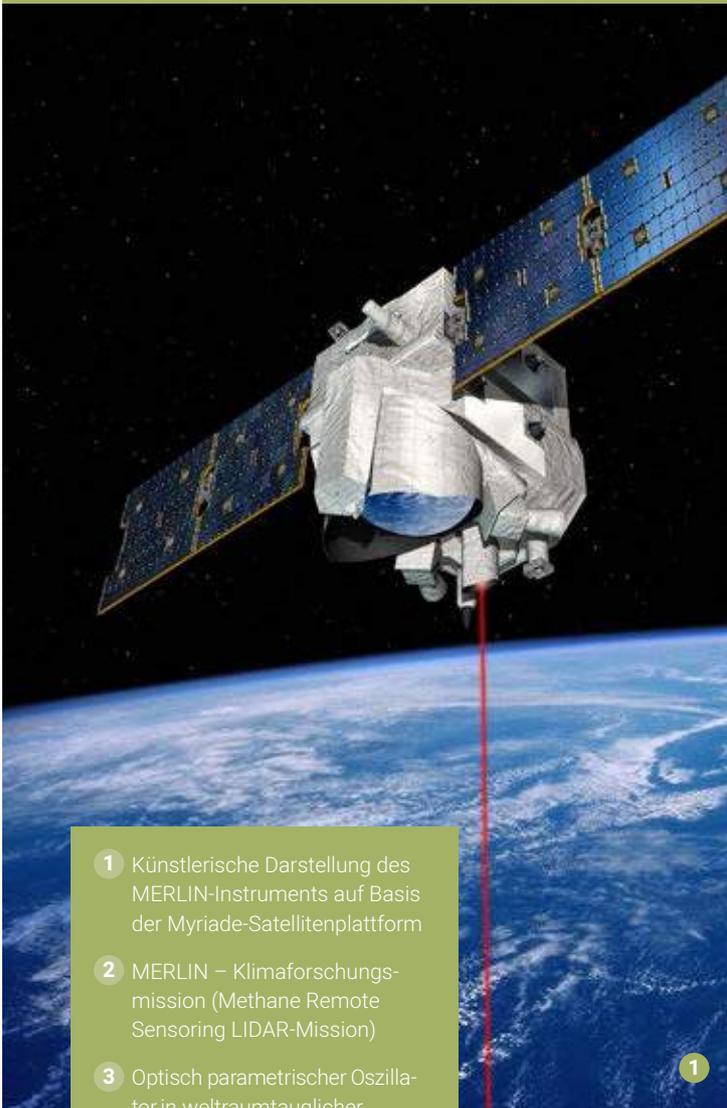


Maßgeschneiderte Lasertechnik für Klimaforschung im Weltraum

Lasertechnik in kompakten Systemen eröffnet in der satellitengestützten Klimaforschung präzise, sonnenlichtunabhängige Analysen von klimarelevanten Atmosphären-Gasen – z. B. bei der Methan-Kartierung im Rahmen der Klimamission MERLIN.



- 1 Künstlerische Darstellung des MERLIN-Instruments auf Basis der Myriade-Satellitenplattform
- 2 MERLIN – Klimaforschungsmission (Methane Remote Sensing LIDAR-Mission)
- 3 Optisch parametrischer Oszillator in weltraumtauglicher Aufbautechnik



ANWENDUNGSBEREICH

Neben Kohlendioxid trägt das langlebige Molekül Methan wirksam zum Treibhauseffekt und zur Erderwärmung bei. Die Methan-Konzentration in der Atmosphäre steigt dabei seit vielen Jahren deutlich an. Für den effizienten Klimaschutz gilt es nun, die Methan-Quellen zu identifizieren und die Emissionen zukünftig möglichst zu reduzieren.

Vor diesem Hintergrund wurde 2010 die deutsch-französische Klimaforschungsmission MERLIN (Methane Remote Sensing LIDAR-Mission) beschlossen. Der Kleinsatellit MERLIN soll voraussichtlich 2024 starten und das Methan in der Erdatmosphäre kartieren. Die Wissenschaftler wollen verstehen, in welchen Regionen Methan in die Atmosphäre eingebracht und wo es abgebaut wird. Kernstück des Satelliten ist ein Licht-Radar-System (LIDAR), das Lichtpulse in die Atmosphäre schickt und aus dem vom Erdboden zurückgestreuten Licht die Methankonzentration bestimmt.

