

Energie Perspektiven



Wind bewegt.




Perspektiven zur
Windkraft in Tirol
02 — 07

Windkraft im
alpinen Gelände
10 — 13

Die Rolle
der Gemeinde
14 — 25



Die Kompetenz für
Wasser und Energie.



—

Gerade in den Wintermonaten herrschen an ausgewählten Standorten in Tirol ideale Windbedingungen für den effizienten Betrieb von Windkraftanlagen. So trägt der Föhn zwar nicht zur besseren Laune bei, wohl aber zur sauberen Energieversorgung.

Wind bewegt

02	Warum Windkraft
08	In aller Kürze
10	Interview mit Markus Russi
14	Die Rolle der Gemeinde
15	Interview mit Martin Voggenberger
17	Weitere Wege
18	Interview mit Hans Winkelmeier
24	Angebot für Gemeinden
26	Zusammenfassung
28	Aus aller Welt
29	Veranstaltungen 2025 / 26



Rupert Ebenbichler

Geschäftsführer Energieagentur Tirol

Liebe Leserinnen und Leser,

unser großes Ziel *TIROL 2050 energie-autonom* ist ein Mosaik, das sich aus vielen Bausteinen zusammensetzt. Ein Baustein, der oft für Diskussionen sorgt und gleichzeitig Potenzial für unsere Versorgungssicherheit birgt, ist die Windkraft. Gerade weil die Debatten darüber intensiv geführt werden, ist es uns als *Energieagentur Tirol* ein Anliegen, eine fundierte und sachliche Grundlage zu schaffen.

Mit dieser Ausgabe laden wir Sie ein, die Windkraft aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Wir klären auf, warum Wind eine

ideale Ergänzung zu Wasser- und Sonnenenergie ist, und warum er gerade in den Wintermonaten verlässlich Strom erzeugt. Damit kann er eine wichtige Ergänzung für eine ganzjährig stabile Versorgung aus heimischen Energiequellen sein.

Sie erfahren auf den kommenden Seiten, wie groß das Windkraftpotenzial in Tirol tatsächlich ist, und wir klären zu verschiedenen Aspekten auf – vom Vogelschutz über die Flächenversiegelung bis zur Effizienz moderner Anlagen. Wir blicken auch über die Landesgrenzen und lernen von Pionier*innen, die erfolgreich

hochalpine Windparks betreiben, und von Gemeinden, in denen die Bürger*innen stolz von „ihren Windradln“ sprechen. Diese Beispiele zeigen: Wo der Prozess transparent und gemeinschaftlich gestaltet wird, entsteht Identifikation und ein echter Mehrwert für die Region.

Die Energiewende ist eine Gemeinschaftsaufgabe. Die *Energie Perspektiven* sollen Ihnen Fakten an die Hand geben, den Dialog fördern und aufzeigen, welche Chancen in der Windkraft für ein unabhängiges und klimafreundliches Tirol stecken. ○

„Neben dem Windaufkommen sind die Infrastruktur und die gesellschaftliche Akzeptanz entscheidend für die Realisierbarkeit von Windkraftprojekten.“


Lukas Schifferle
Energieagentur Tirol

Warum Windkraft

Perspektiven zur Windkraft in Tirol

© Jaeyoon Jeong, Unsplash

Warum Windkraft



Wasserkraft und Photovoltaik sind das Rückgrat der Tiroler Energiewende und sichern maßgeblich die Versorgung der Bevölkerung mit klimafreundlichem Strom. Dennoch reicht ihr Ertrag nicht aus, um den ganzjährigen Strombedarf vollständig zu decken. Denn Wasserkraft und Photovoltaik liefern vor allem im Sommer hohe Erträge. Der Energiebedarf ist allerdings insbesondere in den Wintermonaten hoch, wodurch Stromimporte notwendig sind. Hier kann die Windenergie einen wichtigen Beitrag leisten.

Mehr Unabhängigkeit

Die Windkraft ist vor allem in den Monaten von September bis Mai ertragreich und ergänzt damit ideal die saisonalen Schwankungen von Wasser- und Sonnenkraft. Durch den gezielten Ausbau der Windkraft kann nicht nur die Importabhängigkeit reduziert, sondern auch der CO₂-Ausstoß nachhaltig gesenkt werden. Windenergie stärkt somit die Versorgungssicherheit, erhöht die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und unterstützt eine klimafreundliche Energiezukunft für Tirol.

Mit Rückenwind

Das Energie-Zielszenario zeigt vor, wie *TIROL 2050 energieautonom* erreicht werden kann. Im Zentrum stehen dabei die Sicherstellung einer stabilen Energieversorgung,

die Unabhängigkeit von den Energiemärkten sowie die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit. Ein zentrales Ziel ist die vollständige Deckung des Endenergiebedarfs aus erneuerbaren Energieträgern. 400 Gigawattstunden des jährlichen Strombedarfs in Tirol sollen dabei mit Windkraft gedeckt werden, womit der durchschnittliche Jahresverbrauch von mehr als 100.000 Haushalten gedeckt werden kann. Mögliche Standorte für Windkraftanlagen werden auf mehreren Ebenen sorgfältig geprüft. Wichtig sind vor allem ökologische und soziale Faktoren, wie die Einhaltung von Schutzgebieten, Auswirkungen auf Tiere, Lärm und Schattenwurf. Auch technische Faktoren in Bezug auf die Erschließbarkeit und Netzanbindung sind entscheidend. Erst wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, kann eine Genehmigung erteilt werden. →

Faktencheck 1: „Tirol hat genug Wasserkraft und Sonnenenergie und braucht keine Windkraft.“

Während Wasser und Sonne vor allem im Sommer Energie erzeugen, sind die Erträge von Windkraft auch bei Bewölkung, nachts und im Winter zuverlässig – gerade dann, wenn Tirol aktuell auf Stromimporte angewiesen ist. Außerdem punktet die Windkraft mit ihrer Effizienz: Um die jährliche Stromerzeugung eines 4-Megawatt-Windrades von angenommenen 8.000 Megawattstunden zu erreichen, wäre eine Photovoltaik-Anlage von etwa 8.000 Kilowatt-Peak erforderlich. Das entspricht einer Modulfläche von rund 40.000 Quadratmetern bzw. fünf bis sechs Fußballfeldern.

„Die Erträge der einzelnen erneuerbaren Energiequellen sind je nach Jahreszeit sehr unterschiedlich. Windenergie ist tendenziell in den Wintermonaten ertragreicher.“

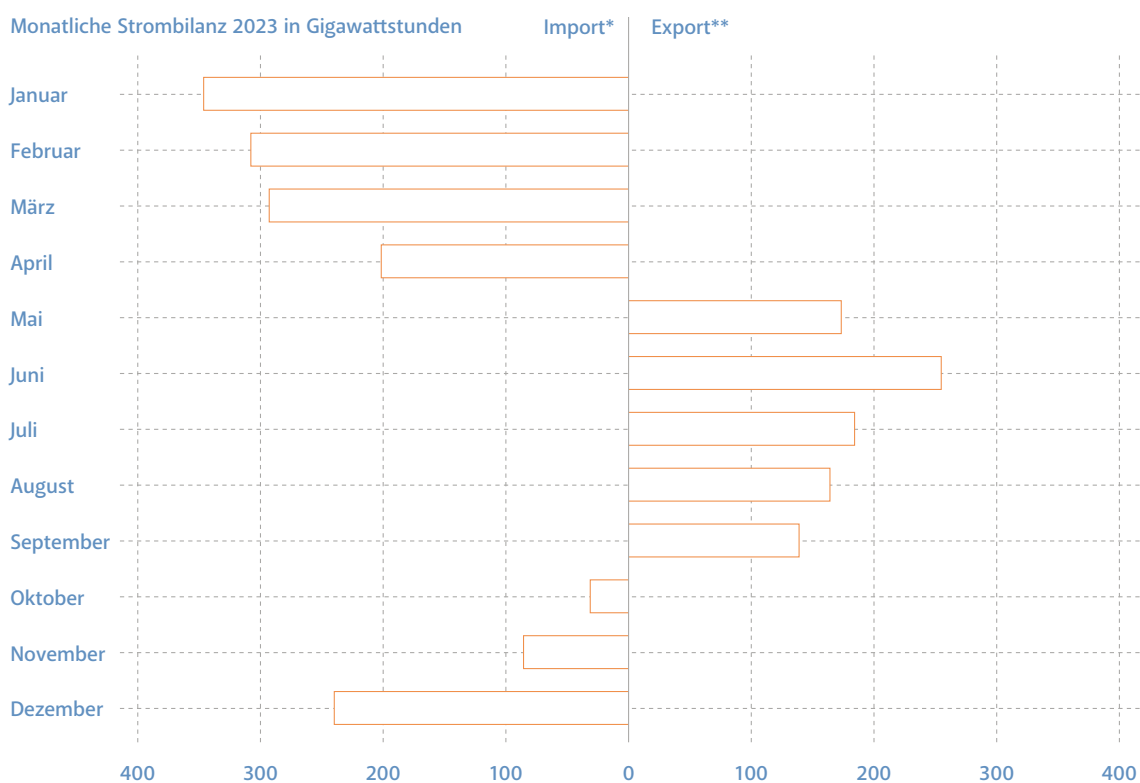
Robert Gleirscher
Energieagentur Tirol

Saisonaler Überschuss und Importabhängigkeit

Die Stromversorgung in Tirol erfolgt über ein fein abgestimmtes Zusammenspiel von Übertragungs- und Verteilernetz. Während im Übertragungsnetz große Energiemengen über Hochspannungsleitungen zwischen Kraftwerken und Umspannwerken transportiert werden und der überregionale Stromaustausch ermöglicht wird, sorgt das Verteilernetz über Mittel- und Niederspannungsleitungen für die Versorgung von Haushalten, Gewerbe und Industrie. Ein Blick auf die Tiroler Strombilanzen der letzten

