

White Paper

Rolle und Potenzial der Windenergie in der Schweiz



The Power of Energy



Windenergie in der Schweiz – Chancen und Verantwortung

Wind liefert verlässlichen Winterstrom und damit einen dringend benötigten Beitrag zur Stabilität unseres Energiesystems. In der Schweiz gibt es ein bedeutendes Windenergiepotenzial. Obwohl Länder wie Frankreich oder Deutschland über grössere Flächen verfügen, stellt sich für uns die Frage, wie wir das Potenzial in der Schweiz bestmöglich nutzen können. Auch ein Blick auf Österreich zeigt, dass dort mit einer Jahresproduktion von über 7 Terawattstunden (TWh) bereits erheblich mehr in den Ausbau der Windenergie investiert wurde. Dies verdeutlicht, dass auch die Schweiz ihre Windenergiekapazitäten beträchtlich steigern könnte, wenn sie beginnt, das vorhandene Potenzial auszuschöpfen.

Eine Studie des Bundesamts für Energie von 2022 zeigt, dass die Schweiz über ein theoretisches Windenergiepotenzial von 29.5 TWh pro Jahr verfügt. Selbst wenn wir uns zunächst auf ein Drittel dieses Potenzials konzentrieren, könnten wir fast 10 TWh jährlich produzieren, 60% davon im Winter – ein bedeutender Schritt im Vergleich zu den derzeitigen 0.2 TWh. Zur Illustration: 10 TWh jährlich entsprechen fast der gesamten Stromproduktion des grössten Schweizer Kernkraftwerks, Leibstadt.

Es ist daher an der Zeit, weniger über die Grenzen des Möglichen zu diskutieren und mehr darüber, wie wir dieses Potenzial verantwortungsvoll nutzen können. Die Verantwortung liegt dabei nicht allein bei der Regierung oder den Energieunternehmen – sie muss von uns allen getragen werden. Es geht nicht darum, mit den grossen Windländern zu konkurrieren, sondern darum, unsere Verantwortung mit Augenmass wahrzunehmen – für das Klima, für künftige Generationen und für die Sicherheit unserer Energieversorgung.

Nicht zuletzt ist auch für unsere Wirtschaft – von den Grossunternehmen bis zu den KMUs – eine zuverlässige, günstige Stromversorgung im Winter entscheidend, um wirtschaftliche Unsicherheiten zu vermeiden. Windenergie ist ein wichtiger Teil der Lösung, den wir beherzt verfolgen sollten.

Management Summary

Windenergie ist ein Schlüsselement für die Energiewende und eine nachhaltige Energiezukunft. Sie trägt in Europa mit ca. 20% bereits signifikant zur Stromproduktion bei, in Deutschland waren es im Jahr 2024 sogar leicht über 30%. In der Schweiz ist der Anteil Windenergie jedoch noch gering, trotz des vorhandenen Potenzials. Bis 2050 gilt es, die Energiemenge der Kernkraftwerke mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen zu ersetzen. Damit wir das Netto-Null-Ziel erreichen, werden zudem viele Ölheizungen durch Wärmepumpen ersetzt bzw. Verbrennungsmotoren durch elektrische Antriebe. Bis 2050 benötigen wir deshalb in der Schweiz fast so viel Strom zusätzlich, wie wir heute jährlich verbrauchen. Dafür müssen wir das Potenzial der erneuerbaren Energien nutzen – für uns und die nächsten Generationen.

Windstrom ist Winterstrom: Windenergieanlagen produzieren rund 60% der Energie im Winter, wenn wir am meisten Strom brauchen und stark von Importstrom abhängig sind. Windenergie bietet Vorteile wie etwa ein komplementäres Produktionsprofil zu Solarenergie, die überwiegend tagsüber und in den Sommermonaten Strom erzeugt. Zudem kann durch räumliche Verteilung der Windenergieanlagen die Stabilität des Energiesystems erhöht werden. Technologische Fortschritte haben die Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Windturbinen verbessert, was Windenergie zu einer immer kosteneffizienteren nachhaltigen Stromquelle macht. Moderne Windturbinen sind nicht nur für unterschiedliche Windverhältnisse optimiert. Sie sind ebenfalls leistungsfähiger und effizienter dank verbesserter Materialien, höherer Türme und grösserer Rotordurchmesser. Die Wetterabhängigkeit der Windenergie kann durch Technologien wie Energiespeicher (z. B. ein Pumpspeicherkraftwerk) oder überregionale Stromnetze bewältigt werden. Diese Lösungen gleichen die Schwankungen der Windenergieproduktion aus und stellen ihre Integration in das Energiesystem sicher. Der Technologiemix ist zentral.

