglichst wirtschaftlich durchführen zu können, wurden auch die Windturbinen grösser, denn der Ertrag steigt quadratisch zum Rotordurchmesser. Die aktuell grösste Windkraftanlage mit Getriebe ist die Vestas V164 mit einer Gesamthöhe von 220 m und einem Rotordurchmesser von 164 m. Diese 8-MW-Turbine ist für den Offshore-Einsatz konzipiert. Die aktuell grösste direktangetriebene Anlage – auch für Offshore-Anwendungen – ist die Siemens SWT-8.0-154, eine 8-MW-Anlage. Den Rekord bei der grössten Tur-

bine hält die Adwen AD-180 mit 180 m Rotordurchmesser.[1]

Die Kleinwindkraft spielt in diesem Kontext zahlenmässig eine marginale Rolle. Ihr Anteil beschränkt sich auf rund 2% der weltweit installierten Windkraft. Ende 2014 betrug die registrierte Nennleistung der global installierten Kleinwindkraftwerke 830 MW. Das Wachstum war aber auch hier beträchtlich: 10,9% im Jahr 2014.[2, 3]

Schweizer Situation

Heute, nach Abschluss der Installation der drei neuen Anlagen auf dem Griespass, sind in der Schweiz 37 Gross-Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 67 MW installiert. Insgesamt betrug gemäss Suisse Eole die Jahresproduktion 2015 103 GWh, also

weniger als 2% des Schweizer Gesamtstromverbrauchs.

Im grössten Schweizer Windpark auf dem Mont Crosin und dem Mont Soleil wurden in den letzten Wochen die Arbeiten an vier neuen Turbinen des Typs Vestas V112 abgeschlossen, die ältere Modelle ersetzen. Statt je 2 MW liefern sie nun je 3,3 MW und sind somit die leistungsstärksten in der Schweiz. Sie steigern künftig die jährliche Produktion von 50 auf 70 GWh. Der Windpark wird von der Gesellschaft Juvent SA betrieben, an der die BKW zu 60% beteiligt ist.

Windkraft in den Alpen

In den alpinen Regionen findet man diverse Windparks. Ende 2015 waren von den österreichischen 1119 Windenergieanlagen (insgesamt 2,4 GW) rund 80 alpine Anlagen am Netz. 2014 war mit einem Windkraftzubau von 411 MW das bisher stärkste Ausbaujahr Österreichs.

In der Steiermark werden hauptsächlich alpine Höhenlagen genutzt, in Niederösterreich und dem Burgenland, dem Schwerpunkt der österreichischen Windenergienutzung, werden hingegen primär die Ebenen ausgebaut. In Oberösterreich sind Installationen in Höhen über 1600 m grundsätzlich nicht gestattet.

In Oberzeiring (Steiermark) wurde 2002 Österreichs bisher höchster Windpark auf 1900 m ü. M. errichtet. Er um-



Bild 1 Transport eines Rotorflügels auf dem Griespass im Juli 2016.



Bild 2 Vorbereitungen am Griespass für die Rotormontage auf einer der neuen Anlagen mit Nabenhöhe 131 m. Die engen Platzverhältnisse stellen dabei eine besondere Herausforderung dar. Im Hintergrund ist die Nufenenstrasse sichtbar.

fasst derzeit 13 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 23 MW.

Höchstgelegener Windpark Europas

Auf dem Griespass im Obergoms wurde im Sommer 2016 beim gleichnamigen Stausee aus dem Jahr 1965 auf rund 2500 m ü. M. der europaweit höchstgelegene Windpark gebaut. Man entschied sich für diesen Standort, weil hier der elektrische Anschluss bereits vorhanden war, der die Leistung der Francisturbine von 9,5 MW ins Tal bringt.

Seit 2011 ist dort eine 2,3-MW-Pilotanlage installiert, die ihren Dienst zuverlässig leistet – und besonders im Winter Energie liefert, wenn die Luft wegen den tiefen Temperaturen dichter ist und die Wasserkraft weniger produziert. Rotorblattheizungen, die sowohl vom Netz als auch durch Eigenenergieversorgung gespeist werden können, sorgen für enteiste Turbinen und optimale Produktionsbedingungen. Nun wurden drei weitere Windanlagen der gleichen Leistungsklasse des Herstellers Enercon hinzugefügt, die aber einen Rotordurchmesser von 92 m statt der 70 m der Pilotanlage haben. Die Erfahrungen mit der Pilotanlage haben gezeigt, dass ein grösserer Rotor auf dem Griespass problemlos betrieben werden kann und einen deutlich höheren Ertrag bringt.

