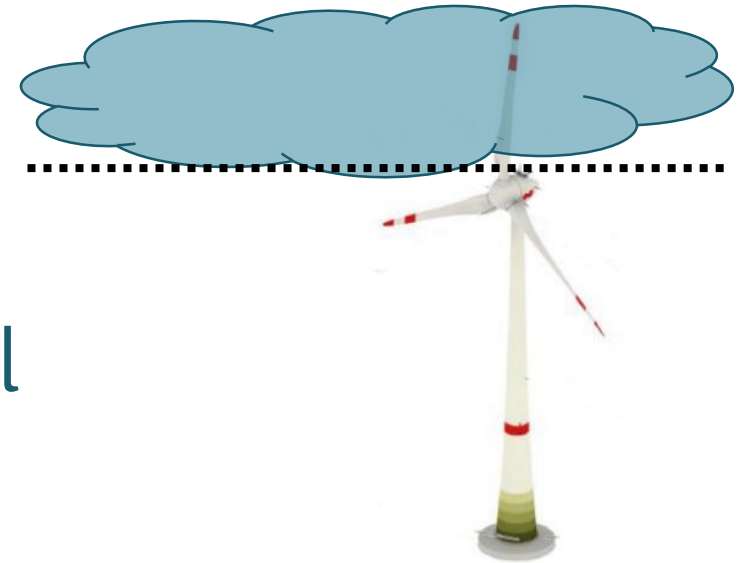




Echtzeitdetektion von Erzeugungsabweichungen bei Windkraftanlagen am Anwendungsfall Rotorblattvereisung



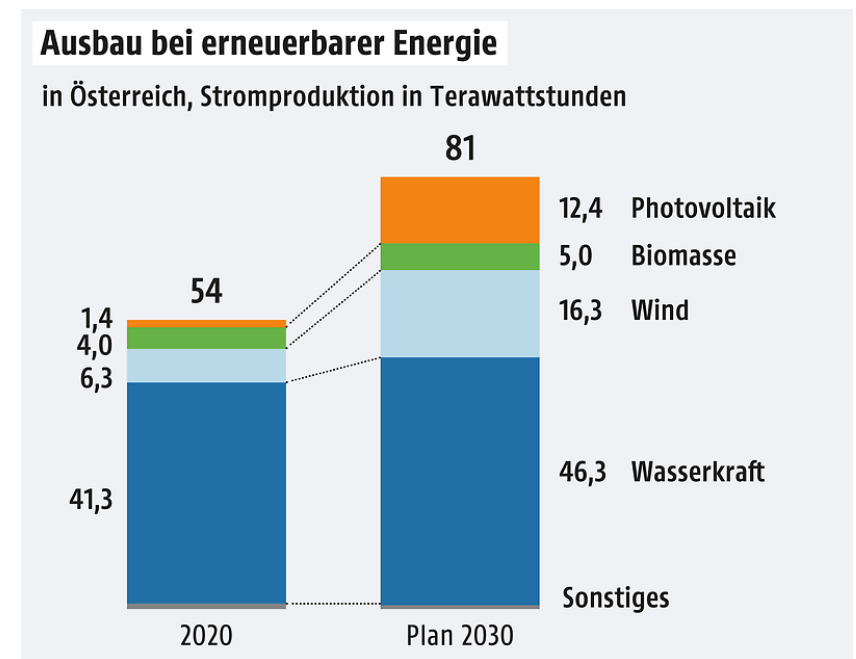
Lukas STRAUSS, Philipp KNERINGER, Jakob MESSNER ¹
Alexander KAISER, Gernot WOLFRAM, Andrea WOHLFARTER,
Christopher WIESER ²





Ausgangspunkt

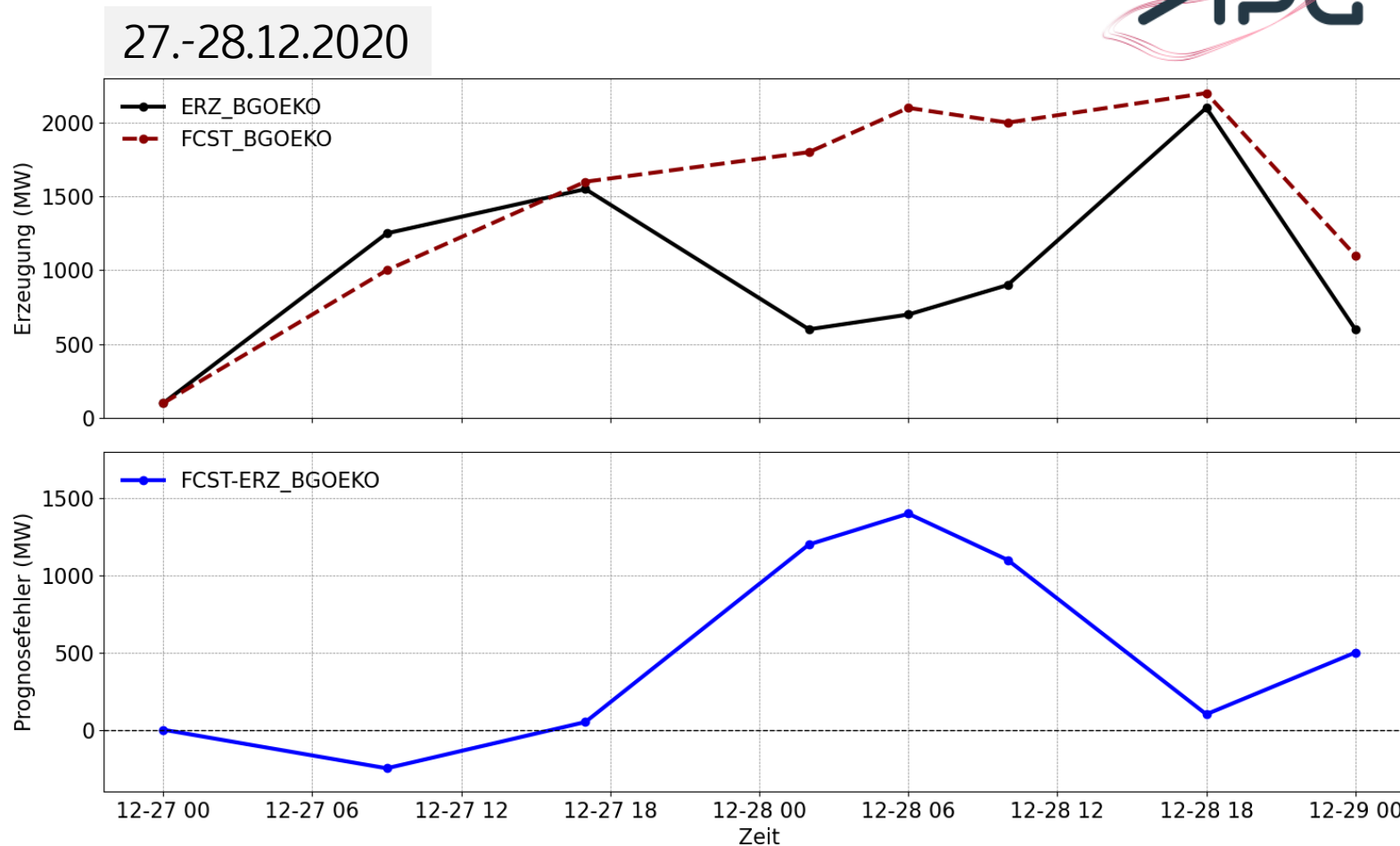
- Erneuerbarenergiesorgengesetz (EAG) 2021
 - 2030 ... 100% Strom aus Erneuerbaren AT
 - 2040 ... Klimaneutralität AT
- Ausbauziele
 - Windkraft: Faktor 3
 - Photovoltaik: Faktor 8
- Herausforderungen
 - Netzausbau
 - Volatilität
 - Versorgungssicherheit



