

ECO-DRAGON

Eco-friendly disposable paper-based tests using colloidal photonic crystals for point-of-need biosensing applications

Programm / Ausschreibung	Produktionstechnologien, Produktionstechnologien, China Kooperationen Ausschreibung 2022	Status	laufend
Projektstart	01.04.2023	Projektende	31.03.2026
Zeitraum	2023 - 2026	Projektaufzeit	36 Monate
Keywords	paper-based biosensors; colloidal photonic crystals; biodegradable; functional printing; FRET		

Projektbeschreibung

“Point-of-Need”-Biosensorik ist ein wichtiges Diagnosewerkzeug für den kosteneffizienten und schnellen Nachweis von gesundheitsrelevanten Kenngrößen in Blut, Schweiß, Speichel, und Urin. Regelmäßige Messungen in zeitlich kurzen Abständen unterstützen sowohl gesunde Menschen als auch Patienten mit gesundheitlichen Risiken beim Feststellen von Änderungen physiologischer Parameter. Im Gegensatz zu laborbasierten Tests liefert ein “Point-of-Need”-Test durch seine schnelle Reaktionszeit zeitnahe Information über den aktuellen Gesundheitszustand oder potenziellen Langzeitrisiken. Während der COVID-19 Pandemie wurden Schnelltests großflächig eingesetzt, um eine Verbreitung des SARS-CoV-2 Erregers zu begrenzen. Jedoch sind diese Schnelltests inhärent für den einmaligen Gebrauch konzipiert, was zu großen Mengen an Abfall führt.

Die Zielsetzung dieses Projekts ist der Ersatz von konventionellen Träger- und Hilfsmaterialien, die üblicherweise in Biosensoren eingesetzt werden, mit alternativen Materialien, welche biologisch abbaubar sind. Entsprechend wird der geplante Biosensor aus einem nachhaltigen Papierträger, kombiniert mit Strukturen zur Signalverstärkung basierend auf einem photonischen Kristall, aufgebaut sein. Der aus Nanopartikel bestehende photonische Kristall zeichnet sich durch sein charakteristisches optisches Spektrum aus, welches durch eine Bandlücke entsteht. Diese Bandlücke kann eingesetzt werden, um in einem Fluoreszenz-Bioassay eine Signalverstärkung zu erzielen. Das Herstellungsverfahren beinhaltet dabei das materialschonende lokale Aufbringen der Materialien unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Anforderungen. Die entwickelten Prozesse sollen als Basis für eine Sensorplattform dienen, so dass die Technologie auch für weitere Biomarker und sogar außerhalb der medizinischen Diagnostik eingesetzt werden kann.

Der Nachweis der Leistungsfähigkeit dieser neu entwickelten Sensorplattform erfolgt durch die Anwendung als Biosensor für Cortisol und Myoglobin unter Einsatz eines homogenen Waschschrift-freien Bioassays. Cortisol ist ein Biomarker für den Nachweis des akuten Stressniveaus und eine engmaschige Überwachung kann dabei Gegenmaßnahmen unterstützen, um einen gesunden und ausgeglichenen Lebensstil zu fördern. Der Nachweis von Myoglobin unterstützt die frühzeitige Diagnose von Rhabdomyolyse, einer akuten Sporterkrankung, welche durch Muskelverletzungen in Folge von Überbeanspruchung oder Trauma ausgelöst werden kann. Beide Biosensoren werden dabei ein Bioassay verwenden, das auf dem Förster-Resonanzenergietransfer zwischen zwei Fluorophoren aufbaut, so dass die Empfindlichkeit der Sensoren durch den Verstärkungseffekt des photonischen Kristalls unterstützt wird.

Das Projekt kombiniert nachhaltige Materialien, um eine ökologische, papierbasierte Biosensorplattform für den hochempfindlichen Nachweis von biochemischen Analyten direkt am „Point-of-Need“ zu etablieren. Das Eco-DRAGON Konzept trägt durch den Einsatz von nachhaltigen und biologisch abbaubaren Materialen zur Reduktion des ökologischen Fußabdrucks bei.

Abstract

Point-of-need biosensing is an important diagnostic tool for the cost-efficient and rapid detection of health-related markers in blood, sweat, saliva, or urine. Frequent sampling can support both healthy individuals and patients at risk to detect changes in physiological parameters. In contrast to laboratory-based tests, the quick response of such tests at the point of need offers timely information about the current health status or potential long-term risks. Rapid test kits have been widely employed during the COVID-19 pandemic as a point-of-need tool to limit the spread of the SARS-CoV-2 pathogen. However, such rapid tests are inherently single-use products, which leads to the accumulation of waste.

The objective of this project is the substitution of conventional substrates and auxiliary materials commonly found in biosensors with alternatives that are biodegradable. To this end, the biosensor will be based on a sustainable paper substrate combined with photonic crystal signal enhancement structures. The photonic crystal, which is formed from colloidal nanoparticles, provides a characteristic spectral response due to a bandgap effect. This bandgap effect can be exploited for the signal enhancement of fluorescent bioassays. The manufacturing technologies involve material-saving local deposition methods optimized for the specific needs of the materials. The processes shall provide the basis for a broader class of sensors, such that the technology can be employed for different biomarkers, and potentially even outside the medical diagnostic field.

The performance of the developed sensing platform will be assessed by the demonstration of a cortisol and a myoglobin biosensor for lifestyle-relevant point-of-need applications employing a homogeneous no-wash bioassay. Cortisol is a biomarker to detect stress levels and its frequent monitoring can facilitate early countermeasures to promote a healthy and balanced lifestyle. The detection of myoglobin will support the early diagnosis of rhabdomyolysis, an acute fitness related illness caused by muscle injuries after excessive physical activities or trauma. Both biosensors will be based on a bioassay employing Förster resonance energy transfer between two fluorophores, such that the sensitivity can benefit from the photonic crystal enhancement effect.

In summary, the project combines sustainable materials to establish an eco-friendly paper-based biosensing platform for the highly sensitive detection of biochemical analytes at the point of need. Eco-DRAGON's biosensor concept contributes to the reduction of environmental impact owing to the use of renewable and biodegradable materials.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- tagtron monitoring gmbh