

Energieforschungsprogramm

Präsentation des Projektes auf der KLI.EN Homepage /

publizierbare Kurzfassung / publizierbarer Zwischenbericht

Titel des Projekts	HELOW - Hartstoffbeschichtungen als Erosionsschutz für laserstrukturierte Oberflächen in der Windkraft
Synopsis	<i>Die Erosion der Rotorblätter von Windkraftanlagen kann, ebenso wie Vereisung, zu einer Ertragsminderung führen. Mittels ultrakurzer Laserpulse wird die Eisadhäsion vermindert und durch nachfolgende Beschichtung mit Hartstoffen die Verschleißbeständigkeit der erzeugten Strukturen erhöht.</i>
Kurzfassung / Abstract	Der Klimawandel stellt eine globale Bedrohung dar, zu dessen Bewältigung eine Vielzahl von Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen umgesetzt werden müssen. Die Erzeugung erneuerbarer Energie, wie Windkraft, kann dazu einen maßgeblichen Beitrag leisten. Allerdings kann sowohl die Vereisung als auch die Erosion der Rotorblätter einer Windkraftanlage (WKA) den Energieertrag vermindern. Zudem stellt ein Ablösen größerer Eisstücke eine Gefährdung für Personen und Infrastruktur in der Nähe der Anlagen dar. Eine Erosion der Rotorblätter ist unvermeidbar, da sie durch Kollision mit Sandpartikeln, Regentropfen, Insekten, Schnee, Hagel und Vögel hervorgerufen wird. Durch Erosion und durch mögliche Vereisungsereignisse steigt einerseits der Wartungsaufwand, andererseits sinkt der Wirkungsgrad. Der Klimawandel führt zudem zu einer Zunahme an Extremwetterereignissen, welche wiederum zur erhöhten Belastung der Rotorblätter von WKAs beitragen. Im Rahmen des Projekts werden wir uns daher mit Maßnahmen zur Verbesserung des Schutzes vor Erosion und Verminderung der Vereisung beschäftigen. Mit einem Ultrakurzpuls-Laser werden wir Mikro- und Nanostrukturen herstellen, um die Eisadhäsion zu vermindern und deren Verschleißbeständigkeit durch eine Hartstoffbeschichtung verbessern. Die prinzipielle Tauglichkeit einer Laserstrukturierung zur Verminderung der Eisadhäsion konnte bereits im Zuge eines Vorgängerprojekts NICE (FFG#871733) gezeigt werden. Wir werden im Projekt neue Hartstoffschichten als Erosionsschutz für Faserverbundmaterialien entwickeln, testen und ihre Adhäsion zwischen Faserverbundmaterial und Hartstoffschicht optimieren. Aus der Literatur ist bekannt, dass größere Schichtdicken bspw. von Titannitrid grundsätzlich einen sehr hohen Verschleißschutz bieten, allerdings ist bisher die Adhäsion der Schichten mangelhaft. Wir werden daher gezielt die Adhäsion der Schichten untersuchen, um eine bessere Haftung zu erzielen und die mögliche Delamination bei größeren Schichtdicken zu reduzieren. Unser Projekt zielt auf die Entwicklung erosionsbeständiger und passiv eisabweisender Oberflächen, welche Eisakkumulationen und den Wartungsaufwand bei Windkraftanlagen signifikant reduzieren. Um die Leistungsfähigkeit der in HELOW entwickelten eisabweisenden beschichteten Strukturen zu beurteilen, werden experimentelle Vereisungstests mit verschiedenen Probenkörpern durchgeführt. Dazu wird das Benetzungs- und Enteisungsverhalten gemessen, sowie Untersuchungen unter aerodynamischen Anströmungsbedingungen im

Energieforschungsprogramm - X. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