<https://orf.at/stories/3186879>

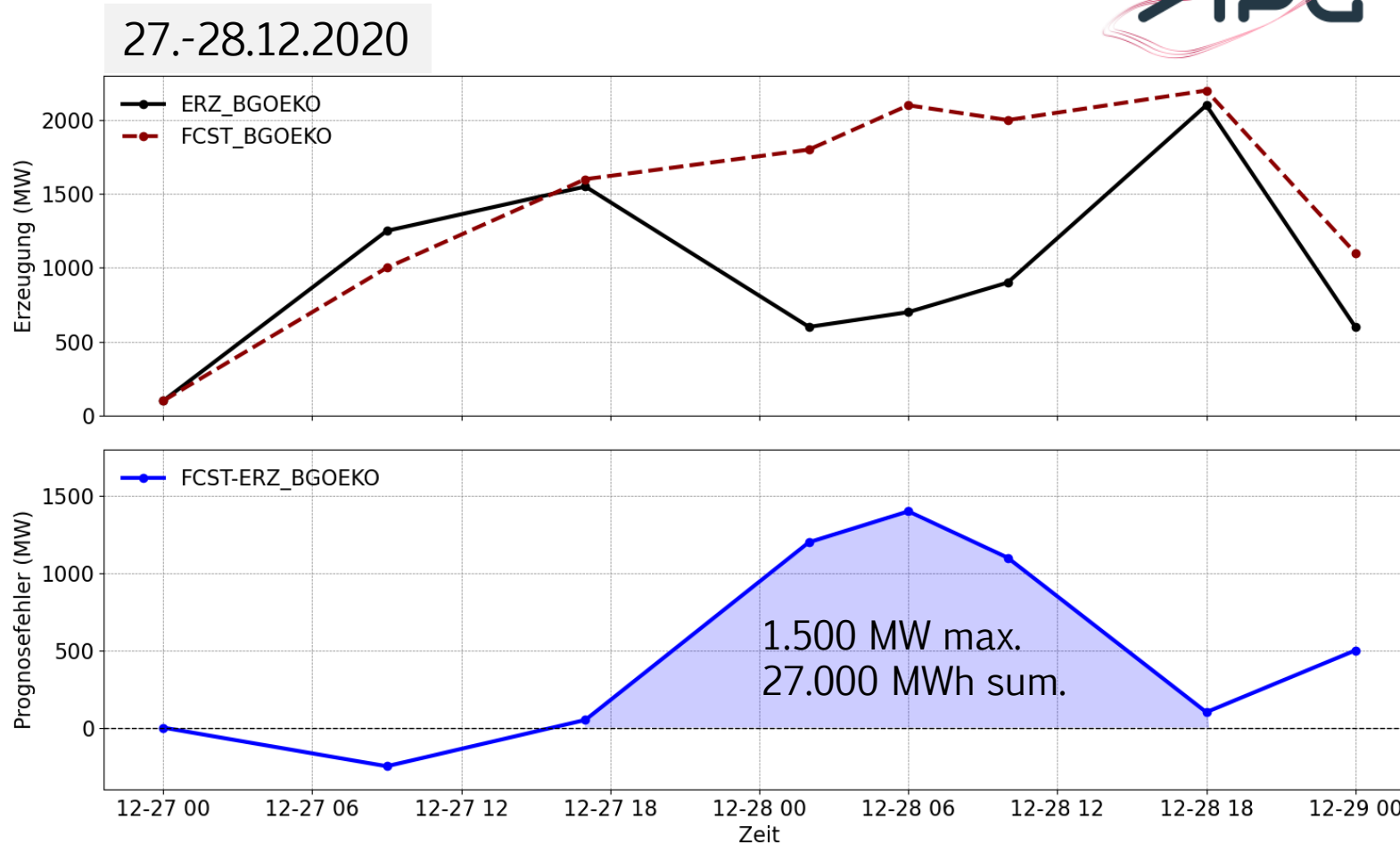


Ausgangspunkt



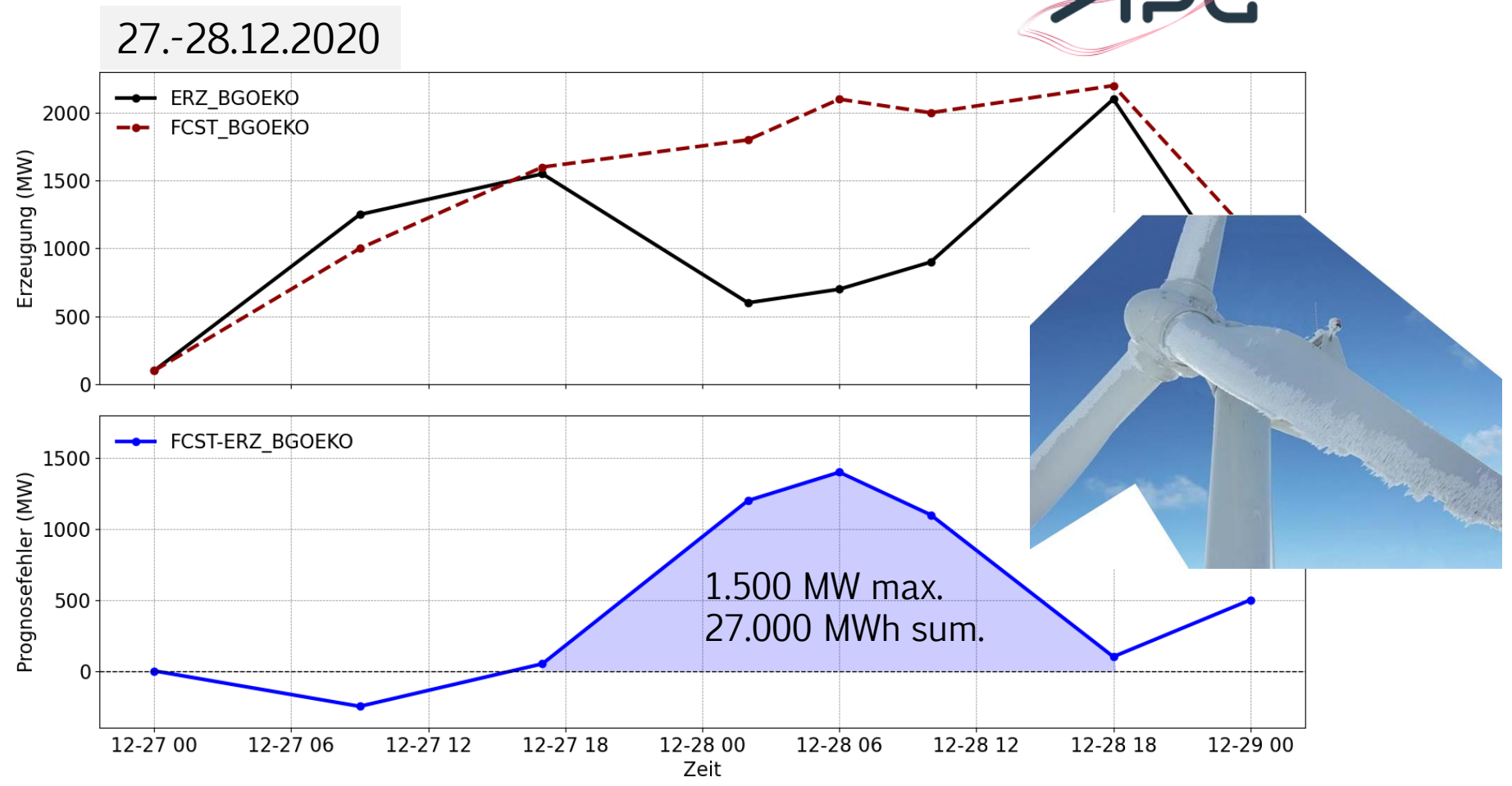


Ausgangspunkt





Ausgangspunkt





Fragestellung

- Was genau passierte am 27. und 28.12.2020?
- Kündigen sich solche großflächigen Ereignisse an?
- Ist es möglich sie in Echtzeit zu detektieren?
- Kann man vorzeitig reagieren um ...
 - die Netzstabilität zu gewährleisten und
 - Ausgleichsenergiekosten zu reduzieren?

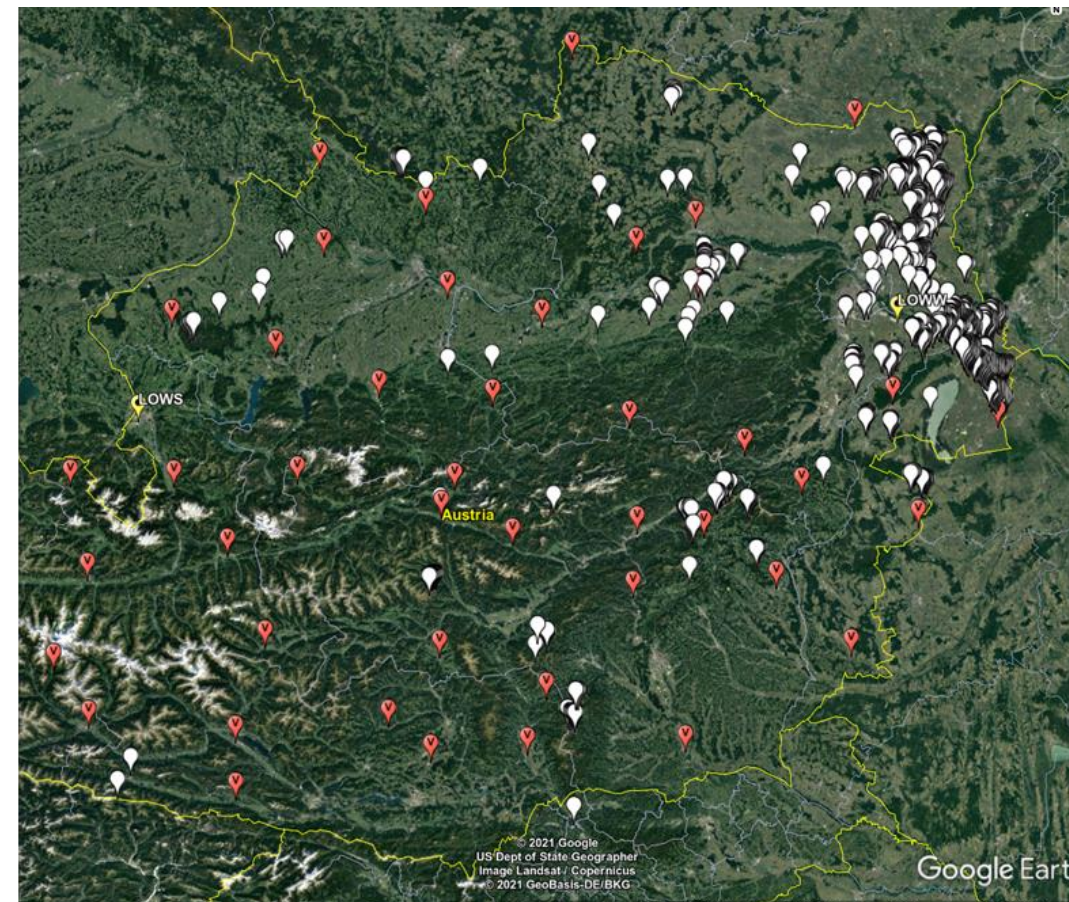


Daten



Tabelle 1: Überblick über den OeMAG-Datensatz

Quelle	Abwicklungsstelle für Ökostrom AG (OeMAG) (zentral gesammelt aus Systemen der Anlagenbetreiber)	
Anlagen	605	
Verfügbarkeit	seit 1.1.2019 (seit Mitte 2020 voller Anlagensatz)	
Zeitliche Auflösung	15-minütig	
Parameter	Erzeugung (kW) Windgeschwindigkeit (m/s) Temperatur(°C) (von ~70% aller Anlagen)	
Metadaten	Anlagen-ID Geografische Länge Geografische Breite	Anlagenhersteller Anlagentyp Nennleistung Nabenhöhe Rotordurchmesser





Daten

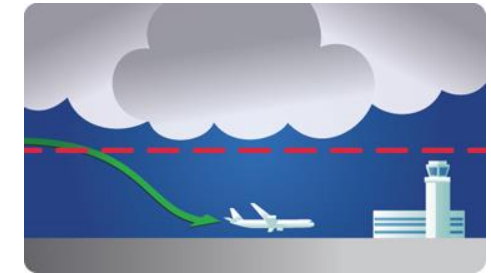
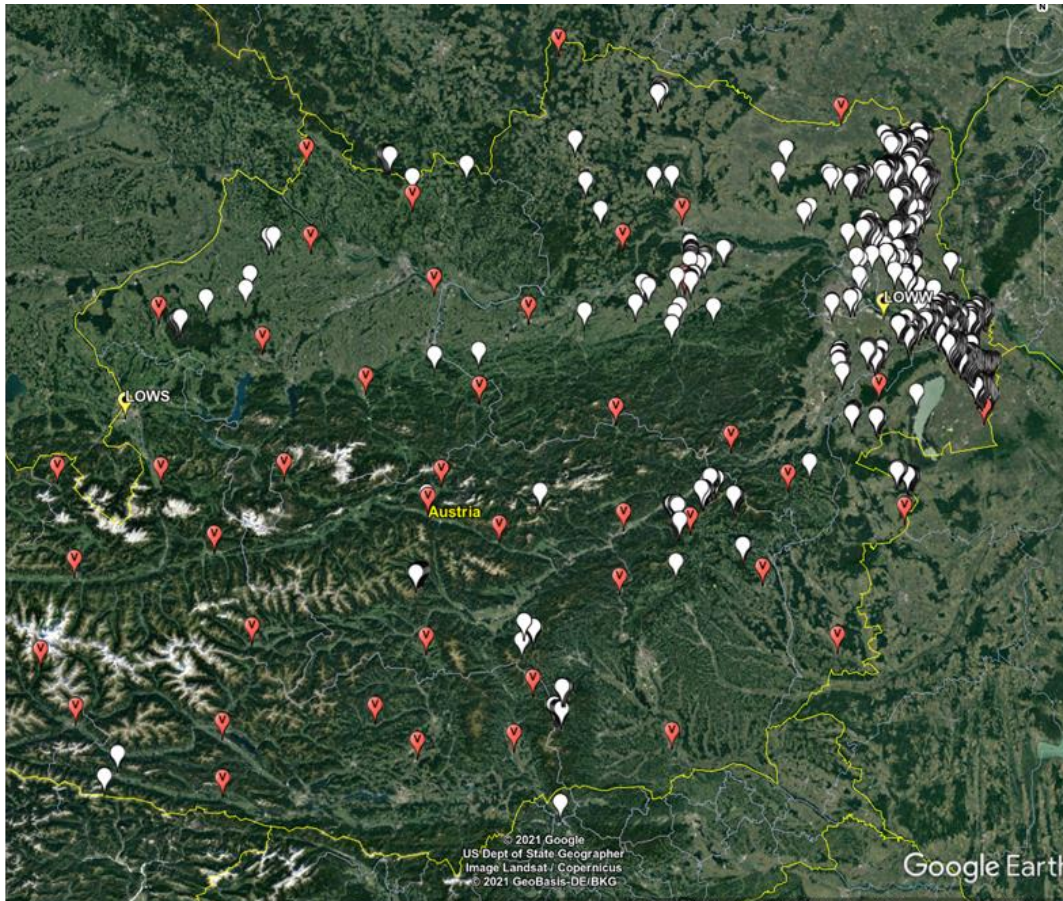


Tabelle 2: Überblick über den VAMES-Datensatz

Name	VAMES: Vollautomatisches meteorologisches Erfassungssystem (finanziert von Austro Control, betrieben von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG))	
Stationen	~20 in dieser Arbeit eingesetzt	
Verfügbarkeit	seit 2010	
Zeitliche Auflösung	10-minütig	
Parameter	Windgeschwindigkeit (m/s) Windrichtung (°) Temperatur (°C) Taupunkttemperatur (°C) Sichtweite (m)	Bedeckungsgrad tiefer, mittlerer, hoher Bewölkung (/8) Untergrenze tiefer, mittlerer, hoher Bewölkung (m ü. Grund)
Metadaten	Stations-ID Stationsname	Geografische Länge Geografische Breite Stationshöhe



Berechnungen

- Historische Leistungskurven
 - Median + Perzentilen
- Anlagenweise Parameter
 - Erwartete Erzeugung
 - Erzeugungsabweichung
 - Anlagenstatus
 - Vereisungspotenzial



Ursachen von Rotorblattvereisung?

