

Sens4Coat

Integrated Smart Sensor Polyurethane Coating for wind turbine blades

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | IWI, IWI, TECXPORT: Bilaterale FTI-Calls Ausschreibung 2023 | Status | laufend |
| Projektstart | 01.09.2024 | Projektende | 31.08.2026 |
| Zeitraum | 2024 - 2026 | Projektaufzeit | 24 Monate |
| Keywords | Sensor coating wind energy | | |

Projektbeschreibung

Rotorblätter von Windkraftanlagen sind anfällig für verschiedene Störungen, die ihre strukturelle Integrität und Betriebseffizienz beeinträchtigen. Ermüdungsbrüche, Erosion an der Vorderkante, Blitz einschläge, Delaminierung, Herstellungsfehler, Wurzel- oder Spitzenbrüche, Korrosion, Eiswurf, Vogelschlag und Überlastung gehören zu den kritischen Problemen, die die dauerhafte Leistung von Windturbinen gefährden. Das Verständnis dieser Versagensarten ist entscheidend für eine wirksame Diagnose und Abhilfemaßnahmen.

Während kontrollierte Maßnahmen wie erosionssichere Beschichtungen, Opferbeschichtungen und regelmäßige Inspektionen zum Einsatz kommen, sind die derzeitigen Überwachungstechnologien, darunter faseroptische Sensoren, Thermografie und Drohnen, teuer und haben Probleme mit der Selektivität und Empfindlichkeit. Faser-Braggs-Gitter, akustische Sensoren und Beschleunigungsmesser werden häufig zur Schadenserkennung eingesetzt, weisen jedoch Einschränkungen auf, wie z. B. begrenzte Empfindlichkeit, geringe Selektivität, schwierige Montage, komplexes Datenvolumen, hoher Energiebedarf und hohe Kosten.

Um diese Nachteile zu überwinden, konzentriert sich Sens4Coat auf die Entwicklung intelligenter Beschichtungen auf der Grundlage piezoelektrischer und piezoresistiver Systeme zur Echtzeitüberwachung von Vibrationen, Schäden, Erosion und Dehnung. Die intelligenten Beschichtungen in Form von Polymer-Nanokompositen oder -Gemischen machen eine spezielle Oberflächenvorbereitung überflüssig, verhindern Delamination und minimieren die aerodynamischen Auswirkungen.

Die vorgeschlagenen intelligenten Beschichtungen von Sens4Coat bieten mehrere Vorteile, darunter eine geringe Dicke, die Erhaltung der Aerodynamik und der Verzicht auf eine hohe Leistungsaufnahme. In Sens4Coat wird ein gedrucktes Verdrahtungssystem und drahtlose Module für die kontinuierliche Datenerfassung entwickelt, wodurch der Einsatz von Drähten, Klebstoffen und Bändern reduziert wird. Dieser innovative Ansatz zielt darauf ab, die Effizienz und Zuverlässigkeit der Überwachung von Windturbinenblättern zu verbessern und eine kostengünstige und nachhaltige Lösung zur Vermeidung von Ausfällen zu bieten. Das in Sens4Coat vorgeschlagene umfassende System zur Überwachung des Strukturzustands wird dazu beitragen, den zuverlässigen und effizienten Betrieb von Windkraftanlagen zu gewährleisten, Wartungskosten und ungeplante Ausfallzeiten zu minimieren und die Energieerzeugung zu optimieren.

Abstract

Wind turbine blades are susceptible to various failure modes, compromising their structural integrity and operational efficiency. Fatigue failures, leading edge erosion, lightning strikes, delamination, manufacturing defects, root or tip failures, corrosion, ice throw, bird strikes, and overloading are among the critical issues threatening the sustained performance of wind turbines. Understanding these failure modes is crucial for effective diagnosis and corrective actions.

While controlled measures such as erosion-resistant coatings, sacrificial coatings, and regular inspections have been employed, current monitoring technologies, including fiber optics sensors, thermography, and drones, are expensive and face challenges in selectivity and sensitivity. Fiber Bragg grating, acoustic based sensors and accelerometers are commonly used for damage detection, exhibit limitations such as limited sensitivity, poor selectivity, mounting challenges, data volume complexities, high power requirements, and expense.

To overcome these drawbacks, Sens4Coat focuses on the development of smart coatings based on piezoelectric and piezoresistive systems for real-time monitoring of vibrations, damage, erosion, and strain. The smart coating, in the form of polymer nanocomposites or blends, eliminates the need for special surface preparation, preventing delamination and minimizing aerodynamic impact.

The proposed smart coatings of Sens4Coat offer several advantages, including low thickness, preserving aerodynamics, and negating the need for high power input. A printed wiring system and wireless modules will be developed for continuous data harvesting, reducing the use of wires, adhesive, and tapes. This innovative approach of Sens4Coat aims to enhance the efficiency and reliability of wind turbine blade monitoring, providing a cost-effective and sustainable solution to prevent failures. The comprehensive structural health monitoring system proposed in Sens4Coat will contribute to ensuring the reliable and efficient operation of wind turbines, minimizing maintenance costs, unplanned downtime, and optimizing energy generation.

Projektkoordinator

- Almendo Technologies GmbH

Projektpartner

- Kompetenzzentrum Holz GmbH
- sendance GmbH