

InnoCoat4Plasma

Innovative, bio-based plasma coatings on micro- to nano-structured surfaces for microfluidic and riblet applications

Programm / Ausschreibung	KLWPT 24/26, KLWPT 24/26, Advanced Materials, M-ERA.NET Call 2024	Status	laufend
Projektstart	01.04.2025	Projektende	31.03.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Bio-based coatings; microstructures; multiscale modelling; atmospheric plasma coating; riblet structures		

Projektbeschreibung

Ziel des Projektes InnoCoat4Plasma ist die Entwicklung biobasierter Beschichtungen mit funktionellen Füllstoffen, die mittels Atmosphärendruckplasma aufgebracht werden und technologische sowie antimikrobielle Eigenschaften von geprägten Thermoplastfolien für mikrofluidische und Riblet-Anwendungen verbessern. Die Lösungsansätze werden mit Multiscale Modelling evaluiert und optimiert.

Fluiddynamische Oberflächen und Beschichtungen sind in verschiedenen Industriezweigen wie der Lebensmittel-, Kosmetik- und Papierherstellung sehr gefragt. Während eine Strömungsoptimierung durch biomimetisch strukturierte Oberflächen erreicht wird, können dauerhafte antimikrobielle und hydrophile/hydrophobe Eigenschaften nur durch zusätzliche Beschichtungen erzielt werden. Dies stellt die Herausforderung dar: die hohe Oberflächenfunktionalität entsprechend der Anwendung zu erreichen und gleichzeitig den Rohstoffeinsatz und die Energie für deren Applikation zu reduzieren. Auch der Ersatz fossiler Ressourcen, eine energieeffiziente Nutzung und Wiederverwertbarkeit der Endprodukte sind Ziele einer nachhaltigen Entwicklung, der Kreislaufwirtschaft und des Europäischen Green Deals. All diese Aspekte erfordern die Entwicklung einer innovativen Dünnschichtapplikation auf mikro- bis nanostrukturierten biobasierten/recyclierten Oberflächen, die den aktuellen Stand der Technik übertreffen und Motivation für InnoCoat4Plasma sind.

InnoCoat4Plasma basiert auf dem Konzept biobasierte Beschichtungen, recycelte thermoplastische Folien mit geprägten Mikro- bis Nanostrukturen und einem umweltfreundlichen Applikationsverfahren mit geringen chemischen Nebenprodukten und weniger Energieverbrauch zu kombinieren. Für die Entwicklung unbedenklicher Beschichtungen werden biobasierte Prepolymere verwendet, z. B. aus Pflanzenölen, und Füllstoffe wie Betulinextrakte aus Birkenrinde, um maßgeschneiderte Eigenschaften für Mikrofluid- und Riblet-Anwendungen zu erzielen (Erzeugung von Öl-in-Wasser- bzw. Wasser-in-Öl-Emulsionen sowie Anti-Biofilm-Oberflächen für Riblets im industriellen Umfeld). Ein innovatives Ziel ist die Plasmafunktionalisierung partikelförmiger Füllstoffe, um deren Dispergierbarkeit und Kompatibilität zum Matrixpolymer zu verbessern. Die Forschung wird durch Multiscale Modelling von Plasmaprozessen (Plasma-Oberflächen-Interaktion, Filmbildung), neuer Düsendesigns für die selektive Mikrostrukturierung mittels Plasma und Simulation von strukturierten Oberflächen im Kontakt mit verschiedenen flüssigen Medien intensiviert. Um das Potenzial der entwickelten Beschichtungen für die industrielle Anwendung zu evaluieren, werden Applikationsversuche und Charakterisierungen durchgeführt, ergänzt durch die Herstellung zweier Demonstratoren.

Das Projekt InnoCoat4Plasma vereint innovatives Materialdesign und effiziente Fertigungskonzepte für wettbewerbsfähigere Produkte. Die biobasierten Beschichtungs- und effizienten Applikationslösungen adressieren soziale, Nachhaltigkeits- und RRI-Aspekte; recycelbare Produkte mit hoher Energieeffizienz berücksichtigen Kreislaufwirtschaftsziele und sind von hohem ökonomischem Interesse. Das Projekt ermöglicht multidisziplinäre Forschung von biobasierten Plasmaschichten auf Mikro- und Nano-Oberflächen und neue strategische Kooperationen, die die Wettbewerbsfähigkeit der Partner fördern. Das interdisziplinäre Konsortium aus Forschung und Industrie wird dazu beitragen, umsetzbare Lösungen mit deutlich besseren ökologischen Auswirkungen zu schaffen.

Abstract

The aim of the InnoCoat4Plasma project is to develop bio-based coatings with functional fillers that are applied using atmospheric pressure plasma technologies and improve the technological and antimicrobial properties of imprinted thermoplastic foils for microfluidic and riblet applications. The solutions are evaluated and optimized using multiscale modelling.

Fluid dynamic surfaces and coatings are in high demand in various industries such as food, cosmetics and paper production. While flow optimization is achieved by bio-mimicking structured surfaces, durable antimicrobial and hydrophilic/hydrophobic properties can only be achieved by additional coatings. This poses the challenge of addressing the sophisticated functionality of the surface appropriate to the end-use while reducing raw material use and saving energy for its application. The substitution of fossil resources, energy-efficient use and recyclability of the end products are also goals of sustainable development, the circular economy, and the European Green Deal. All these aspects require the development of an innovative thin-film application on micro- to nanostructured bio-based/recycled surfaces that exceeds the current state-of-the-art motivating the InnoCoat4Plasma project.

InnoCoat4Plasma is based on the concept of combining bio-based coatings, recycled thermoplastic foils with imprinted micro- to nanostructures and an environmentally friendly application process with low chemical by-products and less energy consumption. Bio-based prepolymers, e.g. from vegetable oils, and fillers such as Betulin extracts from birch's bark are used to develop non-hazardous coatings to achieve customized properties for microfluid and riblet applications (creation of oil-in-water or water-in-oil emulsions as well as anti-biofilm surfaces for riblets in industrial environments). An innovative target is the plasma functionalization of particulate fillers to improve their dispersibility and compatibility to the matrix polymer.

Research is being intensified by multiscale modelling of plasma processes (plasma-surface interaction, film formation), new nozzle designs for selective microstructuring using plasma techniques and simulation of structured surfaces in contact with various liquid media. To evaluate the potential of the developed coatings for industrial use, application trials and characterizations are being carried out, supplemented by the production of two demonstrators.

The InnoCoat4Plasma project unites innovative material design and efficient manufacturing concepts for more competitive products. The bio-based coating and efficient application solutions address social, sustainability and RRI aspects; recyclable products with high energy efficiency considering circular economy goals and are of high economic interest. The project enables multidisciplinary research of bio-based, plasma coatings on micro- to nano-surfaces and new strategic collaborations that promote the competitiveness of the partners. The interdisciplinary consortium of research and industry will help to deliver feasible solutions with a significantly better ecological impact.

Projektkoordinator

- Kompetenzzentrum Holz GmbH

Projektpartner

- bionic surface technologies GmbH