- i. Vereisung in tiefer Bewölkung oder Nebel (80%)
- ii. Gefrierender Niederschlag (15%)
- iii. Gefrierender Nassschnee (5%)

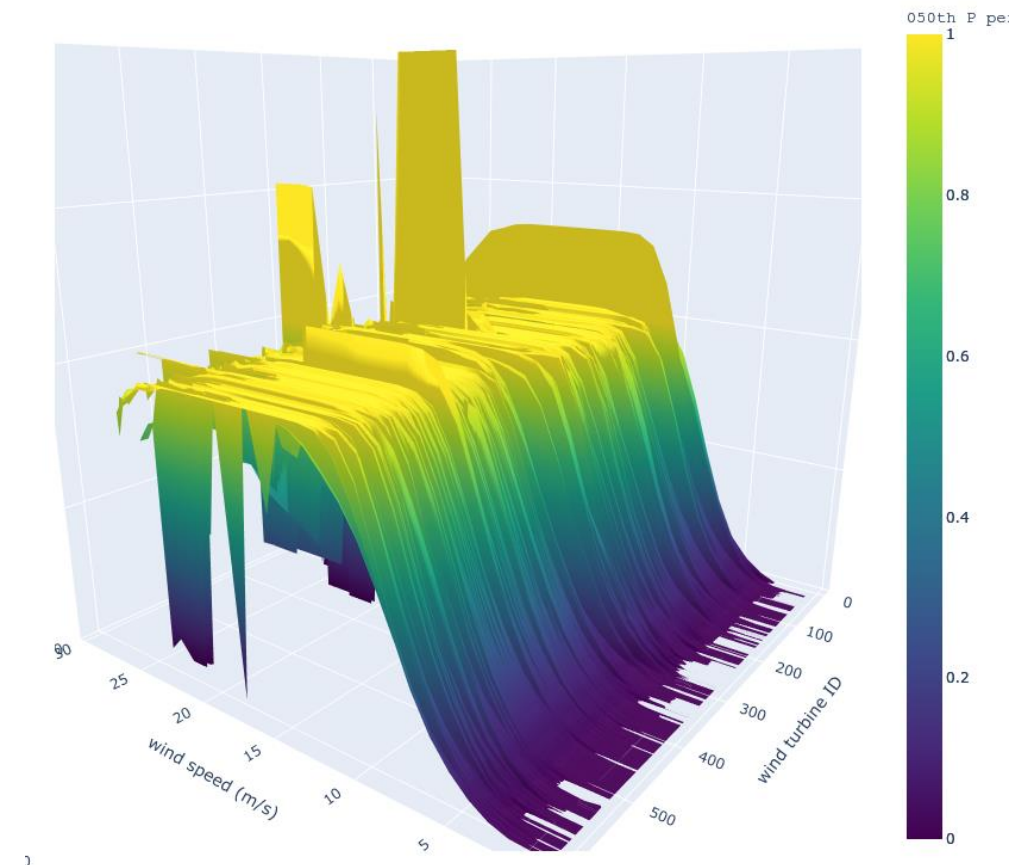
Impakt

- i. Verminderte Erzeugung
- ii. Anlagenabschaltung bis sicheres Wiederanfahren möglich
- iii. Großflächiger Ausfall von erwarteter Erzeugung



Berechnungen

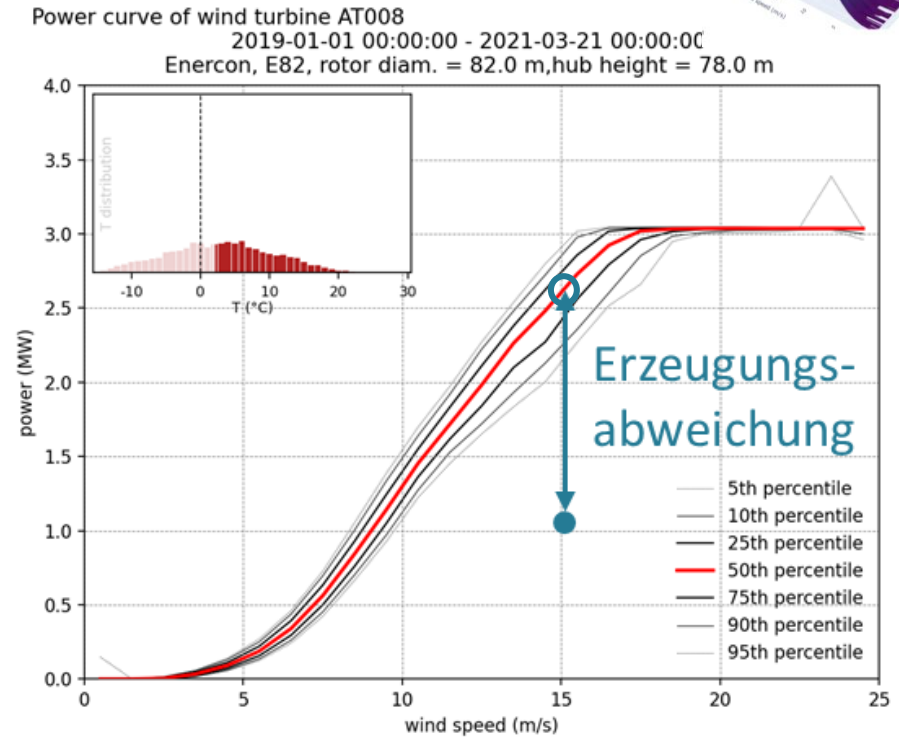
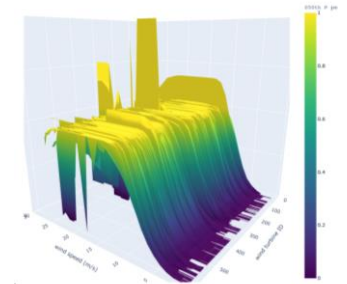
- Historische Leistungskurven
 - Median + Perzentilen
- Anlagenweise Parameter
 - Erwartete Erzeugung
 - Erzeugungsabweichung
 - Anlagenstatus
 - Vereisungspotenzial





Berechnungen

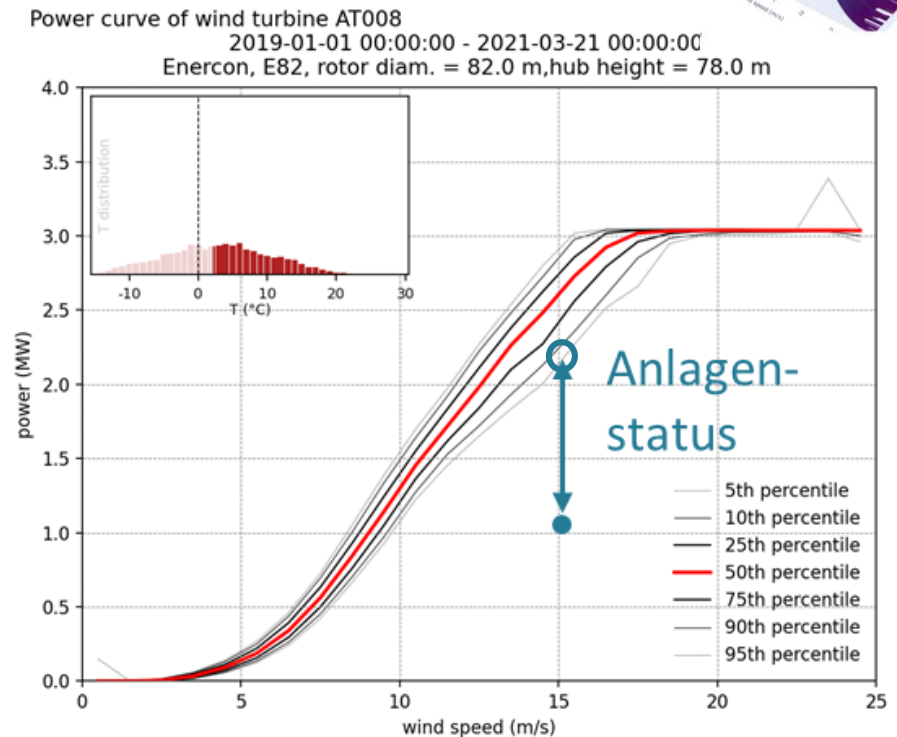
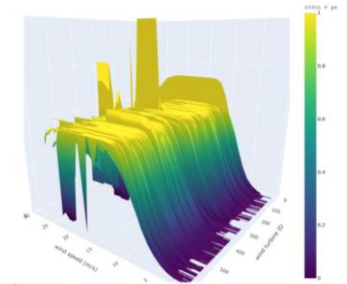
- Historische Leistungskurven
 - Median + Perzentilen
- Anlagenweise Parameter
 - Erwartete Erzeugung
 - Erzeugungsabweichung
 - Anlagenstatus
 - Vereisungspotenzial





Berechnungen

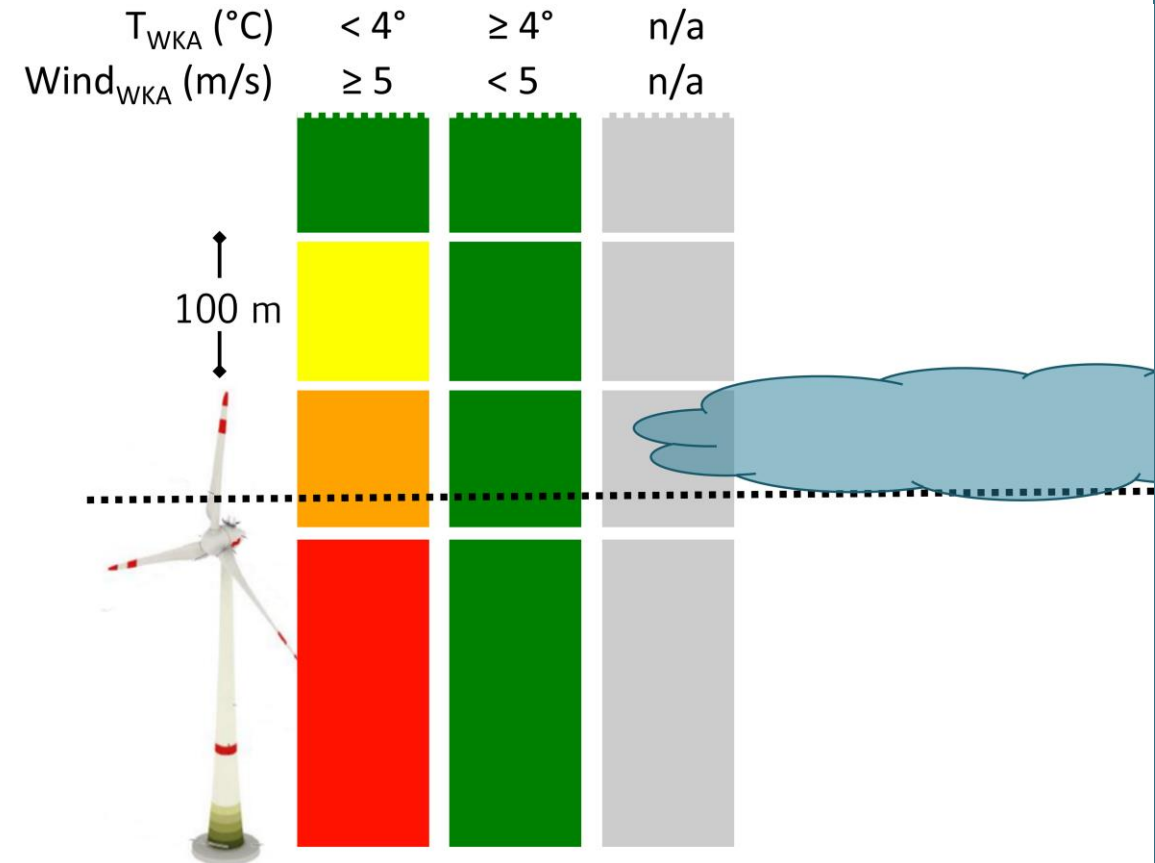
- Historische Leistungskurven
 - Median + Perzentilen
- Anlagenweise Parameter
 - Erwartete Erzeugung
 - Erzeugungsabweichung
 - **Anlagenstatus**
 - Vereisungspotenzial



