

ReStroK:

Wie Prescriptive Maintenance Betriebs- & Instandhaltungskosten von Onshore-Windenergieanlagen senken kann

Hohe Betriebs- und Instandhaltungskosten stellen Windenergieanlagen-Betreiber vor die Herausforderung, ihre Onshore-Windenergieanlagen wirtschaftlich zu betreiben. Im Rahmen des Projekts ‚ReStroK‘ konnte ein Prescriptive-Maintenance-Ansatz entwickelt werden, um Kostenpotenziale in der Instandhaltung (IH) zu realisieren. >

ReStroK:

How Prescriptive Maintenance Can Reduce Operating & Maintenance Costs of Onshore Wind Turbines

High operating and maintenance costs present wind turbine operators with the challenge of operating their onshore wind turbines economically. Within the project ‘ReStroK’, a prescriptive maintenance approach could be developed to realize cost potentials in maintenance (IH). >



Onshore-Windenergieanlagen (WEA) leisten einen wichtigen Beitrag für die Produktion von erneuerbaren Energien in Deutschland. Nach sinkenden Zubauzahlen von WEA in den Jahren 2019 und 2020 zeigen neueste Daten des Bundesverbandes Windenergie wieder ein starkes Wachstum für das erste Halbjahr 2021 (+ 62 Prozent im Vergleich zum ersten Halbjahr 2020)¹. Der Betrieb dieser WEA stellt die Verantwortlichen allerdings zunehmend vor die Herausforderung des steigenden Kostendrucks. Dieser ist insbesondere auf den Auslauf der EEG-Förderung sowie auf steigende Betriebs- & Instandhaltungskosten zurückzuführen². Durchschnittlich entfallen 25 Prozent der Stromgestehungskosten pro Kilowattstunde auf Betriebs- und Instandhaltungskosten³. Somit besteht hier ein beträchtliches Kostensenkungspotenzial, das durch das Forschungsprojekt ‚ReStrok‘ zugänglich gemacht werden soll.

Zusammen mit Partner:innenn aus Forschung und Industrie untersucht das FIR an der RWTH Aachen im Rahmen des Forschungsprojekts ‚ReStrok‘, wie Prescriptive Maintenance bei Onshore-WEA zur Reduktion von Betriebs- und Instandhaltungskosten eingesetzt werden kann. Eine Wartungsstrategie auf Basis von Prescriptive Maintenance zielt darauf ab, Instandhaltungsmaßnahmen in Bezug auf Zeit und Personaleinsatz zu optimieren. Prescriptive Maintenance bedeutet eine Weiterentwicklung des Predictive-Maintenance-Konzepts: Es wird nicht mehr nur der Zustand des fraglichen Objekts betrachtet, um Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen, sondern es werden darüber hinaus konkrete Maßnahmen empfohlen („prescribed“)⁴. Möglich wird dies durch die Auswertung historischer Fehlerdaten und eine entsprechende Mustererkennung, die Auskunft über den aktuellen Zustand der WEA geben. Während es bereits Prescriptive-

Onshore wind turbines (WTGs) make an important contribution to renewable energy production in Germany. After declining WTG additions in 2019 and 2020, the latest data from the German Wind Energy Association show strong growth again for the first half of 2021 (+62 percent compared to the first half of 2020)¹. However, the operation of these WTGs is increasingly presenting those responsible with the challenge of rising cost pressures. This is due in particular to the expiry of EEG subsidies and rising operating & maintenance costs². On average, 25 percent of the electricity production costs per kilowatt hour are attributable to operating and maintenance costs³. Thus, there is a considerable cost reduction potential here, which is to be made accessible by the research project ‚ReStrok‘.

Together with partners from research and industry, the FIR at RWTH Aachen University is investigating how prescriptive maintenance can be used to reduce operating and maintenance costs for onshore wind turbines as part of the ‚ReStrok‘ research project. A maintenance strategy based on prescriptive maintenance aims to optimize maintenance measures in terms of time and personnel deployment. Prescriptive maintenance is a further development of the predictive maintenance concept: it is no longer just the condition of the object in question that is considered in order to carry out maintenance measures, but concrete measures are also recommended (“prescribed”)⁴. This is made possible by the evaluation of historical fault data and corresponding pattern recognition, which provide information about the current condition of the WTG. While there are already prescriptive maintenance approaches that

¹ BUNDESVERBAND WINDENERGIE E. V. 2021

² S. STAFFEL U. GREEN 2014, S. 775ff.; DAI ET AL. 2018, S. 199ff.; ZIEGLER ET AL. 2018, S. 1261ff.

