

# PRESSEINFORMATION

*Forschungsergebnisse aus der Bioanalytik*

## **Reaktionen mit unsichtbarem Licht verfolgen, Materialien und Zeit sparen: Neue Nanosensoren machen diagnostische Verfahren sensitiver**

Das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS und die Ruhr-Universität Bochum haben gemeinsam ein Verfahren entwickelt, das eine neuartige Form der Signalverstärkung von diagnostischen Tests ermöglicht. Durch den fortschrittlichen Einsatz von leuchtenden Kohlenstoff-Nanoröhren (engl.: SWCNTs) in der Bioanalytik, können Testverfahren sensitiver, schneller und günstiger durchgeführt werden. Die Sensoren lassen sich für enzymatische Verfahren nutzen. Durch ihre Anpassungsfähigkeit an verschiedene Reaktionsbedingungen eröffnet sich ein breites Anwendungsspektrum, für Standardverfahren wie beispielsweise ELISAs (engl. Abk.: Enzyme-linked Immunosorbent Assay). Die Ergebnisse wurden am 15. Dezember 2023 in der Zeitschrift »Angewandte Chemie International Edition« veröffentlicht und eröffnen neue Möglichkeiten, diagnostische Verfahren zu verbessern und Nachweismittel einzusparen.

### **Diagnostische Grenzen lassen sich durch leuchtende Kohlenstoff-Sensoren verbessern**

Bei vielen diagnostischen Verfahren wird Licht verwendet, um die Menge einer bestimmten Substanz nachzuweisen. Dabei kann es sich um farbige Stoffe oder aber leuchtende Substanzen handeln. Leider gibt es im Bereich des sichtbaren Lichts sehr viele Hintergrundsignale. Um das optische Signal einer Messung in einen besseren spektralen Bereich zu verschieben, nutzten die Forschenden Röhren aus Kohlenstoff mit einem Durchmesser von unter einem Nanometer. Das ist etwa 100.000 Mal dünner als ein menschliches Haar. Die Sensoren fluoreszieren im für Menschen nicht sichtbaren und vorteilhaften nahen Infrarot (NIR) und bleichen nicht. Zudem ist die Fluoreszenz der Sensoren durch die Modifikation auf ihrer Oberfläche sensitiv auf ihre chemische

---

#### **Redaktion**

**Lea Kramer** | Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS | Telefon +49 203 3783 343 | Finkenstraße 61 | 47057 Duisburg | [www.ims.fraunhofer.de](http://www.ims.fraunhofer.de) | [presse@ims.fraunhofer.de](mailto:presse@ims.fraunhofer.de)

Umgebung. Dadurch ist es möglich chemische Reaktionen zu beobachten und Reaktionsprodukte nachzuweisen, wenn diese mit der Nanoröhre interagieren. Durch die Fluoreszenz der Nanoröhren wird das Signal dabei in das NIR übertragen, was in Verbindung mit der hohen Sensitivität der Nanoröhren zu einer Verschiebung der Nachweisgrenze führt. Das ist zum Beispiel wichtig, wenn Krankheitsmarker bei einer Infektion oder einer Erkrankung, wie zum Beispiel Krebs, in sehr niedrigen Konzentrationen vorliegen.

### **Verschiebung der Nachweisgrenze durch sensitive Nanosensoren**

Durch die Fähigkeit die Nanoröhren auf verschiedene Analyte anzupassen, ergeben sich vielfältige Möglichkeiten, wie unter anderem ein Sensitivitätsgewinn. Dieser Gewinn an Sensitivität ermöglicht eine potenzielle Verschiebung der Nachweisgrenzen, wodurch sowohl Material- als auch Zeitersparnisse in diagnostischen Prozessen erreicht werden können. Mithilfe des innovativen Ansatzes könnte sich die Effizienz von Nachweisverfahren in der medizinischen Diagnostik erheblich steigern lassen.