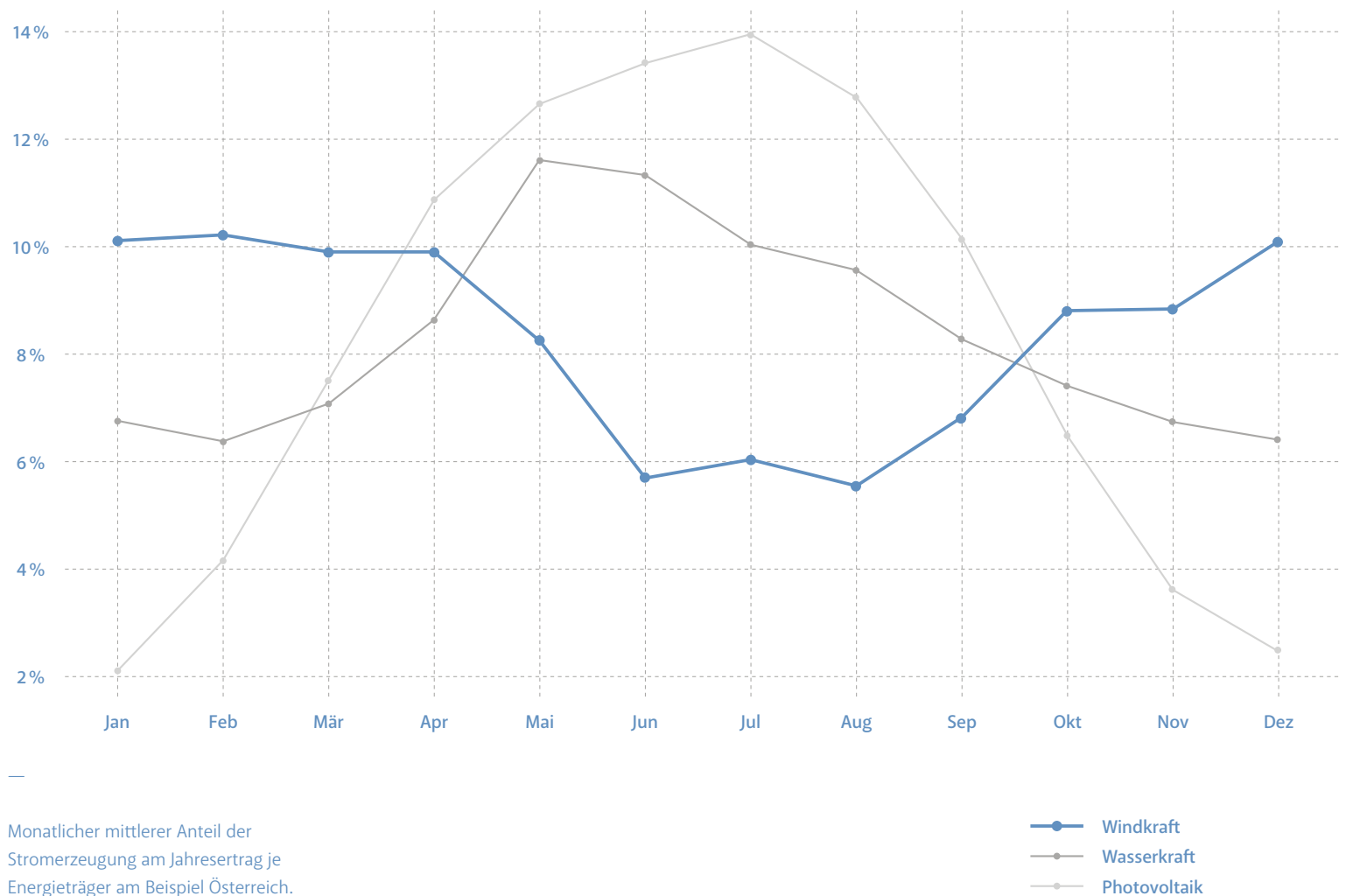
Jahre zeigt eine ausgeprägte Saisonalität:

In den Monaten Mai bis September 2023 wurde beispielsweise mehr Strom erzeugt als genutzt. Überschüssige Energie – vor allem aus Photovoltaik und Wasserkraft – konnte in das österreichische Übertragungsnetz eingespeist werden. In der kälteren Jahreszeit, von Oktober bis April, kehrt sich dieses Bild um: Die Erträge aus Sonne und Wasser sinken deutlich, während der Strombedarf – etwa durch Heizenergie und Beleuchtung – steigt. In dieser Phase musste vermehrt Strom aus dem Übertragungsnetz bezogen werden.



Monatliche Verteilung von Import (*Bezug aus dem APG-Übertragungsnetz) und Export (**Abgabe an das APG-Übertragungsnetz) ins bzw. aus dem Tiroler Verteilernetz 2023.

Erzeugerkurve: Windkraft, Wasserkraft und Photovoltaik



Im Kreislauf der Natur

Die Erträge der einzelnen erneuerbaren Energiequellen sind je nach Jahreszeit sehr unterschiedlich. Windenergie ist tendenziell in den Wintermonaten ertragreicher. Für die Entstehung des Windes sind Temperatur- und damit einhergehende Druckunterschiede verantwortlich. Im Winter ist der Temperaturunterschied zwischen kalter Polarluft und den wärmeren Tropen stärker als im Sommer. Dadurch entstehen größere Druckunterschiede, die im Alpenraum zu kräftigen Westwindlagen führen können. Im Sommer hingegen dominieren in der Regel stabile Hochdrucklagen mit geringeren Windgeschwindigkeiten und folglich geringeren Erträgen.

Der Sommer ist die Zeit, in der Photovoltaikanlagen ihre Höchstleistung erreichen. Längere Tage und ein höherer Sonnenstand

führen dazu, dass insbesondere zur Mittagszeit viel Strom erzeugt werden kann. Im Winterhalbjahr hingegen sind sowohl Strahlungsintensität als auch Tageslänge reduziert, was die Erträge – je nach Ausrichtung der Anlage – schmälert. In Tallagen kann die Stromproduktion zusätzlich durch topografische Verschattung beeinträchtigt sein, während exponierte Standorte von längerer Sonneneinstrahlung profitieren.

Die Wasserkraft ist das Rückgrat der Tiroler Stromversorgung. Besonders ertragreich ist sie im Frühjahr, wenn durch die Schneeschmelze mehr Wasser in den Bächen und Flüssen fließt. Auch Niederschläge, besonders im Sommer wie auch im Herbst, können zu höheren Abflüssen und damit zu einer gesteigerten Stromproduktion führen. In den Wintermonaten hingegen sind die Abflüsse geringer. →

Faktencheck 2:

„Windräder benötigen bei der Herstellung mehr Energie, als sie erzeugen können und emittieren mehr CO₂, als sie einsparen.“

Mit Windkraft lässt sich deutlich mehr Energie gewinnen, als zu ihrer Produktion benötigt wird. Durch effiziente Anlagen kann die eingesetzte Energie schon nach ein bis eineinhalb Jahren zurückgewonnen werden. Außerdem zählt Windkraft mit rund acht Gramm CO₂-Äquivalenten pro Kilowattstunde zu den emissionsärmsten Formen aller erneuerbaren Energieerzeuger.

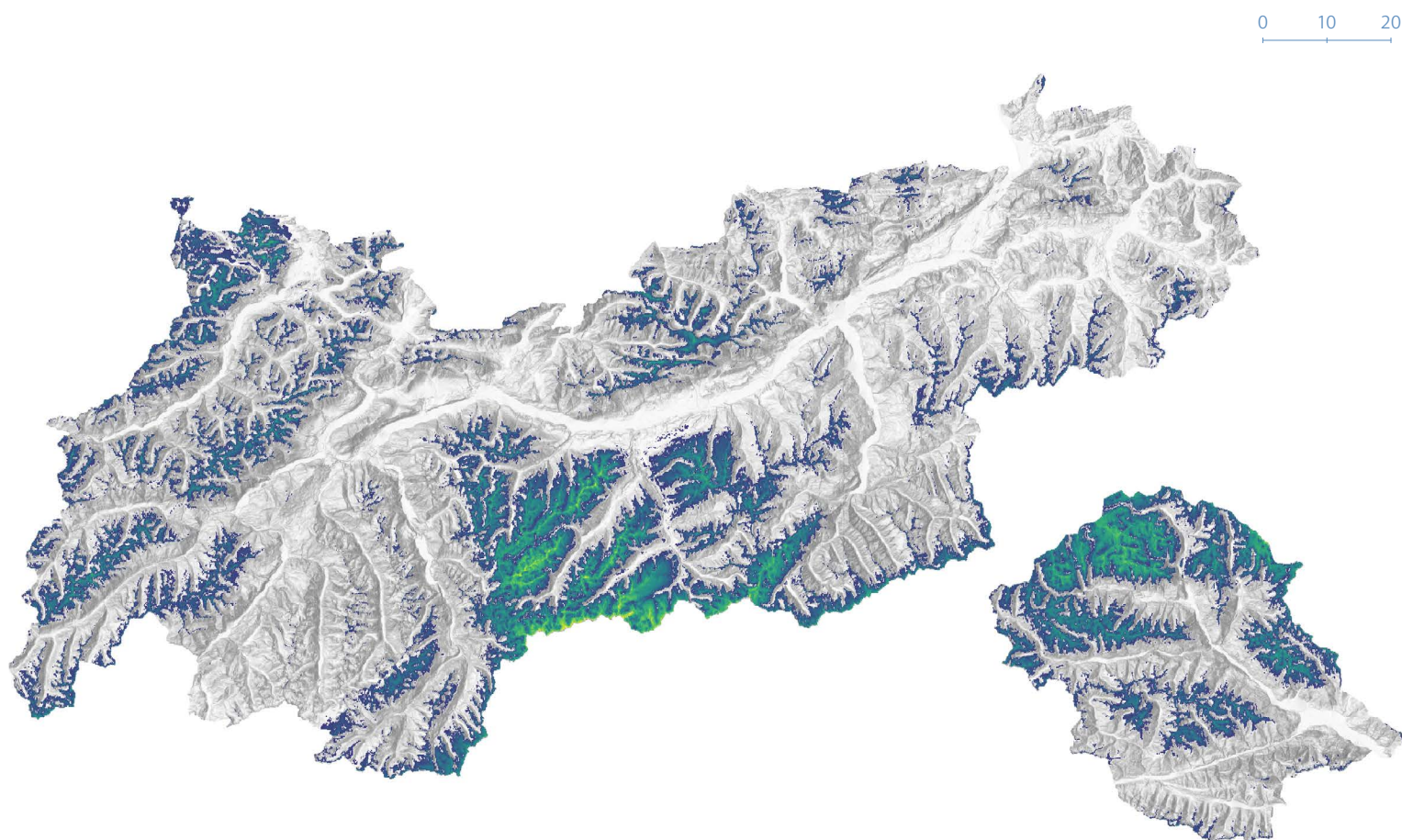
Wo sich Wind und Wille treffen

Für einen effizienten Betrieb von Windrädern ist ein Windaufkommen von mindestens fünf Metern pro Sekunde im Jahresmittel erforderlich. Obwohl es auch in Tirol Standorte gibt, die dieses Kriterium erfüllen, sind geeignete Flächen im Vergleich zu den großflächigen Windkraftregionen im Osten Österreichs oder im Alpenvorland

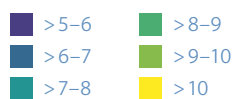
deutlich begrenzter. Potenzial bieten vor allem exponierte, hoch gelegene Kammlagen. Modelle wie der *Österreichische Windatlas* erlauben eine erste Einschätzung potenzieller Standorte. Aufgrund der komplexen Topografie Tirols mit häufig wechselnden Windverhältnissen, Abschattungen, Kanalisierungen und Turbulenzen stößt die Modellierung jedoch rasch an ihre Grenzen.

