

TU Graz-Physikerin präsentiert mobiles Gerät zur hochpräzisen Messung von Luftschadstoffen

3.6.2026 - Philipp Jarke | Technische Universität Graz

Das UV-Dualkamm-Spektrometer detektiert schädliche Gase mit bislang unerreichter Genauigkeit und Empfindlichkeit. Die kompakte Bauweise erlaubt den mobilen Einsatz zur Überwachung der Luftqualität mit einer Reichweite von einigen Kilometern.

Birgitta Schultze-Bernhardt hat mit ihrem Team am Institut für Experimentalphysik der TU Graz ein neuartiges UV-Dualkamm-Spektrometer entwickelt, das gasförmige Luftschadstoffe mit bisher unerrechter Genauigkeit und Empfindlichkeit detektiert. Mittels eines ultravioletten Doppellaserlichts misst das Gerät innerhalb einer halben Sekunde die Konzentration schädlicher Gase wie Formaldehyd. Durch die kompakte Bauweise und eine Messreichweite von bis zu zweieinhalb Kilometern eignet sich das Spektrometer nicht nur für Laboranalysen, sondern auch für mobile Messungen von Luftschadstoffen und Gaslecks in Städten, Industriegebieten und landwirtschaftlichen Regionen.

Fingerabdruck von Schadstoffen

Als Ausgangspunkt für seine Messung erzeugt das Gerät innerhalb von Sekundenbruchteilen zwei Laserimpulse im ultravioletten Spektralbereich. Trifft dieses UV-Licht auf Gasmoleküle, regt es diese elektronisch an und bringt sie zum Rotieren und Vibrieren – Physiker*innen sprechen dabei von rovibronischen Übergängen. Diese Übergänge sind bei jedem gasförmigen Stoff anders und verschlucken auf einzigartige Weise einen Teil des Laserlichts. „Jeder Luftschadstoff hat also seinen eigenen Fingerabdruck, den unser UV-Dualkamm-Spektrometer erkennt“, sagt Birgitta Schultze-Bernhardt.

Die erste Version ihres Spektrometers hatte Schultze-Bernhardt vor gut zwei Jahren mit ihrem Team entwickelt. Es war damals das Erste seiner Art weltweit, für die Messungen waren jedoch große Aufbauten im Labor notwendig. Die neue Version ist auf die Größe eines Umzugskartons geschrumpft. Dies ist unter anderem deswegen möglich, weil nun eine statt zwei Laserquellen den Doppellaserimpuls erzeugt. „Dadurch können wir auch auf die aufwendige elektronische Stabilisierung des Systems verzichten“, erläutert Birgitta Schultze-Bernhardt.

Auflösung von 1 GHz

Das neue Spektrometer kann die Frequenzen des UV-Lichts mit einer Auflösung von 1 GHz detektieren und übertrifft damit alle herkömmlichen UV-Spektrometer deutlich. Dadurch konnten die Forschenden bei Tests mit Formaldehyd neue, grundlegende Erkenntnisse über die UV-Licht-Absorption des Luftschadstoffs gewinnen: „Wir haben Absorptionsmuster gemessen, die vorher noch nie experimentell beobachtet wurden, da die Auflösung bisheriger Geräte zu ungenau war“, sagt Birgitta Schultze-Bernhardt.

57 Jahre alte Rotationskonstanten korrigiert

Durch die Messungen in Graz haben sich die Rotationskonstanten von Formaldehyd, die seit den 1960er-Jahren in Physik-Datenbanken und Lehrbüchern stehen, als falsch herausgestellt. „In Zusammenarbeit mit dem Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Atomic and Molecular Physics in den USA haben wir die Werte dieser fundamentalen, molekülspezifischen Kenngröße um bis zu 15 Prozent korrigiert“, sagt Birgitta Schultze-Bernhardt. Zu diesem Fortschritt in der Grundlagenforschung beigetragen hat auch die Zusammenarbeit mit Rolf Breinbauer vom Institut für Organische Chemie der TU Graz, der in einem zweistufigen Verfahren hochreines Formaldehyd für die Untersuchungen herstellte.

Praktische Anwendung im Umweltschutz

Über die Grundlagenforschung hinaus hat das Spektrometer das Potenzial, die Messung von Luftschadstoffen und Gaslecks in Städten und Industriegebieten wesentlich präziser und einfacher zu machen. „Mit unserem Gerät lässt sich prinzipiell jede halbwegs durchsichtige, gasförmige Substanz genau detektieren. Und wir arbeiten derzeit daran, die Konzentration von mehreren Schadstoffen mit einer einzigen Messung zu bestimmen“, sagt Birgitta Schultze-Bernhardt. Gefördert durch einen Proof of Concept Grant des europäischen Forschungsrats entwickelt die Experimentalphysikerin derzeit zudem ein UV-Spektrometer, das auch von Laien zur Überwachung der Luftqualität eingesetzt werden kann, etwa in Unternehmen oder Umweltbehörden.

Förderung durch FWF, ERC und NAWI Graz

Die Entwicklung des UV-Dualkamm-Spektrometers basiert auf von Birgitta Schultze-Bernhardt geleiteten Forschungsprojekten, die vom Österreichischen Wissenschaftsfonds FWF und dem European Research Council (ERC) gefördert wurden. Die Kooperationsinitiative NAWI Graz finanzierte die neuartige Laserquelle des aktuellen Spektrometers im Rahmen ihrer Infrastrukturförderung.

Publikation:

Free-running Ultraviolet Dual Comb Spectroscopy enabling Absolute Electronic Fingerprinting
Autor*innen: Lukas Fürst, Mithun Pal, Alexander Eber, Emily Hruska, Clemens Hofmann, Iouli Gordon, Martin Schultze, Rolf Breinbauer, Birgitta Bernhardt

In: PhotoniX 7, 33 (2026)

DOI: <https://doi.org/10.1186/s43074-026-00250-6>

Kontakt

Birgitta SCHULTZE-BERNHARDT
Univ.-Prof. Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.
TU Graz | Institut für Experimentalphysik
Tel.: +43 316 873 8663
schultze-bernhardtnoSpam@tugraz.at

<https://www.tugraz.at/news/artikel/mobiles-uv-dualkamm-spektrometer>