Mit nationalen und internationalen Partnern wie ESA, DLR, Airbus Defence and Space, Safran-REOSC, TESAT Spacecom, von Hörner & Sulger und Space-Tech entwickelt das Fraunhofer ILT seit vielen Jahren Technologien für weltraumtaugliche Laser. Eine besondere Aufgabe liegt in der Entwicklung des Lasersystems für die MERLIN-Mission. Die Anforderungen sind dabei extrem hoch: Das System muss hohe Vibrations- sowie Temperaturbeständigkeiten aufweisen und über Jahre wartungsfrei im All arbeiten. Mit neuen optomechanischen Aufbautechnologien lassen sich die Komponenten dazu präzise und stabil in die Laserstrahlquelle integrieren.

Optische Spektrometer für Methanmessungen benötigen die Sonnenstrahlung. Mit dem MERLIN-LIDAR können die Werte dagegen unabhängig vom Sonnenlicht und somit auch auf der Nachtseite der Erde gemessen werden, zudem sind Messungen in kleinräumigen Wolkenlücken möglich. Die entwickelten Lasersysteme und Aufbautechnologien leisten damit einen wichtigen Beitrag zu Klimaforschung und Umweltschutz.

TECHNOLOGIE

Lasertechnik für Weltraum-Missionen: Mit dem „Future Laser System“ (FULAS) entwickelte das Fraunhofer ILT gemeinsam mit Airbus Defence and Space im Auftrag der europäischen Raumfahrtagentur ESA und mit Unterstützung des DLR Raumfahrtmanagements eine Technologieplattform zur Auslegung und zum Aufbau von individuellen

Lasersystemen. Durch Fertigungsprozesse, wie spezielle Lötverfahren, werden Komponenten dabei raumfahrttauglich gemacht. Eine entsprechend entwickelte Aufbautechnologie erlaubt die präzise, sichere und effiziente Montage.

Im Rahmen der MERLIN-Mission wird ein LIDAR-System eingesetzt, das auf der FULAS-Plattform basiert. Die Anforderungen an das System, das viele Jahre zuverlässig und wartungsfrei im Weltall funktionieren soll, sind extrem hoch. Es muss Vibrationen bis 25 grms genauso aushalten wie thermische Wechsellasten von -30°C bis $+50^{\circ}\text{C}$. Zudem sollen organische Materialien wie Klebstoffe vermieden werden, da diese ausgasen und hochreine Spiegelflächen verunreinigen können.

Der LIDAR-Laser setzt sich zusammen aus einem Laser-Oszillator mit aktiver Längenregelung, einem INNOSLAB-Verstärker und einem längengeregelten Frequenzkonverter. Die erzeugte Strahlung muss in der Wellenlänge schaltbar und bandbreitenlimitiert sein, die Effizienz bei geringer Belastung der optischen Komponenten möglichst hoch. Für den Betrieb soll das System 9 mJ-Doppelpulse bei zwei Wellenlängen um 1645 nm liefern, von denen einer stets auf eine charakteristische Methan-Absorptionslinie eingestellt wird.

Das MERLIN-Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi gefördert, Projektträger ist das Raumfahrtmanagement des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt DLR.

NACHHALTIGKEIT

Die globale Erwärmung hat negative Auswirkungen auf Klima und Vegetation und es besteht dringender Handlungsbedarf. Der Treibhauseffekt wird dabei durch langlebige Gase wie Kohlendioxid und Methan verstärkt, die fortlaufend reduziert werden müssen. Satellitengestützte, robust ausgelegte Lasermesssysteme erfüllen die extremen Anforderungen für einen langjährigen Einsatz im Weltall und ermöglichen eine präzise Analyse der Quellen und Senken klimaschädlicher Gase. Mit der Methan-Kartierung der Atmosphäre leistet das Projekt MERLIN einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der Ursachen des Klimawandels.