Eine verlässliche Standortbewertung ist daher nur durch eine konkrete Windmessung möglich. Neben dem Windaufkommen sind auch infrastrukturelle Aspekte – wie zum Beispiel die Erreichbarkeit für Bau und Wartung und die Anbindung an das Stromnetz – und die gesellschaftliche Akzeptanz entscheidend für die Realisierbarkeit von Windkraftprojekten in Tirol. ○

Warum Windkraft



Mittlere Jahresgeschwindigkeit [m/s]



„Potenzial bieten vor allem
exponierte, hoch gelegene
Kammlagen.“

Lukas Schifferle
Energieagentur Tirol



Faktencheck 3: „Windräder stellen durch Eiswurf und Eisfall eine Gefahr dar.“

Bei Kälte in Verbindung mit Niederschlag oder durch Raureif kann sich Eis an den Rotorblättern bilden. Dieses kann bei Stillstand fallen oder bei laufendem Betrieb von den drehenden Rotorblättern abgeworfen werden. Das Risiko für Menschen oder Gebäude ist jedoch äußerst gering. Windräder werden mit großem Abstand zu bewohnten Gebieten errichtet und mit Warnhinweisen und Schildern versehen. Sie verfügen außerdem über technische Maßnahmen wie automatische Eiserkennung und Rotorblattheizungen, die das Risiko zusätzlich minimieren.

In aller Kürze

Wie funktioniert ein Windrad?

Ein Windrad ist weit mehr als Rotorblätter, die sich im Wind drehen. Es besteht aus vielen, exakt aufeinander abgestimmten Bauteilen. Vom stabilen Fundament bis hin zu feinfühligem Messinstrumenten: Jedes einzelne Bauteil erfüllt eine wichtige Funktion. Gemeinsam sorgen sie dafür, dass aus der Windenergie Strom entsteht.

In aller Kürze

Rotorblatt

Die Rotorblätter fangen durch ihre aerodynamische Form die kinetische Energie des Windes auf und wandeln sie mit der daraus resultierenden Rotation in Strom um. Sie bestehen meist aus glasfaser- oder carbonfaserverstärktem Kunststoff und können bis zu 80 Meter lang sein – optimiert für hohe Effizienz und niedrige Geräuschentwicklung.

Rotornabe

Die Rotornabe überträgt die Leistung auf die Rotorwelle. Der Rotor leitet die kinetische Energie des Windes an die Hauptwelle weiter, welche die Drehzahl auf das Getriebe überträgt.

Blattverstellung

Die Blattverstellung erlaubt es, den Anstellwinkel der Rotorblätter individuell zu verändern. So kann die Leistung je nach Windstärke geregelt werden, um eine Überlast zu verhindern und die Energieerzeugung zu maximieren.

Gondel (Maschinenhaus)

Die Gondel sitzt auf der Spitze des Turms und beherbergt den gesamten Antriebsstrang mit Getriebe, Generator und Steuerungstechnik.

Messinstrumente

Messinstrumente wie der Windsensor überwachen die Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Außerdem werden weitere meteorologische Parameter wie Temperatur und Feuchte sowie der Zustand der Anlage laufend kontrolliert und angepasst.

Turm

Der Turm bringt Gondel und Rotorblätter auf eine Höhe, auf der stärkere und gleichmäßigere Winde herrschen. Sie werden als Stahlrohr-, Beton- oder Hybridkonstruktionen gebaut.

Fundament

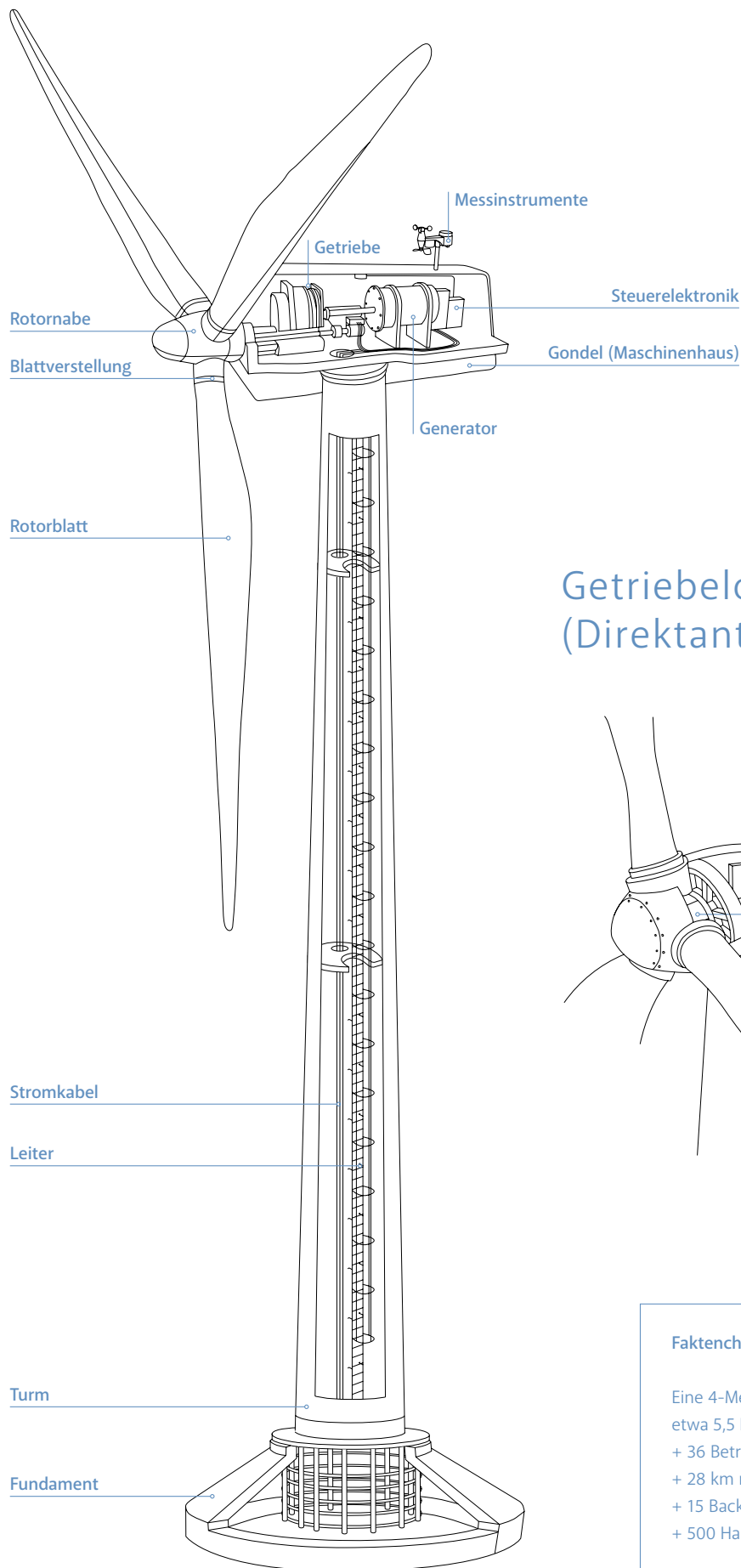
Das Fundament sorgt für die Standfestigkeit der Windkraftanlage. Es besteht meist aus einer großen Betonplatte mit Stahlarmierung und kann je nach Bodenbeschaffenheit auch Stahlpfähle erfordern. ○

Faktencheck 4:

„Windräder verseuchen unsere Luft mit Mikroplastik.“

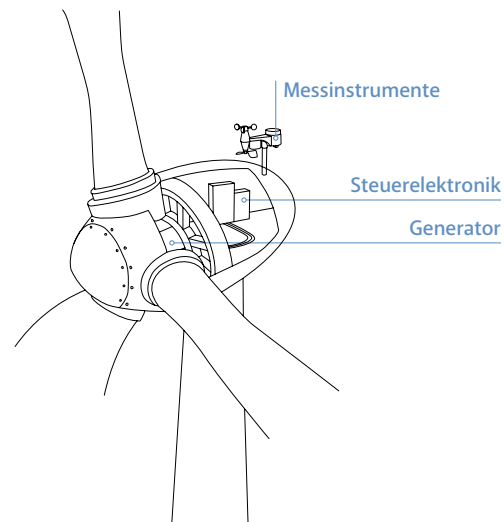
Durch die Erosion an den Rotorblattspitzen entsteht zwar ein gewisser Abrieb, aber in deutlich geringeren Mengen als oft behauptet. Studien zeigen für Offshore-Anlagen im Mittel Verluste von 240 Gramm pro Windrad. Auf 30 Jahre ergibt das etwa 7,2 Kilogramm – weit entfernt von den kolportierten Tonnen. Zum Vergleich: In Dänemark, dem EU-Land mit der höchsten Windenergieproduktion pro Kopf, sind die Mikroplastik-Emissionen aus Windrädern rund 60-mal geringer als jene durch den Abrieb von Schuhsohlen.

Getriebe-Windkraftanlagen



Getriebe- oder getriebelose Windkraftanlagen
Zur Stromgewinnung muss die langsame Drehbewegung des Rotors in elektrische Energie umgewandelt werden. In klassischen Anlagen übernimmt dies ein Getriebe. Direktantriebe kommen ohne Getriebe aus, sind jedoch oft in der Baugröße beschränkt.

Getriebelose Windkraftanlagen (Direktantrieb)



Faktencheck 5: „Windkraft ist ineffizient.“

Eine 4-Megawatt-Windkraftanlage erzeugt pro Umdrehung etwa 5,5 Kilowattstunden (kWh). Genug für:

- + 36 Betriebsstunden eines Kühlschranks (150 Watt)
- + 28 km mit einem E-Kompaktwagen (20 kWh pro 100 km)
- + 15 Backbleche Vanillekipferl inklusive Vorheizen (1,2 Kilowatt)
- + 500 Handy-Ladungen (10 Wattstunden)

Interview

Mit Mut zur Höhe

© Albin, commons.wikimedia.org, CC BY 4.0

Interview mit Markus Russi



Markus Russi ist Vize-Präsident des Verwaltungsrates des *Elektrizitätswerks Ursern* und erläutert, wie Windkraft auch im alpinen Gelände funktionieren kann und warum der Windpark auf dem Gütsch bei Andermatt bereits zum dritten Mal erweitert wird.



Wie kam es dazu, die damals höchstgelegene Windkraftanlage Europas auf über 2.300 Metern am Gütsch bei Andermatt zu errichten? Markus Russi: Das hat mit der Gründungsgeschichte des *Elektrizitätswerk Ursern* zu tun. Es wurde 1902 gegründet, um das erste Wasserkraftwerk in der Talschaft Ursern zu bauen. Zum 100-jährigen Jubiläum wurde diese Pionierleistung aufgegriffen und auf dem Gütsch auf 2.325 Metern die erste hochalpine Windkraftanlage errichtet. Im Jahr 2002 nahm die erste Anlage ihren Betrieb auf, 2010 und 2012 folgten drei weitere. Bis Ende 2025 wird der Windpark erneut ausgebaut.