³ S. THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION 2009

⁴ S. STRACK ET AL. 2021, S. 492f.

¹ BUNDESVERBAND WINDENERGIE E. V. 2021

² STAFFEL U. GREEN 2014, p. 775 et seq.; DAI ET AL. 2018, p. 199 et seq. ZIEGLER ET AL. 2018, p. 126 et seq.

³ THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION 2009

⁴ STRACK ET AL. 2021, p. 492 et seq.

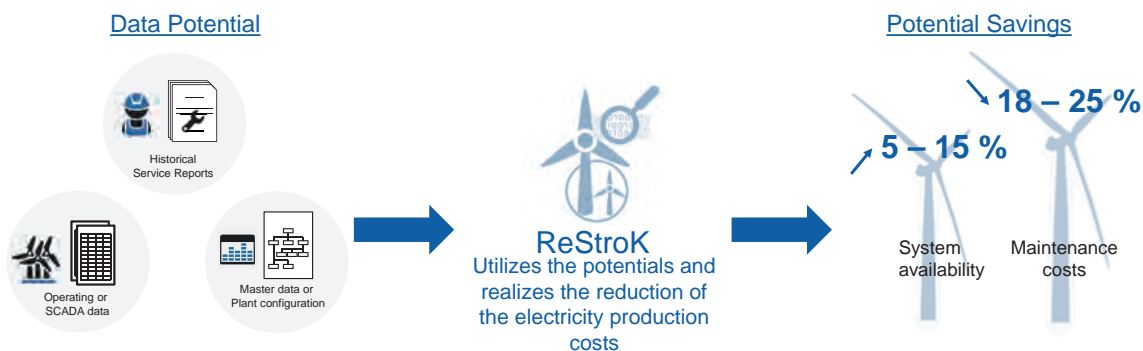


Figure 1: Concept of ‚ReStrok‘ (own illustration)

Maintenance-Ansätze gibt, die auf interne Daten der WEA zugreifen (z. B. SCADA-Daten oder Stammdaten), wurden im Projekt ‚ReStrok‘ insbesondere Serviceberichte in den Fokus genommen. Diese Datenquelle wird bisher kaum verwendet, was auf die häufige Dokumentation in freien Textfeldern und die dementsprechend schlechte Maschinenauswertbarkeit zurückzuführen ist. Der entwickelte Wartungsansatz vereint somit bisherige Datenauswertungsansätze mit der Auswertung von Serviceberichten, um so Betriebs- und Instandhaltungskosten durch Prescriptive Maintenance zu senken. Gemäß einer Studie von McKinsey & Company sind so im Idealfall Kostensenkungen von 18 – 25 Prozent möglich⁵.

Der entwickelte Ansatz basiert primär auf der Auswertung aller verfügbaren Daten. Dies geschieht mittels eines vierstufigen Vorgehens (Datengenerierung – Datenverarbeitung – Datenanalyse – Entscheidungsfindung). Um gerade die Notizen aus Serviceberichten zugänglich machen zu können, wurde eine spezifische Ontologie entwickelt. Anschließend werden Fehler über Funktionsbäume mit potenziellen Fehlerursachen verknüpft und Wartungsmaßnahmen den Fehlerursachen zugewiesen. All diese Schritte finden mittels eines automatisierten und selbstentwickelten Algorithmus statt, sodass der Servicetechniker am Ende nur noch eine Anzeige mit den durchzuführenden Wartungsmaßnahmen erhält. Die wichtigste Komponente des entwickelten Wartungsansatzes ist die spezifische Ontologie. Erst diese macht die Notizen aus den Serviceberichten maschinenauswertbar. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden zunächst 480 Serviceberichte digital eingelesen und mittels Textverarbeitung eine Datenbank aller genannten Begriffe sowie deren Häufigkeiten aufgesetzt. Im nächsten Schritt wurden diese Begriffe gefiltert, um beispielsweise

access internal data of the WT (e.g. SCADA data or master data), the ‘ReStrok’ project focused in particular on service reports. This data source has hardly been used so far, which is due to the frequent documentation in free text fields and the correspondingly poor machine evaluability. The maintenance approach developed thus combines previous data evaluation approaches with the evaluation of service reports in order to reduce operating and maintenance costs through prescriptive maintenance. According to a study by McKinsey & Company, cost reductions of 18 - 25 percent are possible in the ideal case⁵.