Für einen funktionierenden Technologiemix verfügt die Schweiz über eine ausgezeichnete Ausgangslage. Wind- und Solarenergie sowie Wasserkraft ergänzen sich sehr gut. Wenn der Wind genügend weht und die Sonne scheint, muss weniger Wasser turbinieren werden bzw. kann sogar wieder in die Höhe gepumpt werden.

Die Planung und Errichtung von Windenergieanlagen erfordert eine sorgfältige Abwägung verschiedener Interessen und die Berücksichtigung regulatorischer Bedingungen.

Die Energiewende und die Nutzung erneuerbarer Energien, wie Windenergie, bieten eine grosse Chance. Sie helfen dabei, die Klimaziele zu erreichen. Ausserdem ermöglichen sie den Aufbau eines nachhaltigen und resilienten Energiesystems, das kosteneffizient ist. Fast jede Technologie hat einen Einfluss auf die Landschaft und ist mehr oder weniger sichtbar. Windräder können als Bestandteil einer modernen Landschaft angesehen werden, wie einst Strommasten oder Stauseen mit Stauwehren.

Axpo ist bestrebt, durch Windenergieprojekte zur emissionsarmen Versorgungssicherheit der Schweiz beizutragen. Dafür sucht sie nach Standorten für Windparks, die ökonomisch sinnvoll sowie umweltverträglich sind. Axpo setzt auf Innovation, um die Energiezukunft zu gestalten und die Schweiz in ein nachhaltiges, sicheres und erneuerbares Energiesystem zu führen.

Weshalb will Axpo Windenergie in der Schweiz ausbauen?

Windenergie hat viel Potenzial

Die Schweiz steht vor der Herausforderung, bis 2050 zusätzlich rund 50 TWh Strom pro Jahr aus emissionsarmen Quellen zu erzeugen.¹ Gemäss der aktuellen Gesetzeslage werden die Kernkraftwerke stillgelegt. Gleichzeitig steigt der Strombedarf durch die Dekarbonisierung, beispielsweise infolge der Elektromobilität und des verstärkten Einsatzes von Wärmepumpen sowie der stetig steigenden Nachfrage nach Rechenleistung.

In der gesamten Schweiz stehen heute nur 47 Windräder. CKW, eine Tochtergesellschaft von Axpo, betreibt eines davon. Axpo sieht bis 2050 ein grosses Potenzial für Windenergie in der Schweiz von rund 10 TWh. Rund 60% davon würden im Winter produziert, wenn der Bedarf heute und auch längerfristig am höchsten ist. Dieses Potenzial müssen wir unbedingt nutzen.

Windenergie ist zentral für die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien. Nur Wasserkraft, Solarenergie und Kernkraft verursachen ebenfalls geringe CO₂-Emissionen.² Ein Windpark produziert 45-mal mehr Energie, als für seine Herstellung benötigt wird. Heute werden in der Schweiz jährlich nur 0.2 TWh Strom durch Windenergie erzeugt, was etwa 0.3% der landesweiten Stromnachfrage entspricht. In Europa trägt Windenergie bereits 545 TWh pro Jahr (ca. 20%) zur Stromerzeugung bei, davon etwa 446 TWh pro Jahr durch Onshore-Anlagen.³

Windenergie leistet einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit

Windenergie ist zwar nicht steuerbar, aber gut vorhersehbar, sogar stundenweise. An den Märkten wird Strom im Viertelstundentakt gehandelt, und Windstrom kann effizient genutzt werden. Wir können Windenergie gut planen und in ein breites Portfolio

integrieren, das Wind-, Solar-, Wasser- und Kernenergie umfasst, um den Bedarf jederzeit zu decken. Windenergie spielt besonders im Winter eine Schlüsselrolle, da die Sonne in den Wintermonaten seltener scheint und die Flüsse weniger Wasser führen. In dieser Zeit trägt die Windenergie dazu bei, dass sich die Stauseen weniger rasch entleeren. Deshalb wird Windenergie in Zukunft entscheidend für unsere Versorgungssicherheit sein, die wiederum für eine wettbewerbsfähige Schweiz unerlässlich ist. Jede Sekunde muss konstante und zuverlässige Energie verfügbar sein, und Windenergie leistet hierzu einen wichtigen Beitrag.

- **Saisonale Produktionsmuster:** Windenergie zeigt eine hohe saisonale Verfügbarkeit. Glücklicherweise steigen insbesondere im Winter, wenn die Energienachfrage am höchsten ist, auch die durchschnittliche Windstärke sowie die Luftdichte aufgrund der kühleren Temperaturen. Rund 60% der Jahresproduktion erfolgen in dieser Zeit.
- **Ergänzung zu Solarenergie:** Wind- und Solarenergie ergänzen sich ideal. Solaranlagen sind tagsüber und im Sommer am produktivsten, während Windenergie oft nachts und im Winter mehr liefert. Diese Kombination sorgt für eine ausgewogene und zuverlässige Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen. Da im Winter mehr Windenergie als Solarenergie zur Verfügung steht, ist für ein ausgeglichenes Jahresprofil ein grösserer Anteil an Windenergie erforderlich.
- **Räumliche Verteilung und einfacher Rückbau:** Windenergieanlagen können über ein weites Gebiet verteilt werden, was zu einem ausgewogeneren Produktionsprofil führt. Diese geografische Diversifizierung stabilisiert das Gesamtsystem. Die Anlagen lassen sich ausserdem am Ende ihrer Lebensdauer einfach und schnell vollständig zurückbauen, anders als beispielsweise ein Wasserspeicher- oder Kernkraftwerk.

