Presseinformation

Messtechnik

Spurengasdetektion – schnell und zuverlässig per resonanter Photoakustik

Die präzise Messung von Spurengasen spielt eine zentrale Rolle für Klimaschutz, industrielle Prozesse und die Sicherheit kritischer Infrastrukturen. Bisher erforderte sie teure und große Geräte. Mit der industrietauglichen Weiterentwicklung eines bekannten Messverfahrens ist es einem Team des Fraunhofer-Instituts für Physikalische Messtechnik IPM nun gelungen, hochsensitive Gassensorik in ein robustes und kompaktes Format zu überführen – zu einem Bruchteil der bisherigen Kosten. Für diese Leistung wurden die Forschenden mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2026 ausgezeichnet.

Die Photoakustik ist seit über 150 Jahren bekannt: Werden Gase mit Licht bestrahlt, erwärmen sie sich. Tut man dies gepulst, entstehen periodische Druckänderungen – also Schallwellen, die sich eindeutig einzelnen Gasen zuordnen lassen. Dieser photoakustische Effekt ist die Grundlage für ein hoch präzises Messverfahren, selbst bei geringen Gaskonzentrationen. Doch trotz ihrer hohen Sensitivität fristete die Methode bislang ein Nischendasein, vor allem, weil sie auf akustische Verstärkung durch einen Resonator angewiesen ist: Dieser reagiert sehr empfindlich auf kleinste Veränderungen von Luftdruck, Temperatur oder mechanische Beanspruchung. Für ein korrektes Messergebnis muss das System aber den »Ton«, also die Resonanzfrequenz, exakt treffen.

Eine Leuchtdiode macht den Unterschied

Genau hier erzielte das Team um Dr. Christian Weber, Dr. Katrin Schmitt und Dr. Johannes Herbst vom Fraunhofer IPM nun einen Durchbruch: Die Forschenden entwickelten ein Sensorprinzip, das mittels einer kleinen Leuchtdiode seine eigene Resonanzfrequenz fortlaufend selbst bestimmt und die optische Anregung automatisch nachführt. Dabei machte das Team aus der Not eine Tugend: »Die Wand des Sensors absorbiert Strahlung und erzeugt ein starkes photoakustisches Signal – ein vermeintlicher Nachteil, der uns umdenken ließ: Maybe it's a feature! Jetzt verwenden wir die Wand in Verbindung mit einer zweiten Lichtquelle, um in kurzer Zeit die Resonanzfrequenz zu messen«, so Christian Weber, Projektleiter Integrierte Sensorsysteme am Fraunhofer IPM. Die Resonanzverstärkung bleibt so jederzeit stabil – auch unter wechselnden Bedingungen. Gleichzeitig ermöglicht der geringe Hardwareaufwand Sensorpreise, die bei etwa einem Zehntel der herkömmlichen Geräte liegen.

Erfolgreicher Marktstart mit Leckage-Messungen

Welche Wirkung diese Vereinfachung entfaltet, zeigt die erste große Anwendung: Die Firma Schütz Messtechnik nutzt die Technologie bereits zur Überprüfung von Erdgasnetzen. Dort müssen geringste Methanmengen in der Luft erkannt werden, um Leckagen frühzeitig aufzuspüren. »Dank des kleinen Messkammer-Volumens von rund vier Millilitern statt den bisher notwendigen vier Litern sind die Messungen nun sehr schnell und präzise«, betont Johannes Herbst, Projektleiter Spektroskopie und Prozessanalytik am Fraunhofer IPM. »Mit ihrer geringen Größe sind die Systeme zudem wesentlich mobiler und flexibler einsetzbar.« Ein weiteres Anwendungsfeld: In gasisolierten Hochspannungsanlagen ermöglicht die neue Sensorik erstmals eine dauerhafte, integrierte Überwachung der Schutzgasqualität – eine wichtige Voraussetzung für zuverlässige Überwachung und mehr Betriebssicherheit.

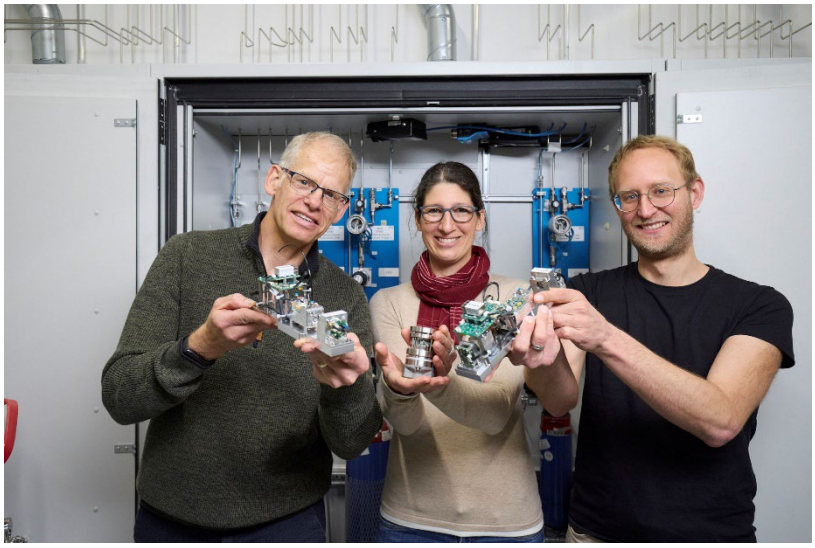
Gebündeltes Know-how für den Technologietransfer