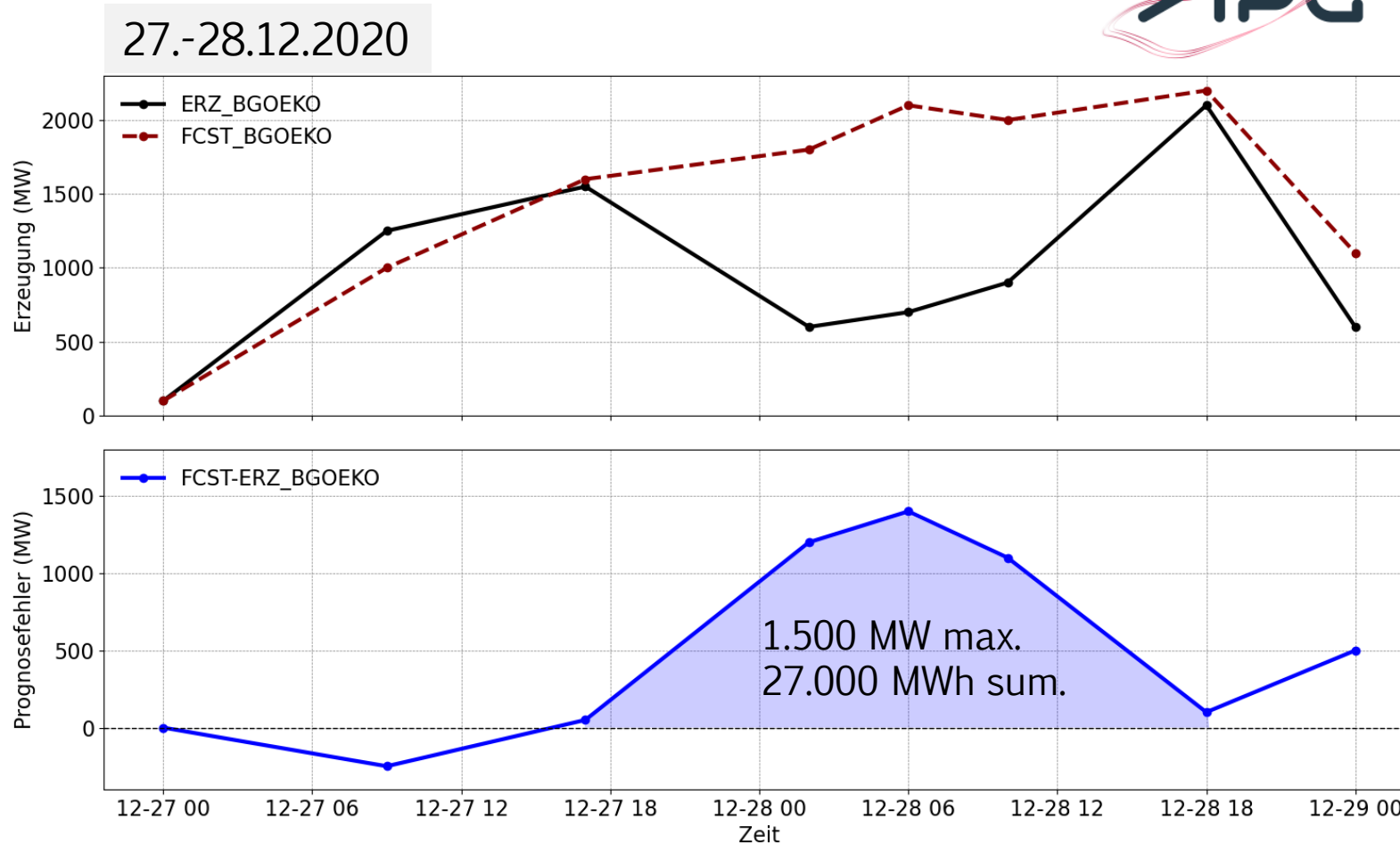


Berechnungen

- Historische Leistungskurven
 - Median + Perzentilen
- Anlagenweise Parameter
 - Erwartete Erzeugung
 - Erzeugungsabweichung
 - Anlagenstatus
 - Vereisungspotenzial