Ursprünglich war man bezüglich Rotordurchmesser zurückhaltend, weil man von ähnlichen Voraussetzungen wie auf dem Gletscher bei Andermatt ausging, später aber feststellte, dass die Spitzent-

Windgeschwindigkeiten des Gletschers auf dem Griespass bei Weitem nicht erreicht werden.

Im Gegensatz zur Pilotanlage, deren Turm aus Betonelementen besteht, weisen die neuen Windenergieanlagen einen Stahlturm auf. Stahlelemente ermöglichen einen raschen Aufbau (Verschraubung) und sind bei einem späteren Abbau wiederverwertbar. Der Aufbau jeder neuen Anlage auf dem Griespass dauerte rund eine Woche.

Wie auf dem Gletscher werden auf dem Griespass getriebelose Ringgeneratoren eingesetzt. Im Gegensatz zu den Gletscher-Anlagen, die geringere Leistungen (1x 600 kW und 3x 900 kW) aufweisen,

liefern die Gletscher-Anlagen bei Windgeschwindigkeiten zwischen 14 und 25 m/s ihre Nennleistung von je 2,35 MW.

Eine Besonderheit der elektrischen Infrastruktur auf dem Gletscher ist der 20-MVA-Transformator (Bild 4), der die Wasser- und Windkraft ins 65-kV-Mittelspannungsnetz einspeist. Er verfügt über einen 5-kV-Anschluss für die Wasserkraft und einen 20-kV-Anschluss für die vier Windanlagen. Da der Installationsort, die Kaverne des früheren 10-MVA-Transformators, vorgegeben war, musste der Transformator kompakt gebaut werden – doppelte Leistung bei ähnlichem Platzbedarf. Obwohl er deutlich effizienter ist als sein Vorgänger, ist nun eine Kühlung mit Wasser aus dem Gletscher erforderlich. Eine Luftkühlung war unter diesen Platzverhältnissen nicht mehr möglich.

Ein beschwerlicher Weg

Der Weg zur Inbetriebnahme des Windparks war anspruchsvoll und zäh: bereits am 15. Oktober 2007 beschloss der Gemeinderat von Ulrichen, eine Absichtserklärung zum Windpark zu unterzeichnen. Vier Monate später stimmte die Ur- und Burgerversammlung dem Betrieb des Windparks zu. 2012 beschloss die Urversammlung die nötige Anpassung des Baureglements und genehmigte den Detailnutzungsplan. Die Homologation des Reglements und des Plans erfolgte Ende 2013 durch den Staatsrat des Kantons Wallis. Am 2. Mai 2014 erfolgte die öffentliche Auflage des Baugesuchs für die drei zusätzlichen Windanlagen.

Position 2015	Land	Gesamtleistung Ende 2015 (GW)	Wachstum 2015 (%)
1	China	148,00	29,0
2	USA	74,35	13,1
3	Deutschland	45,19	11,7
4	Indien (bis Nov. 2015)	24,76	10,2
5	Spanien	22,99	0
6	Grossbritannien	13,61	9,4
7	Kanada	11,20	15,6
8	Frankreich	10,29	10,7
9	Italien	8,96	3,4
10	Brasilien	8,71	46,2
11	Schweden	6,03	11,1
12	Polen	5,10	33,0
13	Portugal	5,08	2,5
14	Dänemark	5,06	3,7
15	Türkei	4,7	25,4
	Rest der Welt	40,80	14,0
	Insgesamt	434,86	17,2

Installierte Windkraft.



Bild 3 Bei den Griespass-Anlagen werden getriebelose Ringgeneratoren eingesetzt, die wartungsarm sind, da sie kaum Verschleissteile aufweisen und der Getriebeölwechsel entfällt.

Am 11. November 2014 verständigten sich der Entwickler SwissWinds Development GmbH und der WWF Oberwallis auf zusätzliche Massnahmen zum Schutz von Fledermäusen und Vögeln. Dabei werden im Frühling und im Herbst die Anlagen unter gewissen Verhältnissen in der Nacht abgestellt, um besonders die geschützte Bulldog-Fledermaus, die dann diese Gegend überquert, nicht zu gefährden. Zugvögel hat es auf dem Griespass kaum, es kommen ab und zu Schneehühner vor. Für eine Testperiode von drei Jahren werden nun Mikrofone an den Windanlagen installiert, um vorbeifliegende Fledermausarten zu erfassen. Nebst den technischen Massnahmen unterstützt der Betreiber, die Gries Wind AG, auch einen Fonds zur Sanierung von Strommasten, die Zugvögel gefährden.

