

Projekt

Kompakter plasmonischer Sensor für die Vor-Ort-Analytik von Schadstoffen im Wasser und in Lebensmitteln (PlasmoSens)

Koordinator:

Prof. Dr. Lukas Eng
Technische Universität Dresden
Georg-Bähr-Str. 1
01069 Dresden
Tel.: +49 351 463-33427
E-Mail: lukas.eng@iapp.de

Projektvolumen:

2,3 Mio. € (Förderquote 49,5%)

Projektlaufzeit:

01.10.2015 – 31.09.2019

Projektpartner:

- FhG-FEP, Dresden
- ifU Diagnostic Systems GmbH, Lichtenau
- Microfluidik Chip Shop GmbH, Jena
- 4H – Jena engineering GmbH, Jena

Licht für die Lebenswissenschaften

Moderne Industriegesellschaften werden sich in Zukunft einer Reihe von Herausforderungen stellen müssen. Hierzu gehören unter anderem die Sicherung einer bezahlbaren Gesundheitsversorgung und die Sicherung der Lebensgrundlagen. Die Zunahme von sog. Volkskrankheiten aufgrund des demografischen Wandels und die zunehmende Umweltbelastung in Folge industriellen Wachstums erfordern die Entwicklung neuer Methoden und Verfahren, um diese Probleme lösen zu können. Wie sich gezeigt hat, sind Lösungen, die auf photonischen Verfahren beruhen, besonders gut geeignet, um Gesundheits- und Umweltdaten schnell und flexibel zu erfassen.

Diese photonischen Verfahren sind daher schon in vielen Bereichen die Basis für innovative Messverfahren in den Bereichen Medizin, Umweltanalytik, Biotechnologie und Lebensmittelkontrolle. Viele dieser Verfahren sind allerdings auf den stationären Einsatz beschränkt.

Um dies zu ändern, verfolgt diese Förderinitiative das Ziel, die Weiterentwicklung dieser Verfahren in Richtung vor-Ort-fähiger Systemlösungen zu unterstützen. Diese Systeme müssen mobil und im Idealfall miniaturisiert sein, um z. B. in der Notfallmedizin, in Krankenhäusern, Arztpraxen und im Homecare-Bereich eingesetzt werden zu können. Ebenso sind diese Eigenschaften unverzichtbar für Systeme, mit denen z. B. die flächendeckende Detektion von Schadstoffen in Luft, Trink- und Abwässern sowie im Boden und in Lebensmitteln erreichen lässt.



Bild 1: Vor-Ort-Diagnostik von Herz-Kreislauf-Parametern mittels Smartphone (Quelle: © Denys Prykhodov/Fotolia)

In-situ-Testverfahren für die Überwachung von Wasser und Nahrungsmitteln

Eines der Probleme moderner Industriegesellschaften besteht in der beständigen Zunahme komplexer chemischer Stoffe, die es in der Natur nicht oder nur in sehr geringen Konzentrationen gibt. Hierzu zählen beispielsweise Pestizide, Antibiotika oder auch Hormone. Die Auswirkungen dieser Entwicklung auf die menschliche Gesundheit sind noch kaum verstanden. Es besteht unter Experten jedoch weitgehende Einigkeit darüber, dass ein Übermaß solcher Substanzen langfristig negative Auswirkungen zeigt. Demgemäß werden Grenzwerte definiert, die insbesondere für Nahrungsmittel künftig nicht überschritten werden dürfen, um ein mögliches Risiko zu minimieren. Ein beträchtliches Problem liegt jedoch darin, dass die Nachweisverfahren für derart komplexe organische Substanzen bisher sehr aufwändig sind und nur stichprobenartig durchgeführt werden können. Das vorliegende Vorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, die derzeitigen Nachweismethoden durch ein Verfahren zu ersetzen, das insbesondere im Fall von Flüssigkeiten zu einer permanenten Überprüfung eingesetzt werden kann und gleichzeitig sehr kostengünstig ist, so dass sich die entsprechend überwachten Produkte für den Konsumenten nicht spürbar verteuern.

Hohe Empfindlichkeit durch Plasmonenresonanz

Um die niedrigen Grenzwerte zuverlässig nachweisen zu können, sind sehr empfindliche Sensoren erforderlich. Ein Verfahren, das dies prinzipiell leistet, ist die sogenannte Plasmonenresonanzspektroskopie. Hierbei wird eine Metalloberfläche optisch angeregt, so dass die dort befindlichen Elektronen in Schwingungen versetzt werden. Diese Schwingungszustände bezeichnet man als Plasmonen. Lagern sich nun an der Oberfläche Fremdstoffe ab, führt dies zu einer deutlichen Verschiebung der Frequenz dieser Plasmonen. Dieser Effekt ist allerdings unspezifisch, d. h. er reagiert auch auf gewöhnliche Verunreinigungen der Oberfläche. Um einen solchen plasmonischen Sensor für den Nachweis einer bestimmten Substanz nutzen zu können, muss man daher dafür sorgen, dass sich nur der gesuchte Stoff an der Oberfläche anlagert. Dies wird erreicht, indem man die Oberfläche derart chemisch funktionalisiert, dass nur die gesuchte Substanz gebunden wird. Dies kann beispielsweise mit Antikörpern erfolgen.

Die wesentliche Innovation des Projekts Plasmonsens liegt darin, dass gegenüber gewöhnlichen plasmonischen Sensoren eine strukturierte Oberfläche verwendet wird, die aus einem dichten Teppich sogenannter Nanosäulen besteht. Dadurch vergrößert sich die Oberfläche des Sensors erheblich, was ihn wesentlich empfindlicher macht und es ermöglicht, geringere Stoffmengen nachzuweisen als mit glatten Oberflächen. Zielstellung im Projekt sind Nachweispemphindlichkeiten im Bereich von einigen hundert Nanogramm pro Liter für das Pestizid Atrazin und für das Antibiotikum Streptomycin. Weiterhin soll die Regenerationsfähigkeit des Sensors gezeigt werden, so dass die Eignung für eine kostengünstige, permanente Überwachung bei zyklischem Wechsel des Sensors demonstriert werden kann.



Bild 2: Vor-Ort-Nachweis komplexer organischer Schadstoffe mit plasmonischen Sensoren (Quelle: © tenedos/Fotolia)