Wie lang dauerte es, bis das erste Windrad in Betrieb gehen konnte? Gab es Schwierigkeiten? Der gesamte Projektverlauf von den Machbarkeitsanalysen bis zur Errichtung der Anlagen hat gut zwei Jahre gedauert. Schwierig war die zeitliche Begrenzung der Bauphase. In dieser Höhenlage sind die Arbeiten stark von den jahreszeitlichen Wetterbedingungen abhängig. Innerhalb weniger Monate mussten sämtliche Schritte von der Planung und Umsetzung der Tiefbauarbeiten über den Transport der Komponenten bis hin zur Montage der Anlage abgewickelt werden.

Die Schweiz gilt als Mutterland der direkten Demokratie. Konnte die Bevölkerung auch beim Windpark mitbestimmen? Die Bürger*innen der Talschaft Ursern sind Eigentümer*innen des *Elektrizitätswerks*. Ihre Zustimmung bildete die Grundlage für den Ausbau. Darüber hinaus bestand sowohl im Bewilligungsverfahren als auch im Rahmen des Umweltverträglichkeitsberichts die Möglichkeit zur direkten und indirekten Beteiligung.

Wie schlagen sich die Anlagen im Vergleich zu Windrädern im Flachland?

Die Anlagen erfüllen die Erwartungen in vollem Umfang. Die Höhenlage bringt zwar komplexe Windverhältnisse mit sich, aber es gibt auch Vorteile. Im Winter produziert eine Windkraftanlage am Berg sogar mehr Energie als eine Anlage im Flachland.

Worin sehen Sie die größten Herausforderungen der alpinen Windkraft?

Eine zentrale Herausforderung ist die zunehmende Größe moderner Anlagen. Diese erschwert den Transport der Komponenten in schwer zugängliche Regionen. Zudem stellen die typischen Windverhältnisse in alpinen Lagen – hohe Geschwindigkeiten, Böenspitzen und Turbulenzen – besondere Anforderungen an Planung und Betrieb.

Wie kamen die Anlagen auf den Berg?

Die steile Topografie und Kurven machten den Transport sicherlich anspruchsvoll.

Die Logistik für den Transport der Windkraftanlagen war in der Tat eine technische Meisterleistung. Für die Rotorblätter war zum Beispiel ein Spezial-LKW notwendig, der die engen Kurvenradien überwinden konnte. Die Transporte erfolgten größtenteils nachts, begleitet von Verkehrssicherungsmaßnahmen und teilweise mit Sperrung des Gegenverkehrs aufgrund der Überbreite.

Der Windpark ist häufig Föhnlagen und Stürmen ausgesetzt. Verursacht das Probleme?

Unsere Windkraftanlagen gehören zur höchsten Windklasse I und sind für extreme Wetterbedingungen konzipiert. Der Hersteller garantiert, dass sie bis zu Windgeschwindigkeiten von 252 Kilometern pro Stunde (km/h) keinen Schaden nehmen. Bei einem Föhnsturm im April 2012 wurden Spitzen von 236 km/h gemessen. Die Anlagen haben das problemlos überstanden. Einen Sturmschaden hatten wir bislang glücklicherweise noch nie. →

„Die Anlagen erfüllen die Erwartungen in vollem Umfang. Im Winter produziert eine Windkraftanlage am Berg sogar mehr Energie als eine Anlage im Flachland.“



Markus Russi
Vize-Präsident des Verwaltungsrates
des Elektrizitätswerks Uri

Interview mit Markus Russi

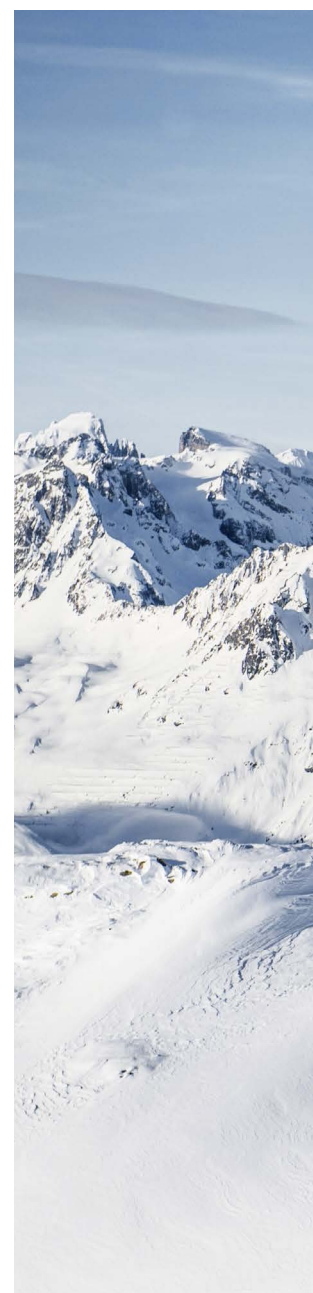
Wie gestaltet sich der Betrieb bei Eis und Schnee im Winter? Wenn sich Eis am Rotorblatt bildet, schaltet sich die Anlage automatisch ab. Ein Neustart ist erst nach einer manuellen Kontrolle vor Ort möglich. In der Regel erreichen wir die Anlage dann mit der Gondel oder dem Pistenfahrzeug. Sollte der Zugang auf konventionellem Weg nicht möglich sein, kommt der Helikopter zum Einsatz.

Der Windpark befindet sich in der Skiregion Andermatt. Wie werden die Windräder von Skifahrer*innen und anderen Tourist*innen wahrgenommen? Laut Umfragen wird der Windpark von Gästen sehr positiv wahrgenommen. Viele empfinden die sichtbare Nutzung erneuerbarer Energien als Bestärkung, insbesondere im Kontext eines umweltfreundlichen Tourismus. Ein Teil der Zuwegung wird außerdem als Wanderweg genutzt, im Winter als Winterwanderweg.

Welche ökologischen Auflagen gab es beim Bau? Die erste Anlage war eine Pilotanlage mit 600 Kilowatt und konnte dadurch einfacher umgesetzt werden. Ab einer Leistung von fünf Megawatt ist eine umfassende *Umweltverträglichkeitsprüfung* vorgeschrieben. Diese umfasst eine Voruntersuchung, eine Hauptuntersuchung mit Pflichtenheft und die Erstellung eines Umweltverträglichkeitsberichts. Dieser enthält auch Maßnahmen zum Vogelschutz.

Stichwort Ökologie: Wie passen Windräder und die unberührte Berglandschaft zusammen?

Das hängt von der Perspektive ab. Der Standort Gütsch war bereits vor dem Bau der Windkraftanlagen durch militärhistorische Relikte und Infrastruktur für den Skisport geprägt. Über 90 Prozent der Zufahrtswege waren bereits erschlossen. Außerdem achten wir bewusst darauf, die Windkraftanlagen räumlich an einem Standort zu bündeln, um den Eingriff in die Landschaft möglichst gering zu halten.



Kann der Strom vor Ort verwertet werden?

Der Strom wird direkt ins Netz des *Elektrizitätswerks Ursern* eingespeist. Das Elektrizitätswerk besitzt noch vier Wasserkraftwerke, eines davon mit Speichersee. Nach Möglichkeit regulieren wir das so, dass wir den Strom aus Wind- und Wasserenergie vor Ort verbrauchen können. Durch den Ausbau der Skiinfrastruktur können wir auch dort das Stromnetz für den Abtransport nutzen und mussten nur 700 Meter Kabel verstärken.

Welchen konkreten Nutzen hat die lokale Bevölkerung?

Die Bevölkerung profitiert direkt von stabileren und niedrigeren Stromkosten. Zusätzlich erhalten die Bürgerinnen und Bürger der Talschaft jährlich vor Weihnachten einen finanziellen Obolus. Darüber hinaus wird die Versorgung mit 100 Prozent erneuerbarer Energie von vielen als großer Fortschritt geschätzt.

Aus heutiger Sicht: Was würden Sie anders machen?

Es gibt keine wesentlichen Punkte, die ich anders machen würde. Wir sind aktuell bereits in der dritten Ausbauphase und die gesammelten Erfahrungen haben viele Prozesse deutlich erleichtert. Wir sind sehr zufrieden. ○



Die Rolle der Gemeinde

Beteiligung ist nicht gleich Beteiligung

Windkraftanlagen sind große Infrastrukturprojekte und ihre Umsetzung erfordert einen sorgfältigen Prozess – von der ersten Sondierung über die Potenzialanalyse bis hin zur Planung und Genehmigung. Ein zentraler Erfolgsfaktor ist dabei die frühzeitige und transparente Einbindung der Bevölkerung.

Gemeinden spielen eine Schlüsselrolle, wenn es um die Einbindung der Bevölkerung geht: Sie kennen die Bedürfnisse der Bevölkerung und verfügen über etablierte Informationskanäle und Arbeitsgruppen, die oft bereits Klimaschutz- und Energieprojekte vor Ort entwickelt und umgesetzt haben. Damit sind sie bestens aufgestellt, um ihre Bürger*innen fundiert und faktenbasiert zu informieren und sie bei Bedarf in umfassende Veränderungsprozesse einzubinden.

Bürger*innenbeteiligung kann vielfältige Formen annehmen, von Informationsveranstaltungen über die Möglichkeit, Stellung zu beziehen, bis hin zu aktiver Mitgestaltung. Wie Beteiligungsprozesse bei Windkraftanlagen professionell und

wirkungsvoll gestaltet werden können, ist Teil des Beratungsangebots der *Energieagentur Tirol*.

Gemeinschaftlich zur Energieautonomie
TIROL 2050 energieautonom lässt sich nur erreichen, wenn alle 277 Gemeinden ihre individuellen Potenziale ausschöpfen. Während Maßnahmen wie Sonnenstromerzeugung, Gebäudesanierungen oder der Umstieg auf E-Mobilität überall wirkungsvoll sind, ist die Verfügbarkeit erneuerbarer Ressourcen wie Biomasse, Wasser- und Windkraft, eine Stärke ländlicher Gebiete. Der ländliche Raum kann somit wie in der Lebensmittelerzeugung auch in der Energieerzeugung eine wesentliche Rolle übernehmen. ○

Faktencheck 6: „Für ein Windrad müssen riesige Bodenflächen versiegelt werden“

Auch wenn während des Baus Umladeplatz, Zwischenlager und Kranstellfläche benötigt werden, so kann ein Großteil der Fläche nach Fertigstellung rekultiviert werden. Was bleibt, sind Wegadaptierungen für die Zufahrt, ein Platz für allfällige Reparaturen und das Fundament des Windrades mit 200 bis 600 Quadratmetern.