¹ Quelle: Axpo PowerSwitcher (2024).

² Quelle: Axpo PowerSwitcher (2024).

³ Quelle: Windeurope.org, Zahlen beziehen sich auf 2023, EU27 + UK.

Die Abhängigkeit erneuerbarer Energien von wechselnden Wetterbedingungen bringt auch Herausforderungen mit sich. Zur Bewältigung werden verschiedene Strategien eingesetzt:

- **Überregionale und intelligente Stromnetze und Marktmechanismen:** Der Ausbau überregionaler Stromnetze und flexible Marktmechanismen ermöglichen es, Energie dorthin zu leiten, wo sie benötigt wird. Intelligente Netztechnologien helfen, Angebot und Nachfrage in Echtzeit besser abzustimmen.
- **Energiespeicher:** Die Speicherung überschüssiger Energie und ihre Freisetzung bei Bedarf gleichen Schwankungen aus. Pumpspeicherkraftwerke, Batteriespeicher und allenfalls gar die Herstellung von Wasserstoff sind hierbei zentral.

Um die entstehende Stromlücke bis 2050 in der Schweiz zu schliessen, ist der Ausbau der Energieinfrastruktur unvermeidlich. Das wird die Landschaft verändern. Wie jedes Infrastrukturprojekt beeinflussen auch Windenergieanlagen das Landschaftsbild. Wir müssen umdenken und uns öffnen für eine moderne Landschaft mit Windrädern und Solaranlagen. Ohne Infrastrukturuwachs drohen langfristig eine hohe Importabhängigkeit oder Strommangellagen. So sah es auch der Bund in seiner nationalen Risikoanalyse schon vor vier Jahren: Eine Strommangellage stellt das grösste Risiko in der Schweiz dar.⁴ Zuwarten ist keine Option.

⁴ Die nationale Risikoanalyse identifizierte eine – in absteigender Reihenfolge – lang andauernde Strommangellage im Winter, eine Grippe-Pandemie sowie einen Ausfall des Mobilfunks als die drei grössten Risiken. Alle drei Gefährdungen bergen ein hohes Risiko, d.h. hohes Schadenpotenzial bei gleichzeitig relativ hoher Eintrittswahrscheinlichkeit. Quelle: Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS «Katastrophen und Notlagen Schweiz» (2020).

Was sind die finanziellen und planerischen Aspekte der Windenergie?

Beteiligung der Gemeinden an Wertschöpfung

Ein Windprojekt ist regional und soll der Region Nutzen bringen, auch finanziell. Axpo fördert die Beteiligung von Gemeinden an lokalen Betriebsgesellschaften, sofern sie dies wünschen. Windenergieanlagen bieten wirtschaftliche Vorteile durch Vergütungen und Steuereinnahmen, und Grundeigentümer erhalten Pachtzinsen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie die Lokalen von der Wertschöpfung einer Windenergieanlage profitieren können:

- Anlagenvergütung (z. B. fixe Basisvergütung und variable Vergütung abhängig vom jährlichen Ertrag, Baurechtzins)
- Beteiligung
- Fonds für lokale Projekte
- Flankierende Massnahmen
- Steuern und Abgaben
- Sponsoring

Zusätzlich achtet Axpo soweit möglich auf regionale Wertschöpfung durch Aufträge an lokale Firmen. Die Ausgestaltung eines Windparks wird also den individuellen Bedürfnissen einer Gemeinde angepasst.

Regelungen zur Planung eines Windparks

Für die Planung eines Windparks müssen zahlreiche Punkte berücksichtigt werden. Ein kantonaler Richtplan ist Voraussetzung. Bei der Festlegung der Eignungsgebiete sind vielfältige Interessenabwägungen notwendig. Ist ein potenzieller Standort festgelegt, gilt es Vorabklärungen durchzuführen – wie zum Beispiel erste Schätzungen zu Netzanschluss, Transport, baurechtlichen Vorschriften, Windbedingungen mittels Windmessungen, Bodenbeschaffenheit –, um das Potenzial und die Machbarkeit zu bestätigen. Das daraus erstellte Windgutachten gibt Hinweise auf die Wirtschaftlichkeit einer Windenergieanlage und liefert Datengrundlagen für die Bestimmung eines geeigneten Anlagentyps.