### **Sensor erkennt verschiedene Substrate**

Dass das neue Sensorprinzip funktioniert, zeigte die Gruppe unter anderem anhand der Substrate p-Phenylendiamin und Tetramethylbenzidin (TMB) für das Enzym Meerrettichperoxidase (horseradish peroxidase, HRP). »Dieses Enzym wird in einer Vielzahl von biochemischen Nachweismethoden genutzt.«, erklärt Justus Metternich vom Fraunhofer IMS. »Im Prinzip lässt sich das Konzept aber auch auf alle möglichen Systeme übertragen. Wir haben zum Beispiel auch das Enzym  $\beta$ -Galaktosidase untersucht, da dieses für diagnostische Anwendungen interessant ist. Mit ein paar Anpassungen wären grundsätzlich auch Prozesse in Bioreaktionen möglich.«

In Zukunft will die Gruppe die Sensoren für weitere Anwendungen anpassen. Je nach Anwendung könnte man die Sensoren zum Beispiel mit sogenannten Quantendefekten stabiler machen. »Das wäre vor allem vorteilhaft, wenn man nicht nur in einfachen wässrigen Lösungen misst, sondern auch enzymatische Reaktionen in komplizierten Umgebungen mit Zellen, im Blut oder einem Bioreaktor selbst verfolgen will.«, erklärt Sebastian Kruss, Professor für physikalische Chemie an der Ruhr-Universität Bochum und Leiter der Attract Gruppe Biomedical Nanosensors am Fraunhofer IMS.

### **Förderung**

Die Arbeiten wurden durch das Fraunhofer Attract Programm (038–610097), die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Exzellenzclusters RESOLV (EXC 2033–390677874) und die VW Stiftung gefördert.

---

**Redaktion**

## Originalveröffentlichung

Justus T. Metternich, Björn Hill, Janus A.C. Wartmann, Chen Ma, Rebecca M. Kruskop, Krisztian Neutsch, Svenja Herberitz, Sebastian Kruss, Angew. Chem. Int. Ed. 2023, e202316965.

DOI: [doi.org/10.1002/anie.202316965](https://doi.org/10.1002/anie.202316965)

## Fraunhofer IMS

*Mit intelligenten Sensorsystemen eine sichere und nachhaltige Zukunft gestalten:* In zahlreichen hochmodernen Forschungslaboren arbeitet das Fraunhofer IMS mit über 250 talentierten wissenschaftlichen Mitarbeitenden und Studierenden an innovativen mikroelektronischen Lösungen. Als zuverlässiger Forschungs- und Entwicklungspartner für die Industrie verfolgt das Institut das Ziel, maßgeschneiderte Sensorik für Ihre spezifischen Anforderungen in den Bereichen biomedizinische Sensoren, optische Systeme, Open Source Halbleiter, eingebettete KI, Technologieservices und sogar Quantentechnologie zu entwickeln. Die Teams in den vier Geschäftsbereichen – Health, Industry, Mobility sowie Space and Security – engagieren sich dabei für die Umsetzung hervorragender und vielseitig einsetzbarer Mikroelektronik in all Ihren Projekten. Diese Lösungen zeichnen sich zum Beispiel durch eine hohe Integrationsfähigkeit, enorme Energieeffizienz und zuverlässige Funktionalität auch unter rauen Bedingungen aus.

[www.ims.fraunhofer.de](http://www.ims.fraunhofer.de)

## Ruhr-Universität Bochum

Die Ruhr-Universität Bochum ist mit 21 Fakultäten, 39.000 Studierenden und mehr als 5.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine der zehn größten Universitäten Deutschlands. Als reformorientierte Campusuniversität vereint sie in einzigartiger Weise die gesamte Spannweite der großen Wissenschaftsbereiche an einem Ort. Fachübergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung prägen die Forschung an der Ruhr-Universität Bochum. In neun Research Departments arbeiten unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam an interdisziplinären Forschungsschwerpunkten: Solvation Science, IT-Sicherheit, Neuroscience, Materials Research Department, Centrum für religionswissenschaftliche Studien, Protein Research Department, Plasmas with complex interactions, Subsurface Modeling and Engineering und Closed Carbon Cycle Economy. Darin überwinden sie die Grenzen zwischen den Fächern und stärken den Austausch – auch über die RUB hinaus innerhalb der Universitätsallianz Ruhr und zwischen Hochschulen im In- und Ausland.