Interview

Windkraft am Beispiel Munderfing

Martin Voggenberger ist Bürgermeister der Gemeinde Munderfing in Oberösterreich und Geschäftsführer der *Windpark Munderfing GmbH*. Im Interview spricht er über die Rolle der Gemeinde als gewählte Vertreterin der Bevölkerung und darüber, wie Windräder zu einem Symbol gemeinsamer Verantwortung und Identifikation werden können.

Wie hat sich die Vision eines Windparks in Munderfing entwickelt?

Martin Voggenberger: Im Jahr 2005 wurde ein Energiekonzept erstellt, um ein klares Bild davon zu bekommen, wie sich der Energiebedarf der Gemeinde zukünftig entwickeln wird und wie dieser mit erneuerbaren Energien abgedeckt werden kann. Dabei wurde deutlich, dass zur Deckung des Strombedarfs ausschließlich Windkraft infrage kommt. Zwei Jahre später fasste der Gemeinderat einen einstimmigen Grundsatzbeschluss zum Thema Windkraft in Munderfing. Direkt im Anschluss wurde die Bevölkerung zu einem Bürger*innen-abend eingeladen, um sie über den Beschluss zu informieren und ein erstes Stimmungsbild einzuholen. Dabei zeigte sich, dass die Bevölkerung hinter dem Projekt steht: Von rund 150 Anwesenden äußerten sich lediglich fünf kritisch, Gegner gab es gar keine. Damit war klar, dass wir das Projekt weiterverfolgen können. So entstand am Ende der erste Windpark in Österreich, der mehrheitlich in kommunaler Hand ist. →



„Die Menschen in Munderfing identifizieren sich mit dem Windpark. Sie sprechen von ‚unseren Windradln‘.“

Martin Voggenberger

Bürgermeister Munderfing

Wie groß ist der Windpark Munderfing?

Im Frühjahr 2014 gingen fünf Windkraftanlagen mit einer Nabenhöhe von 140 Metern und einem Rotordurchmesser von 112 Metern in Betrieb. 2022 wurde der Park um eine weitere, noch leistungsstärkere Anlage erweitert. Er verfügt nun über eine Gesamtleistung von rund 19 Megawatt und produziert jährlich circa 40 Millionen Kilowattstunden Energie. Damit können rund 13.000 Haushalte mit Strom versorgt werden.

Welche konkreten Schritte haben zum Gelingen des Projekts beigetragen?

Die Grundlage war das Energiekonzept. Damit war klar, dass Handlungsbedarf besteht. Dann brauchte es den Konsens im Gemeinderat für das Thema Windkraft und die Entscheidung, das Thema nicht in den Wahlkampf zu tragen. Es ging dabei auch um das Vertrauen der Bevölkerung in die politische Vertretung, und dieses Vertrauen war glücklicherweise vorhanden. Außerdem war von Anfang an klar, dass der Windpark mehrheitlich im Eigentum der Gemeinde stehen und somit direkt der lokalen Bevölkerung zugutekommen wird.

Der Rückhalt der Bevölkerung war also von Anfang an da. Wie erklären Sie sich das?

Ein transparenter und offener Umgang mit der Bevölkerung war uns ein zentrales Anliegen. Wir haben alle relevanten Informationen frühzeitig kommuniziert und sind konsequent den Weg der Offenheit gegangen. Diese Haltung hat sich bewährt. Sie schafft Vertrauen und stärkt den Rückhalt für das Projekt. Die Menschen in Munderfing identifizieren sich mit dem Windpark. Sie sprechen von „unseren Windradln“. Lokale Organisationen wie die Landjugend haben die Windräder sogar in ihre Logos integriert.

Der Windpark Munderfing war der erste Windpark in Österreich, der mehrheitlich einer Gemeinde gehört. Welche Vorteile ergeben sich daraus? Der Windpark Munderfing ist zu 75 Prozent im Besitz der Gemeinde, ein Modell, das in mehrfacher Hinsicht überzeugt. Die Wertschöpfung bleibt vor Ort, denn die Gewinne fließen direkt in den Gemeindehaushalt und kommen somit allen Bürger*innen zugute. Es ist ein besonders faires Beteiligungsmodell, bei dem nicht einzelne Investor*innen profitieren, sondern die gesamte Bevölkerung der Gemeinde. Die Gewinne aus dem Windpark haben Investitionen in Infrastrukturprojekte wie den flächendeckenden Ausbau des Glasfasernetzes mit kostenlosem Anschluss für alle Haushalte ermöglicht. Zusätzlich können wir kleinere Investitionen in Einrichtungen wie der Krabbelstube, dem Kindergarten oder Schulen tätigen, wo der Mehrwert ebenso in der Gemeinde bleibt. Letztlich ist die Gemeinde nichts Abstraktes. Sie besteht aus den Menschen, die hier leben.

Trotzdem gab es auch Herausforderungen. Welche haben Sie besonders beschäftigt?

Die Haltung des Landes war anfänglich nicht unterstützend. Die Nuklearkatastrophe von Fukushima im Jahr 2011 hat dann aber ein Umdenken bewirkt. Sie hat die Dringlichkeit unterstrichen, sich von fossilen und nuklearen Energiequellen zu lösen. Eine weitere Herausforderung war die Auseinandersetzung mit dem Verein zum Schutz des Kobernaußeralwaldes. Hier standen ökologische Fragestellungen im Vordergrund, die wir ernst genommen und in den Planungsprozess integriert haben. Uns war ein verantwortungsvoller Umgang mit dem Naturraum stets ein Anliegen.

Was würden Sie anderen Gemeinden, die über ein Windkraftprojekt nachdenken, empfehlen?

Offene und transparente Kommunikation ist das Um und Auf. Es braucht Mut im Gemeinderat, aber dieser zahlt sich aus. Wichtig ist auch, sich selbst ein Bild zu machen. In Munderfing haben wir regelmäßig Gäste, die sich unsere Windräder vor Ort ansehen. Die Rückmeldungen zeigen, dass ein Besuch vor Ort viele Bedenken, zum Beispiel in Bezug auf Schall und Landschaftsbild, ausräumen und für mehr Akzeptanz sorgen kann. ○

Der Baukasten einer Beteiligung

Beteiligung oder Partizipation ist in aller Munde, besonders wenn es darum geht, tragfähige Lösungen und kluge Entscheidungen für eine gute Zukunft zu entwickeln. Dabei existieren viele unterschiedliche Vorstellungen davon, was Beteiligung bedeutet. Ein guter Beteiligungsprozess verfolgt ein konkretes Ziel, wird unter Einbezug wichtiger Entscheidungsträger*innen durchgeführt und integriert diverse Beteiligungselemente in den Prozessablauf.

Information

Information bildet die Grundlage jeder Beteiligung. Laufende, transparente und fundierte Kommunikation über konkrete Projektschritte, die vielfältigen Aktivitäten der Gemeinde im Energiebereich sowie aufklärende Fakten und Energiewissen sind essenziell, um Vertrauen zu schaffen und Verständnis zu fördern.

Mitwirkung

Wo will die Gemeinde im Energie- und Klimaschutzbereich hin? Welche Rolle will sie im Rahmen von *TIROL 2050 energieautonom* einnehmen? Welches Zukunftsbild in Sachen Nachhaltigkeit verfolgt die Gemeinde? Zur Beantwortung dieser Fragen ist das kollektive Wissen der Bevölkerung von unschätzbarem Wert. Geeignete Formate zur Mitwirkung sind etwa die Einbindung der Bevölkerung mittels eines Energierats, Befragungen oder Workshops.

Mitentscheidung

Auch wenn viele Entscheidungen institutionalisiert sind, also ganz klar von einer Stelle oder einem Organ getroffen werden müssen, lassen sich Teilaspekte einer Entscheidung durchaus an engagierte Gruppen innerhalb der Bevölkerung übertragen. Ein Beispiel dafür ist die Mitbestimmung über die Verwendung von Budgetmitteln durch *e5-Teams*.

Finanzielle Beteiligung

Auch hinsichtlich finanzieller Aspekte gilt es, die Beteiligung als Chance zu sehen. Über *Erneuerbare Energiegemeinschaften* können Bürger*innen heute niederschwellig am lokalen und regionalen Austausch von elektrischer Energie teilhaben. Auch wenn die Gemeinde Eigentümerin ist, fließen die Erträge indirekt wieder in die Bevölkerung zurück, etwa durch Infrastrukturprojekte.

Vorbild e5-Gemeinden

Die *Energieagentur Tirol* betreut und berät im *e5-Landesprogramm für energieeffiziente Gemeinden* 60 Gemeinden. In Kooperation mit den Kommunen wird dort seit 1998 der energiepolitische Transformationsprozess im Großen wie im Kleinen vorangetrieben.

Beteiligung stärken

Tiefer gehende Beteiligungsprozesse lassen sich in *e5-Gemeinden* optimal integrieren. Aber auch für alle anderen Tiroler Gemeinden bietet die *Energieagentur Tirol* Unterstützung: Bei konkreten Windkraftprojekten steht eine Basisberatung zur Verfügung, um Beteiligungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Lokale Agenda 21

Das *Land Tirol* fördert über ein breites Netzwerk an Prozessbegleiter*innen auch umfassende Beteiligungsprozesse. Im Fokus können dabei auch Fragen zur zukünftigen Energieversorgung in Gemeinden sowie Strategien zur Steigerung der Akzeptanz in der Bevölkerung stehen. ○

Faktencheck 7: „Windkraft braucht Unmengen an Seltenen Erden“

In der Windkraft werden bestimmte Elemente der *Seltenen Erden* eingesetzt, vor allem Neodym, Dysprosium, Terbium und Praseodym, um die Effizienz von Generatoren zu steigern. Je nach Antriebsart werden zwischen 50 und 180 Kilogramm Neodym pro Megawatt Anlagenleistung benötigt, von den anderen Elementen deutlich weniger. Der tatsächliche Bedarf ist also überschaubar. Die Bezeichnung „Seltene Erden“ ist außerdem irreführend: Nicht die Stoffe selbst sind selten, sondern lediglich abbauwürdige Lagerstätten. Derzeit dominiert China den Weltmarkt sowohl in der Gewinnung als auch der Weiterverarbeitung.

Interview

Von der Idee zum Windrad

Hans Winkelmeier ist ehemaliger Geschäftsführer der *Energiewerkstatt*, einem der renommiertesten österreichischen Projektentwickler im Bereich Windkraft.

Mit über 35 Jahren Erfahrung hat die *Energiewerkstatt* die Entwicklung der Windkraft in Österreich von Anfang an miterlebt und begleitet. Was waren wichtige Meilensteine für den Ausbau in Österreich?