Vorbereitende Infrastrukturarbeiten wie das Errichten der Fundamente wurden bereits 2015 durchgeführt, damit der durch die klimatischen Verhältnisse auf dieser Höhenlage vorgegebene kurze Zeitraum im Sommer 2016 für den Bau des Windparks ausreichte: Auf dem Griespass konnte der Schnee erst ab dem 13. Juni 2016 geräumt werden.

Der Transport der Anlagen im Wochentakt erfolgte im Juli 2016 jeweils in der Nacht durch den gesperrten Gottardtunnel und anschliessend über den Nufenenpass, der einzigen Zufahrtmöglichkeit zum Griespass (Bild 1). Jede Windanlage benötigte dafür einen Konvoi aus elf Spezialtransportern für die spezifischen Anlagenteile wie Turmteile, Gondolelemente und Rotorblätter. Für

das letzte Wegstück waren für den Transport jedes der 11 t schweren Rotorblätter zwei Lastwagen erforderlich. Montiert und ans Netz angeschlossen wurden die Anlagen direkt nach der Installation. Das Richtfest des Windparks fand am 30. September 2016 statt.

Erfahrungen mit alpinen Windanlagen

Mit dem bisher höchstgelegenen Windpark Europas auf dem Gütsch bei Andermatt, einem ehemaligen Artilleriestützpunkt, machte das Elektrizitätswerk Ursen diverse Erfahrungen. 2004 wurde die erste Anlage installiert und seit 2012 sind dort insgesamt vier Windanlagen in Betrieb. [4]

Wie beim Griespass wurde dieser Ort gewählt, weil gewisse Infrastrukturen vorhanden waren, die den Bau und den Anschluss ans Stromnetz vereinfachten. Als ehemaliger militärischer Stützpunkt ist der Gütsch mit einer Zufahrt ausgestattet, die für Panzer ausgelegt war und somit auch dem Transport von Windanlagenteilen standhielt. Zudem war ein Mittelspannungskabel bis zur Anhöhe, auf der die Anlagen stehen, vorhanden.

Die günstigen Windverhältnisse werden dort mit einer der wichtigeren hochalpinen Wetterstationen gemessen. Bei Weststürmen oder Föhn wurden auf dem Gütsch auch schon Werte über 60 m/s gemessen.

Blitzschlag

In den Bergen stellt der Blitzschlag für Windanlagen ein erhöhtes Risiko dar, besonders bei den Flügeln, die gerade oben sind. Sowohl auf dem Griespass als auch auf dem Gütsch hat man damit Erfahrungen gemacht. Während die Blitz-einschläge auf der Gries-Pilotanlage zu keinen Beschädigungen führten, gab es auf dem Gütsch Fälle, die Reparaturen erforderten.

Die Enercon-Rotorblätter sind mit einer leitenden Aluminiumspitze und einem integrierten Kupferleiter ausgestattet. Der Blitz wird mit einer Spitze auf einen Schleifring des Rotorblatts geleitet. Dieser Blitzschutz reicht oft aus, um Blitze schadlos ableiten zu können. Auf dem Gütsch waren aber gewisse Blitzschläge so intensiv, dass beim Übergang von der Spitze auf den Schleifring beträchtliche Löcher entstanden, die repara-



Bild 4 Einbau des neuen, wassergekühlten 20-MVA-Transformators, der sowohl die elektrische Energie der Wasserkraft als auch der Windkraft ins Mittelspannungsnetz einspeist.



Bild 5 Folgen eines Blitzeinschlags auf dem Schleifring des Rotorblatts einer Windanlage auf dem Gütsch bei Andermatt.

Résumé **L'énergie éolienne globale et locale**

Un parc éolien du Valais bat le record européen d'altitude

Chaque année, la production électrique éolienne bâti de nombreux records : l'année dernière, selon l'Association européenne de l'énergie éolienne (EWEA), une puissance éolienne supérieure à 63 GW a été installée, ce qui correspond à une croissance de 17,2 %. Au total, plus de 366 GW étaient ainsi connectés au réseau.

En termes de pourcentage, avec 46 %, le développement brésilien s'est révélé le plus important. En chiffres absolus, la Chine occupait clairement la première place avec tout juste 33 GW de puissance installée en 2015. Afin de réaliser ce développement de l'énergie éolienne aussi économiquement que possible, les éoliennes sont aussi devenues plus grandes, le rendement augmentant proportionnellement au carré du diamètre du rotor. Le diamètre maximal du rotor a désormais atteint la taille impressionnante de 180 m.

