

Pressemitteilung

Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts

Edda Fischer

15.11.2024

<http://idw-online.de/de/news843052>

Wissenschaftliche Publikationen
Physik / Astronomie
überregional



MAX-PLANCK-INSTITUT
FÜR DIE PHYSIK DES LICHTS

Ytterbium-Scheibenlaser ebnen den Weg für die empfindliche Erkennung von Luftschadstoffen

Um Klimaschadstoffe in der Atmosphäre zu detektieren und zu überwachen, haben Wissenschaftler*innen des Max-Planck-Instituts für die Physik des Lichts (MPL) eine neue Lasertechnologie entwickelt. Ein Hochleistungs-Ytterbium-Scheibenlaser treibt einen optisch parametrischen Oszillator (OPO) an, um hochleistungsfähige, stabile Impulse im kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) zu erzeugen. Dies ermöglicht es Forscher*innen, eine Vielzahl von atmosphärischen Verbindungen zu erkennen und zu analysieren. Die Methode kann eine wichtige Rolle bei der Verfolgung von Treibhausgaskreisläufen und den Auswirkungen des Klimawandels spielen und wurde kürzlich in der Zeitschrift ›APL Photonics‹ veröffentlicht.

Kurzlebige Schadstoffe spielen eine entscheidende Rolle bei der globalen Erwärmung. Methan ist beispielsweise für den globalen Treibhauseffekt von besonderer Bedeutung, da sein Erwärmungspotenzial im Vergleich zu Kohlendioxid 25-fach erhöht ist. Die Detektion und Überwachung dieser Schadstoffe ist jedoch in zweifacher Hinsicht eine Herausforderung. Wasserdampf interferiert und überlagert die Absorptionsspektren vieler Gase in Standard-Infrarotbereichen, die normalerweise für die Erkennung verwendet werden. Darüber hinaus sind diese Schadstoffe aufgrund ihrer flüchtigen Präsenz in der Atmosphäre schwer zu nachzuweisen. Durch die Ausrichtung auf den SWIR-Bereich, in dem Schadstoffe wie Methan stark absorbieren, während die Absorption von Wasser minimal bleibt, bietet das neue Lasersystem eine beispiellose Erkennungsempfindlichkeit und -genauigkeit.

Im Mittelpunkt dieser Innovation steht der Ytterbium-Scheibenlaser, der Hochleistungs-Femtosekundenimpulse mit Megahertz-Wiederholungsraten erzeugt. Dadurch kann das System einen OPO pumpen und Laserimpulse mit bemerkenswerter Leistung und Intensität in den SWIR-Bereich umwandeln. Der OPO arbeitet mit der doppelten Wiederholrate des Pumplasers und liefert stabile, abstimmbare SWIR-Pulse, die für hochempfindliche spektroskopische Anwendungen optimiert sind. Der bahnbrechende Ansatz des Teams integriert auch eine breitbandige Hochfrequenzmodulation des OPO-Ausgangs. Dies ermöglicht, das Signal-Rausch-Verhältnis zu verbessern und so eine noch höhere Erkennungsgenauigkeit zu erzielen.

„Die Leistung unseres Lasersystems kann aufgrund der Leistungsskalierbarkeit von Ytterbium-Scheibenlasern auf eine höhere Durchschnitts- und Spitzenleistung skaliert werden. Der Einsatz des Systems zur genauen Detektion von Schadstoffen in Echtzeit ermöglicht bessere Einblicke in die Dynamik von Treibhausgasen. Dies könnte dazu beitragen, einige der größten Herausforderungen zu bewältigen, mit denen wir beim Verständnis des Klimawandels gegenübersehen“, sagte Anni Li, Doktorandin am MPL.

Die Fähigkeit des Lasers, hochleistungsfähige, stabile Impulse im SWIR-Bereich zu erzeugen, ist ein Meilenstein für die feldaufgelöste Spektroskopie und die Femtosekunden-Feldoskopie – Methoden, die es Forschern ermöglichen, eine Vielzahl von atmosphärischen Verbindungen mit minimaler Interferenz zu detektieren und zu analysieren.