Die schnelle Marktreife gelang durch die enge Zusammenarbeit von Christian Weber – für seine Promotion zur Photoakustik kürzlich mit dem Hugo-Geiger-Preis 2025 ausgezeichnet –, Katrin Schmitt, Gruppenleiterin Thermische Messtechnik und Systeme, sowie Johannes Herbst mit seinem für den Transfer erforderlichen Fachwissen in der Laserspektroskopie. Unterstützt wurde das Team von zahlreichen Kolleginnen und Kollegen, die maßgeblich zum Erfolg der Lösung beitrugen.

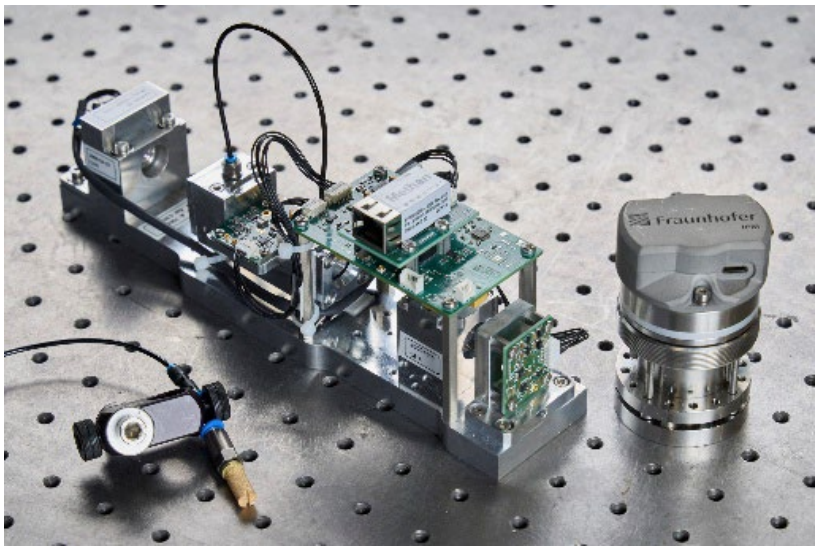
Das prämierte Sensorprinzip zeigt exemplarisch, wie aus exzellenter Forschung technologische Wirkung entsteht: »Es ist immer großartig, wenn man ein fertiges Produkt sieht und sagen kann: Hier steckt ein Stück Fraunhofer drin«, freut sich Katrin Schmitt. Die Methangas-Sensoren sind dabei erst der Anfang, denn zahlreiche weitere Applikationen der resonanten Photoakustik sind bereits absehbar – von der industriellen Prozessüberwachung bis hin zur Umweltmesstechnik an viel befahrenen Straßen. Mit ihrer robusten, selektiven und kostengünstigen Funktionsweise hat die Technologie das Potenzial, die Gassensorik grundlegend zu *verändern.*

Joseph-von-Fraunhofer-Preis

Seit 1978 verleiht die Fraunhofer-Gesellschaft jährlich den Joseph-von-Fraunhofer-Preis für herausragende wissenschaftliche Leistungen zur Lösung anwendungsnaher Probleme an ihre Mitarbeitenden. In diesem Jahr wurden drei Preise mit jeweils 50 000 Euro an Gruppen mit Forschenden aus unterschiedlichen Instituten vergeben.



Mit der industrietauglichen Weiterentwicklung des Messverfahrens ist es Dr. Johannes Herbst, Dr. Katrin Schmitt und Dr. Christian Weber (v. l.) gelungen, hochsensitive Gassensorik in ein robustes und kompaktes Format zu überführen. © Fraunhofer / Piotr Banczerowski



Das neuartige Sensorprinzip bestimmt seine eigene Resonanzfrequenz fortlaufend selbst und führt die optische Anregung automatisch nach. © Fraunhofer / Piotr Banczerowski

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 30 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,6 Mrd. €. Davon fallen 3,2 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung.

Kontakt

Redaktion

Holger Kock
Fraunhofer-Institut für
Physikalische Messtechnik IPM
Leiter Kommunikation
Tel. +49 761 8857-129
holger.Kock@ipm.fraunhofer.de

www.ipm.fraunhofer.de