	TUW-Klimawindkanal durchgeführt. Zusätzlich werden UV- und thermische Beständigkeit sowie die Sanderosionsbeständigkeit im Laborexperiment bestimmt. Um Aufschluss über die eisabweisenden Eigenschaften unter realen Bedingungen im Feld, die Dauerhaftigkeit bei realistischen Anströmungsbedingungen an einem Rotorblatt sowie über das Ablösungsverhalten und die Eisabwurfneigung zu erhalten, sollen ausgewählte eisabweisende Oberflächen auf den Rotorblättern einer Kleinwindkraftanlage aufgebracht und im Feldversuch getestet werden. Dabei soll die Eisakkumulation überwacht und mit einem nicht modifizierten Referenzrotorblatt verglichen werden. Durch die verminderte Erosion erwarten wir auch einen reduzierten Eintrag von Mikroplastik in die Umwelt.
Projektleiter	<i>Gerhard Liedl</i>
Institut / Unternehmen	<i>Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien – TU Wien E311-02</i>
Kontaktadresse	<i>Getreidemarkt 9, 1060 Wien; 01/58801-311610; gerhard.liedl@tuwien.ac.at https://www.tuwien.at/mwbw/ift/llf</i>
Auflistung der weiteren Projekt- bzw. Kooperationspartner	<i>Energiewerkstatt Institut für Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie - TU Wien</i>

Project Title	HELOW - Hard coatings as erosion protection for laser-structured surfaces used in the wind energy industry
Synopsis	<i>Erosion of the rotor blades of wind turbines can lead to a reduction in energy output, as can icing. Ultra-short laser pulses are used to reduce ice adhesion and subsequent coating with hard materials increases the wear resistance of the structures produced.</i>
Summary / Abstract	Climate change is a global threat that requires a wide range of measures to be implemented to reduce CO2 emissions. The generation of renewable energy, such as wind power, can make a significant contribution to this. However, both icing and erosion of the rotor blades of a wind turbine can reduce the energy yield. In addition, the detachment of large pieces of ice poses a risk to people and infrastructure near the turbines. Erosion of the rotor blades is unavoidable, as collisions with sand particles, raindrops, insects, snow, hail, and birds cause it. Erosion and possible icing events increase maintenance costs on the one hand and reduce efficiency on the other. Climate change is also leading to an increase in extreme weather events, which in turn contribute to increased loadings on the rotor blades of wind turbines. As part of the project, we will look at measures to improve protection against erosion and reduce icing. We will use an ultrashort pulse laser to produce micro- and nanostructures to reduce ice adhesion and improve their wear and erosion resistance with the help of hard coatings. The basic suitability of laser structuring to reduce ice adhesion has already been demonstrated in a previous project, NICE (FFG#871733). In the project, we will develop and test new hard coatings for their ability as erosion protection for fiber composite materials and optimize their adhesion on them. The latter, as reported in literature, is inadequate especially when the coatings are thicker, which would be beneficially to offer very high wear protection. We will, therefore, specifically investigate the adhesion of the coatings to achieve better adhesion and reduce possible delamination for thicker coatings. Our project focuses on developing erosion-resistant and passively ice-repellent surfaces that significantly reduce ice accumulation and maintenance requirements on wind turbines Experimental icing tests will be carried out with various samples to assess the performance of the ice-repellent coated structures developed in HELOW. For this purpose, the wetting and de-icing behaviour is measured, and tests are carried out under aerodynamic flow conditions in the TUW climatic wind tunnel. In addition, UV and thermal resistance, as well as sand erosion resistance, are determined in laboratory experiments. To obtain information about the ice-repellent properties under

Energieforschungsprogramm - X. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

	actual conditions in the field, the durability under realistic inflow conditions on a rotor blade, as well as the detachment behaviour and the ice shedding tendency, selected ice-repellent surfaces are to be applied to the rotor blades of a small wind turbine and tested in field trials. The ice accumulation will be monitored and compared with an unmodified reference rotor blade. By reducing erosion, we also expect to reduce the amount of microplastics released to the environment.
Projekt manager	<i>Gerhard Liedl</i>
Institute / Company	<i>Institute of Production Engineering and Photonic Technologies – TU Wien</i>
Contact address	<i>Getreidemarkt 9, 1060 Wien; +43 1 58801-311610; gerhard.liedl@tuwien.ac.at https://www.tuwien.at/en/mwbw/ift/If</i>
Partners of the consortium	<i>Energiewerkstatt Institute of Materials Science and Technology – TU Wien</i>