The approach developed is primarily based on the evaluation of all available data. This is done by means of a four-step procedure (data generation – data processing – data analysis – decision making). In order to be able to access just the notes from service reports, a specific ontology was developed. Subsequently, faults are linked to potential fault causes via function trees and maintenance tasks are assigned to the fault causes. All these steps take place by means of an automated and self-developed algorithm, so that at the end the service technician only receives a display with the maintenance actions to be performed. The most important component of the developed maintenance approach is the specific ontology. Only this makes the notes from the service reports machine analyzable. In order to achieve this goal, 480 service reports were first digitally scanned and a database of all terms mentioned as well as their frequencies was set up using word processing. In the next step, these terms were filtered, for example to remove excerpts from the template. This resulted in all relevant terms for the ontology. Subsequently, these were clustered and formalized in the ontology. This gave the developed algorithm an understanding of the terms⁶.

⁵ S. BRADBURY ET AL. 2018, S. 2f.

⁵ BRADBURY ET AL. 2018, p. 2 et seq.

⁶ STRACK ET AL. 2021, p. 775 et seqq.

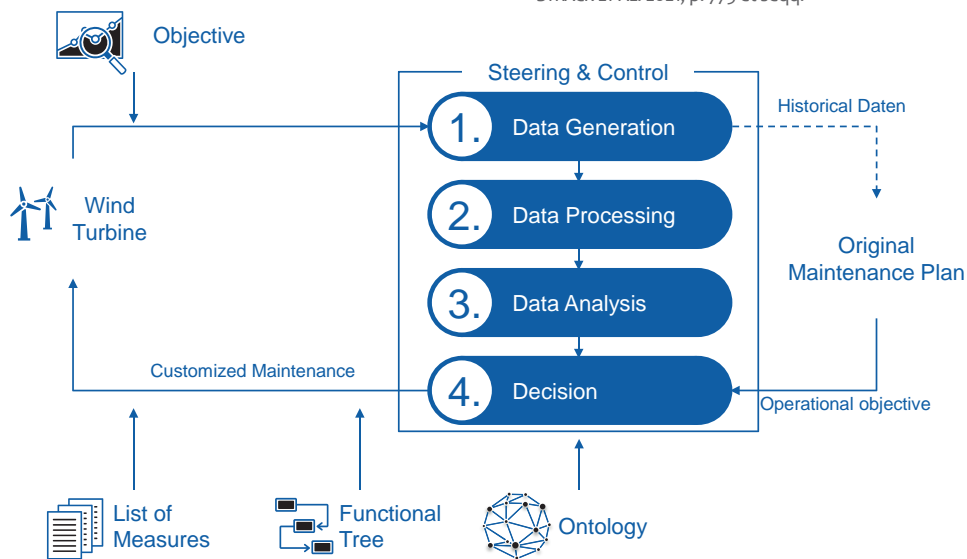


Figure 2: Developed approach for Prescriptive Maintenance (own illustration)

Auszüge der Vorlage zu entfernen. Dadurch ergaben sich alle relevanten Begriffe für die Ontologie. Anschließend wurden diese geclustert und in der Ontologie formalisiert. So wurde dem entwickelten Algorithmus ein Verständnis über die Begriffe gegeben⁶.

Die technischen Zusammenhänge wurden über Funktionsbäume dargestellt, die auf Basis von Expertenwissen entstanden sind. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden insbesondere das Pitch-System sowie der Umrichter betrachtet, da diese vorab als die häufigsten Fehlerquellen identifiziert wurden. Anschließend wurden die einzelnen Komponenten mit entsprechenden Wartungsmaßnahmen versehen. Dazu wurde ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Auch hierbei wurde auf das umfangreiche Expertenwissen der Projektpartner aus Forschung und Industrie zurückgegriffen. Es hat sich gezeigt, dass der Einsatz eines Prescriptive-Maintenance-Ansatzes enorme Potenziale für den wirtschaftlichen Betrieb von Onshore-WEA aufweist. Diese Potenziale können in sonstigen kapitalintensiven Branchen ebenfalls gehoben werden.

