



Der COVID-19-Sensor ermöglicht einen unkomplizierten Test auf eine Infektion.

Vorbild Alkoholtest

Ein Sensor-Array aus funktionalisierten Goldnanopartikeln erkennt COVID-19-Erkrankungen anhand des Atems.

Der Standard für einen COVID-19-Test ist ein Abstrich aus Nase und Rachen, der im Labor auf das Virus untersucht wird – was relativ zeitaufwändig ist. Ein Forschungsteam der University of Science and Technology of China, Hefei, zweier Kliniken am selben Ort sowie des Technion – Israel Institute of Technology, Haifa, hat ein System entwickelt, das ähnlich wie ein Alkoholtester funktioniert.¹⁾ Die Probenahme wäre damit angenehmer und das Testergebnis unmittelbar verfügbar.

Das Team nutzt aus, dass SARS-CoV-2-Viren und die von ihnen befallenen Zellen charakteristische flüchtige organische Verbindungen (VOCs) abgeben, die im Atem nachweisbar sind. Als Sensor dient ein Array aus acht Nanogoldpartikeln,

die einzeln elektrisch kontaktiert sind. Jedes Partikel ist von organischen Liganden umgeben, die auf unterschiedliche VOCs ansprechen. Lagern diese sich an die Ligandenschicht an, verändert sich der elektrische Widerstand des Sensors, weil die Schicht sich ausdehnt. Die Testperson muss dafür nur wenige Sekunden aus geringem Abstand in den Lufteinlass des Systems pusten.

Die zeitlichen Widerstandsänderungen dienten dazu, das System durch maschinelles Lernen so zu trainieren, dass es COVID-19 zuverlässig erkennt. Dazu erfolgte eine exploratorische klinische Studie mit 140 Teilnehmenden aus drei Gruppen: COVID-19-Patienten, Gesunde und Patienten mit anderen Lungenerkrankungen. Dabei erreichte das System eine Treffsicherheit im Trainingsdatensatz von 94 Prozent bei der Unterscheidung zwischen Patienten und Gesunden, im Testdatensatz von 76 Prozent. Die Trennung von Patienten mit COVID-19 bzw. einer anderen Lungenerkrankung gelang im Trainingsdatensatz mit einer Treffsicherheit von 90 Prozent und im Testdatensatz mit 95 Prozent.

Eine umfangreichere Studie soll helfen, auch die Störfaktoren ausreichend zu verstehen, die durch VOCs anderer Erkrankungen entstehen könnten. Grundsätzlich eignet sich das Verfahren aber nicht nur für COVID-19, sondern auch für künftige Pandemien.

Eleganteres Gerätedesign

Ein Perowskit macht helle Nahinfrarot-LEDs transparent.

Eye-Tracking, Gesichts- und Gestenerkennung erfolgen bei mobiler Elektronik häufig im Nahinfrarot (NIR). Allerdings sind die dabei meist eingesetzten chipbasierten Leuchtdioden auf III-V-Halbleiterbasis opak. Bei einem Tablet stört das kaum, weil genügend Platz vorhanden ist. Eingeschränkter ist die Situation bei einem Smartwatch-Display oder einer Virtual-Reality-Brille. Optimal wäre eine LED mit hoher Transparenz, sodass die Helligkeit des Displays

kaum leidet. Ein Forschungsteam der National University of Singapore hat nun eine solche transparente NIR-LED als Labormuster entwickelt.²⁾

Das Team nutzt als emittierende Schicht einen Perowskit-basierten Halbleiter. Die Elektroden sind als mehrschichtige Strukturen ausgeführt, als Basis diente Zinnoxid. Bei der Auswahl der Schichtmaterialien ging es um die optimale Balance zwischen einem geringen Flächenwiderstand, hoher Transparenz, geringen Begleitschäden bei der Herstellung und einer effizienten Ladungsinjektion. Das Gesamtsystem hat eine funktionale Fläche von $15 \times 8 \text{ mm}^2$ und emittiert fast gleichmäßig. Bei



Die Perowskit-LED, hier platziert auf einem Smartwatch-Display, besitzt eine hohe Transparenz und starke Emission (links: sichtbares Licht, rechts: NIR).

einer Stromdichte von $5,3 \text{ mA/cm}^2$ erreicht die LED eine externe Quantenausbeute von 5,7 Prozent. Das Emissionsmaximum liegt bei 800 nm. Die Transparenz erreicht zwischen 450 und 650 nm einen Wert von mehr als 55 Prozent.

Extreme Röntgenvideos

Ghost Imaging ermöglicht hochauflösende Röntgenaufnahmen mit hoher Bildwiederholrate.

