

## XXL-nanoSENSOR

Entwicklung piezoelektrische Nano-Sensoren für das Condition Monitoring großer Flächen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 28. AS PdZ nationale Projekte 2018	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.04.2019	<b>Projektende</b>	31.05.2022
<b>Zeitraum</b>	2019 - 2022	<b>Projektlaufzeit</b>	38 Monate
<b>Keywords</b>	Piezoelektrischer Sensor; Zinkoxid-Nanowire; Atmosphärendruck-Plasma; Condition Monitoring; Hybrid-Sol-Gel-Beschichtungen		

### Projektbeschreibung

Großflächig, auf dreidimensional-geformte Oberflächen einfach zu applizierende Sensoren gewinnen als „cyber-physical Interfaces“, d.h. als digitale Schnittstellen zwischen Anlagen und IT-Systemen, zunehmende Bedeutung, sind aber bislang kommerziell nicht in der seitens der Anwender geforderten Funktionalität verfügbar – wichtige potentielle Anwendungen liegen z.B. in der Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) von mechanisch hochbelasteten Maschinen- und Anlagen-Komponenten wie Rotoren von Windrädern.

Probleme bereiten einerseits die kostengünstige Herstellung großflächiger Sensoren auf/für Freiform-Oberflächen mit großem Messbereich, andererseits auch Anforderungen für hohe Lebensdauer und geringen Reinigungs-/ Wartungsaufwand, d.h. z.B. Self-Cleaning- und biozide Ausstattung gegen Algenablagerung und hoher Verschleiß-/Erosionsschutz der Oberflächen.

Basierend auf sehr erfolgreichen grundlagenwissenschaftlichen Vorprojekten und Feasibility-Studien zu diesen Problemstellungen hat das Projekt XXL-nanoSENSOR nun das Ziel der Technologie-Entwicklung von piezoelektrischen Großflächen-Sensoren im Labormaßstab sowie deren Optimierung auf Langzeitbeständigkeit.

Die zu entwickelnde Technologie-Kombination umfasst

- (1) Plasma-Flight-Thru-Prozesse zur Herstellung von piezoelektrischen Lithium-dotierten ZnO-Nanowires mit sehr hoher Permittivität als hoch-sensitive Piezo-Nanosensoren,
- (2) (a) Elektrospinn-Prozesse zur Integration dieser Nanosensoren in hoher Dichte in Endlos-Nano-Fasern mit geometrischer Ausrichtung entlang der Faserachse sowie  
 (b) gleichzeitig die Entwicklung des parallelen Ablegens dieser elektrogesponnenen Endlos-Nano-Fasern in hoher Geschwindigkeit zwischen den Kontaktelektroden zum Aufbau der Sensor-Devices als Basis für maximale piezoelektrische Meßsignale, und
- (3) (a) Sol-Gel-Systeme mit Funktionalisierung (Self-Cleaning, biozid, verschleißfest) als Matrix zur dauerhaften Einbettung der Nanofasern im Sensor-Device unter  
 (b) Anwendung von Atmosphärendruck-Plasma-Prozessen zu deren raschen und auch in sehr hoher Schichtdicke rissfreien

Aushärtung ohne Temperaturbelastung des Kunststoff- bzw. Komposit-Substrats.

Um den assoziierten Projektpartner nach 2,5 Jahren Projektlaufzeit auf hohe Lebensdauer und Funktionalität optimierte Sensor-Devices (Demonstratoren) vorstellen zu können, sind in das Projektkonsortium die österreichischen Key-Competence-Partner im Bereich Sol-Gel-Entwicklung (AAC) und industrieller Lackherstellung (Rembrandtin), industrieller Atmosphärendruck-Plasmatechnologie (Inocon), piezoelektrischer Sensortechnologie (JR) und Sensoranwendung für Condition-Monitoring (Eologix) neben wissenschaftlichen Einrichtungen für die Materialcharakterisierung und Beschreibung der Versagensmechanismen der Sensor-Demonstratoren (MCL) integriert.

## **Abstract**

Large-area, on three-dimensionally shaped surfaces easy-to-apply sensors gain increasingly importance as "cyber-physical interfaces", i.e. as digital interfaces between facilities and IT systems, but are not yet commercially available in the functionality required by the user - important potential applications are found e.g. in the condition monitoring of mechanically highly loaded machine and plant components such as rotors of wind turbines.

Problems arise on the one hand from the cost-effective production of large-scale sensors on/free-form surfaces with a large measuring range, on the other hand also from requirements for high durability and low cleaning/maintenance efforts, i.e. e.g. self-cleaning and biocidal equipment against algae deposit and high wear/erosion protection of the surfaces.

Based on very successful basic scientific preliminary projects and feasibility studies on these problems, the XXL-nanoSENSOR project now aims at the technology development of large-scale piezoelectric sensors on a laboratory scale and their optimization for long-term stability.

The technology combination to be developed includes

- (1) plasma-flight-thru processes for the production of piezoelectric lithium-doped ZnO nanowires with very high permittivity as highly sensitive piezo-nanosensors,
- (2) (a) electrospinning processes for integrating these nanosensors in high density into endless-nano-fibers with geometric alignment along the fiber axis as well as  
(b) at the same time the development of the parallel deposition of these electrospun endless-nano-fibers in high speed between the contact electrodes for the construction of the sensor devices as a basis for maximum piezoelectric measuring signals, and
- (3) (a) sol-gel systems with functionalization (self-cleaning, biocide, wear-resistant) as a matrix for permanent embedding of the nanofibers in the sensor device by  
(b) applying atmospheric pressure plasma processes to their rapid and even at very high film thickness crack-free curing without temperature stress of the plastic or composite substrate.

In order to be able to present sensor devices (demonstrators) optimized for high durability and functionality to the associated project partners after 2.5 years of project duration, the project consortium includes the Austrian key competence partners in the field of sol-gel development (AAC) and industrial varnish production (Rembrandtin), industrial atmospheric pressure plasma technology (Inocon), piezoelectric sensor technology (JR) and condition monitoring sensor application

(Eologix) in addition to scientific facilities for material characterization and description of the failure mechanisms of the sensor demonstrators (MCL).

### **Projektkoordinator**

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

### **Projektpartner**

- eologix sensor technology flexco
- KANSAI HELIOS Austria GmbH
- Materials Center Leoben Forschung GmbH
- INOCON Technologie GmbH
- Aerospace & Advanced Composites GmbH