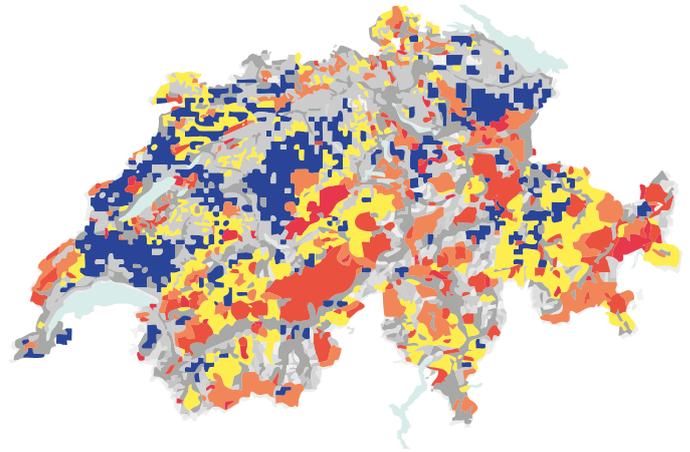


Abbildung 1: Windpotenziale ● Hohe Potenziale 125 m über Grund und Bundesinteressen ● Bauzonen mit Puffer (Lärmschutz) ● Schutzgebiete ohne Interessenabwägung ● Grundsätzliche Ausschlussgebiete ● Vorbehaltsgebiete (nicht abschliessend). Quelle: BFE.⁵

Nach positiven Vorabklärungen bildet die umfassende Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) einen wichtigen Teil der zahlreichen Untersuchungen, die bis zur Einreichung eines Baugesuchs notwendig sind. Eine UVP ist gemäss Art. 10a des Umweltschutzgesetzes für Windparks mit einer installierten Leistung von über 5 Megawatt (MW) vorgeschrieben. Die mehr als 20 Themen umfassende UVP stellt sicher, dass Windräder im Einklang mit Natur und Mensch stehen. Projektentwickler und Behörden prüfen so, ob Bau und Betrieb den geltenden Gesetzgebungen entsprechen und mit welchen Massnahmen eine Anlage umweltverträglich und wirtschaftlich gebaut und betrieben werden kann. Es folgen Nutzungsplanungs- und Baubewilligungsverfahren nach kantonalen Bestimmungen. Es ist aber immer damit zu rechnen, dass gegen Behördenentscheide vor Gericht von Projektgegnern Beschwerden eingereicht werden.

In der Schweiz regeln verschiedene Bundes- und Kantonsämter sowie das Energiegesetz die regulatorischen Bedingungen für Windenergie. Die Planung von Windenergieanlagen muss Energieversorgung,

⁵ https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas/

Lärmschutz, Natur- und Landschaftsschutz sowie Zivilluftfahrt und Landesverteidigung berücksichtigen. Kantone müssen in ihren Richtplänen geeignete Gebiete für Windenergie festlegen. Diese Bedingungen zeigen die Komplexität der regulatorischen Anforderungen und Planungsprozesse für Windenergieprojekte in der Schweiz, die eine sorgfältige Abwägung verschiedener Interessen und technischer Anforderungen voraussetzen.

Ein Windpark hat den Status «nationales Interesse», wenn er mehr als 20 Gigawattstunden (GWh) pro Jahr produziert, was etwa dem Stromverbrauch von 4400 Haushalten entspricht. Dafür sind zwei bis drei moderne Windturbinen nötig. In einem solchen Fall hat gemäss neuem Stromversorgungsgesetz deren Energieproduktion Vorrang gegenüber anderen Interessen.⁶

Was kostet eine Windenergieanlage?

Die Höhe der Investitionen ist abhängig von der effektiven Ausgestaltung eines Projekts. Bei Wind-

energieanlagen mit einer Kapazität von 4 bis 6 MW rechnen wir mit Kosten von CHF 8 bis 12 Mio. (inkl. Netzanschluss und Projektierungskosten). Der Betrag kann sich beispielsweise durch eine schlechte Erreichbarkeit infolge einer abgelegenen Lage oder einen weit entfernten Netzanschluss erheblich steigern. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Kosten aufgrund von Lerneffekten mit zunehmender Anzahl an installierten Turbinen tendenziell sinken würden. Insgesamt haben solche Skaleneffekte sowie der technologische Fortschritt dazu geführt, dass Windenergie eine der kosteneffizientesten Formen der Stromerzeugung geworden ist.

Die Wirtschaftlichkeit einer Turbine ist nicht nur von den Kosten, sondern auch von den Strompreisen abhängig. Je höher der durchschnittlich gelöste Strompreis einer Anlage, desto höher ist deren Wertigkeit. Die Wertigkeit einer Windturbine ist somit tendenziell höher als die einer Photovoltaikanlage, denn eine Windturbine kann auch in der Nacht und bei bewölktem Wetter Strom erzeugen.