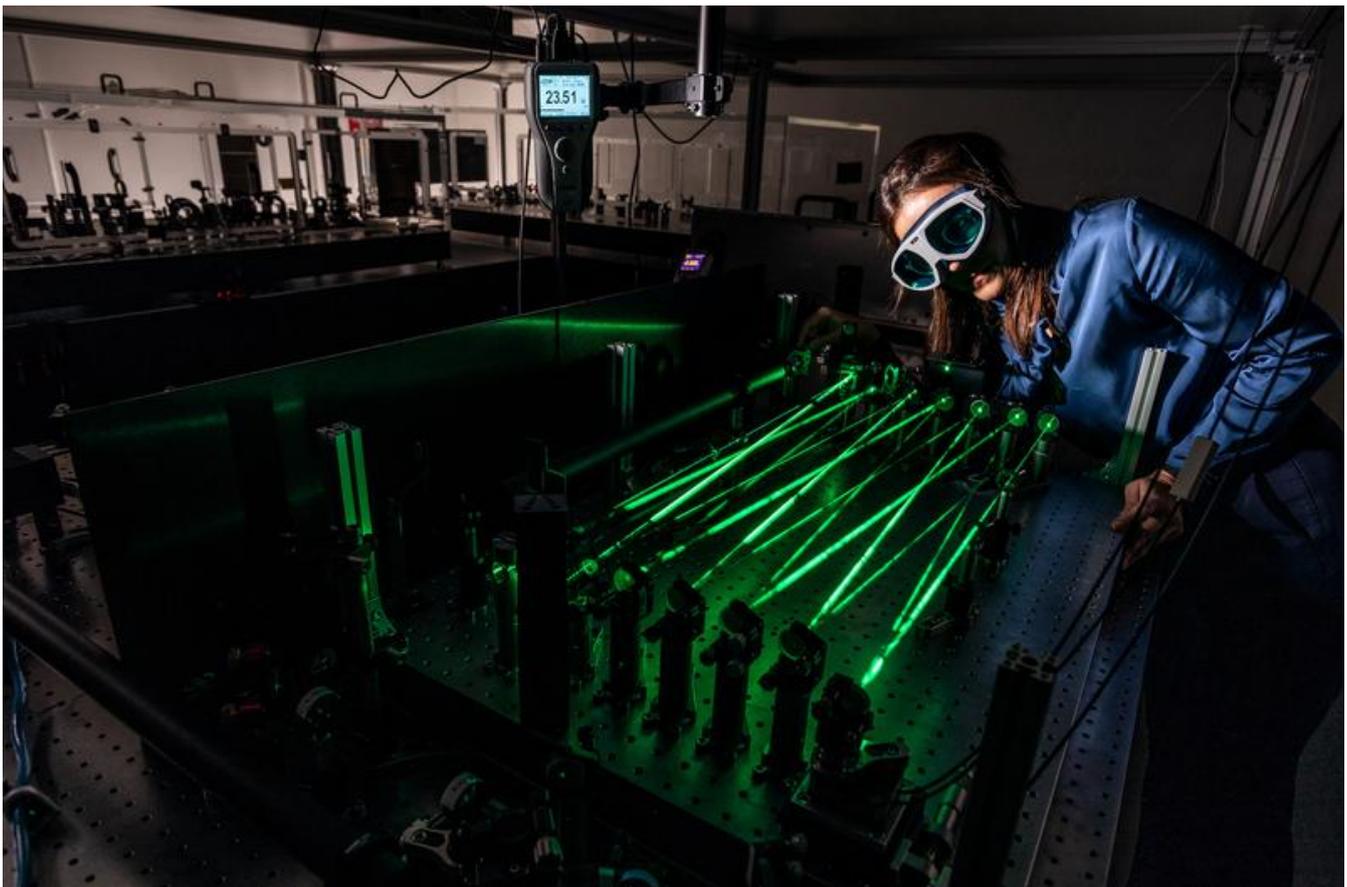
„Diese neue Technologie ist nicht nur für die Atmosphärenüberwachung und Gassensorik anwendbar, sondern birgt auch Potenzial für andere wissenschaftliche Bereiche wie die Kommunikation zwischen Erde und ihrer Umlaufbahn, wo Laser mit hoher Bandbreitenmodulation erforderlich sind“, so Dr. Hanieh Fattahi, leitende Forscherin des Projekts. Die Forscher*innen planen, das System weiterzuentwickeln, um eine vielseitige Plattform für die Echtzeit-Überwachung von Schadstoffen und die optische Kommunikation zwischen Erde und Weltraum zu schaffen.

wissenschaftliche Ansprechpartner:

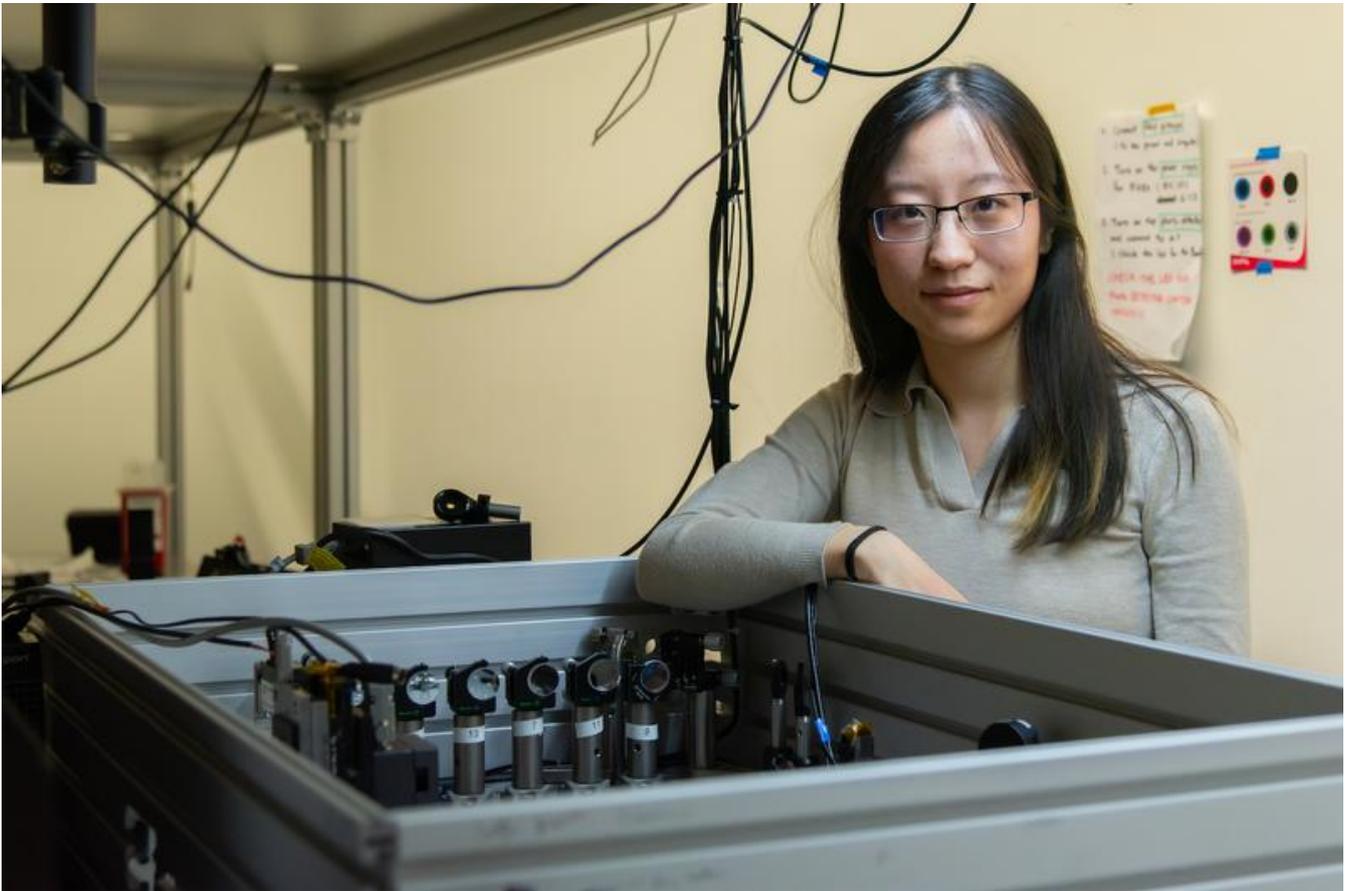
Dr. Hanieh Fattahi
Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Erlangen
Forschungsgruppenleiterin »Femtosecond Fieldoscopy«
<http://www.mpl.mpg.de> / hanieh.fattahi@mpl.mpg.de

Originalpublikation:

Anni Li, Mehran Bahri, Robert M. Gray, Seowon Choi, Sajjad Hoseinkhani, Anchit Srivastava, Alireza Marandi and Hanieh Fattahi. 0.7 MW Yb:YAG pumped degenerate optical parametric oscillator at 2.06 μm . APL Photonics 9, 100808 (2024)
DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0230388>



Optisch parametrischer Oszillator, der von einem Ytterbium-Scheibenlaser angetrieben wird.
Axel Griesch



Anni Li, Doktorandin in der Forschungsgruppe ›Femtosekunden-Feldoskopie‹ unter Leitung von Dr. Hanieh Fattahi.
Susanne Viezens