

Austrian  
Power  
Grid



# Windradvereisung

---

APG-Innovation zur Vermeidung  
von Gefahren für das Stromsystem



© Klaus Rodenbauer

Sichere Stromversorgung  
dank Forschung und Innovation

# Hintergrund

An einem Dezembertag wird Österreich von einem Winterbruch überrascht. Was für gewöhnlich für weihnachtliche Stimmung sorgt, versetzt die Experten von Austrian Power Grid in Alarmbereitschaft. Ihr Blick liegt auf der im Osten konzentrierten Windkraft, wo Schneefall, dichte Wolken und Wind für eisige Witterungsbedingungen sorgen. Der Grund: Bei diesen Wetterverhältnissen droht aufgrund von vereisten Windkraftanlagen ein abrupter Ausfall der geplanten Stromproduktion aus Windkraft. Strom ist ein Just-in-Time-Produkt, wenn ganze Windparks kurzfristig nicht zur Verfügung stehen, müssen die Experten aus der APG-Steuerzentrale den Erzeugungsausfall kompensieren. Je kurzfristiger diese Maßnahme ergriffen wird, umso teurer ist sie und kann Ausgleichsenergiekosten in Millionen Euro-Höhe verursachen. Im Extremfall können durch Vereisung ausgelöste, großflächige Abschaltungen von Windparks die sichere Stromversorgung massiv gefährden und eine kritische Umverteilung der Stromflüsse im Energienetz

verursachen. Einer der schwerwiegendsten Fälle dieser Art fand im Winter am 27. und 28. Dezember 2020 statt. Dabei traten maximale Abweichungen von der prognostizierten Erzeugung von bis zu 1.500 MW auf – das entspricht in etwa dem Verbrauch der gesamten Stadt Wien.

Um einen Ausfall möglichst frühzeitig zu erkennen, sind technische Maßnahmen wie Prognosemodelle, der Einsatz von Sensorik sowie Monitoringsysteme essenziell. Diese führen dazu, dass vereisungsbedingte Windparkabschaltungen als solche klassifiziert und frühzeitig kompensiert werden können. Dadurch werden die Stabilität des Stromsystems und damit die sichere Stromversorgung in Österreich gewährleistet.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, verfolgt APG zwei Ansätze:

1. Vereisungsvorhersagen
2. Echtzeit-Detektionssystem



Es werden **Vereisungsvorhersagen** getroffen, die auf Wetterdaten basieren – eine Validierung dieser Prognosen erfolgt anschließend mit Daten ausgewählter Windkraftbetreiber, welche die tatsächliche Vereisung per Sensorik messen können.



Ein **Echtzeit-Detektionssystem** erkennt Erzeugungsabweichungen der österreichischen Windkraft. Das System basiert auf Daten der Windkraftanlagen sowie eines meteorologischen Messnetzes.





## INFO

Ein einziges Windrad (5 MW)  
erzeugt pro Jahr Strom  
für bis zu 4.000 Haushalte  
(abhängig von Standort und Jahr).

# Projektbeschreibung



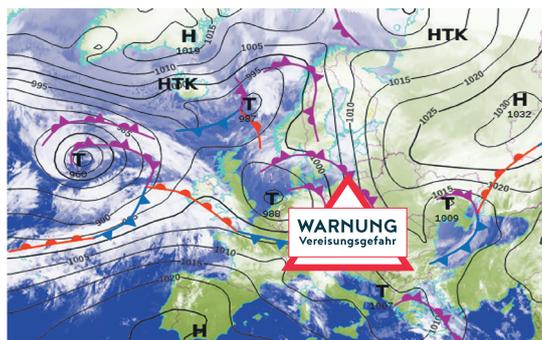
## Vorhersage von Vereisungsereignissen

Gemeinsam mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wurde eine Pilotstudie zur Vorhersage von Vereisungsereignissen an Windkraftanlagen in Österreich durchgeführt. Ziel ist, diese potenziellen Erzeugungsausfälle in den Day-Ahead- bzw. Intra-Day-Prognosen für ganz Österreich zu berücksichtigen.

Dazu wird täglich am Vormittag die Wahrscheinlichkeit einer Vereisung von Windkraftanlagen in Österreich eingeschätzt. Der Fokus liegt dabei auf den Regionen mit den größten installierten Windkraftleistungen. Als Grundlage dienen neben den im Routinedienst an der ZAMG eingesetzten Vorhersagemodellen sogenannte Vereisungsmodelle, die aus den relevanten meteorologischen Parametern (Temperatur, Feuchte, Wind) die potenzielle Vereisungsgefahr berechnen.

Prognostiziert das Modell eine solche Vereisung, wird von einem Meteorologen eine fundierte Einschätzung der Wetter- und Vereisungssituation getroffen. Bestätigt sich die Vereisungsprognose, wird die APG umgehend verständigt.

