

## SURPHACE

Surface enhanced Raman spectroscopy for Pathogen sensing and Anti-pathogenic Coating development

<b>Programm / Ausschreibung</b>	KLWPT 24/26, KLWPT 24/26, Advanced Materials, M-ERA.NET Call 2024	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.10.2025	<b>Projektende</b>	30.09.2028
<b>Zeitraum</b>	2025 - 2028	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	Antipathogen coatings, Sensing surfaces, Surface-Enhanced Raman Spectroscopy, Machine learning, Circular economy		

### Projektbeschreibung

Die Kontamination von Arbeitsflächen, medizinischen Geräten und Oberflächen stellt ein erhebliches Risiko für exponierte Personen dar, insbesondere für Personen mit beeinträchtigter Gesundheit, und trug im Jahr 2019 weltweit zu über 13,7 Millionen Todesfällen aufgrund von Infektionskrankheiten bei. Es ist unbedingt erforderlich, alternative Ansätze zur Bekämpfung der Zunahme von Resistenz gegen häufig verwendete Breitbandantibiotika zu entwickeln.

Frühstadium (TRL2-4) Forschung und Innovation (F&I) zur Entwicklung innovativer fortschrittlicher Materialien (IAMs) für intelligente Beschichtungen mit Desinfektionswirkung in Kombination mit Sensorkapazität zur Reduzierung der Krankheitslast an verschiedenen Oberflächen.

Die anti-pathogene Funktionalität der untersuchten IAMs basiert auf der Desinfektionskapazität von ionischen Flüssigkeiten (ILs), reinen und dotierten Nanomaterialien, einschließlich Metalloxiden (MOx), Halogeniden und metallorganischen Gerüsten (MOFs), die nach umweltfreundlichen Prinzipien hergestellt und in mesoporöse Materialien eingebracht werden, sowie Verbundwerkstoffe, die biobasierte Materialien für resistente Oberflächenbeschichtungen umfassen.

Die anti-pathogene Funktion basiert vorrangig auf der Erzeugung reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) und photokatalytischen Prozessen.

Die Fähigkeit zur Erkennung von Krankheitserregern wird durch den Einsatz der oberflächenverstärkten Raman-Spektroskopie (SERS) erleichtert, um eine einfache und schnelle Überwachung der Funktionsleistung der intelligenten Oberflächenmaterialien zu ermöglichen. Das Modellieren der IAMs von SURPHACE wird durch integrierte künstliche Intelligenz (KI), maschinelles Lernen (ML) und molekulare Modellierung (MM) bei TRL3-5 unterstützt, um SSbD-Leitlinien auf kosten- und politikeffiziente Weise zu verfolgen.

Die angestrebten Ergebnisse von SURPHACE umfassen: Luftfilter & berührbare Oberflächen für sensible Bereiche, z.B. im Krankenhausbereich; Anti-Pathogen-Aktivität kombiniert mit Biosensorik-Fähigkeiten; Modelle zur Entwicklung dotierter IAMs zur Optimierung z.B. von ROS; Modellierete IAMs für Luftfilter gegen Krankheitserreger und Validierung wichtiger IAMs Antipathogen-Aktivität von Oberflächen, ohne Alkohol und Verbindungen auf der Basis von quaternären Ammoniumkationen. KI und wissensbasierten IAMs und Beschichtungsdesigns

Spektrale Identifizierung mehrerer Krankheitserreger am Point-of-Care; Recyclingstrategie für gebrauchte SERS-Substrate; Kreislaufprozesse zur grünen Produktion von MOx und Dotierstoffen.

## Abstract

The contamination of work surfaces, medical equipment and devices poses significant risk to exposed individuals, in specific, those at compromised health, contributing to over 13.7 million deaths worldwide caused by infectious diseases in 2019. It is imperative to explore alternative approaches to combat the increasing resistance to commonly used broad-spectrum antibiotics. Consequently, there is a strong emphasis on the development of antimicrobial surfaces utilizing engineered nanomaterials. SURFACE-enhanced Raman spectroscopy for Pathogen sensing and Anti-pathogenic Coating development (SURPHACE) focusses on early-stage (TRL2-4) research & innovation (R&I) towards the development of innovative advanced materials (IAMs) for smart surfaces with sanitizing combined with sensing capacity to reduce the pathogenic load at several interfaces. Anti-pathogenic functionality of the investigated IAMs will be based on sanitizing capacity of ionic liquids (ILs), pristine and doped nanomaterials including metal oxides (MOx), halides, Metal-Organic Frameworks (MOFs), produced following green principles, put into mesoporous composites that further include bio-based materials for high-performance surface coatings. Anti-pathogenic function will be based on reactive oxygen species (ROS) generation and photocatalytic processes. Pathogen-sensing capacity will be facilitated by employing Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) to allow easy and quick monitoring of functional performance of the smart surface materials. SURPHACE's design will be supported by integrated Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), and Molecular Modeling (MM) at TRL3-5 to pursue SSbD guidance in a cost- and policy-effective manner.

The following four pillars will pave the way towards the SURPHACE IAMs: 1) Optimization of anti-pathogenic functional performance

Qualitative and quantitative bio-sensing development; 2) Green production process development; 3) In vitro safety & sustainability assessment and 4) in silico predictive modeling & screening.

Key exploitable results are:

Air filters & tangible surfaces for sensitive areas, e.g. healthcare; Anti-pathogen activity combined with biosensing capabilities; Model for development of doped IAMs for optimizing e.g. ROS; Predicted IAMs for anti pathogen air filters & validation of key IAMs; Anti-pathogen activity without Alcohol & Quaternary ammonium cation-based compounds; Capacity of AI & knowledge- based IAMs & coating designs; Spectral identification of multiple pathogens at the Point-of-Care; Recycling strategy for used SERS substrates; Circular process for the green production of MOx & dopants

## Projektkoordinator

- Phornano Holding GmbH

## Projektpartner

- Universität Salzburg