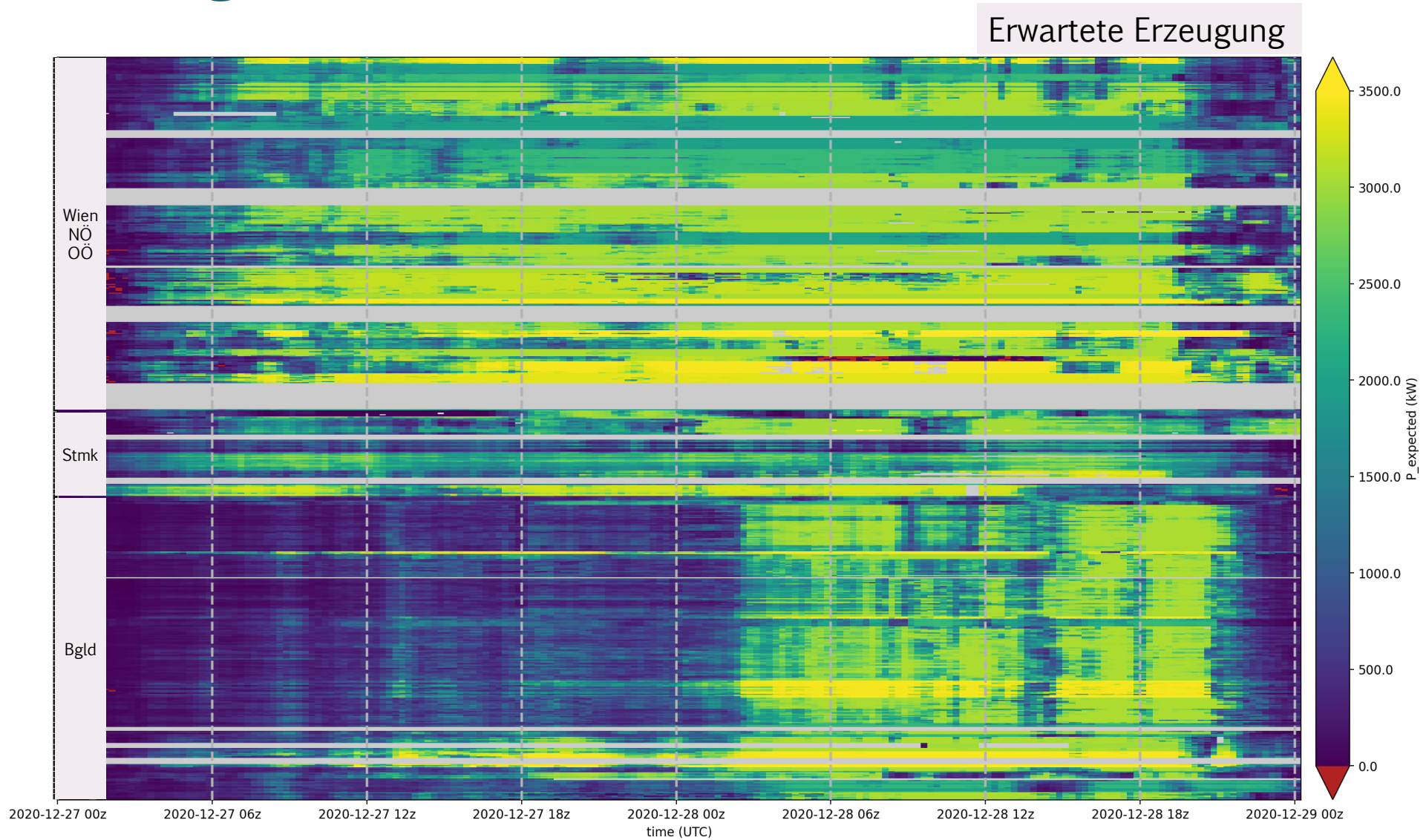


Vereisungsfall 27.-28.12.2020



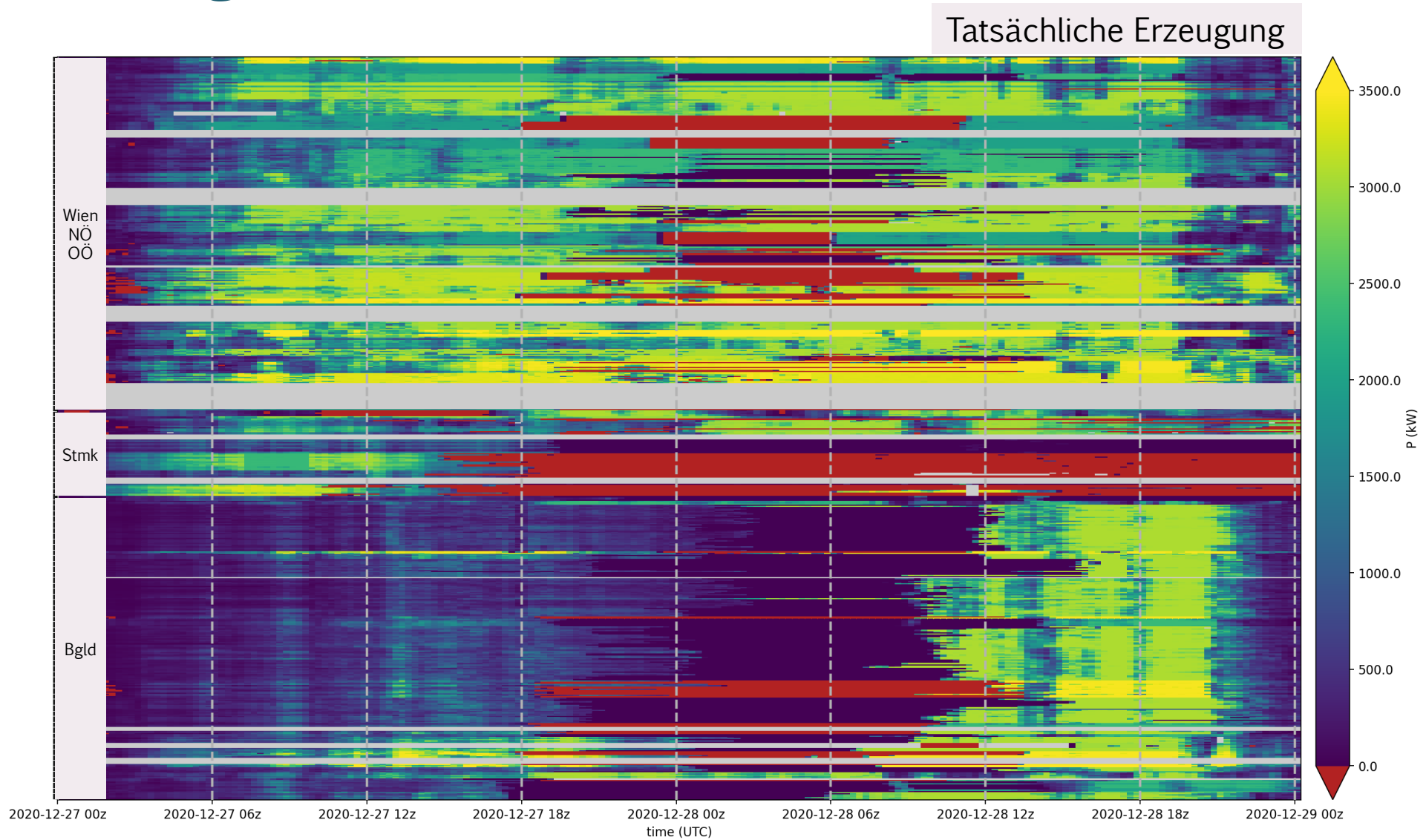


Vereisungsfall 27.-28.12.2020

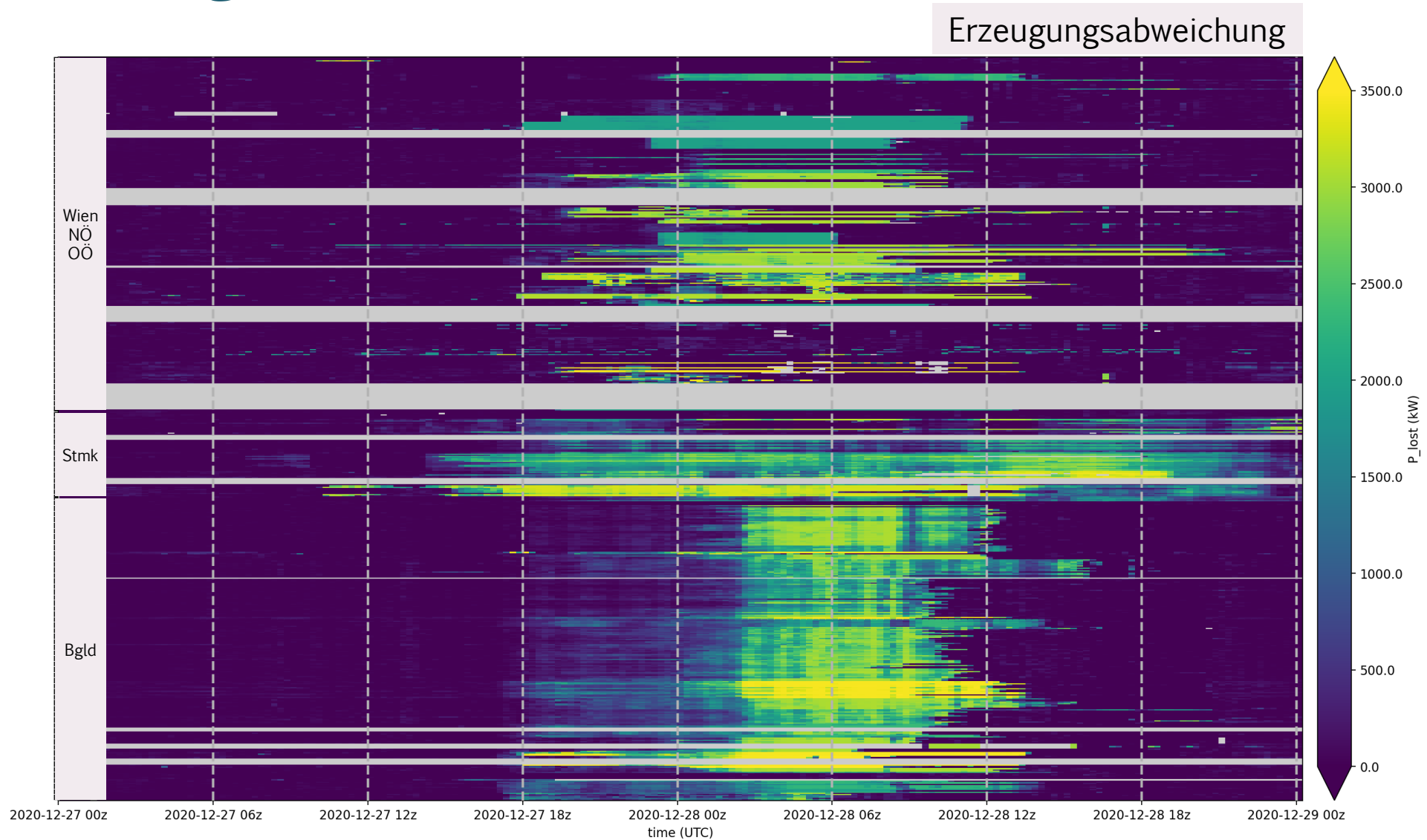




