

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

30. September 2024 || Seite 1 | 6

ESA-Mission CO2M: Forschende aus Jena liefern Optik für Treibhausgas-Monitoring

*Schlüsselkomponente zur exakten Bestimmung von
menschengemachten CO₂-Emissionen kommt aus Jena*

Jena

Mit ihrer Weltraummission CO2M will sich die ESA der Frage widmen, wie viel CO₂-Treibhausgas in der Erdatmosphäre genau von Menschenhand verursacht wird. Für die Spektrometer an Bord der Satelliten haben Forschende aus Jena die wohl wichtigste optische Baugruppe entwickelt und gefertigt: den Disperser. Er ermöglicht hochpräzise Messungen von Treibhausgasen und deren Konzentration. Die erste flugtaugliche Baugruppe wurde nun vollständig ausgeliefert.

Treibhausgase wie Kohlendioxid (CO₂) schädigen unser Klima. Um ihre negativen Auswirkungen zu begrenzen, stellen sich dringende Fragen wie: Wann und wo wird wieviel CO₂ ausgestoßen? Wie verteilt es sich in der Atmosphäre? Und ganz besonders: Wie viele dieser Gase sind speziell von Menschenhand gemacht?

Diesen Fragen will sich die »Copernicus Anthropogenic Carbon Dioxide Monitoring«-Mission (CO2M) der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) ab 2026 mit zwei Erdbeobachtungs-Satelliten widmen. Die Satelliten sollen in einer Konstellation arbeiten und hochauflösende spektrale Messungen von atmosphärischem CO₂ durchführen, um die Emissionen von Städten, Ländern und großen Industriegebieten genau zu kartieren. Zu diesem Zweck werden die Satelliten mit Infrarot-Spektrometern ausgestattet sein.

Für diese Spektrometer haben Forschende aus Jena eine wesentliche Schlüsselkomponente hergestellt: den sogenannten Disperser. »Beim Disperser handelt es sich um die optische Baugruppe für das Spektrometer«, erläutert Thomas Höing, zuständiger Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF. Er erklärt den Aufbau und die Funktionsweise der Baugruppe: »Der Disperser besteht aus jeweils zwei Prismen und einem Gitter und fungiert als eine Art »Farbzerleger«. Das heißt: Er spaltet das von der Erde reflektierte Licht sehr genau in seine Spektralfarben auf und ermöglicht somit hochpräzise Messungen des CO₂-Gehalts in der Erdatmosphäre.«

Messung speziell von Menschen verursachter Treibhausgase

Hochpräzise heißt in diesem Fall: Die CO2M-Satelliten können den Kohlendioxid-Gehalt der Erdatmosphäre an jedem beliebigen Ort unseres Planeten mit einer Genauigkeit von weniger als einhundert CO₂-Teilchen pro einer Milliarde Moleküle Luft bestimmen.

Pressekontakt

Desiree Haak | Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF | Telefon +49 3641 807-803 |
Albert-Einstein-Straße 7 | 07745 Jena | www.iof.fraunhofer.de | desiree.haak@iof.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

Zusammen mit einer hohen Ortsauflösung können die Satelliten auf globaler Ebene sehr genau analysieren, in welcher Region und durch welche (menschlichen) Quellen die meisten Abgase ausgestoßen werden.

PRESSEINFORMATION

30. September 2024 || Seite 2 | 6

Die CO2M-Mission soll damit nicht nur dazu beitragen, den globalen Kohlenstoffkreislauf besser zu verstehen, sondern letztendlich auch dabei helfen, die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. »Als Optikstandort leisten wir damit einen wichtigen Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels, denn CO2M wird Entscheider mit belastbaren Zahlen versorgen«, resümiert der Projektleiter über das Missionsziel.

Einzigartige Kombination von Leistungsfähigkeit und Größe für optische Gitter

Ermöglicht werden diese hochpräzisen Messungen durch die im Disperser verbauten optischen Gitter, die am Fraunhofer IOF in Jena hergestellt wurden. »Die nanostrukturierten Gitter haben eine besonders hohe Effizienz von mehr als 90% und einen geringen Polarisationsgrad von weniger als 10%«, erläutert Thomas Höing. Größe und Leistungsfähigkeit des Dispersers sind in dieser Form bisher einzigartig und das Ergebnis einer umfassenden Teamarbeit am Fraunhofer IOF. Der Leiter der Abteilung für Mikro- und Nanostrukturierte Optiken, Dr. Falk Eilenberger, erklärt: »Die Leistungsparameter der CO2M-Spektrometer sind extrem. Insbesondere in der Kombination aus »Größe plus Effizienz plus Polarisation plus Wellenlänge ist gleich Präzision«. Gitter mit dieser Leistungsfähigkeit und Größe hat es noch nie gegeben. In der Kombination mit zwei Prismen, welche die Leistungsfähigkeit nochmals steigern, schon gar nicht.«