Hans Winkelmeier: Die Entwicklung der Windkraft in Österreich ist eng mit gesellschaftlichen Bewegungen verbunden. Nach der Volksabstimmung gegen das Atomkraftwerk Zwentendorf und den Protesten gegen das Donaukraftwerk Hainburg entstand in den 1990er-Jahren eine engagierte Energieszene. In Folge wurden erste Windkraftprojekte in Österreich realisiert. Entscheidend für den rasanten Ausbau der Windkraft war dann das Ökostromgesetz 2002 mit fixen Einspeisetarifen. Mit dem Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz 2021 wurde ein weiterer Impuls gesetzt. Das Ziel: Bis 2030 soll Österreich zu 100 Prozent mit Strom aus erneuerbaren Quellen versorgt werden, wobei die Windkraft rund 25 Prozent beitragen soll. Durch die Marktpremienförderung ist nun eine standortdifferenzierte Förderung möglich und windschwächere Standorte, etwa in Westösterreich, erhalten höhere Prämien. Für alpine Lagen gibt es zusätzliche Zuschläge.

Wie sieht aus Ihrer Erfahrung der ideale Projektablauf bis zur Inbetriebnahme eines Windrads aus? Im Idealfall dauert es von der ersten Idee bis zur Inbetriebnahme etwa vier bis fünf Jahre. In den ersten Jahren stehen vor allem die Standortsuche, technische Prüfungen und die Abstimmung mit Gemeinden im Vordergrund. Danach folgen umfangreiche Genehmigungs- und Beteiligungsverfahren, bei denen auch Umweltaspekte und die Interessen der Anrainer*innen berücksichtigt werden müssen. Schließlich beginnt die Bauphase, die je nach Projektgröße rund ein Jahr in Anspruch nimmt. Verzögerungen entstehen vor allem durch komplexe rechtliche Vorgaben und mögliche Einwände im Genehmigungsprozess, sodass sich Projekte in der Praxis auch deutlich länger hinziehen können. →



Hans Winkelmeier
Senior Consultant Planung
Energiewerkstatt

„Die Entwicklung der Windkraft in Österreich ist seit der Umsetzung des *Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes* auf einem guten Weg. Für einen weiteren Ausbau braucht es vor allem Fortschritte beim Netzausbau und bei der Flächenausweisung.“

Hans Winkelmeier
Senior Consultant Planung
Energiewerkstatt

Interview mit Hans Winkelmeier

Faktencheck 8: „Die Reflexion des Sonnenlichts an den Rotorblättern kann epileptische Anfälle auslösen.“

Der Diskoeffekt bezeichnet die selten vorkommende Situation, dass das Sonnenlicht, das auf die drehenden Rotorblätter einstrahlt, reflektiert wird und durch Fenster von anliegenden Wohnhäusern zurückgestrahlt werden kann. Dadurch entsteht in diesen Räumen ein periodischer Lichtwechsel, der wie ein Diskoeffekt wahrgenommen wird. Dieses Phänomen gehört der Vergangenheit an, weil Rotorblätter heutzutage mit nicht-reflektierenden Oberflächen beschichtet sind. Aufgrund der Abstandsregelungen für größere Windkraftanlagen von mehr als 700 Metern sind Lichtreflexionen an Rotorblättern gesundheitlich unbedenklich.

„Im Idealfall dauert es von der ersten Idee bis zur Inbetriebnahme etwa vier bis fünf Jahre.“

—
Hans Winkelmeier
Senior Consultant Planung
Energiewerkstatt

Was wird geprüft, bevor eine Gemeinde oder Grundeigentümer*innen kontaktiert werden?

Zuerst wird auf Basis eines Windatlas oder bestehenden Messungen analysiert, wie hoch das Windaufkommen an einem Standort ist. Erst nach vertraglicher Sicherung der Grundstücke starten standortspezifische Messungen. Danach wird eine potenzielle Projektfläche unter Berücksichtigung von Geländeneigung, Bauabständen und Infrastruktur definiert, die Eigentumsverhältnisse geprüft und ein erstes Layout des Windparks mit der Anzahl der Anlagen erstellt. Parallel werden die Erschließbarkeit der Standorte sowie die Möglichkeit zur Netzableitung geprüft. Erst wenn alle Informationen vorhanden sind, erfolgt die Kontaktaufnahme mit der Gemeinde oder den Grundeigentümer*innen.

Die Planung einer Windkraftanlage ist mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Was wird vorweg alles geregelt?

In der Anfangsphase werden meist zeitlich befristete Optionsverträge abgeschlossen. Danach folgen Dienstbarkeitsverträge, die Details zu Flächenbedarf, zeitlichem Ablauf, Zahlungen und Rückbau regeln. Neben den dauerhaft genutzten Flächen werden auch temporär benötigte Flächen sowie der vom Rotorkreis beanspruchte Luftraum vertraglich abgesichert.

Wie werden Position, Anzahl und Größe der Windräder festgelegt?

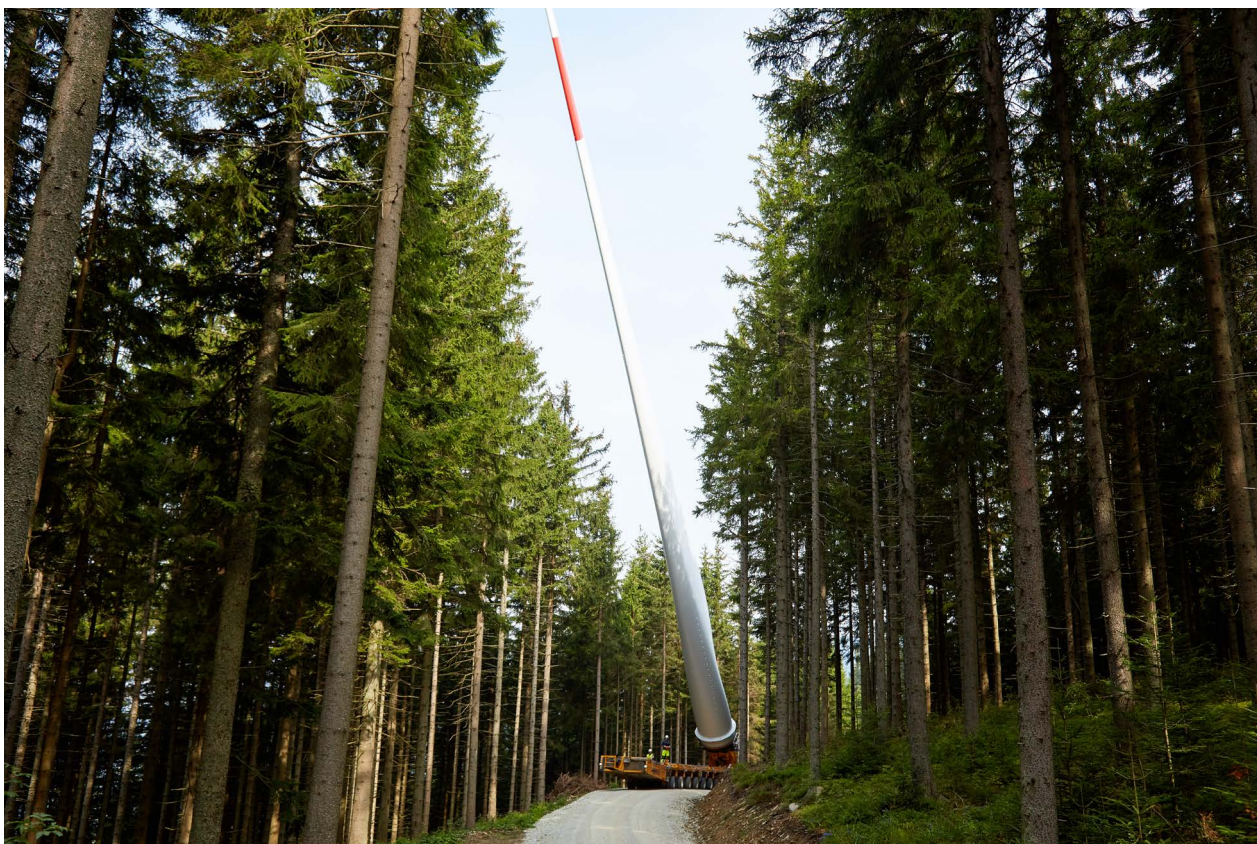
Der Rotordurchmesser richtet sich nach aktuellen Standards. Der Anlagentyp, die Leistung und die Nabenhöhe bleiben vorerst offen. Die Positionierung der Anlagen erfolgt dann anhand von Mindestabständen, Geländeeignung und den Vorgaben der Turbinenhersteller. Auch die Einhaltung der Abstände zu Siedlungen und Infrastruktur wird bereits in dieser frühen Phase berücksichtigt.

Effektive Aussagen können nur mit einer Windmessung getroffen werden. Wie lange muss mindestens gemessen werden?

Wenn bei der Ersteinschätzung des Windpotenzials große Unsicherheiten bestehen, werden Sondierungsmessungen auf bestehenden Masten oder Fernerkundungsmessungen gemacht. Detaillierte und kostenintensive Messungen starten erst, wenn die Grundstücksrechte gesichert und die Gemeinde eingebunden sind. Diese Messungen dauern mindestens zwölf Monate und müssen internationalen Normen und Standards entsprechen. Ziel ist es, sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Standsicherheit der geplanten Anlage fundiert nachzuweisen.

Die Windmessung muss sowohl zeitlich als auch räumlich simuliert werden. Wie viel größer sind die Unsicherheiten im alpinen Raum im Vergleich zum Flachland und warum?

Die Verlässlichkeit der Energieertragsprognose wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst, etwa durch Ungenauigkeiten bei der Windmessung, der Simulation oder den Standortbedingungen. Bei fachgerechter Durchführung unterscheiden sich diese Abweichungen zwischen Flachland und alpinen Standorten meist nicht wesentlich. Herausfordernd ist im Gebirge vor allem die Auswirkung des Geländes bei der Simulation oder bei der Performance der Windkraftanlage zu bewerten.



Die Zufahrtswege gelten bei alpinen Standorten als herausfordernd. Wieso werden nicht einfach neue Wege gebaut? Die Schaffung bzw. der Ausbau eines bestehenden Zufahrtsweges ist meist nicht so herausfordernd wie angenommen. Wege, die für den Einsatz von Forst-LKWs ausgebaut sind, können in der Regel für den Transport der Bauteile von Windkraftanlagen angepasst werden. Neue Möglichkeiten wie der Transport der Rotorblätter mit einem *Bladelifter* – einem Adapter, der die Bewegung des Rotorblatts während der Fahrt ermöglicht – oder das Umladen der Bauteile auf einen Spezial-LKW erleichtern den Transport in alpinen Standorten, verursachen aber Mehrkosten von bis zu fünf Prozent.

Könnte nicht einfach ein Hubschrauber als Transportmittel verwendet werden?