⁶ Art. 9a³⁰ Abs 4 lit. c StromVG (ab 1.1.2025): Windparks von nationaler Bedeutung in kantonale festgelegten Eignungsgebieten haben Interessenvorrang.

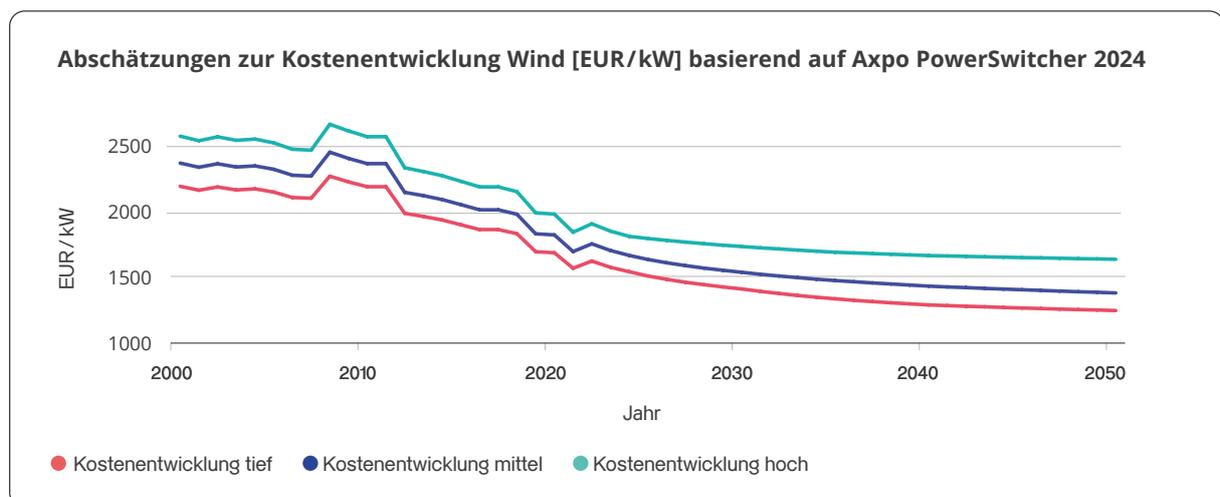


Abbildung 2: Die durchschnittlichen Kosten pro kW installierter Kapazität sind bei Wind in Deutschland in den letzten Jahrzehnten erheblich gefallen. Daten: real bei 2024-Werten, 1990–2023 historische Daten DE (umgelegt auf Preisniveau CH), 2024–2050 angenommene Entwicklung CH. Quelle: Axpo Power Switcher.

Was sind die technologischen Aspekte der Windenergie?

Windenergieanlagen sind in der Regel auf eine Betriebszeit von 25 bis 30 Jahren ausgerichtet. Es sind somit Generationenprojekte und sie sollen auch für unsere Nachkommen eine nachhaltige und sichere Stromversorgung gewährleisten. Windenergieanlagen werden nach Ausserbetriebnahme des Windparks vollständig (d.h. inklusive Fundament) zurückgebaut.

Weshalb bauen wir lieber eine grosse als viele kleine Anlagen?

Grosse Windenergieanlagen erzeugen überproportional mehr Energie als kleine, wie folgendes Rechenbeispiel zeigt. Die Energie «E», die eine Windturbine produziert, wird aus der Leistung «P» und dem Zeitraum «t» berechnet:

$$E = P * t$$

Die Leistung «P» ist abhängig von der vom Rotor überstrichenen Windfangfläche «A» und der Windgeschwindigkeit «v». Generell werden grosse Turbinen bevorzugt, da sie eine grössere Windfangfläche aufweisen und von höheren Windgeschwindigkeiten profitieren können. Zusätzlich sind sie effizienter hinsichtlich Bau, Betrieb und Ressourcenverbrauch. Würde lediglich die vom Rotor überstrichene Fläche die von einer Turbine erzeugte Energie bestimmen, könnte mit einer Verdoppelung der Rotorlänge viermal mehr Energie erzeugt werden, denn die Fläche eines Kreises verhält sich im Quadrat zum Radius. Für die erzeugte Energie einer Turbine spielen jedoch noch weitere Faktoren eine Rolle, wie folgende Leistungsformel zeigt:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 * C_p$$

Dabei stehen:

- «P» für die Leistung (in Watt),
- «ρ» für die Luftdichte (in Kilogramm pro Kubikmeter, kg/m³). Die Standard-Luftdichte auf Meereshöhe beträgt etwa 1.225 kg/m³,
- «A» für die Windfangfläche, d.h. die von den Rotorblättern überstrichene Fläche (in Quadrat-

metern, m²). Diese kann als $A = \pi * r^2$ berechnet werden, wobei «r» der Radius der Rotorblätter ist,

- «v» für die Windgeschwindigkeit (in Metern pro Sekunde, m/s),
- «C_p» für den Leistungsbeiwert, eine dimensionslose Zahl, die die Effizienz der Umwandlung von Windenergie in mechanische Energie durch die Turbine darstellt. Der maximale theoretische Wert für C_p ist 0.593 (Betz'sches Gesetz), aber reale Turbinen haben typischerweise einen Wert zwischen 0.3 und 0.5.