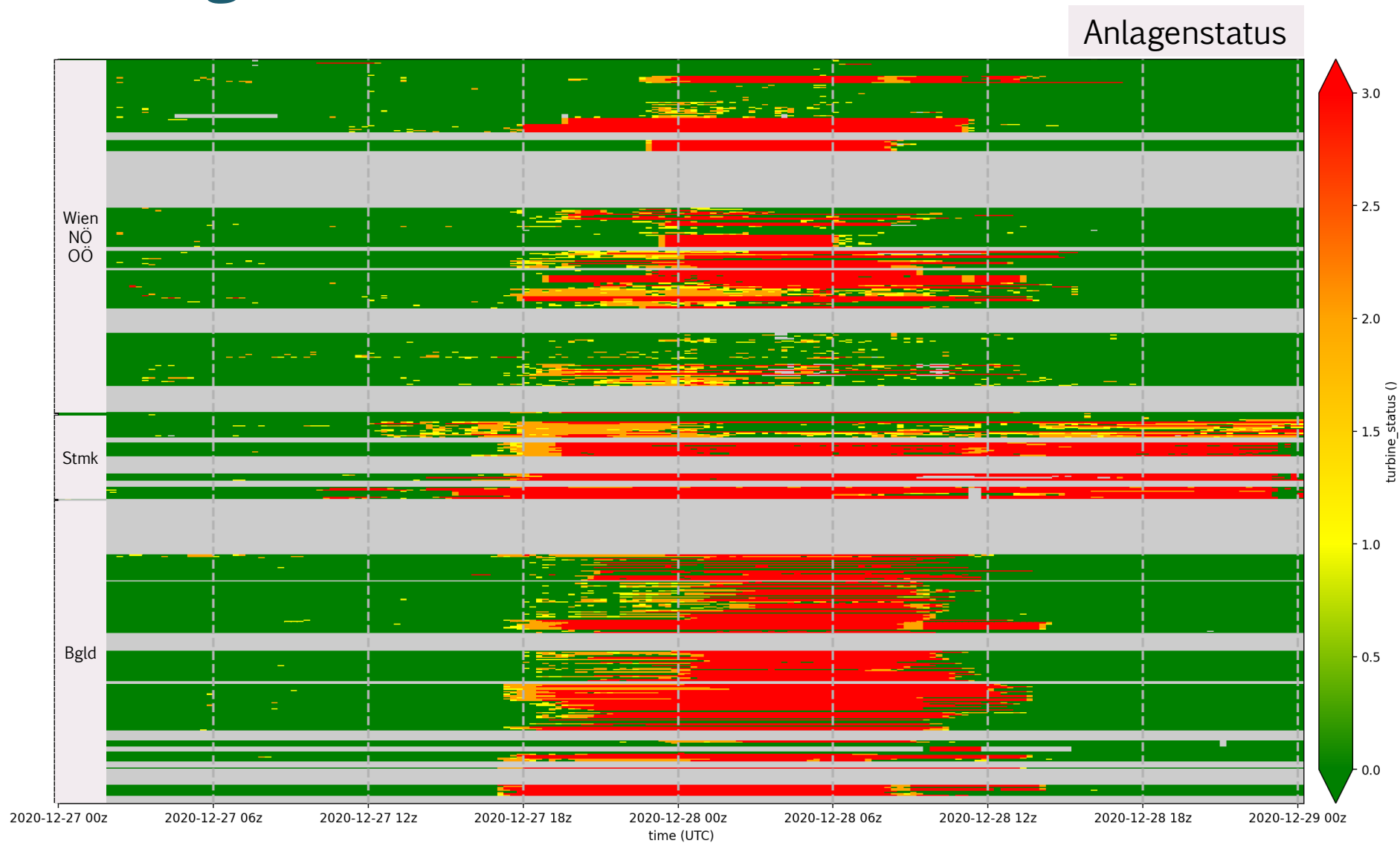
Vereisungsfall 27.-28.12.2020



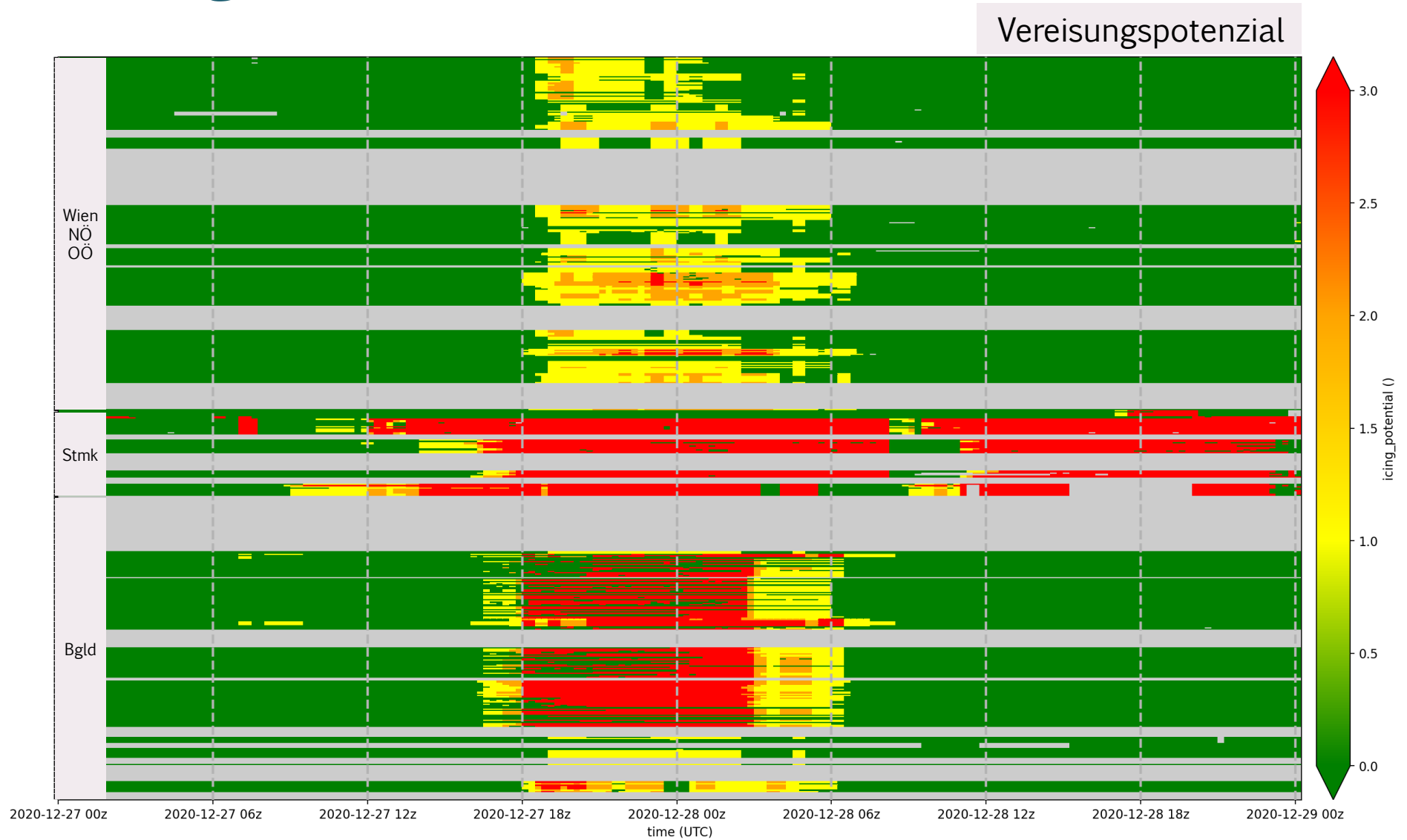
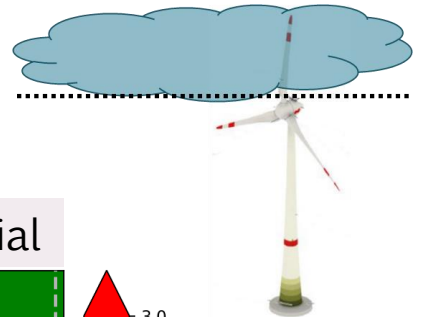
Vereisungsfall 27.-28.12.2020



