SmartSens

Advanced Materials for Sustainable Nucleic Acid Biosensing

Programm / Ausschreibung	KLWPT 24/26, FTI-Initiativen 2025, Advanced Materials, M-ERA.NET Call 2025	**Status**	laufend
Projektstart	01.06.2026	**Projektende**	31.05.2029
Zeitraum	2026 - 2029	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Barwert der Projektförderung	€ 499.802		
Keywords	Biosensors; isothermal amplfication; on-chip amplification; on-chip purification; cellulose based matrials; novel surface coatings;		

Projektbeschreibung

In der gedruckten Elektronik werden neue und skalierbare Drucktechnologien auf flexiblen Materialien für die Herstellung leichter und kostengünstiger elektronischer Geräte entwickelt, darunter Displays, Energiespeicher und (Bio-)Sensoren. Eine Herausforderung ist die Erforschung fortschrittlicher Materialien und Oberflächenbeschichtungen, um die Umweltbelastung zu reduzieren. Für Biosensoren, die in medizinischen Einweg-Point-of-Care-Tests (POC) verwendet werden, ist es einerseits wichtig, die Umweltbelastung durch die Entwicklung nachhaltiger, fortschrittlicher Materialien zu reduzieren und andererseits die Probenverarbeitungsschritte durch neuartige Messprinzipien zu verringern. SmartSens konzentriert sich dabei auf den Nachweis von PIK3CA-DNA-Punktmutationen für die Brustkrebstherapie. Ein vielversprechender neuer Ansatz ist die Analyse von zirkulierender zellfreier DNA (cfDNA), die aus Blut gewonnen werden kann (bekannt als „flüssige Biopsie“), zellfreie Tumor-DNA enthält und keine invasive Gewebeentnahme erfordert. Im Gegensatz zu kommerziellen Systemen untersucht SmartSens Tischgeräte und nachhaltige Tests auf Folienbasis, um die Umweltbelastung zu minimieren. Im Rahmen des Projekts werden zwei Generationen von DNA-Biosensor-Assays untersucht. Die erste Generation nutzt einen bestehenden elektrochemischen Assay, der mehrere Schritte umfasst: isotherme Amplifikation von cfDNA (42 °C), Reinigung der amplifizierten DNA, Hybridisierung der amplifizierten DNA mit auf den siebgedruckten Goldsensoren immobilisierten Capture-Sonden (55 °C) und schließlich elektrochemische Detektion durch einen enzymatischen Ansatz. Die erste Generation wird als Grundlage für die Definition von drei Bausteinen dienen: 1. DNA-Amplifikation, 2. DNA-Reinigung, 3. DNA-Detektion. Diese Bausteine werden durch die Einführung neuartiger Materialien verbessert, die Vorteile in Bezug auf Nachhaltigkeit, Kosteneffizienz sowie Zeit- und Ressourceneinsparungen bieten. Diese Entwicklung wird dann zu den Bausteinen des Assays der zweiten Generation führen.
Zu diesem Zweck werden mehrere Materialien untersucht (Beginn bei TRL 2): a) Folien auf Biopolymerfolien für die Fluidikbaudelemente, b) temperaturreaktive Cellulosepasten für die DNA-Reinigung, c) Kupfer-Nanodrahtpasten für den Siebdruck und d) Dünnschichten für die nicht-enzymatische, ungiftige DNA-Detektion. Die Materialentwicklungen (a)-d)) werden schließlich zu einem Biosensor-Assay der 2. Generation für den Nachweis von PIK3CA-Mutationen führen (Ende TRL 4). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass SmartSens neue Ansätze für die Nukleibiosensorik für Einweganwendungen

erforschen wird und dabei TRL 4 erreichen wird. Trotz dieses niedrigen TRL-Niveaus werden die entwickelten Materialien nicht nur für die Biosensorik und medizinische Anwendungen, sondern auch für den Bereich der gedruckten Elektronik im Allgemeinen ein hohes Potenzial aufweisen.

Abstract

In printed electronics new and scalable printing technologies on flexible materials are being developed for the fabrication of lightweight, and low-cost electronic devices, including displays, energy storage, and (bio)sensors. A challenge is the investigation of advanced materials and surface coatings to reduce the environmental footprint. For biosensors used in disposable point-of-care (POC) medical tests, it is important on the one hand to reduce environmental impact by developing sustainable, advanced materials and, on the other hand, to reduce sample processing steps through novel transducer principles. SmartSens is focusing on PIK3CA DNA point mutation detection for breast cancer therapy. A promising new approach is the analysis of circulating cell-free DNA (cfDNA), which can be obtained from blood (known as "liquid biopsy"), contain cell-free tumour DNA, and does not require invasive tissue sampling. Unlike commercial systems, SmartSens investigates table-top readout devices and sustainable foil-based tests, to minimizes the environmental impact.
Two generations of DNA biosensing assays are investigated within the project. The 1st generation uses an existing electrochemical assay, that comprise several steps: isothermal amplification of cfDNA (42°C), purification of amplified DNA, hybridization of amplified DNA to capture probes immobilized on the screen-printed gold-sensors (55°C), and finally, electrochemical detection by an enzymatic approach. The 1st generation will be used as the basis for the definition of three building blocks: 1. DNA amplification, 2. DNA purification, 3. DNA detection. These building blocks are being improved by introducing novel materials that offer improvements in terms of sustainability, cost efficiency, time and resource savings. This development will then lead to the building blocks of the 2nd generation assay.
For this purpose, several materials are being investigated (starting at TRL 2): a) Biopolymer films for fluidic components, b) temperature-responsive cellulose pastes for DNA purification, c) copper nanowire pastes for screen printing, and d) thin films for non-enzymatic, non-toxic DNA detection. The material developments (a)-(d) will ultimately lead to a 2nd generation biosensor assay for the detection of PIK3CA mutations (end of TRL 4). In summary, SmartSens will explore new approaches to nucleic biosensing for single-use applications and achieve TRL 4. Despite this low TRL level, the developed materials will have high potential not only for biosensing and medical applications but also for the field of printed electronics in general.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Attophotonics Biosciences GmbH