Das wurde früher gemacht, zum Beispiel 2002 im *Tauernwindpark Oberzeiring* in der Steiermark. Die Rotorblätter von aktuell geplanten Windkraftanlagen sind aber mit mehr als fünf Tonnen zu schwer für den Hubschraubertransport. Daher werden Rotorblätter derzeit ausschließlich mit Spezialtransportern zu den Standorten gebracht. →

Beim *Windpark Fürstkogel* in der Steiermark wurden die Rotorblätter mit einem *Bladelifter* transportiert.

Faktencheck 9: „Windräder erzeugen gesundheitsschädlichen Schall.“

Windkraftanlagen erzeugen durch die Bewegung der Rotorblätter Schall, der bei der angrenzenden Wohnnachbarschaft als periodisch auf- und ab-schwellendes Rauschen wahrgenommen werden kann. Der Schall einer 4-Megawatt-Anlage beträgt in 50 Metern (m) Entfernung am Boden etwa 55 Dezibel (dB). Mit zunehmendem Abstand nimmt die Lautstärke jedoch deutlich ab: Bereits in 600 m Entfernung unterschreiten auch große Anlagen mit circa 35 dB das Geräusch, das etwa durch das Rauschen von Laubbäumen erzeugt wird. Neben hörbarem Schall entsteht auch Infraschall, also tief-frequente Töne unterhalb der menschlichen Hörschwelle. Ob dieser gesundheitliche Auswirkungen hat, ist noch nicht abschließend geklärt. Allerdings ist der Infraschallpegel einer Windkraftanlage deutlich geringer als der von Kühl- oder Klimageräten.

Wann gilt ein Gelände aufgrund der Topografie im Vorhinein als ungeeignet für ein Windkraftprojekt? Aus logistischer Sicht gelten Flächen mit einer Neigung über 15 Grad als kritisch, da sowohl die Bauarbeiten als auch der Transport der Anlagenteile dadurch erschwert werden. Für straßengängige Fahrzeuge sind Steigungen bis etwa zehn Prozent machbar, Spezialtransporter schaffen 12 bis 16 Prozent – allerdings oft nur mit zusätzlichen Befestigungsmaßnahmen und ausreichend großen Kurvenradien.

Große Projekte brauchen oft eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Hat dies Nachteile? Ein UVP-Verfahren umfasst mehrere Themenbereiche und ist hinsichtlich Ablauf und Koordination sehr klar. Auch erforderliche Ausgleichsmaßnahmen oder Abwägungen lassen sich im Rahmen einer UVP gezielt und wirksam umsetzen. Zudem ist die Einbindung der Gemeinde und der Bevölkerung von Beginn an vorgesehen. Natürlich geht mit einer UVP auch ein gewisser Aufwand einher. Das betrifft vor allem die Planungsphase, in der Umweltverträglichkeits-Erklärungen und Emissions- und Massenberechnungen gemacht werden müssen. Auch die Öffentlichkeitsarbeit ist mit einem UVP-Verfahren intensiver.

Welche Aufgaben fallen im täglichen Betrieb eines Windparks an? Der Betrieb der Windkraftanlagen erfolgt vollautomatisch mittels Fernüberwachung und Wartung durch den Hersteller. Zudem wird meist eine Mindestverfügbarkeit garantiert. Die Betreiberfirma muss in den meisten Fällen eine*n Mühlenwart*in für Freiraumpflege, Schneeräumung und Kontrollgänge und eine schaltberechtigte Person für den Betrieb der Hochspannungsschaltanlage bereitstellen.

Wie sehen Sie die aktuelle und zukünftige Entwicklung der Windkraft in Österreich? Ende 2024 waren in Österreich rund 1.451 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.028 Megawatt (MW) in Betrieb. Sie decken etwa 15 Prozent des österreichischen Strombedarfs. In den kommenden Jahren werden weitere Projekte mit einer Leistung von rund 1.000 MW umgesetzt, sodass bis 2028 rund 5.000 MW Windkraftleistung erreicht werden. Die Entwicklung ist seit der Umsetzung des *Erneuerbaren-Ausbau-Gesetzes* auf einem guten Weg. Für einen weiteren Ausbau braucht es vor allem Fortschritte beim Netzausbau und bei der Flächenausweisung. ○

„Ende 2024 waren in Österreich rund 1.451 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.028 Megawatt in Betrieb. Sie decken etwa 15 Prozent des österreichischen Strombedarfs.“

Hans Winkelmeier
Senior Consultant Planung
Energiewerkstatt

Faktencheck 10: „Windräder sind riesig und dominieren die Landschaft.“

Bei der Größe von Windrädern gilt: So hoch wie nötig, so niedrig wie möglich. Je höher ein Windrad gebaut wird, desto mehr Energie kann es erzeugen. Denn mit zunehmender Höhe nimmt die Windgeschwindigkeit zu und damit das Potenzial für Stromerzeugung. Deshalb erreichen moderne Windkraftanlagen Nabenhöhen von bis zu 160 Metern. In alpinen Regionen gelten jedoch besondere Bedingungen: Turbulenzen, schwierige Baugrundverhältnisse, extreme Wetterlagen und herausfordernde Transportwege führen dazu, dass auch kleinere Anlagen mit Nabenhöhen unter 70 Metern wirtschaftlich attraktiv sein können. Zum Vergleich: Das höchste Haus Innsbrucks ist 66 Meter hoch. Wie hoch das Windrad im Einzelfall sein muss, ergibt sich aus der Windmessung und der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Faktencheck 11: „Windräder gefährden unsere Vögel und Fledermäuse.“

Windräder können sowohl für Vögel als auch für Fledermäuse ein Risiko darstellen, allerdings ist der tatsächliche Einfluss im Vergleich zu anderen Gefahrenquellen – wie Hauskatzen, Glasscheiben oder Straßenverkehr – sehr gering. Bei Vögeln besteht vor allem die Gefahr von Kollisionen oder der Verdrängung aus Lebensräumen. Besonders betroffen sind Greifvögel wie Adler und Rotmilan sowie Zugvögel. Zur Risikominimierung werden bereits in der Planungsphase ornithologische Gutachten erstellt. Maßnahmen wie eine sorgfältige Standortwahl, Abstände zu Brut- und Jagdgebieten, farbliche Kennzeichnungen und Radar- und Kamerasysteme helfen, Kollisionen zu vermeiden. Bei Fledermäusen liegt die Hauptgefahr nicht in Zusammenstößen, sondern im sogenannten Barotrauma – innere Verletzungen durch plötzliche Druckunterschiede in der Nähe der Rotorblätter. Die wirksamste Schutzmaßnahme ist die Anpassung der Betriebszeiten der Windkraftanlage an die Aktivität der Fledermäuse.

Die Windkraftanlage in Lichtenegg in Niederösterreich ist eine von zwei Anlagen in ganz Österreich, die mit einer Aussichtsplattform direkt unterhalb der Gondel ausgestattet sind.

Angebot für Gemeinden

Gemeinsam die Energiezukunft gestalten

Die Windkraft ist ein wichtiger Baustein auf unserem Weg zu *TIROL 2050 energieautonom*. Gleichzeitig ist sie ein Thema, das in vielen Gemeinden intensive Diskussionen auslöst. Diese Debatten sind wichtig, sollten aber auf einer sachlichen und fachlich fundierten Basis stattfinden. Genau hier setzt die *Energieagentur Tirol* an: Wir sind die unabhängige und verlässliche Partnerin für alle Tiroler Gemeinden, um den Weg der kommunalen Energiewende aktiv, informiert und gemeinschaftlich zu gestalten. Unser Ziel ist es, Gemeinden dabei zu unterstützen, von einer reaktiven Haltung in eine proaktive, gestaltende Rolle zu kommen. Denn die Energiezukunft wird vor Ort entschieden - und wir liefern das nötige Rüstzeug dafür.

Vom Reagieren zum Gestalten

Oftmals kommt das Thema Windkraft erst auf die Agenda, wenn ein konkretes Projektinteresse von außen an die Gemeinde herangetragen wird. Das versetzt Gemeindeverantwortliche häufig in eine schwierige Lage, in der sie schnell und unter Druck entscheiden müssen. Unsere Strategie ist es, diesen Prozess umzukehren. Wir wollen Gemeinden befähigen, das Ruder selbst

in die Hand zu nehmen, auch wenn noch kein konkretes Projekt im Raum steht. Das bedeutet, sich frühzeitig mit den eigenen Potenzialen, aber auch mit den Wünschen und Bedenken der Bevölkerung auseinanderzusetzen. Wie kann die Windkraft einen positiven Entwicklungsschub für unsere Gemeinde auslösen? Wie sichern wir leistbare, erneuerbare Energie für die Region? Und wie nehmen wir die Bürger*innen

auf diesem Weg bestmöglich mit? Indem sie diese Fragen proaktiv klären, schaffen Gemeinden eine starke Verhandlungsposition und stellen sicher, dass die Entwicklung im Einklang mit den lokalen Bedürfnissen und Zielen steht. Es geht darum, ein gemeinsames Bild der Zukunft zu zeichnen, in dem die Windkraft neben Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, Photovoltaik oder nachhaltiger Mobilität ihren logischen Platz findet.





Faktencheck 12: „Windräder können nicht recycelt werden und verursachen Unmengen an Müll.“

Windkraftanlagen haben eine Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren. Viele werden nach ihrer Nutzung exportiert und weiterbetrieben, andere vollständig rückgebaut. Die Hauptmaterialien wie Stahl, Gusseisen, Kupfer und Aluminium sind gut recycelbar. Beim Recycling der Rotorblätter aus faserverstärkten Kunststoffen kommen zunehmend innovative Verfahren zum Einsatz. Durch mechanisches Recycling können diese unter anderem in Leichtzementplatten, für Schalldämmungen oder bei Bodenbelägen eingesetzt werden. Thermisches und chemisches Recycling haben als Zukunftstechnologien großes Potenzial für die Rückgewinnung hochwertiger Glas- oder Karbonfasern und Kunststoffen.

Ein Kompass für jede Phase

Um Gemeinden auf diesem Weg optimal zu begleiten, haben wir ein umfassendes, kostenloses Beratungsangebot entwickelt, das auf die unterschiedlichen Bedürfnisse eingeht.

1. Orientierung und Prozessberatung:

Wenn sich ein Windkraftprojekt konkretisiert, helfen wir, einen klaren Fahrplan zu erstellen. Wir unterstützen beim Aufsetzen eines strukturierten Prozesses, informieren über Unterstützungs- und Fördermöglichkeiten, klären, wie Beteiligung bestmöglich integriert werden kann, und zeigen auf, wie Synergien mit laufenden Prozessen wie dem *e5-Programm* genutzt werden können. Ziel ist es, als Gemeinde in eine neutrale, aber gestaltende Rolle zu kommen.

