

## Nanogoes3D

Nanomaterials and Additive Fabrication of Adaptive Structures for Smart Human Device Interfaces

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 40. AS Produktion der Zukunft 2021 China CAS	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.01.2022	<b>Projektende</b>	31.12.2024
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	36 Monate
<b>Keywords</b>	sensors, nanomaterials, antibacterial surface, shoe soles, 3D printing		

### Projektbeschreibung

In letzter Zeit haben intelligente Einlegesohlen mit Drucksensoren aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile wie geringes Gewicht, niedrige Kosten und Datenerfassung in Echtzeit an Attraktivität gewonnen. Diese Technologie ist im Schuh für viele Bereiche hilfreich, beginnend bei orthopädischen Einlagen zur Unterstützung des Fuß, bei Laufanalysen hin zum Spitzensport und hilft auch bei der Frühdiagnose von Verletzungen. Für die Entwicklung von Drucküberwachungssensoren in Schuheinlagen wurden bisher verschiedene Materialien verwendet, darunter auch Drucksensoren auf Keramikbasis. Die praktische Umsetzung dieser Sensoren ist jedoch aufgrund ihrer Steifigkeit und Sprödigkeit und ihres häufigen Versagens bei rauen Bedingungen eher schwierig. Als weitere Randbedingung im Schuhinneren begünstigen Feuchtigkeit und Temperatur das Wachstum von Bakterien und Pilzen, die für Hautinfektionen verantwortlich sind.

Nanogoes3D kombiniert verschiedene Disziplinen, um einen bedeutenden und zugleich nachhaltigen Fortschritt zu erzielen. Die Kombination von Nanomaterialien und 3D-Drucktechnologie ermöglicht es, flexible, leichte und kostengünstige intelligente Schuheinlagen mit antibakteriellen Eigenschaften zu entwickeln. Dazu wird das Projekt in drei Bereiche unterteilt: a) Entwicklung geeigneter Nanomaterialien für Sensoren und antibakterielle Eigenschaften; b) Design und Entwicklung von 3D-Einlegesohlen mit hervorragenden physikalischen und mechanischen Eigenschaften; c) Entwicklung eines 3D-gedruckten Demonstrators für intelligente Einlegesohlen durch Festlegung des optimalen Konzepts für die Benutzerschnittstelle auf der Grundlage von FEM-Simulationen.

Um die Probleme im Zusammenhang mit Nanomaterialien für tragbare Anwendungen zu überwinden, werden sie in die Polymermatrix eingebettet. Die Funktionalität von Nanomaterialien wird durch Exfoliation, Interkalation oder Dekoration mit funktionellen Nanopartikeln verbessert. Nanomaterialien wie Graphen, Silber, Chitosan, Bioharzpartikel usw. werden für die Studie zur Entwicklung von Sensoren und antibakteriellen Eigenschaften in Betracht gezogen, während biokompatible Polymere wie flexibles Polyurethan und Poly(milchsäure) als Material für Schuheinlagen in Frage kommen. Die Materialauswahl, die Synthese und der Herstellungsprozess werden unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit gewählt. Es werden Designmethoden für Sohlen entwickelt, die die Anforderungen an Belastung, Platz und Verformung in der Interaktion mit dem menschlichen Fuß berücksichtigen. Schließlich werden Demonstrationssohlen hergestellt und in einer Laborumgebung charakterisiert.

Das Nanogoes3D Konsortium umfasst die Kompetenzen des Fujian Institute of Research on the Structure of Matter im

Bereich 3D-Druck von Nanomaterialien, die Fachhochschule Kärnten im Bereich Sensorintegration und Design von Schnittstellen und Wood K plus im Bereich Sensoren und antibakterielle Beschichtungen sowie Schuhfirmen wie Maierhofer, ein Spezialist für Orthopädie, Kästle, ein Spezialist für Wintersport auf österreichischer Seite und Huafeng, ein Sportschuproduzent auf chinesischer Seite.

Auf der Grundlage dieses Fachwissens wird diese Arbeit eine neue Technologie zur präzisen Überwachung des Drucks und zur gleichzeitigen Verhinderung des Bakterienwachstums zum Nutzen der weltweiten Forschung und Industrie anbieten. Die vorgeschlagene Technologie trägt zum Verständnis der Fußsohlentechnik bei und wird Möglichkeiten für neue intelligente Produkte auf dem Schuhmarkt schaffen.

## **Abstract**

Recently, smart insoles embedded with pressure sensors have attracted because of their several advantages such as lightweight, low cost and real time data collection. Such technology is essential for the monitoring of posture allocations, rehabilitation, foot positioning, athlete performance and helps in early diagnosis of injuries. Different materials have been used for the development of pressure monitoring sensors in shoe insoles including ceramic-based pressure sensors due to their excellent sensing characteristics. However, practical implementation of ceramic-based sensors is rather difficult because of their fragility, toxic characteristics and often fails at harsh conditions. On the other hand, moisture and temperature inside the shoes are favourable for the growth of bacteria and fungi, which are responsible for the skin infections.

Nanogoes3D combines different disciplines to achieve a significant and also sustainable step forward. The combination of nanomaterials and 3D printing technology allows in achieving flexible, lightweight, cost-effective smart shoe insole with antibacterial properties. To approach to the problem, the proposed research is categorized into three areas: a) development of suitable nanomaterials for sensor and antibacterial properties; b) Design and development of 3D insoles with excellent physical and mechanical properties; c) Development 3D printed smart insole demonstrator by establishing the optimal user-interfacing concept based on FEM simulations.

To overcome the issues related to nanomaterials for wearable applications, they are embedded within the polymer matrix. The functionality of nanomaterials will be improved via exfoliation, intercalation or decoration with functional nanoparticles. Nanomaterials such as graphene, silver, chitosan, bio-resin particles etc., will be considered for the study for developing sensors and antibacterial properties, while biocompatible polymers such as flexible polyurethane, poly(lactic acid) considered as the shoe insole material. The material selection, synthesis and fabrication process is chosen to synchronize our goals towards sustainability. Design methods for soles are developed which consider the requirements of load, space and deformation in the interaction with the human foot. Finally, demonstrator soles will be produced and characterized in a lab surrounding.

The Fujian Institute of Research on the Structure of Matter in the field of 3D printing of nanomaterials, the Carinthian University of Applied Science in the field of sensor integration and design of interfaces and Wood K plus in the field of sensors and antibacterial coatings as well as footwear companies like Maierhofer, a specialist in orthopaedic, Kästle a specialist in wintersports on the Austrian side and Huafeng, a key footwear company on the Chinese side join forces for Nanogoes3D.

Based on these expertise, this work will offer a new technology to precisely monitor the pressure and hindering the bacterial growth simultaneously to the benefit of global researchers and industries. The proposed technology helps in understanding the foot planting techniques and provide an opportunity to expand it for new smart products in the footwear market.

## **Projektkoordinator**

- Kompetenzzentrum Holz GmbH

## **Projektpartner**

- FH Kärnten - gemeinnützige Gesellschaft mbH
- Kästle GmbH
- Maierhofer GmbH