Vereisungsfall 27.-28.12.2020

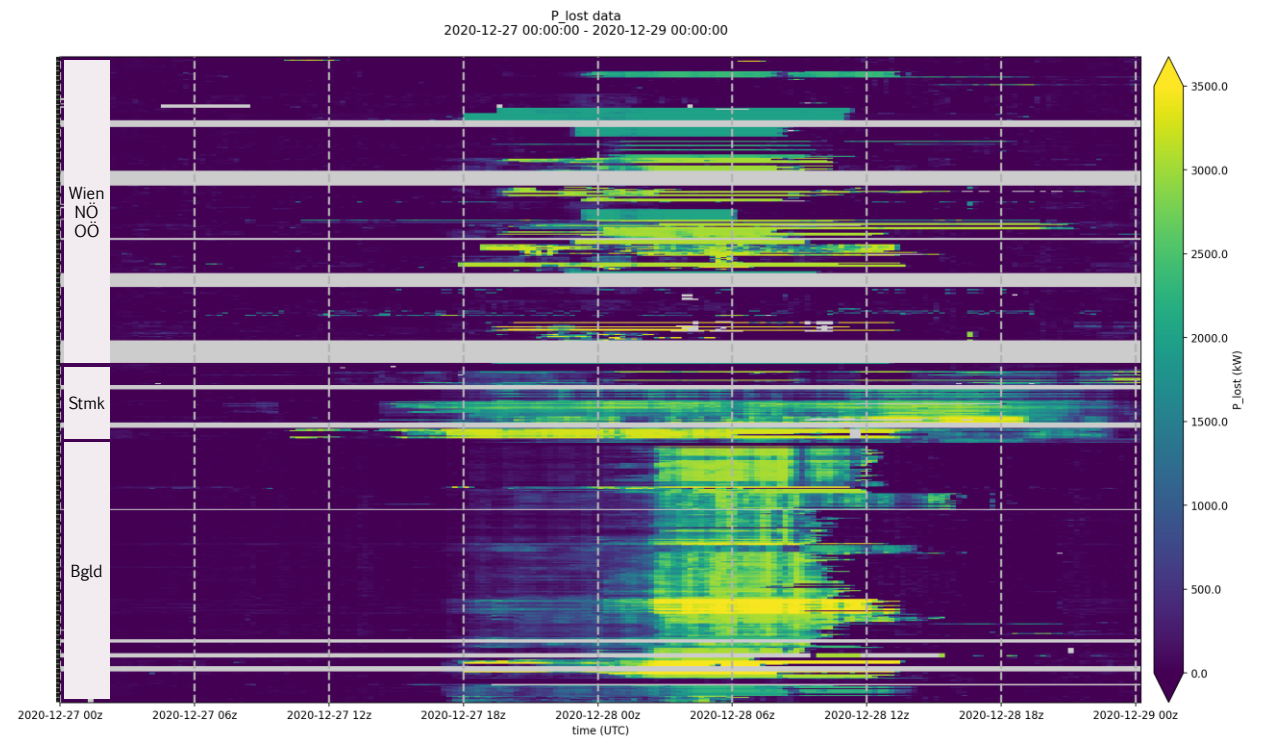


Vereisungsfall 27.-28.12.2020





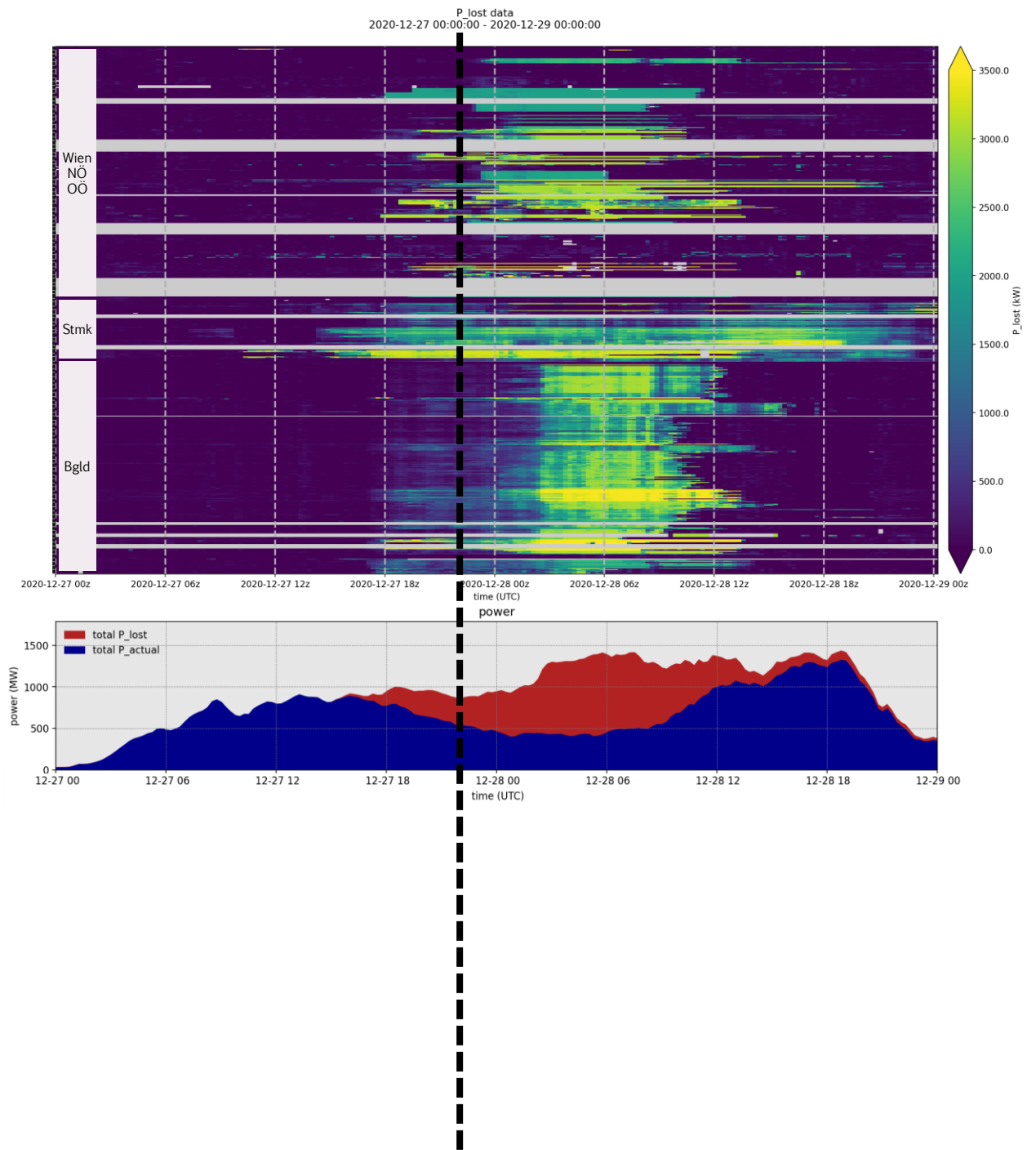
Vereisungsfall 27.-28.12.2020





Vereisungsfall 27.-28.12.2020

Erzeugungsabweichung

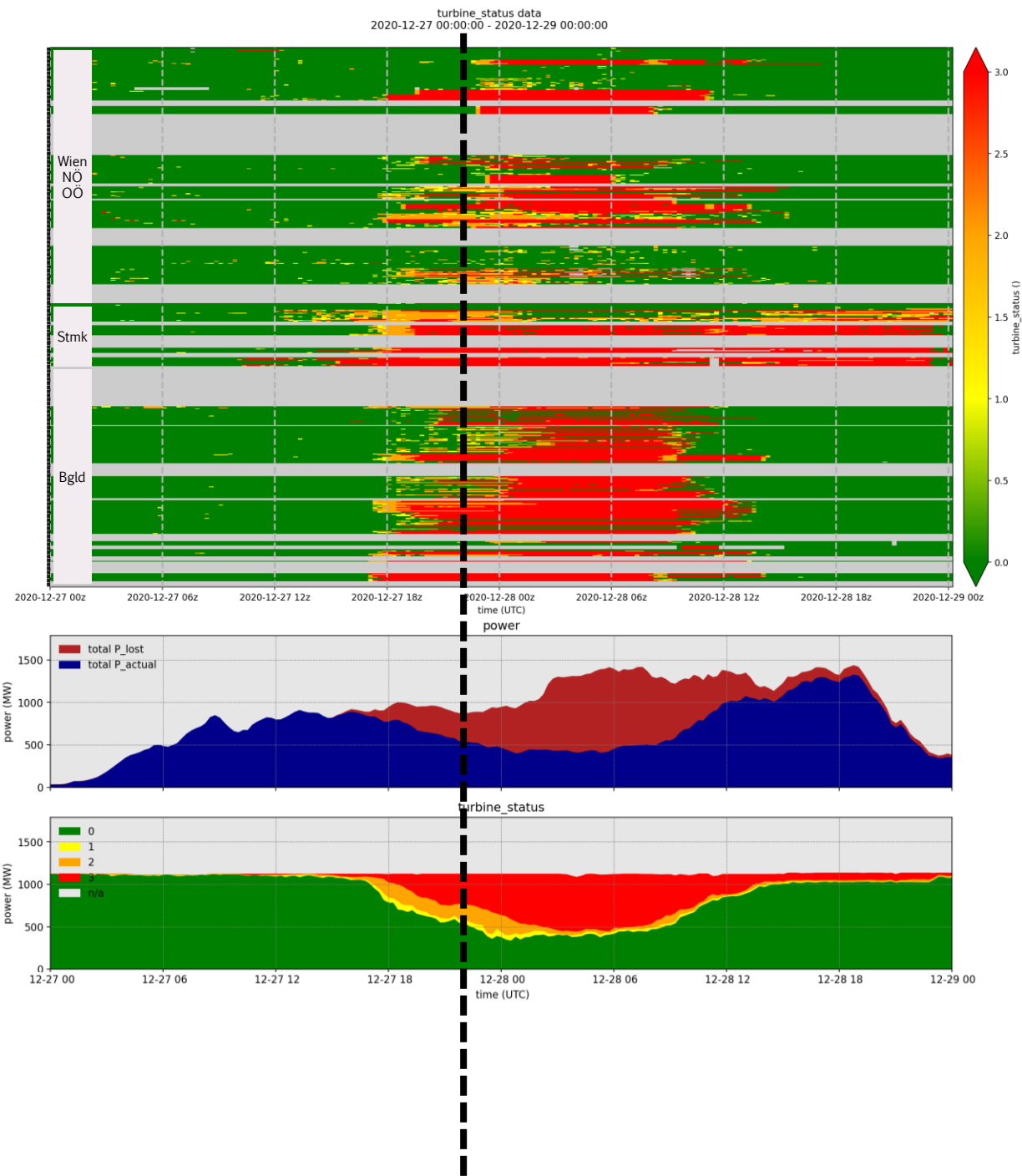




Vereisungsfall 27.-28.12.2020

Erzeugungsabweichung

Anlagenstatus

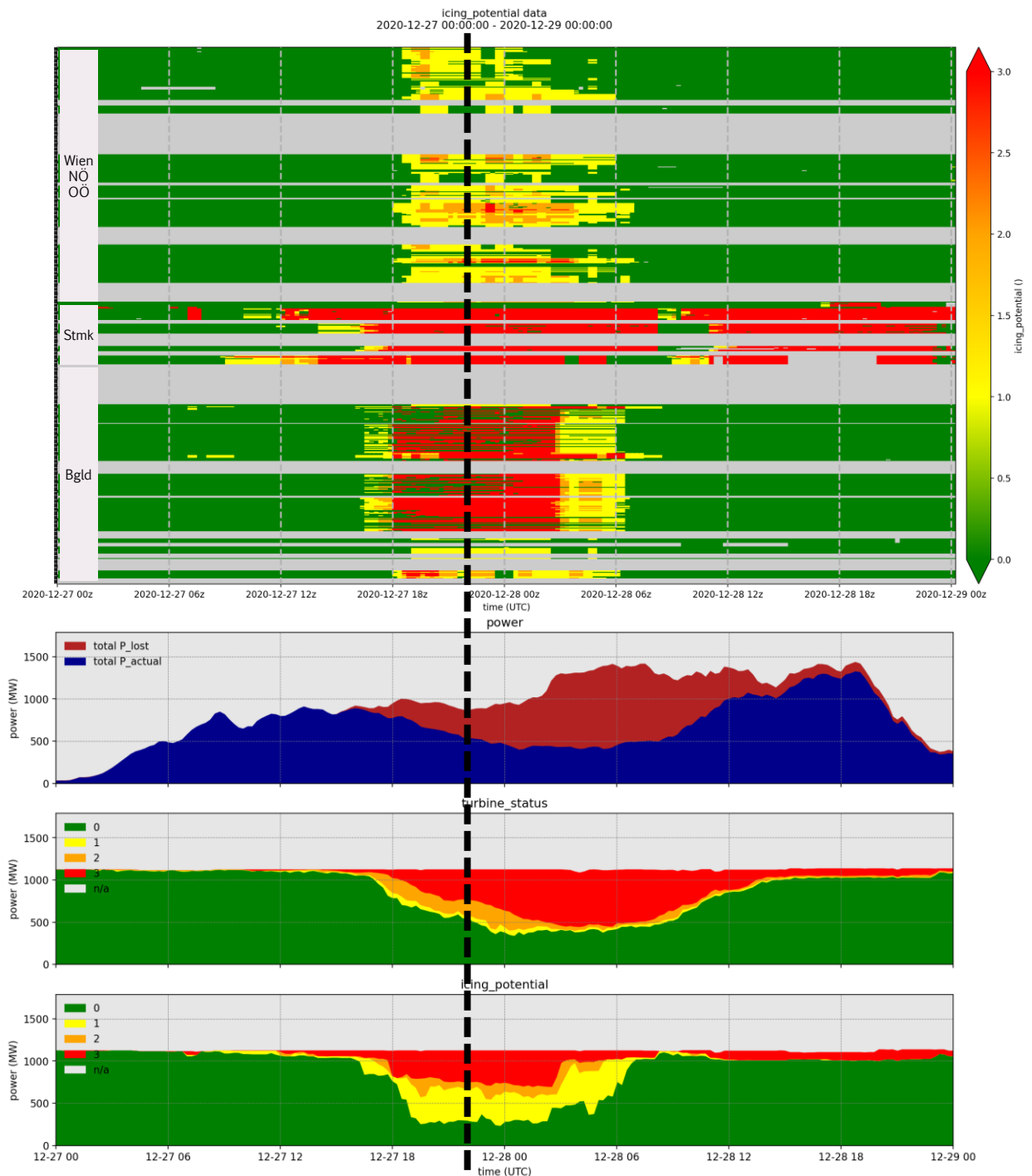


Vereisungsfall 27.-28.12.2020

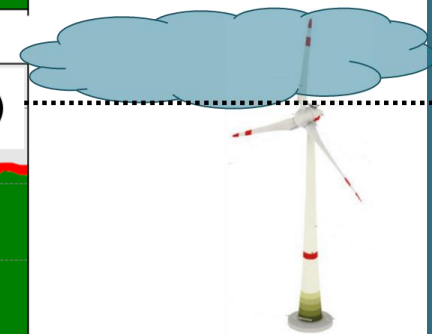
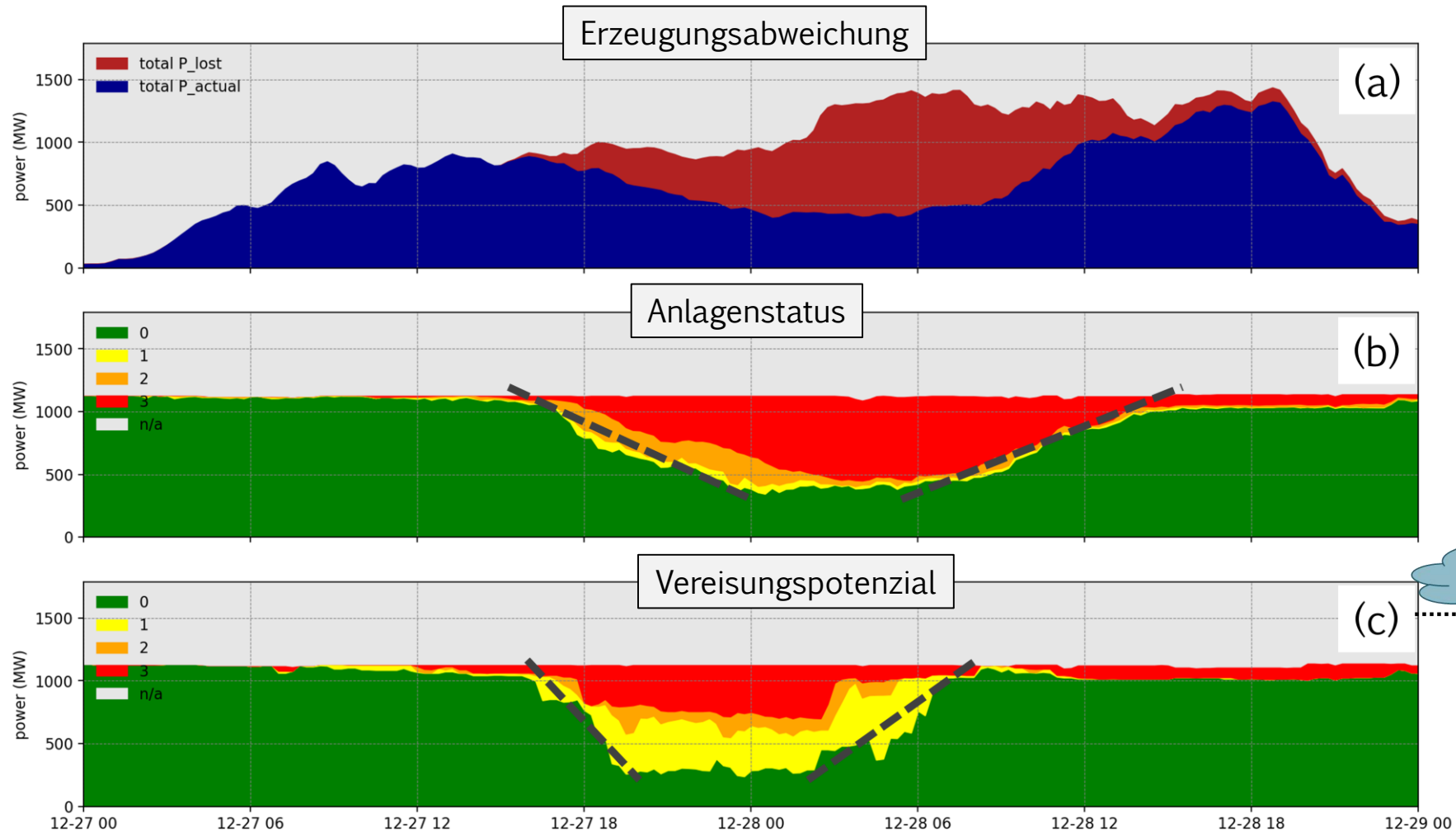
Erzeugungsabweichung