<https://www.ruhr-uni-bochum.de/de>

---

### Redaktion

**Lea Krammer** | Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS | Telefon +49 203 3783 343 | Finkenstraße 61 | 47057 Duisburg | [www.ims.fraunhofer.de](http://www.ims.fraunhofer.de) | [presse@ims.fraunhofer.de](mailto:presse@ims.fraunhofer.de)

## Bilder und Bildunterschriften



Ein Teil des Forschungsteams vom Fraunhofer IMS und der Ruhr-Universität Bochum: Björn Hill (links) und Justus Metternich (rechts)

© RUB, Marquard



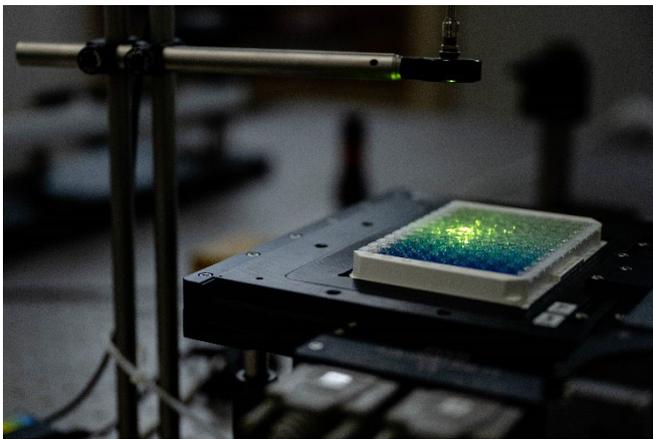
Mit fluoreszierenden Nanoröhren können die Forschenden nachweisen, in welcher Menge bestimmte Stoffe vorliegen. Dazu nutzen sie verschiedene optischen Aufbauten.

© RUB, Marquard

### Redaktion

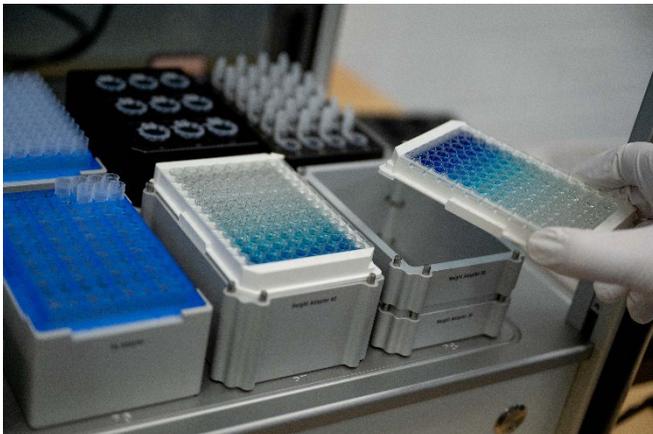
**PRESSEMITTEILUNG**

13. Februar 2024 || Seite 5 von 5



Um die Fluoreszenz im Nahinfrarotbereich nachzuweisen, braucht es keine komplizierte Technik, wie dieser Versuchsaufbau zeigt. Die Nanoröhren befinden sich in den Vertiefungen der sogenannten Wellplate. Das grüne Licht regt sie zur Fluoreszenz an.

© RUB, Marquard



Für die Versuche sind umfangreiche Messungen erforderlich. Pipettierroboter helfen bei den Hochdurchsatz-Screenings.

© RUB, Marquard

**Redaktion**

**Lea Kramer** | Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS | Telefon +49 203 3783 343 | Finkenstraße 61 | 47057 Duisburg | [www.ims.fraunhofer.de](http://www.ims.fraunhofer.de) | [presse@ims.fraunhofer.de](mailto:presse@ims.fraunhofer.de)