La Suisse ne joue un rôle significatif dans aucune de ces catégories. Mais elle a tout de même battu un record en mettant en service au col de Gries, dans le canton du Valais, le plus haut parc éolien d'Europe à 2500 m au-dessus du niveau de la mer. Une installation pilote de 2,3 MW y a déjà été installée en 2011 et y fonctionne de manière stable. Elle fournit une quantité d'énergie particulièrement élevée en hiver lorsque l'air est plus dense en raison des basses températures. Trois nouvelles éoliennes de 2,3 MW y ont été ajoutées au cours de l'été 2016.

Une particularité de l'infrastructure électrique sur le Gries : le transformateur de 20 MW qui injecte l'énergie éolienne ainsi que l'énergie hydraulique du lac de Gries sur le réseau moyen tension de 65 kV. Dans la mesure où le lieu de son installation, la cavité de l'ancien transformateur de 10 MW, était déjà donné, la construction du transformateur devait être compacte, nécessitant ainsi un refroidissement avec l'eau du lac de Gries.

No

riert werden mussten (**Bild 5**). Die Spitze lässt sich ausgetauschen.

Durch Blitzschlag beschädigte Turbinenflügel aus Kohlenstofffaser-Laminat lassen sich bei geeigneter Witterung meist vor Ort reparieren. Falls Turbinenflügel aber durch Blitzschlag so stark beschädigt werden, dass sie ersetzt werden müssen, werden alle drei Flügel

gleichzeitig ersetzt, damit sie ausgewechselt werden können. Solche Schäden sind auf dem Gütsch aber noch nie aufgetreten.

Bezüglich Gewicht könnten die 2,5 t schweren Flügel der Gütsch-Anlagen mit einem Helikopter transportiert werden. Aber ihre aerodynamischen Eigenschaften beeinträchtigen das Flugverhalten,

denn ein Rotorblatt unter einem Heli-kopter wird in eine unerwünschte Dreh-bewegung versetzt.

Noch Potenzial vorhanden

Trotz der anspruchsvollen klimatischen Bedingungen kann der Windpark auf dem Gütsch u.a. dank der Kostendeckenden Einspeisevergütung profitabel betrieben werden. Die Anlagen werden fristgerecht amortisiert werden. Für die älteste Anlage werden Zertifikate verkauft, da die KEV bei der Inbetriebnahme noch nicht existierte. Die drei neueren Anlagen profitieren von der KEV.

Auf dem Gütsch hätte es noch Platz für weitere Anlagen. Im Gegensatz zur guten Sichtbarkeit der Windanlagen auf dem Griespass sind die Anlagen auf dem Gütsch kleiner und einigermassen versteckt, d.h. von Andermatt aus praktisch nicht sichtbar. Erst vom Furkapass her kommend, sieht man die Anlagen in der Ferne. Diese unauffällige, abgelegene Installation der Anlagen, kombiniert mit einem Windkraft-Inforundgang für Wanderer auf dem Gütsch, führt zu einer hohen Akzeptanz unter der Bevölkerung: Über 80 % begrüssen diese Art der Elektrizitäts-erzeugung. Es erstaunt deshalb, dass das Schutz- und Nutzungskonzept des Kantons Uri keinen weiteren Ausbau des Windparks erlaubt, ja sogar auf eine weitergehende Nutzung der Windkraft im Kanton Uri grundsätzlich verzichten will.¹⁾

Links

- www.energieschweiz.ch/page/de-ch/schweizer-windenergieanlagen
- www.suisse-eole.ch
- www.swisswinds.com
- www.igwindkraft.at
- windeurope.org
- www.wwindea.org

Referenzen

- [1] www.windpowermonthly.com/10-biggest-turbines
- [2] 2016 Small Wind World Report Summary, WWEA Wind Bulletin, 2 September 2016.
- [3] Radomír Novotný, «Urbane Windkraft», Bulletin SEV/VSE 3/2016, S. 30–32.
- [4] Radomír Novotný, «Europas höchstgelegener Windpark wird ausgebaut», Bulletin SEV/VSE 11/2012, S. 22–24.

Autor

Radomír Novotný ist Chefredaktor Electrosuisse beim Bulletin SEV/VSE.
Electrosuisse, 8320 Fehraltorf
radomir.novotny@electrosuisse.ch

¹⁾ Das Schutz- und Nutzungskonzept für erneuerbare Energien im Kanton Uri wurde am 25. September 2012 durch den Regierungsrat genehmigt. Es bildet die Grundlage für die Beurteilung aller zukünftigen Gesuche für die Errichtung von Anlagen zur Produktion von erneuerbaren Energien.