Aus der Formel wird ersichtlich, dass – bei gleichbleibenden übrigen Faktoren – die Windgeschwindigkeit der bestimmende Leistungsfaktor ist. So führt eine Verdoppelung der Windgeschwindigkeit zu einer achtfachen Leistung. Bei einer grösseren Rotorlänge liegt auch die Turbinennabe höher. Mit zunehmender Höhe steigt auch die mittlere Windgeschwindigkeit, und der Wind ist weniger von Verwirbelungen betroffen als weiter in Bodennähe. Dementsprechend steigt mit einer Verdoppelung der Rotorlänge die Leistung weit mehr als im Quadrat. Allerdings ist auch der Einfluss der Luftdichte «ρ» zu berücksichtigen. Zwar herrschen in den Bergen tendenziell höhere Windgeschwindigkeiten, jedoch ist dort die Luftdichte geringer, was den Effekt der höheren Geschwindigkeit wieder etwas relativiert. Zudem sind Bau und Logistik an gebirgigen Standorten erheblich erschwert.

Betrachten wir zur Veranschaulichung ein extremes Beispiel: Wir vergleichen die Leistung einer kleinen Windturbine mit einem Rotorradius von 1.5 Metern, die auf einem Dach in 15 Metern Höhe installiert ist, mit der einer grossen Windturbine, die einen Rotorradius von 60 Metern und eine Nabenhöhe von 140 Metern hat. Gehen wir weiter davon aus, dass die durchschnittliche Windgeschwindigkeit an der Nabenhöhe der grossen Turbine um 85% höher ist als bei der kleineren Turbine.⁷

⁷ Quelle: <https://wind-data.ch/tools/profile.php>, unter Annahme einer Rauigkeitsklasse des Geländes von 1.

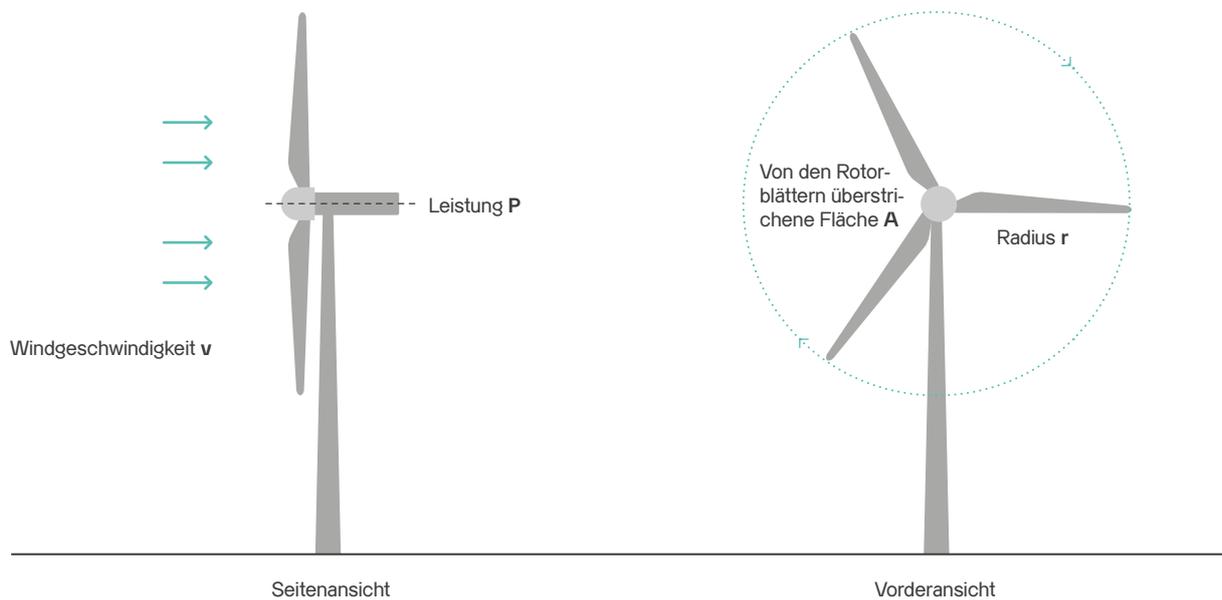


Abbildung 3: Vereinfachte Grafik einer Windturbinen mit Radius der Rotorblätter «r», Windfangfläche «A», Windgeschwindigkeit «v» und Turbinenleistung «P».

