

Verbesserte Atmosphärenforschung mit LIDAR dank Digitizern und AWGs von Spectrum Instrumentation

Neues System des Leibniz-Instituts erkennt Laserstrahl-Reflexionen einzelner Atome in 100 km Höhe selbst bei hellem Tageslicht

Großhansdorf, Deutschland 12. Dezember 2018. Mit gepulsten Laserstrahlen werden in der Atmosphärenforschung Temperatur und Windgeschwindigkeit gemessen, indem das aus einer Höhe von 100 km zurückgestreute Licht analysiert wird. Die zurückkehrenden Lichtsignale sind extrem schwach und werden vom Sonnenlicht überlagert. Jetzt hat das Leibniz-Institut für Atmosphärenphysik (IAP) in Kühlungsborn an der Ostsee das weltweit einzige mobile Instrument entwickelt, das auch tagsüber verwendet werden kann. Es hat bereits neue Erkenntnisse über die atmosphärischen Bedingungen in der Antarktis geliefert. Zentraler Bestandteil dieses neuen Systems sind ein Arbitrary Waveform Generator (AWG) und zwei Digitizer von Spectrum Instrumentation, da sie extrem hohe Geschwindigkeit, Empfindlichkeit und Echtzeitfähigkeiten bieten.

Die verwendete Messtechnik wird als Doppler-Resonanz-LIDAR bezeichnet, da das Licht zurückgestreut wird, indem der Laser genau auf einen Resonanzübergang eines Metallatoms abgestimmt wird. Die zurückkommenden Signale sind extrem schwach (Einzelphotonen pro Laserpuls) und werden tagsüber fast vollständig von der Sonnenstrahlung überlagert. Der Unterschied zwischen Tag- und Nachtmessungen besteht darin, dass tagsüber durch die Sonne 100.000.000-mal mehr Hintergrundstörung vorhanden ist.



Test mit verschiedenen Lasern beim IAP an der Ostseeküste

Das Verständnis der Temperaturverteilung in der Atmosphäre in Höhen zwischen 80 und 110 km, als MLT (Mesosphäre und untere Thermosphäre) bezeichnet, ist für die Durchführung numerischer Simulationen des Erdklimas von entscheidender Bedeutung. Ein etablierter Ansatz zur Bereitstellung solcher Daten besteht darin, die verbreiterte Doppler-Linienbreite von Metallatomen mittels Resonanz-LIDAR-Systemen zu messen, z.B. die Kaliumresonanzlinie bei 770 nm und die Eisenresonanzlinie bei 372 nm oder 386 nm. Bislang wurde für die Laser dieser LIDAR-Systeme Blitzlicht als optische Pumpe benutzt. In diesem Projekt kommt aber zum ersten Mal ein hocheffizienter, abstimmbarer, Dioden-gepumpter Alexandrit-Laser zum Einsatz, der für die rauen Umgebungsbedingungen auf Forschungsschiffen und in Polarregionen deutlich besser geeignet ist. Mit dieser neuen Technologie reicht eine Konzentration von etwa einem Atom pro Kubikzentimeter für Temperatur- und Windmessungen in einer Entfernung von 100 km aus. In dieser Höhe ist der Luftdruck so niedrig, dass alternativ nur Raketen dorthin gelangen können.

Projektleiter Dr. Josef Höffner erklärt: "Das Ziel dieses Projekts ist es, mobile und möglichst kompakte Messsysteme zu bauen, die wir weltweit mitnehmen können. Diese Systeme sind für einen automatischen Betrieb konzipiert, unter extremen Bedingungen wie in der Antarktis. Ein Zugriff ist oft für lange Zeiträume nicht möglich. Wir brauchen daher Komponenten, die zum einen die erforderliche Empfindlichkeit, Geschwindigkeit und Flexibilität bieten, zum anderen sehr zuverlässig unter den schwierigen Umgebungsbedingungen funktionieren. Die Qualität und die fünfjährige Garantie von Spectrum Instrumentation gibt uns die nötige Sicherheit bei diesen wichtigen Systemkomponenten."