Anlagenstatus

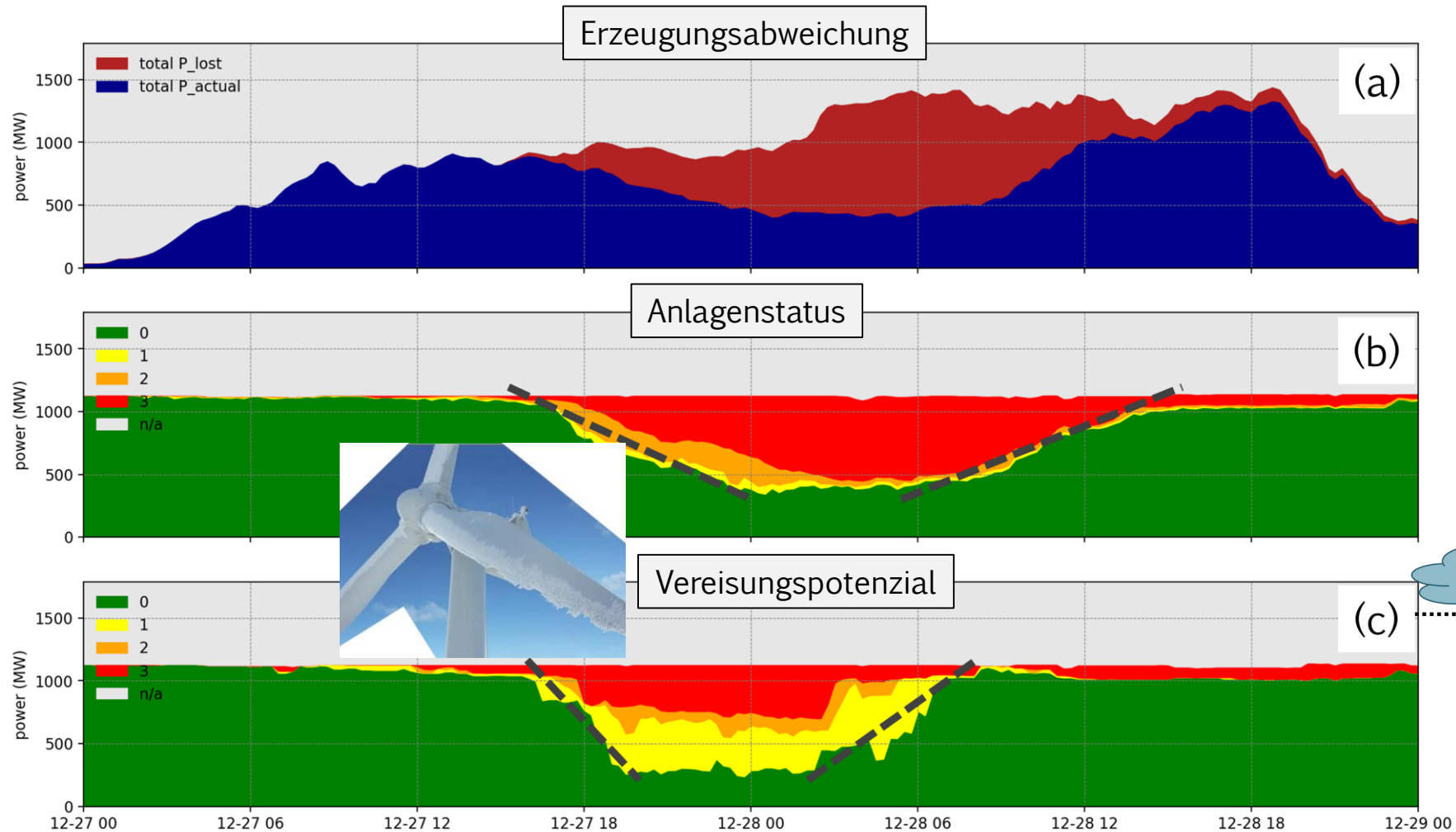
Vereisungspotenzial



Vereisungsfall 27.-28.12.2020

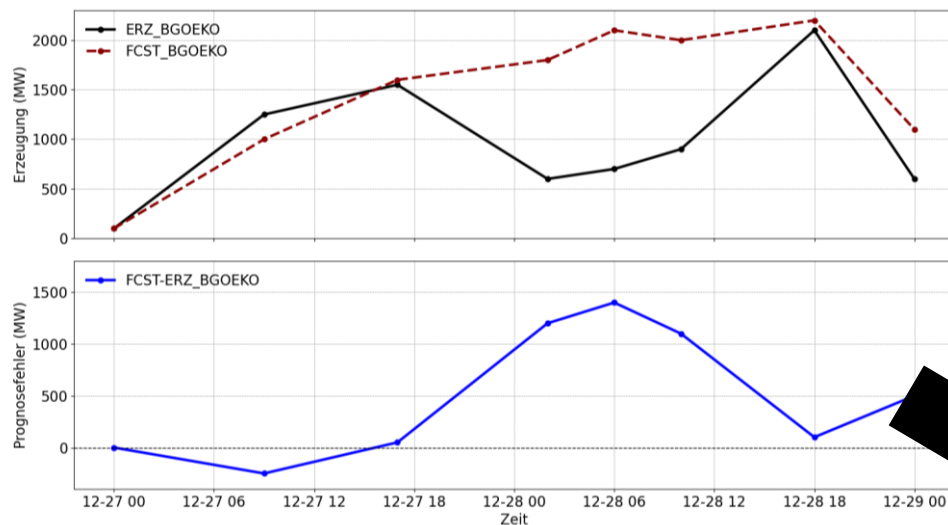


Vereisungsfall 27.-28.12.2020



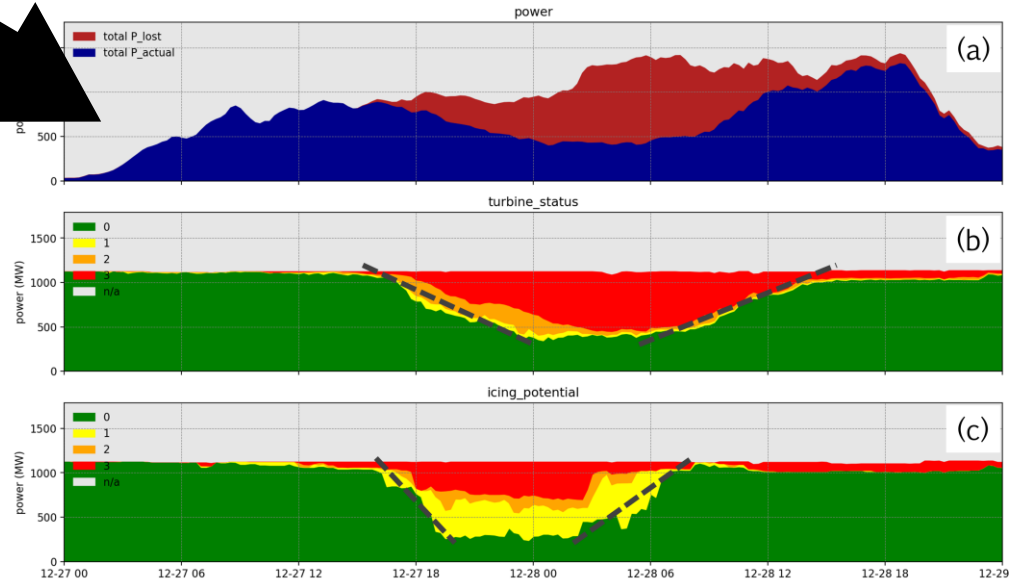


Prototyp



Dezember 2020

Oktober 2021
Prototyp





Prototyp

Steiermark, 04.-07.12.2021

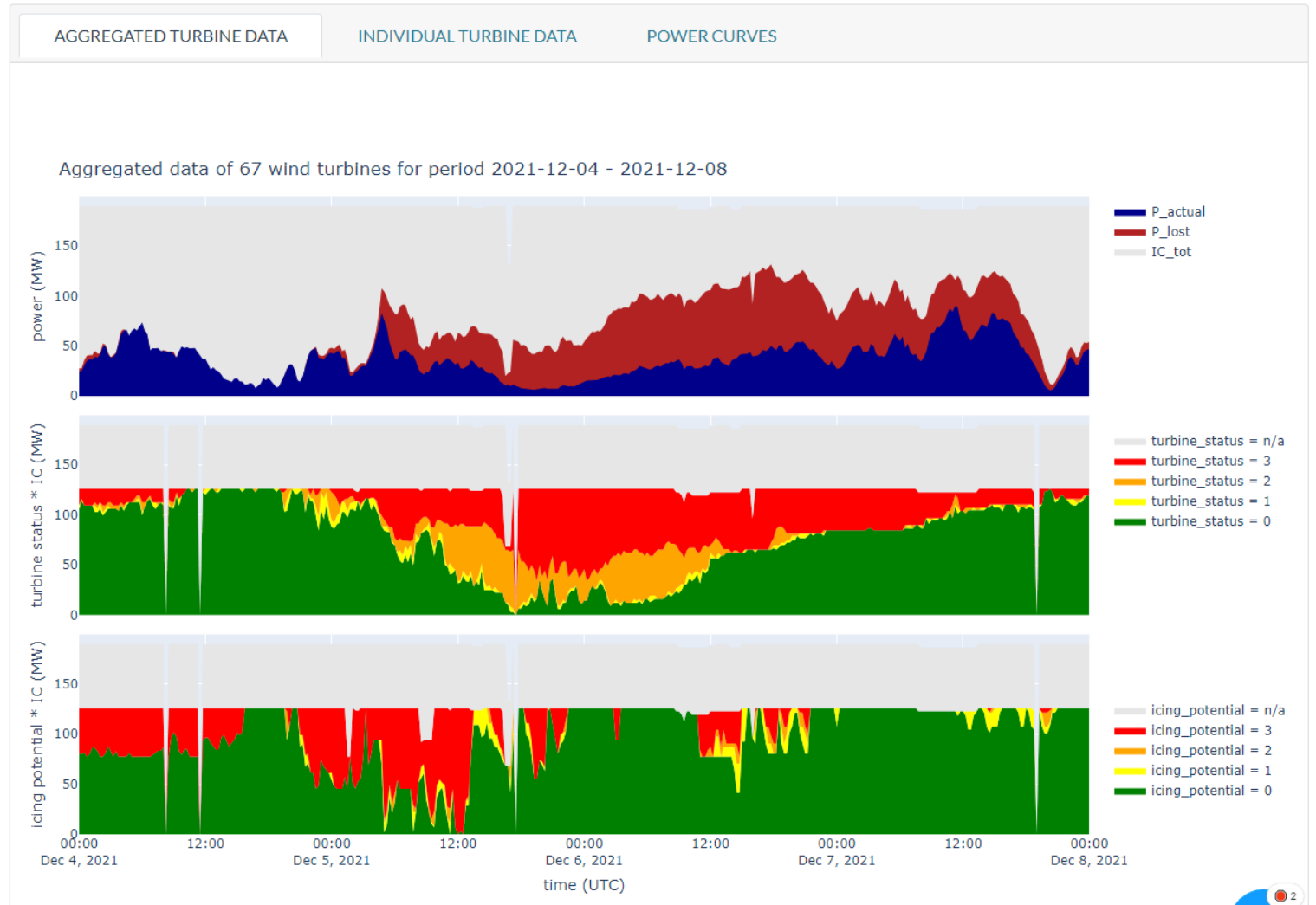
MAP

Select date

12/04/2021 → 12/08/2021

Select wind turbines

x 296	x 297	x 298	x 299	x 300	x 301	x 302	x 303
x 304	x 305	x 306	x 307	x 308	x 309	x 310	x 311
x 312	x 313	x 314	x 315	x 316	x 317	x 318	x 319
x 320	x 321	x 322	x 323	x 324	x 325	x 326	x 327
x 328	x 329	x 330	x 331	x 332	x 333	x 334	x 335
x 336	x 337	x 338	x 339	x 340	x 341	x 342	x 343
x 344	x 345	x 346	x 347	x 348	x 349	x 350	x 351





Zusammenfassung

- Echtzeitdetektionssystem für Erzeugungensabweichungen bei Windkraftanlagen
- Im Winter 2021/22 bei Austrian Power Grid im operativen Testbetrieb
- Faktoren
 - Verknüpfung von Datensätzen, branchenübergreifend
 - Luftfahrt < > Erneuerbare
 - Visualisierung – unterschiedliche Granularität
 - Zusammenhänge sichtbar gemacht

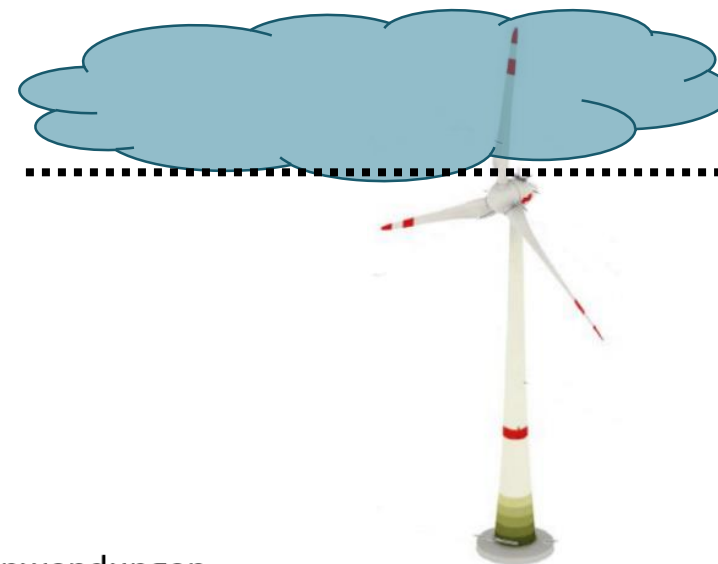


Ausblick

- Endausbaustufe: Monitoring der gesamten österreichischen Windkraft (> 1200 Anlagen)
- Beliebige „Anomalien“ in Winderzeugung detektieren
 - Rotorblattvereisung
 - Starkwind, Unwetter
 - Wartung, Drosselung
- Grundlage für kurzfristige Prognose



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Dr. Lukas Strauss

Teamlead | Energieanwendungen

MeteoServe Wetterdienst GmbH

A. Wagramer Straße 19, 1220 Wien, Österreich

T. +43 51703 4016

M. +43 664 8321030

E. lukas.strauss@meteoserve.at

W. www.linkedin.com/in/lukas-strauss-36b02230