**Im Winter 2021/2022 warnte das automatisierte System 15-mal vor Vereisungen** an den im Rahmen des Forschungsprojekts betrachteten Windkraftanlagen. Im angewandten Semiautomatismus, in dem der diensthabende Meteorologe der ZAMG täglich die Vereisungslage auf Basis der Modellrechnungen abschätzt, wurde schlussendlich vor fünf Vereisungsereignissen gewarnt. Durch die laufende Einbeziehung neuer Datenströme von Windparkbetreibern werden die Warnungen immer präziser.





## Echtzeitdetektion von Rotorblattvereisungen

Gemeinsam mit Austro Control Digital Services entwickelt APG ein Echtzeit-Detektionssystem zur Erkennung von Erzeugungsabweichungen der österreichischen Windkraft am Anwendungsfall Rotorblattvereisung.

Das System basiert derzeit auf Daten von 605 österreichischen Windkraftanlagen\* sowie eines meteorologischen Messnetzes\*\*. Ziel des Detektionssystems von vereisungsbedingten Erzeugungsausfällen ist die anlagenweise Erkennung von Erzeugungsabweichungen vom erwarteten Wert und die Plausibilisierung hinsichtlich des Vereisungszustands.

Zu diesem Zweck werden vier Parameter berechnet:

- Erwartete Erzeugung
- Erzeugungsabweichung
- Vereisungsstatus
- Vereisungspotenzial

Diese Parameter werden mit historischen Leistungskurven der Windturbinen viertelstündlich und anlagenweise berechnet, zusammengefasst und grafisch dargestellt.

Das neu entwickelte System ist seit Winter 2021/22 bei Austrian Power Grid als Prototyp in einem operativen Testbetrieb im Einsatz. Das Dashboard ermöglicht einen optimalen Überblick über die Vereisungslage der überwachten Windkraftanlagen. Anhand des Ampelsystems ist auf Anhieb erkennbar mit welcher Erzeugung österreichweit bzw. landesspezifisch gerechnet werden kann. In seiner Endausbaustufe soll es zur Echtzeitüberwachung der gesamten österreichischen Windkraft (rd. 1.300 Anlagen) eingesetzt werden.

### Monitoringsystem der APG zur Erkennung von Erzeugungsabweichungen der österreichischen Windkraft

\* Aufgenommene Daten: Erzeugung (kW), Windgeschwindigkeit (m/s), Temperatur (°C), (von ~70% aller Anlagen)

\*\* Aufgenommene Daten: Windgeschwindigkeit (m/s), Windrichtung (°), Temperatur (°C), Taupunkttemperatur (°C), Sichtweite (m), Wolkeneigenschaften





### INFO

Ein einziges Windrad (5 MW) spart rd. 5.500 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr – das entspricht dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von rd. 2.000 Autos.

## Mehrwert für Österreich

In Österreich sind derzeit rund 1.300 Windkraftanlagen (Stand 2022) im Einsatz. Diese Zahl wird durch den geplanten, enormen Ausbau erneuerbarer Energien stetig steigen. Um diese großen Energiemengen zukünftig optimal in das österreichische Stromnetz integrieren zu können, sind Echtzeitdaten sowie Prognosen der erzeugten Energiemengen jeder einzelnen Windturbine notwendig.

Die stetige Überwachung von einzelnen Windkraftanlagen ist an sich nichts Neues. Die Betreiber der Windräder kennen zu jeder Zeit den Zustand ihrer Anlagen. Die Sammlung und Verarbeitung der Erzeugungsparameter der gesamten

österreichischen Windkraft ist jedoch wesentlich komplexer. Diese enormen Datenmengen erfordern neue und innovative Ansätze.

Mit diesem innovativen Forschungsprojekt ist es APG aufgrund der verbesserten Informationslage bei Vereisungsgefahr möglich, vorzeitige Stillstände der Windkraftanlagen in Österreich zu erkennen. Durch die Vereisungsvorhersage sowie das Echtzeit-Detektionssystem wird wichtige Zeit gewonnen, um rechtzeitig potenzielle Abhilfemaßnahmen einzuleiten. Dadurch können teure Eingriffe zur Stabilisierung des Stromnetzes vermieden werden.