Möglich wird dies unter anderem durch ein spezielles, am Fraunhofer IOF entwickeltes Gitterdesign. Hierzu erläutert weiterhin Dr. Stefan Risse, Leiter der Abteilung für Präzisionsoptische Komponenten und Systeme: »Bei unserem Gitterdesign werden die Gittergräben mit einem hochbrechenden Material gefüllt und dann mit einem plasmaaktivierten Fügeverfahren auf den Prismen zwischenschichtfrei, atomar-fest verbunden. Diese optischen Komponenten mit extrem hoher Dispersion sind durch eine spezielle isostatische Montierung an einer Strukturmechanik aus Titan befestigt. Additiv gefertigte Leichtbau-Gehäuse, verschiedene Beschichtungen sowie eine mit einem Laser aufgeraute lichtstreuende Fläche dienen weiterhin der Minimierung von Streulicht. So kann das Signal-Rausch-Verhältnis des Spektrometers optimiert werden.«

Teamwork am Fraunhofer IOF

Obwohl das Fraunhofer IOF viel Erfahrung in solchen Projekten hat, ist CO2M in der Komplexität und im Anspruch besonders. »Thomas Höing musste ein Team aus mehr als 50 Kolleginnen und Kollegen in fünf Abteilungen des Institutes koordinieren«, resümiert noch einmal Falk Eilenberger. »Hunderte Arbeitsschritte mussten dabei exakt ineinandergreifen, um am Ende ein funktionierendes Instrument zu haben. Einige der Arbeitsschritte haben wir für CO2M erst erfunden und anwendungsfähig qualifiziert. Einige andere wurden noch niemals in der Form oder Größe realisiert – und dann gleich

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

für eine Weltraumanwendung mit extremen Dokumentationsaufwand sowie Zeit-, Kosten- und Erfolgsdruck. Das ganze Team ist an vielen Stellen über sich hinausgewachsen.«

PRESEINFORMATION

30. September 2024 || Seite 3 | 6

CO2M: Ein Programm der Europäischen Union

Die CO2M-Mission ist Teil des europäischen Copernicus-Programms. Sie ist eine von sechs Erweiterungsmissionen, die entwickelt wurden, um die Erdbeobachtungskapazitäten des Copernicus-Programms zu erweitern. Die Missionsreihe wird von der ESA im Auftrag der Europäischen Union umgesetzt.

Die Disperser für die Infrarot-Spektrometer wurden am Fraunhofer IOF im Auftrag der Thales Alenia Space entwickelt und hergestellt. Thales Alenia Space ist für die Entwicklung des kompletten CO2-Messinstruments (der sogenannten CO2M-Payload) verantwortlich, in das die Disperser integriert sind. Die erste flugtaugliche Baugruppe zur Anwendung im All wurde nun vom Fraunhofer IOF vollständig an Thales Alenia Space übergeben. Weitere Baugruppen folgen im Laufe des Jahres.

Programm der Europäischen Union



Co-finanziert von der ESA

**Background: Zielgerichtetes Treibhausgasmonitoring dank infrarotem Licht**

Wenn es um die Überwachung und Analyse von Treibhausgasen in unserer Atmosphäre geht, sehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler rot. Genaugenommen: infrarot. Denn infrarotes Licht spielt eine besondere Rolle im weltraumgestützten Monitoring von Treibhausgasen. Wieso, erklärt Dr. Falk Eilenberger: »Kohlendioxid ist eines der wichtigsten Treibhausgase. In der Erdatmosphäre hat es aber nur einen Anteil von 0,04%. Gemessen werden muss jedoch nicht diese absolute Menge, sondern winzige Veränderungen im Bereich von 0,0001%. Gleichzeitig ist CO₂ durchsichtig. Nur im infraroten Licht hat es seine charakteristischen spektralen Signaturen, also sozusagen seine »Farben«. Dort haben aber auch ganz viele andere Gase solche Signaturen. Um diese sauber trennen und die notwendige Messgenauigkeit erreichen zu können, benötigt man daher ein Hochleistungsspektrometer, welches das infrarote Licht in einzelne Farben präzise zerlegen und messen kann.«

Die am Fraunhofer IOF entwickelten Disperser spalten das von der Erde reflektierte Licht auf. Sie arbeiten im Bereich des nahen Infrarotlichts (NIR) sowie in zwei Bereichen des kurzwelligen Infrarots (SWIR 1 und SWIR 2) und ermöglichen auf diese Weise die hochpräzisen Messungen des CO₂-Gehalts in der Erdatmosphäre.

