SOWINDIC

Smart operation of wind turbines under icing conditions

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 6. Ausschreibung 2019	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2021	**Projektende**	31.07.2024
Zeitraum	2021 - 2024	**Projektlaufzeit**	40 Monate
Keywords	Vereisungsprävention; Machine Learning; Betriebsoptimierung; Rotorblattheizung; Echtzeitimplementierung		

Projektbeschreibung

Die Windkraft zeichnet sich für rund 10% des heimischen Strommix verantwortlich und ist damit die zweitwichtigste nachhaltige Energiequelle in Österreich. Wegen der alpinen Charakteristik des österreichischen Klimas tritt an vielen aktuellen und zukünftig möglichen Standorten von Windenergieanlagen (WEA) eine teilweise signifikante Vereisung der Rotorblätter auf.

Zum einen verändert das Eis die aerodynamischen Eigenschaften der Rotorblätter, sodass die Effizienz der WEA sinkt und gleichzeitig der mechanische Verschleiß steigt. Zum anderen existieren behördliche Auflagen, die vorschreiben, dass ab einem gewissen Vereisungsgrad die Anlagen stillzusetzen sind, um lebensgefährlichen Eiswurf zu verhindern. Aus diesen Gründen sind viele Rotorblätter bereits heute mit einem Heizsystem ausgestattet, welches es erlaubt die WEA bei mäßiger Vereisung abzutauen. Bisher wird die Heizung überwiegend reaktiv eingesetzt. Dabei wird der Vereisungszustand der Rotorblätter mit einem Sensor überwacht und anschließend die Heizung, oftmals noch manuell, eingeschaltet. Um die Betriebssicherheit zu gewährleisten ist außerdem eine Prüfung auf Eisfreiheit vor dem Wiederanfahren der WEA vorgeschrieben. Oftmals ist die Heizung nur auf der Innenseite der gut wärmeisolierenden Rotorblätter installiert, wodurch es in der Regel mehrere Stunden dauert, bis die Heizung eine Erhöhung der Rotorblattoberflächentemperatur bewirkt. Abhängig vom tatsächlichen Vereisungsgrad und der Windgeschwindigkeit ergeben sich daher erhebliche Produktionsverluste der WEA. Die Kombination der Eisdetektion mit der Leistungscharakteristik der Rotorblattheizung und standortspezifischen Wettervorhersagen sind wesentliche Herausforderungen auf dem Weg zu einer Optimierung der Rotorblattheizungssteuerung.

Um diese vereisungsbedingten Produktionsverluste zu minimieren ist es notwendig eine von den Wetterdaten, Wettervorhersagen, Betriebs- und SCADA-Daten (Supervisiory Control and Data Acquisition), sowie aktuellen Marktdaten abhängige Entscheidungs-Algorithmik zum präventiven Heizen der Rotorblätter zu entwickeln und Eis an den Rotorblättern schon beim Entstehen zu verhindern. Außerdem bietet eine derart intelligente Rotorblattheizungssteuerung die weiteren Vorteile, dass zu keinem Betriebszeitpunkt ein Gefahrenpotenzial durch Eiswurf und Eisabfall besteht und durch die reduzierte mechanische Beanspruchung die Lebensdauer der Anlage verlängert werden kann. Mittels effizienter Regelung

der Rotorblattheizung können auch Anlagen, die bisher aus rein ökonomischen Gesichtspunkten nicht realisiert werden konnten, in Zukunft neben dem ökologischen Aspekt auch wirtschaftlich sinnvoll betrieben werden, d.h., neue potenzielle Projektstandorte können erschlossen werden. Dabei sollen neben der Entwicklung physikalisch motivierter, erfahrungsbasierter Modelle auch innovative Machine Learning Ansätze eingesetzt werden.

Das erklärte Ziel dieses Projektes ist es eine integritäts- und qualitätsgesicherte Echtzeit-Datenplattform für möglichst alle relevanten und zur Verfügung stehenden Daten (Vereisungssensoren, Umgebungsbedingungen, meteorologische Vorhersagen, Marktdaten) aufzubauen. Anhand der erfassten Daten werden die zukünftigen Produktionsausfälle der WEA abgeschätzt und basierend darauf eine intelligente, präventive Rotorblattheizungssteuerung zum Minimieren der Produktionsausfälle erforscht. Alleine in Österreich wird das jährliche Optimierungspotenzial auf rund 2 Mio. Euro geschätzt, wobei hier neben dem Endkunden auch die Betreiber und generell fast die gesamte Wertschöpfungskette profitiert.

Abstract

Wind power accounts for about 10% of the domestic electricity mix and is therefore the second most important renewable energy source in Austria. Due to the alpine characteristics of the Austrian climate, the rotor blades are sometimes significantly iced up at many actual and future locations of wind turbines (WTG).

However, the attached ice changes the aerodynamic properties of the rotor blades in an uncontrolled manner. As a result, the efficiency of the wind turbine decreases with a simultaneous increase of the mechanical wear. Furthermore, there are regulations from authorities prescribing that above a certain icing threshold the turbine must be shut down in order to prevent life-threatening ice throw. Therefore, many rotor blades are already equipped with a rotor blade heating system that allows the turbine to de-ice during moderate icing conditions. Up to now, the heating system is predominately used in a reactive way: A dedicated sensor, or mostly the power curve method, detects ice on the rotor blades and then triggers the heating system to melt the attached ice. This procedure is still often done manually. To ensure operational safety, a visual check to determine the ice-free condition of the rotor blade surface is mandatory before the restart of the turbine. However, in many cases, the heating system is installed at the inner side of the rotor blades, leading to a delayed increase of the rotor blade surface temperature due to the well-insulated material of the rotor blade itself. Depending on the actual degree of icing and the wind speed, this leads to considerable production losses. The combination of a reliable ice detection sensors, the performance characteristics of the rotor blade heating system and site-specific weather forecasts are essential challenges for optimizing the control logic of the rotor blades.

In order to minimize icing losses, an intelligent decision-making logic must be developed that enables preventive heating of the rotor blades based on weather data, meteorological forecasts, operational and SCADA data as well as market data. It is even more important that such an intelligent control logic for the rotor blade heating minimizes the potential danger due to ice throw and ice fall at any time during operation. It should also be pointed out that the operating life of the turbine can be extended due to the reduced mechanical wear as well. By means of an efficient control of the rotor blade heating system, even turbines which could not be realized so far for purely economic reasons can be operated in the future in an economically reasonable way besides the ecological aspect. As a result, new potential wind farm locations can be developed. For achieving that experience based physical methods as well as innovative approaches based on Machine Learning shall be investigated and developed.

The declared aim of this project is to establish an integrated real time data platform with quality assurance for all relevant and available data (icing sensors, weather conditions, meteorological forecasts, market data, etc.). With the prepared data the future production losses of the WTG will be estimated and, based on that, an intelligent, preventive rotor blade heating control logic will be developed to minimize the overall icing losses. The potential savings due to an intelligent preventive heating strategy in Austria are approximated with 2 Mio. Euro per year. Next to consumers and wind farm operators, nearly the whole value chain will benefit from that improvement.

Projektkoordinator

- VERBUND Green Power GmbH

Projektpartner

- METEOTEST AG
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Universität Wien