The technical relationships were represented via function trees, which were created based on expert knowledge. In the context of the research project, the pitch system and the inverter were considered in particular, since these were identified in advance as the most frequent sources of faults. The individual components were then provided with appropriate maintenance measures. A catalog of measures was developed for this purpose. Here, too, the extensive expert knowledge of the project partners from research and industry was drawn upon. It has been shown that the use of a prescriptive maintenance approach has enormous potential for the economic operation of onshore wind turbines. This potential can also be leveraged in other capital-intensive industries.

sck

⁶s. STRACK ET AL. 2021, S. 775ff.

Literatur

BRADBURY, S.; CARPIZO, B.; HORAH, D.; THIBERT, J.: *Digitally enabled reliability: Beyond predictive maintenance*, New York 2018.. <https://www.mckinsey.com/-/media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Digitally%20enabled%20reliability%20Beyond%20predictive%20maintenance/Digitally-enabled-reliability-Beyond-predictive-maintenance.ashx> (Link zuletzt geprüft: 03.11.2021)

BUNDESVERBAND WINDENERGIE E. V. (Hrsg.): [Pressemitteilung] *Ausbauzahlen Windenergie an Land für das erste Halbjahr 2021 in Deutschland: Auch starkes Windmarkt-Wachstum reicht nicht – Aus Zielen müssen Zahlen werden*. BWE online, 27.07.2021.

DAI, J.; YANG, W.; CAO, J.; LIU, D.; LONG, X.: *Ageing assessment of a wind turbine over time by interpreting wind farm SCADA data*. In: *Renewable Energy* 116 (2018), S. 199ff.

STAFFELL, I.; GREEN, R.: *How does wind farm performance decline with age?* In: *Renewable Energy* 66 (2014), S. 775ff.

STRACK, B.; LENART, M.; FRANK, J.; KRAMER, N.: *Ontology for maintenance of onshore wind turbines*. In: *Forschung im Ingenieurwesen (Forschung im Ingenieurwesen)* 66 (2021) B, S. 775f.

STRACK, B.; FRANK, J.; STICH, V.; PFAU, F.: *Prescriptive Maintenance for Onshore Wind Turbines*. In: *Proceedings of the 2nd Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2021)* (2021) B, S. 489 - 498

THE EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION (Hrsg.): *Wind Energy the Facts. The Economics of Wind Power*. 2009. <https://www.wind-energy-the-facts.org/images/chapter3.pdf> (Link zuletzt geprüft: 02.12.2021).

URBANSKY, F.: *Die auslaufende EEG-Förderung wirft ihre Schatten voraus*. <https://www.springerprofessional.de/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-gesetz/die-auslaufende-eeg-foerderung-wirft-ihre-schatten-voraus/16345856> (Link zuletzt geprüft: 06.12.2021).

ZIEGLER, L.; GONZALEZ, E.; RUBERT, T.; SMOLKA, U.; MELERO, J. J.: *Lifetime extension of onshore wind turbines: A review covering Germany, Spain, Denmark, and the UK*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82 (2018) Part 1, February, S. 1261 – 1271.

Should you have any questions, do not hesitate to contact Bernhard Strack.

Project Title: ReStroK

Funding/Promoters: LeitmarktAgentur.NRW – Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich GmbH

Funding no.: EU-2-2-029

Project Partner: Bürgerwindräder Rheinberg GmbH & Co KG; CWD – Center for Wind Power Drives der RWTH Aachen; Institute for Power Generation and Storage Systems (PGS); psm Nature Power Service & Management GmbH & Co. KG

Website: restrok.fir.de



Bernhard Strack, M.Sc.
Project Manager
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-213
Email: Bernhard.Strack@fir.rwth-aachen.de



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



The project 'ReStroK' (funding code EU-2-2-029) is being carried out in collaboration with the Center for Wind Power Drives (CWD), the Institute for Power Generation and Storage Systems (PGS), the Bürgerwindpark Bürgerwindräder Rheinberg, psm WindService and psm Nature Power Service & Management.