2. Fachliche Spezialberatung:

Daten und Fakten sind die Grundlage jeder sachlichen Diskussion. Unsere Expertinnen und Experten bereiten die komplexen

rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen verständlich auf. Das umfasst Themen wie die *Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)*, raumordnungs- und naturschutzrechtliche Fragen. Zudem stellen wir gemeindespezifische Windkarten, die das vorhandene Potenzial visualisieren und eine fundierte Diskussionsgrundlage bieten, bereit.

3. Kommunikation und Information:

Eine transparente und ehrliche Kommunikation ist der Schlüssel zur Akzeptanz in der Bevölkerung. Wir unterstützen Gemeinden mit Grafiken und faktenbasierter Öffentlichkeitsarbeit. Darüber hinaus kommen unsere Expertinnen und Experten gerne direkt in die Gemeinde: Mit einem Informationsstand bei Veranstaltungen oder einem Vortrag im Plenum erklären wir die Grundlagen der Windkraft, ihre energiepolitische Bedeutung für *TIROL 2050 energieautonom*, und stehen für Fragen der Bürger*innen niederschwellig zur Verfügung.

Wind als Teil des großen Ganzen

Die Energieautonomie ist ein Puzzle mit vielen Teilen und Windkraft ist zentral fürs Gesamtbild. Das *Energie-Zielszenario TIROL 2050 energieautonom* geht von einem energetisch nutzbaren Potenzial von 400 Gigawattstunden aus Wind aus. Dieses Potenzial zu nutzen, ist eine Gemeinschaftsaufgabe. Unsere Vision ist ein Tirol, in dem Gemeinden ihre Energieversorgung selbstbewusst und im Einklang mit Mensch und Natur gestalten. Die Windkraft ist dabei eine von mehreren Säulen – neben Wasserkraft, Photovoltaik, Biomasse und Umweltwärme. Indem wir die Wertschöpfung in der Region halten und uns von fossilen Importen unabhängig machen, stärken wir nicht nur den Klimaschutz, sondern auch unsere lokale Wirtschaft und die Lebensqualität für alle Tiroler*innen. ○

Tragfähig für morgen

Der Weg zu *TIROL 2050 energieautonom* ist eine der zentralen Aufgaben unserer Zeit. Mit der Wasserkraft verfügt Tirol bereits über ein starkes Fundament für eine saubere Energiezukunft. Der Ausbau der Photovoltaik schreitet voran und auch für die Windkraft zeigt sich Tirol offen.

Windkraftprojekte werfen viele Fragen auf. Deshalb liegt der Schlüssel zum Erfolg in einem transparenten und partnerschaftlichen Prozess. Entscheidungen über geeignete Standorte können nicht über die Köpfe der Menschen hinweg, sondern nur gemeinsam mit den Gemeinden und Bürger*innen getroffen werden. Vorreiterprojekte wie in der *e5-Gemeinde* Munderfing in Oberösterreich zeigen, wie es gelingen kann: Dort, wo die Bevölkerung frühzeitig eingebunden wird und den konkreten Mehrwert eines Projekts erkennt, wächst die Akzeptanz und es entsteht Stolz auf die eigene, saubere Energieversorgung.

Landeshauptmann Anton Mattle: „Tirol hat großes Potenzial, sich selbst mit sauberer und leistbarer Energie zu versorgen. Wir wollen unabhängig von Öl und Gas werden und unseren Energiebedarf bis 2050 aus allen verfügbaren erneuerbaren Ressourcen

decken. Deshalb investieren wir in den Ausbau von Wasserkraft, Photovoltaik, Biomasse und sind offen für die Windkraft. Tirol ist als Wasserkraftland bekannt. Dabei nehmen wir auch eine europaweit wichtige Rolle ein: Stauseen sind nach wie vor die einzig sinnvolle saisonale Stromspeichertechnologie. Von Tirol aus können mit der Wasserkraft Zeiten, in denen Photovoltaik und Windkraft schwächeln, ausgeglichen werden. Bei jedem konkreten Projekt, auch bei der Windkraft, muss bewertet werden, was es für die Energiewende, die Natur und die Standortgemeinde bedeutet. Die Landesregierung hat dabei großes Vertrauen in das unabhängige Umweltverfahren. Wesentlich ist, die Energiewende ernst zu nehmen und mit konkreten Projekten zu untermauern. Hierbei geht es insbesondere darum, den Standort zu stärken, Arbeitsplätze zu sichern und damit Wohlstand zu erhalten.“



„Es geht darum, Tirol als Standort zu stärken, Arbeitsplätze zu sichern und Wohlstand zu erhalten.“

Anton Mattle
Landeshauptmann

„Wir sind technologieoffen und wollen alle verfügbaren erneuerbaren Ressourcen zur Erreichung der Energieautonomie Tirol 2050 nutzen.“



—
Josef Geisler
Landeshauptmann-Stellvertreter
und Energielandesrat

Die Nutzung der Windkraft kann eine strategische Lücke in Tirols Energieversorgung schließen. Damit wird Tirol nicht nur klimafreundlicher, sondern auch wirtschaftlich stärker und unabhängiger. Die Frage lautet nicht mehr, ob Windkraft in Tirol genutzt wird, sondern wie sie intelligent und im Einklang mit Mensch und Natur umgesetzt werden kann. Der Weg dorthin basiert auf Information, Beteiligung und dem festen

Willen, *TIROL 2050 energieautonom* zur Realität werden zu lassen.

Landeshauptmann-Stellvertreter Josef Geisler:
„Wir sind technologieoffen und wollen alle verfügbaren erneuerbaren Ressourcen zur Erreichung der Energieautonomie Tirol 2050 nutzen. Unsere Stärke in Tirol war immer, die besonderen Gegebenheiten im alpinen Raum zu nutzen. Wir haben zwar

nicht die Voraussetzungen für großflächige Beschleunigungsgebiete für Windparks. Das bedeutet jedoch nicht, dass sich in Tirol in Zukunft keine Windräder drehen werden. Unser Ziel ist es, uns unabhängig von teuren und unsicheren Energieimporten zu machen sowie die Versorgungssicherheit und die Wertschöpfung in unserem Land weiter zu stärken.“ ○

Aus aller Welt

Vom Öl zum Unterwasser-„Windrad“

Unsichtbar, unhörbar, aber höchst effizient: Unterwasser-„Windräder“ erzeugen in Schottland rund um die Uhr klimafreundliche Energie – und das bereits seit Jahren. Einst einer der weltweit führenden Ölproduzenten hat sich Schottland zum Vorreiter der erneuerbaren Energien entwickelt. Neben seiner starken Position bei Onshore- und Offshore-Windkraft hat sich das Land heute außerdem als Schlüsselakteur in der Nutzung der Gezeitenenergie mit Unterwasser-„Windrädern“ etabliert.

Aus aller Welt

Im Gegensatz zu klassischen Gezeitenkraftwerken, die mithilfe von Staudämmen den Höhenunterschied zwischen Ebbe und Flut nutzen, setzen Unterwasser-„Windräder“ – sogenannte Gezeitenströmungsturbinen – auf die Kraft der Meeresströmung. Ähnlich wie Windräder an Land wandeln sie die kinetische Energie der Strömung in Strom um. Der große Vorteil: Die Gezeiten sind äußerst regelmäßig und damit die Energieproduktion deutlich planbarer als bei Windkraftwerken an Land.

Ein Vorzeigeprojekt ist das *MeyGen Tidal Energy Project* im Pentland Firth zwischen dem schottischen Festland und den Orkney-Inseln. Vier Turbinen, 40 Meter unter

der Wasseroberfläche, liefern zusammen sechs Megawatt (MW) Leistung – genug, um bis zu 7.000 Haushalte zu versorgen. Seit über sechs Jahren laufen die Anlagen störungsfrei und wartungsarm, was einen entscheidenden Durchbruch für die Wirtschaftlichkeit dieser Technologie bedeutet.

Bis 2030 soll der Unterwasser-„Windpark“ auf 59 MW ausgebaut werden, langfristig sind sogar 400 MW geplant – ausreichend für eine halbe Million Menschen. Schottland verdeutlicht damit, wie der Umstieg von fossilen auf erneuerbare Energien nicht nur ökologisch sinnvoll ist, sondern auch wirtschaftliche Wettbewerbsvorteile ermöglicht. ○

Video

Mehr zu den Unterwasser-„Windrädern“ in Schottland in einer spannenden Videoreportage:



„Vier Turbinen, 40 Meter unter der Wasseroberfläche, liefern zusammen sechs Megawatt Leistung – genug, um bis zu 7.000 Haushalte zu versorgen.“



Energieagentur Tirol

Veranstaltungen 2025 / 26

4. November 2025

Für Private – „Mein E-Auto und ich“

25. November 2025

Für Private – „Die richtige Heizung für mein Zuhause“

4. Februar bis 05. Februar 2026

Zertifizierungskurs – „Praxiswissen Wärmepumpe“

23. Februar bis 28. April 2026

Für Gemeinden und Unternehmen – „Energie Scout-Lehrgang für Lehrlinge“

23. Februar bis 13. März 2026

Fortbildung – „Grundlagen der Energieberatung“ (A-Kurs)

23. März bis 14. April 2026

Hauswart*innenschulung für Gemeinden – „Stromverbrauch in öffentlichen Gebäuden“

13. April bis 25. September 2026

Fortbildung – „Zertifizierte*r Energieberater*in 2026“ (F-Kurs)



Weitere Informationen sowie die Anmeldung
zu den Veranstaltungen finden Sie unter:

energieakademie.energieagentur.tirol



Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Energieagentur Tirol, Bürgerstraße 1-3, 6020 Innsbruck, +43 512 250015, office@energieagentur.tirol,

Für den Inhalt verantwortlich: DI Rupert Ebenbichler, **Redaktion und Gestaltung:** Energieagentur Tirol, Innsbruck, **Druck:** Alpina Druck GmbH, Innsbruck.

Dieses Dokument wurde aus Tiroler Perspektive erstellt und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Trotz größt möglicher Sorgfalt lassen sich

Druck- und andere Fehler nicht völlig ausschließen.



Die Kompetenz für Wasser und Energie.

Wir sind die Partnerin für energiebewusste Bauleute, Gemeinden und Unternehmen und beraten professionell und unabhängig. Mit unseren maßgeschneiderten Beratungsdienstleistungen stehen wir allen Akteur*innen der Energiewende in Tirol zur Verfügung und schaffen durch unsere Expertise fundierte Entscheidungsgrundlagen. Unser Team besteht aus rund 55 Mitarbeiter*innen am Standort in Innsbruck und einem Netz aus circa 30 Energieberater*innen in zahlreichen Beratungsstellen über ganz Tirol verteilt.

Immer up-to-date

Passend für unsere Zielgruppen bieten wir unterschiedliche Newsletter für Gemeinden, Professionist*innen und Privatpersonen an.

Hier geht's zur Anmeldung:
newsletter.energieagentur.tirol