Hauptsitz

Spectrum Instrumentation GmbH, Germany
Phone: +49 4102-6956-0
Email: Info@spec.de

US Office

Spectrum Instrumentation Corp., USA
Phone: (201) 562-1999
Email: Sales@spectrum-instrumentation.com

<https://www.spectrum-instrumentation.com>

Es gibt verschiedene Aspekte, um die Messungen in diesem Projekt zu verbessern. Der erste ist die Unterdrückung des Hintergrundrauschens, z.B. durch ein extrem kleines Sichtfeld bei hoher Auflösung und durch optische Filterung. Dies bedeutet, dass der Laser sowohl im Sichtfeld als auch bei allen Filtern stabilisiert werden muss. Der Laser selbst erfordert ein komplexes und schnelles Echtzeit-Stabilisierungssystem mit Nanosekunden-Timing. Dafür wird der Spectrum M2i.6012 Arbiträrgenerator benutzt, der 500 Impulse pro Sekunde erzeugt. Die Signale des rückgestreuten Lichts werden mit dem 16 Bit Digitizer M4i.4421 von Spectrum mit 250 MS/s verarbeitet. Die Bedingungen innerhalb des Lasers werden mit der 8 Bit Digitizerkarte M4i.2221 mit 2,5 GS/s gemessen. Das System verarbeitet mehr als 1 GByte pro Sekunde, im Dauereinsatz über viele Monate, mit einer Reaktionszeit von etwa 1 ms nach der Verarbeitung der gemessenen Daten in Echtzeit. Insgesamt werden 21 Signale von einem am IAP entwickelten Softwarepaket verwaltet.



Entladen des mobilen LIDAR vor der australischen Antarktisstation Davis (69° S) vom Eisbrecher "Aurora Australis"

"Wir haben ein kompaktes, hochintegriertes System gebaut, mit schneller, flexibler Elektronik und Echtzeitfähigkeit. Dies ist eine beeindruckende Verbesserung gegenüber den bisherigen Messanlagen, die schwer zu handhaben und um ein Vielfaches größer waren", sagt Dr. Höffner. "Unser altes System benötigte einen 10-Tonnen-Container mit 6 m Länge, was dank der Spectrum-Karten und des neuartigen Lasers auf ein 1500-kg-System geschrumpft werden konnte. Wir verkleinern die Vorrichtung zurzeit weiter, um eine 1-Meter-Box mit nur 250 kg zu bauen, mit der gleichen Elektronik und einem nochmal kompakteren und weiterentwickelten Laser."

"Die Empfindlichkeit und Beweglichkeit dieses neuen, sehr kompakten Gerätes wird es ermöglichen, auch an den abgelegensten Orten neue Temperaturdaten mit einer beispiellosen Auflösung und Genauigkeit zu erhalten", berichtet Dr. Höffner. "Unsere Messungen haben bereits einen großen Einfluss auf unser Verständnis der Atmosphäre gehabt. Wir haben auch bewiesen, dass wir ein System entwickeln können, welches leicht, kompakt, zuverlässig und effizient genug ist für eine zukünftige Weltraummission."

Dr. Höffner präsentierte die neuesten Ergebnisse dieses Projekts auf der "Internationalen Konferenz für Weltraumoptik", die vom 9. bis 12. Oktober 2018 in Chania (Griechenland) stattfand. Sein Beitrag wird Anfang 2019 online verfügbar sein: <https://atpi.eventsair.com/QuickEventWebsitePortal/icso-2018/icso>
Weitere Details der Arbeit am IAP finden Sie unter: <https://www.iap-kborn.de/de/home/>

Über Spectrum Instrumentation

Die Spectrum Instrumentation GmbH (gegründet 1989 als Spectrum Systementwicklung Microelectronic GmbH) ist ein Pionier in der Entwicklung und Fertigung von PC-basierten Messtechnik-Instrumenten, die für elektronische Signalerfassung, -generierung und -analyse benutzt werden. Das Unternehmen hat sich auf die Bereiche der High-Speed-Digitizer und Generatoren spezialisiert und bietet dank modularem Design über 500 Produkte für die Industriestandards PCIe, PXIe und LXI an. Der Firmensitz von Spectrum ist Großhansdorf in der Nähe von Hamburg. Die Produkte werden weltweit über ein Netz von Partnern vertrieben, wobei der Support direkt von den Ingenieuren in Deutschland geleistet wird. Weitere Informationen zu Spectrum finden Sie unter <https://spectrum-instrumentation.com>

Hauptsitz

Spectrum Instrumentation GmbH, Germany
Phone: +49 4102-6956-0
Email: Info@spec.de

US Office

Spectrum Instrumentation Corp., USA
Phone: (201) 562-1999
Email: Sales@spectrum-instrumentation.com

<https://www.spectrum-instrumentation.com>