Für die zerstörungsfreie Materialprüfung und die medizinische Bildgebung sind Röntgenaufnahmen mit hoher räumlicher Auflösung und hohen Bildraten interessant. Allerdings sind zweidimensionale Röntgendetektoren relativ langsam und die Datenakquise entsprechend zeitaufwändig, sodass ein Kompromiss zwischen räumlicher Auflösung und Bildwiederholrate nötig sein kann. Ein Forschungsteam der Bar-Ilan University in Ramat Gan, Israel, und der britischen Firma Diamond Light

1) B. Shan et al., ACS Nano (2020), DOI:10.1021/acsnano.0c05657

2) C. Xie et al., Nat. Commun. (2020), DOI:10.1038/s41467-020-18110-7

3) O. Sefi et al., Opt. Express 28, 24568 (2020)

Source hat das vor allem im Optischen eingesetzte Ghost Imaging auf Röntgenstrahlung übertragen, um diese Beschränkung zu umgehen.³⁾

Beim Ghost Imaging entsteht das finale Bild aus den Informationen, die ein Mess- und ein Referenzstrahl liefern. Die Gesamtintensität des Messstrahls in der Probe korreliert mit der räumlich aufgelösten, positionsbezogenen Intensität des Referenzstrahls, der nicht durch die Probe fällt. Die Information zur räumlichen Auflösung des resultierenden Bildes stammt also vom Referenzstrahl, obwohl er nie mit der Probe wechselgewirkt hat.

Die Röntgenbilder der Probe entstanden mit einem Ein-Pixel-Detektor, der eine hohe Bildwiederholrate erlaubt, die Referenzbilder dagegen mit einem Flächendetektor. Damit ließ sich eine rasch rotierende Blende mit 100 kHz und etwa 40 µm Auflösung abbilden, bei einem Bildfeld von 0,6 × 0,6 mm². Für das Verfahren genügen gewöhnliche Röntgenröhren.

Winziges Spektrometer

Ein Absorptionsspektrometer kommt ohne sperrige optische Bauteile aus.

In Feldern wie Medizin, Umwelttechnik oder Lebensmittelanalyse spielt die Absorptionsspektroskopie eine wichtige Rolle, um Konzentrationen von Stoffen zu ermitteln. Die Spektrometer unterscheiden sich stark in Empfindlichkeit, Baugröße und Preis und reichen vom Laborsystem bis zum tragbaren Gerät. Wissenschaftler der Hochschule Karlsruhe haben nun ein On-Chip-Absorptionsspektrometer entwickelt, das im gesamten Wellenlängenbereich vom nahen

UV bis nahen IR einsetzbar ist. Das System ist stark miniaturisierbar und eignet sich für die Massenproduktion.

Distributed-Feedback-Laser (DFB-Laser) erzeugen die Mess- und Referenzstrahlen für die Absorptionsmessung. Bei diesem Lasertyp ist das aktive Material periodisch strukturiert. Die resultierende wellenlängenselektive Reflexion sorgt für die optische Rückkopplung. Die Karlsruher Forscher stellen ihre DFB-Laser aus organischen Materialien her und können die aktive Schicht per Stempel auf ein Glassubstrat reproduzierbar aufbringen. So sind beide Abstrahlrichtungen des Lasers nutzbar.

Die Laser sind als Array angeordnet. Ober- und unterhalb, also senkrecht zu den Abstrahlrichtungen, erfassen Detektor-Arrays die Intensitäten. Die eine Abstrahlrichtung misst das Lasersignal unverfälscht und dient als Referenz für die Absorptionsmessung; bei der anderen Richtung verlaufen zwischen Laser- und Detektor-Arrays mikrofluidische Kanäle, in denen sich die zu untersuchende Flüssigkeit befindet. Die Zahl der Wellenlängen und Kanäle sowie die Größe der Laser- und Detektor-Arrays lassen sich an die spezifische Anwendung anpassen.

Das On-Chip-Spektrometer liegt als Demonstrator vor; zwei Patente sind beantragt. Konzentrationen von 10 ppm sind problemlos messbar. Die 10 ns kurzen Laserpulse können auch hochdynamische Prozesse erfassen. Das Gesamtsystem inklusive Pumplichtquelle muss nicht größer sein als eine Streichholzschachtel. Nun sind Partner gesucht, um das Spektrometer für konkrete Anwendungen weiterzuentwickeln.

Michael Vogel

Karlsruhe, HS Karlsruhe



Das Spektrometer besteht aus einem DFB-Laser, einem Mikrokanal sowie zwei Detektoren und ist derzeit als Laboraufbau verfügbar.

VAT

PASSION. PRECISION. PURITY.



RELIABLE UNDER ALL CONDITIONS.

Heading into the unknown to open new horizons demands reliable tools. Help turn your research goals into reality. Vacuum valve solutions and bellows from VAT provide unfailing reliability and enhanced process safety – under all conditions.



www.vatvalve.com