2x so grosse Rotorblätter > 4x so viel Windenergie

+ grössere Nabenhöhe und dadurch höhere durchschnittliche Windgeschwindigkeiten

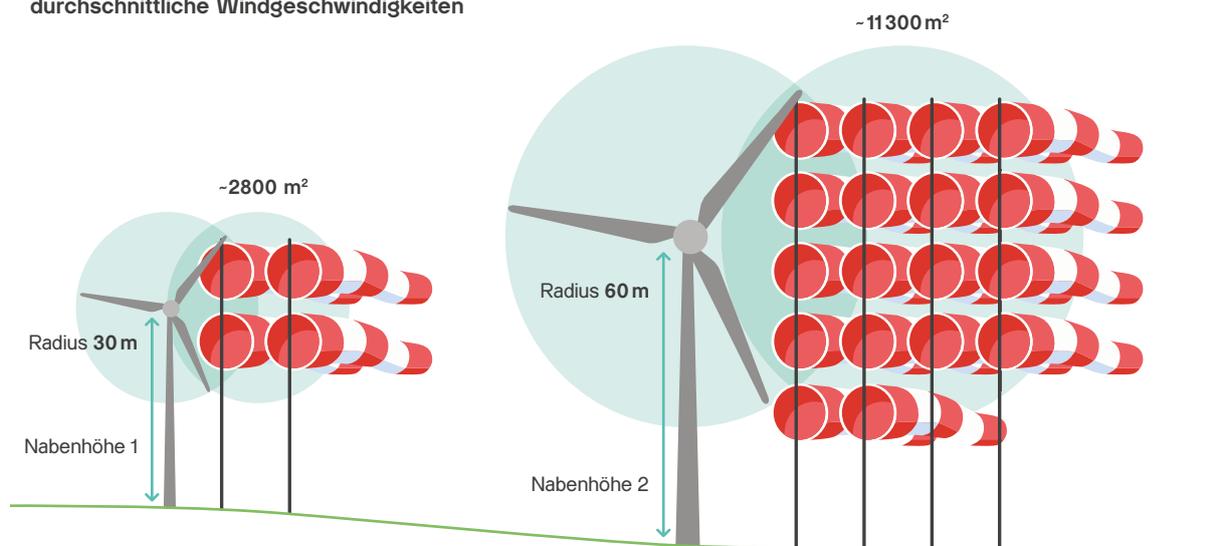


Abbildung 4: Eine Turbinen mit zweimal so grossen Rotorblättern produziert rein aufgrund der grösseren von den Rotorblättern überstrichenen Fläche viermal mehr Windenergie. Dank der stärkeren Winde aufgrund der höheren Nabenhöhe fällt der Faktor der erzeugten Windenergie sogar noch höher aus.

Obwohl die Windfangfläche der grossen Turbine nur etwa 1600-mal grösser ist, wären etwa 10 000 kleine Turbinen erforderlich, um die gleiche Menge an Elektrizität zu erzeugen.

Neue Anlagen sind durchschnittlich grösser als ältere, da moderne Materialien und Produktionsprozesse grössere Turbinen ermöglichen. In Spanien zum Beispiel konnte durch Repowering eines Windparks mit mehr als viermal weniger Anlagen 30% mehr Strom erzeugt werden.⁸

Wodurch unterscheiden sich moderne Windenergieanlagen von früheren Typen?

Die Schweiz hat schwächere Windverhältnisse als viele europäische Länder. Moderne Windturbinen können dennoch effektiv Strom erzeugen, denn die Windtechnologie hat enorme Fortschritte gemacht. Früher wurde mit 7 m/s Wind gerechnet, um effizient Strom zu produzieren, heute reichen 5 m/s. Moderne Windenergieanlagen starten die Produktion bereits bei 3 m/s und sind etwa 12-mal effizienter⁹ als vor 25 bis 30 Jahren. Im Vergleich zu früher bieten moderne Windturbinen zahlreiche Verbesserungen:

- **Höhere Türme, längere Rotorblätter und grössere Kapazitäten:** Leichtere und stärkere Materialien ermöglichen den Bau höherer Türme und längerer Rotorblätter. Dies führt zu effizienterer Windnutzung, da grössere Windfangflächen und höhere Luftschichten mit stärkeren und konstanteren Winden genutzt werden können. Moderne Onshore-Turbinen erreichen heute 5 bis 7 MW, während ältere Anlagen am selben Standort mit 2 MW weniger als die Hälfte leisteten.