# Zahlen der Windkraft



## Stand 2022

**Rund 1.300 Windräder in Österreich**

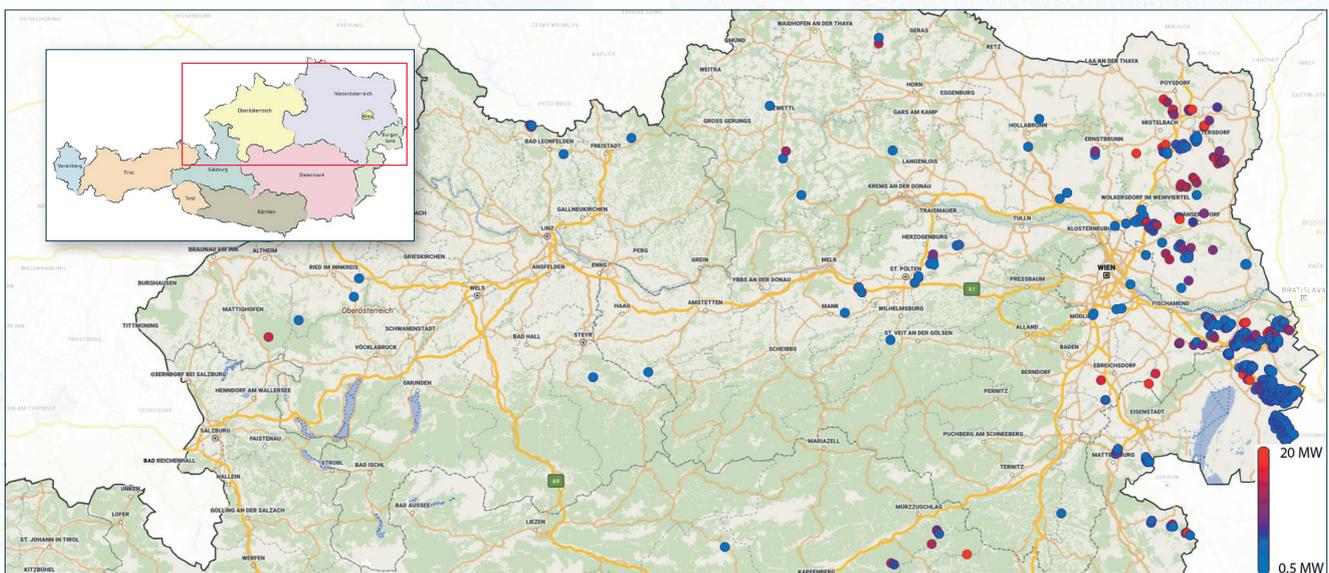
- Gesamtleistung 3.300 MW
- rd. 2 Millionen Haushalte in Österreich können damit versorgt werden.
- Windräder decken rd. 11 % des gesamten österreichischen Strombedarfs.

## Prognose für 2030

**Rund 2.300 Windräder in Österreich**

- Gesamtleistung rund 9.000 MW
- Windräder decken 2030 rd. 25 % des gesamten österreichischen Strombedarfs.

### Leistung und Standorte der österreichischen Windkraftanlagen



**Austrian Power Grid AG**  
 Wagramerstraße 19 (IZD Tower)  
 1220 Wien  
 +43 50320 161  
 apg@apg.at

**Ansprechpartner:**  
 Dr. Alexander Kaiser  
 Alexander.Kaiser@apg.at  
 DI Christoph Karner  
 Christoph.Karner@apg.at

**Unser aktueller F&I-Bericht:**  
[www.apg.at/FI-Bericht21](http://www.apg.at/FI-Bericht21)



Unsere Projektpartner:



Unsere Social Media Kanäle:



### Über Austrian Power Grid (APG)

Austrian Power Grid (APG) ist Österreichs unabhängiger Stromnetzbetreiber, der das überregionale Stromtransportnetz steuert und verantwortlich ist. Die Infrastruktur der APG sichert die Stromversorgung Österreichs und ist somit die Lebensader Österreichs, der Bevölkerung und seiner Unternehmen. Das APG-Netz erstreckt sich auf einer Trassenlänge von etwa 3.400 km, welches das Unternehmen mit einem Team von rund 700 Spezialistinnen und Spezialisten betreibt, instand hält und laufend den steigenden Anforderungen seitens Wirtschaft und Gesellschaft anpasst. Die Kapazitäten des Stromnetzes der APG und die Anwendung von State-of-the-Art-Technologien sind die Voraussetzung für eine nachhaltige sichere Stromversorgung Österreichs, die Erreichung der Klima- und Energieziele sowie für die zunehmende Elektrifizierung von Gesellschaft, Wirtschaft und Industrie. Mit unseren digitalen Plattformen machen wir deren Flexibilität für das Strommanagement nutzbar. Mitarbeiter:innen entwickeln die geeigneten Marktprodukte, beherrschen die Physik und garantieren die sichere und effiziente Stromversorgung für Österreich. Mit einem Investitionsvolumen in Höhe von rund 370 Millionen Euro für den Aus- und Umbau der Netzinfrastruktur 2022 gibt APG der heimischen Wirtschaft einen kräftigen Impuls. Insgesamt wird APG bis 2032 rund 3,5 Milliarden Euro in den Netzaus- und Umbau investieren. Das sind rund 19 Prozent der insgesamt 18 Milliarden Euro, die die E-Wirtschaft in den kommenden zehn Jahren in die Netzinfrastruktur investieren wird. Beim Sustainable Brand Rating 2022 wird APG bereits zum dritten Mal in Folge in der Kategorie Versorgungs-Infrastruktur auf Platz eins gewählt.