Disclaimer: Views and opinion expressed are however those of the author(s) only and the European Commission and/or ESA cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained here.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

Weiterführende Informationen

- Offizielle Webseite des Copernicus-Programmes:
<https://www.d-copernicus.de/daten/satelliten/satelliten-details/news/co2m-copernicus-anthropogenic-carbon-dioxide-monitoring/>

PRESSEINFORMATION

30. September 2024 || Seite 4 | 6

Über das Fraunhofer IOF

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena betreibt anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Photonik und entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Das Leistungsangebot des Instituts umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom opto-mechanischen und opto-elektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Am Fraunhofer IOF erarbeiten rund 500 Mitarbeitende das jährliche Forschungsvolumen von 40 Millionen Euro.

Weitere Informationen über das Fraunhofer IOF finden Sie unter:

www.iof.fraunhofer.de

Wissenschaftlicher Kontakt

Thomas Höing
Fraunhofer IOF
Abteilung Mikro- und nanostrukturierte Optiken / Projektleiter CO2M

Telefon: +49 (0) 3631 / 807-322

E-Mail: thomas.hoeing@iof.fraunhofer.de

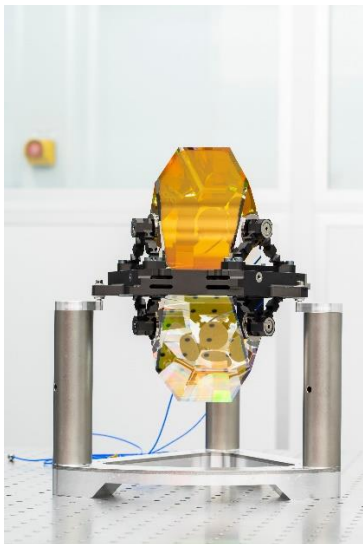
FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE OPTIK UND FEINMECHANIK IOF

Pressebilder

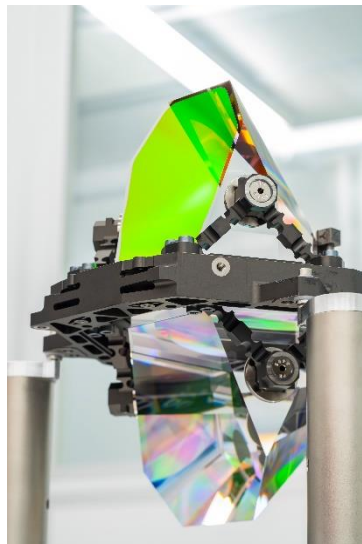
Folgendes Bildmaterial finden Sie im Pressebereich des Fraunhofer IOF unter <https://www.iof.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen.html> zum Download.

PRESSEINFORMATION

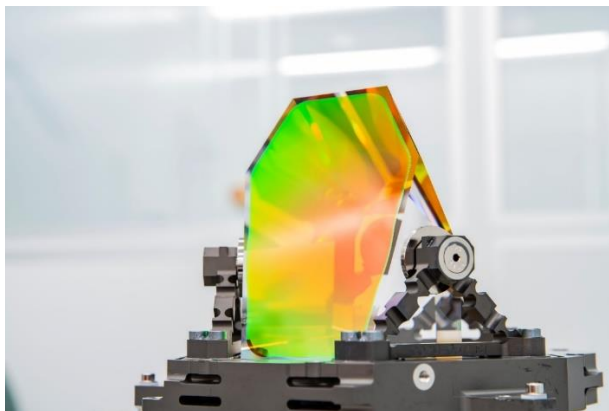
30. September 2024 || Seite 5 | 6



Für drei Spektrometerkanäle der CO2M-Satelliten haben Fraunhofer-Forschende jeweils die Disperser entwickelt und gefertigt. © Fraunhofer IOF



Der Disperser ist eine optische Baugruppe, bestehend aus zwei Prismen und einem Gitter, welches mit einem der Prismen verbunden ist.
© Fraunhofer IOF



Der Disperser spaltet das von der Erde reflektierte Licht auf. Hier abgebildet der Disperser für den SWIR 2 Kanal. © Fraunhofer IOF



Visualisierung des CO2M-Satelliten © OHB



Logo des Copernicus-Programms.
© Europäische Kommission

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 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Die gegenwärtig knapp 32 000 Mitarbeitenden, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,4 Mrd. €. Davon fallen 3,0 Mrd. € auf den Bereich Vertragsforschung, der sich in drei Finanzierungssäulen gliedert: Einen Anteil davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und aus Lizenzträgen, die sich auf insgesamt 836 Mio. € belaufen. Der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen ist das Fraunhofer-Alleinstellungsmerkmal in der deutschen Forschungslandschaft. Ein weiterer Teil aus dem Bereich Vertragsforschung stammt aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Bund und Länder komplettieren die Vertragsforschung durch die Grundfinanzierung. Damit ermöglichen die Zuwendungsgeber, dass die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft relevant werden.