

Projekt

Neuartige tragbare, hochempfindliche, schnelle und robuste Spurengassensoren für die atmosphärische Forschung basierend auf photothermischer Interferometrie (ATMO-SENSE)

Koordinator:

Dr. Marc Fischer
nanoplus Nanosystems and Technologies GmbH
Oberer Kirschberg 4
97218 Gerbrunn
Tel.: +49 931 90827-20
E-Mail: marc.fischer@nanoplus.com

Projektvolumen:

ca. 0,5 Mio. € (Förderquote 60%)

Projektlaufzeit:

01.03.2018 – 30.09.2021

Projektpartner:

- nanoplus Nanosystems and Technologies GmbH, Würzburg
- Technische Universität Wien

Förderwettbewerb „PhotonicSensing“ – flexible und bedarfsgerechte transnationale Förderung im Bereich der photonischen Sensoren und Messsysteme

PhotonicSensing ist ein länderübergreifender Wettbewerb zur Förderung von anwendungsorientierten Forschungsvorhaben im Bereich der photonischen Sensorik. Die Auswahl und Förderung der Projekte wird dabei gemeinsam von den beteiligten nationalen und regionalen Fördergebern Deutschland, Österreich, Israel, Polen, Portugal, der Türkei, dem Vereinigten Königreich, der italienischen Region Toskana und der belgischen Provinz Flandern durchgeführt.

Die Maßnahme zielt darauf ab, die Erforschung, Umsetzung und Einführung von Photonik-basierten Sensortechnologien aus den fünf Anwendungsbereichen „Sicherheit einschließlich Lebensmittelsicherheit“, „Zivile Sicherheit“, „Produktion und Fertigung“, „Umweltüberwachung“ oder „Medizinische Anwendungen“ zu beschleunigen. Die Projekte sollen so Beiträge leisten zur Steigerung der Lebensqualität der Bürger sowie zu einer Stärkung deutscher und europäischer Photonik-Unternehmen im globalen Wettbewerb um Technologieführerschaft und um Marktanteile.

Das BMBF beteiligt sich an dem Förderwettbewerb PhotonicSensing im Rahmen des Förderprogramms „Photonik Forschung Deutschland“ in sieben Projekten mit deutscher Beteiligung mit Zuwendungen in Höhe von rund vier Millionen Euro. Weitere Informationen zur transnationalen Bekanntmachung PhotonicSensing sind online abrufbar unter: <http://www.photonicsensing.eu>.



Bild 1: Die Partner des PhotonicSensing Wettbewerbs
(Quelle: ERA-NET Photonic Sensing 2016)

Photonische Spürnase für Spurengase in der Atmosphäre

Die Atmosphäre der Erde ermöglicht das Leben auf unserem Planeten. Ohne diese vergleichsweise dünne Schutzhülle, würde die Erdoberfläche in kurzer Zeit zu einer öden Wüste werden, höhere Lebensformen wie u.a. der Mensch könnten auf dem Planeten nicht mehr existieren.

Aber wie funktioniert die dünne Gashülle, die unser Weiterleben ermöglicht im Einzelnen? Wie gelangen Gase von der Erdoberfläche und in die höheren Atmosphärenschichten? Wie verteilen sich diese Gase?

Diesen Fragen widmen sich die europäischen Forscher, die sich im Verbundprojekt „ATMO-SENSE“ zusammengefunden haben. Um die Transportprozesse in der Atmosphäre genauer zu untersuchen, wollen die Forscher den sog. Spurengasen von den erdnahen Schichten bis zur Grenze der Atmosphäre am Übergang zum Weltraum folgen. Die Kandidaten für die Verfolgung sind u.a. Lachgas, Kohlendioxid und Ozon. Damit der Transport dieser Gase in der Atmosphäre zeitaufgelöst untersucht werden kann, müssen die Gasatome mit einer Empfindlichkeit im sub-ppt Bereich nachgewiesen werden. D.h. ein Gasatom muss innerhalb einer Ansammlung von einer Trillion, das ist eine 1 mit 18 Nullen, anderer Atome gefunden werden.

Anschaulicher ausgedrückt entspricht das der Aufgabe in einem Würfel mit 1 Kilometer Kantenlänge, der mit blauen Kugeln von 1 Millimeter Durchmesser gefüllt ist, eine rote Kugel zu finden.

Diese unvorstellbare Nachweisempfindlichkeit lässt sich nur durch den Einsatz neuer, ausgeklügelter photonischer Messverfahren erreichen.

Robuste Laserstrahlquellen ermöglichen hochgenauen Nachweis von Spurengasen in der Atmosphäre

Um ein Messsystem aufzubauen, das die geforderte Nachweisempfindlichkeit erreicht, muss eine neue Strahlquelle konzipiert und aufgebaut werden, die Licht mit einer Wellenlänge, die von den gesuchten Gasen absorbiert wird, zuverlässig ausstrahlt und dabei kompakt und energiesparend aufgebaut ist. Als abstimmbare Strahlquelle soll ein Interbandkaskadenlaser als Ringlaser aufgebaut werden. Interbandkaskadenlaser gehören zu einer neuen Generation von Festkörperlasern, bei denen die Emissionswellenlänge weitgehend unabhängig vom verwendeten Materialsystem gewählt werden kann.

Damit die gesuchten Spurengase in der genannten, niedrigen Konzentration nachgewiesen werden können, reicht ein konventioneller Aufbau zur Absorptionsspektroskopie nicht aus. Der Nachweis der Gase und die Konzentrationsmessung sollen über die sog. photothermische Interferometrie erfolgen. Hierbei wird der photothermische Effekt ausgenutzt. Sofern die gesuchten Spurengase in der Atmosphäre vorhanden sind, absorbieren sie die Strahlung des Anregungslasers und führen zur Erwärmung der Gasprobe. Dieser als photothermischer Effekt bezeichnete Vorgang führt u.a. dazu, dass sich der Brechungsindex des Prüf-gases ändert. Diese Änderung des Brechungsindex kann sehr empfindlich mit einem Zweistrahlinterferometer nachgewiesen werden, wobei sich die Zelle mit dem Prüf-gas in einem Interferometerarm befindet.

Dieser Ansatz soll den zeitaufgelösten Nachweis der Spurengase in der Atmosphäre ermöglichen.

Wenn die Arbeiten erfolgreich durchgeführt werden könne, steht den Atmosphärenforschern ein neuartiges Messsystem zur Verfügung mit dem Transportvorgänge in der Atmosphäre mit bisher nicht gekannter Auflösung untersuchen lassen. Diese Arbeiten stellen einen wichtigen Baustein für den Fortschritt der modernen Klimaforschung dar.



Bild 2: Gasemissionen der Industrie verändern die Atmosphäre.
(Quelle: © Fotolia/anekeh)