- **Anpassung an verschiedene Windverhältnisse:** Moderne Windturbinen sind bezüglich standortspezifischer Windbedingungen optimierbar, was die Energieausbeute maximiert. Verschiedene Rotorblatt-Designs und Steuerungssysteme ermöglichen einen effizienten Betrieb bei niedrigen und hohen Windgeschwindigkeiten.
- **Verbesserte Steuerungs- und Überwachungssysteme:** Fortschritte in der Sensorik und Datenverarbeitung ermöglichen eine präzisere Überwachung und Steuerung der Anlagen. Dies verbessert nicht nur die Effizienz, sondern auch die Lebensdauer der Turbinen durch die frühzeitige Erkennung und Behebung von Problemen.
- **Niedrigere Schallemissionen:** Die oben beschriebenen Entwicklungen haben ebenfalls dazu beigetragen, dass die Windenergieanlagen über verschiedene Schallmodi verfügen, um die Richtwerte konstant einzuhalten.

⁸ Quelle: Iberdrola (2024); <https://www.iberdrola.es/pana.com/about-us/business-lines/onshore-wind-energy/repowering-wind-farms-spain>

⁹ Quelle: Suisse Eole (2024); <https://suisse-eole.ch/de/blog/eine-erprobte-technologie/>

Axpo als starke Partnerin für die lokale Windenergie

In der Schweiz, bekannt für ihre Präzision und ihr Engagement für Nachhaltigkeit, steht Axpo an vorderster Front, um das Land in eine grünere Zukunft zu führen. Als führende Betreiberin von erneuerbaren Energiequellen, insbesondere der Wasserkraft, hat Axpo stets mit äusserster Effizienz und Innovation agiert. Jetzt erweitern wir unseren Horizont: Unser Ziel ist es, dieselbe Exzellenz und Innovationskraft auf die Windenergie zu übertragen.

Die Realisierung von Windenergieprojekten steht jedoch vor Herausforderungen – von Einsprachen über Abstimmungen bis hin zu umfangreichen Regulierungen. Unser Ziel ist es, die Standortgemeinden, die lokale Bevölkerung und die Wirtschaft über den gesamten Entwicklungsprozess hinweg eng zu involvieren. Wir wollen Dialoge fördern und gemeinsam Lösungen finden, die sowohl ökologischen als auch sozialen Ansprüchen gerecht werden.

Axpo ist entschlossen, durch Windenergieprojekte wesentlich zur emissionsarmen Versorgungssicherheit der Schweiz beizutragen. Unser Engagement ist ein Bekenntnis zur Zukunft – einer Zukunft, in der erneuerbare Energiequellen das Rückgrat unseres Energieversorgungssystems bilden. Deshalb investieren wir in neue Projekte auf Schweizer Boden. Wir suchen nach Standorten, an denen Windparks ökonomisch sinnvoll, umweltverträglich und sozial akzeptiert sind.

Axpo ist seit Jahrzehnten erprobt in Partnerschaften, wie beispielsweise mit Wasserkraft-Standortgemeinden, und wir konnten stets beweisen, dass wir eine kompetente, umsetzungsstarke und verlässliche Partnerin sind. Gemeinsam können wir die Energiewende vorantreiben, damit sich die Schweiz weiterhin als Vorreiterin für eine nachhaltige, sichere und emissionsarme Energieversorgung positionieren kann.

Impressum

Erstpublikation: Februar 2025

Editorial Team:

- Hauptautoren: Cédric Aubert, Thomas Geissmann
- Expertinnen und Experten sowie Mitwirkende:
Clemens Bolli, Claus Huber, Christoph Hug,
Martin Koller, Jeanette Schranz, Marius Schwarz,
Katja Stommel
- Design und Produktion: Aorta Design GmbH, Baden
- Titelbild: Windrad Lutersarni, Entlebuch, Axpo Group
- Lektorat: sprach-art, Wettingen

Disclaimer

Diese Veröffentlichung wurde als Überblick über die Rolle und das Potenzial der Windenergie in der Schweiz und ausschliesslich zu Informationszwecken erstellt. Die in diesem Dokument wiedergegebenen Meinungen stellen die Überlegungen und Bestrebungen von Axpo zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dar. Sie können sich aufgrund der gesamtwirtschaftlichen oder regulatorischen Entwicklung verändern. Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen wird – weder ausdrücklich noch stillschweigend – Gewähr geleistet. Das Dokument enthält Aussagen, die sich auf künftige Ereignisse beziehen, die von der Natur der Sache her spekulativer Art sind. Solche Aussagen spiegeln lediglich die zu dem spezifischen Zeitpunkt reflektierte Lageeinschätzung wider. Handlungen auf der Grundlage dieses Dokuments liegen in der Verantwortung der Handelnden. Jegliche Haftung für Schäden, die sich direkt oder indirekt aus der Nutzung dieses Dokuments ergeben können, wird abgelehnt.



Mehr Informationen zum Thema Windenergie bei Axpo:

<https://www.axpo.com/windenergie>

Axpo Holding AG

Parkstrasse 23
CH-5401 Baden
T +41 56 200 31 11
axpo.com

