

Die Vermessung der Atmosphäre - Lidar-Technik macht den Luftverkehr sicherer

Montag, 9. Mai 2011



Die Vulkanaschefahne des Eyjafjallajökull aus Sicht der Falcon beim Messflug vom 2. Mai 2010.

Bild: DLR.

Nach dem Ausbruch des Vulkans Eyjafjallajökull auf Island im April 2010 breitete sich eine Wolke aus feinkörniger Asche rasch nach Zentraleuropa aus. Die Behörden sperrten große Teile des Luftraums, da bei Flügen durch Aschewolken zuvor wiederholt Triebwerke beschädigt worden waren. Mithilfe der Lidar-Technik trugen Wissenschaftler des DLR-Instituts für Physik der Atmosphäre dazu bei, dass die Grenzwerte für sicheres Fliegen neu festgelegt wurden und größere Luftraumschließungen vermieden werden konnten.

Vom 15. bis 20. April 2010 waren 75 Prozent des europäischen Luftraums gesperrt. Mehr als 100.000 Flüge wurden gestrichen, zehn Millionen Passagiere saßen fest. Der volkswirtschaftliche Schaden war immens, die Fluggesellschaften beklagten Umsatzrückgänge in Höhe von bis zu 2,5 Milliarden Euro. Dass die Luftfahrtunternehmen nicht noch größere Einbußen hinnehmen mussten, hängt auch mit den zeitnahen Messungen der DLR-Wissenschaftler zusammen, die bei Messflügen die Partikeldichte und Ausdehnung der Aschewolke mit der Lidar-Technik vermaßen. Dabei tauchten sie immer wieder vorsichtig von oben in die Aschewolke ein, um die Partikelkonzentration auch mit direkten Messmethoden zu messen.

Ein Lidar (light detection and ranging) funktioniert ähnlich einem Radar (radiowave detection and ranging). Statt Funkwellen kommen allerdings stark gebündelte und kohärent schwingende Lichtwellen zum Einsatz, die von einem Laser (light amplification by stimulated emission of radiation) in einem engen Frequenzbereich erzeugt werden. Sobald die ausgesendeten Laserpulse auf Bestandteile der Atmosphäre wie Staubteilchen oder Luftmoleküle treffen, wird ein winziger Bruchteil zurückgestreut. Das Lidar erfasst die Reflexion mit einem Teleskop und einem hoch empfindlichen Detektor. Aus der Laufzeit der impulsförmigen Signale und der Lichtgeschwindigkeit lässt sich die Entfernung zum Objekt schließen, und aus der Intensität und Frequenz des zurückkommenden Lichts kann auf Eigenschaften und Bewegungszustand des Objekts geschlossen werden.

Das DLR ist seit Anfang der 80er Jahre in der Lidar-Forschung aktiv. Mit dem Forschungsflugzeug Falcon wurden erste Messungen der Rückstreuung von Licht durch Aerosole vorgenommen. Die Leistungsfähigkeit und das Einsatzspektrum der Messsysteme haben sich seither erheblich ausgeweitet.

An dem Projekt sind Wissenschaftler der DLR-Schwerpunkte Weltraum und Luftfahrt beteiligt. Lidar ist zugleich Teil der Sicherheitsforschung, dem Querschnittsbereich des DLR, in dem die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten mit verteidigungs- und sicherheitsrelevanten Bezug geplant und gesteuert werden.

Vielseitige Möglichkeiten der Anwendung



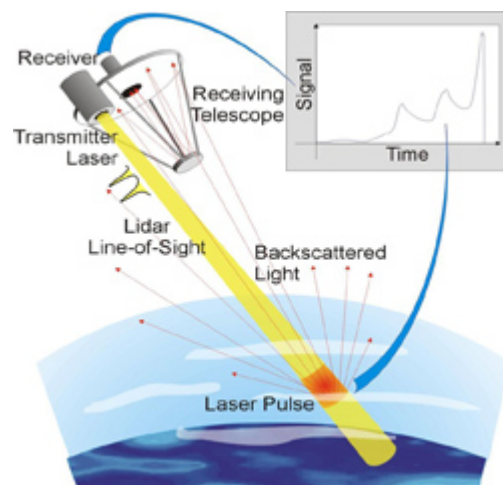
DLR-Forschungsflugzeug Falcon 20-E mit den Anbauten am Flügel, dem Nasenmast für Wind- und Druckmessungen und Lufteinlässen wie sie für die Vulkanaschemessungen eingesetzt wurde.

Bild: Sergio Domingos/www.airliners.net

Die DLR-Abteilung LIDAR in Oberpfaffenhofen arbeitet an Lidar-Systemen, die bodengestützt, Flugzeug getragen und im Weltraum operieren. Mit ihnen lassen sich aus der Ferne meteorologische Parameter und atmosphärische Spurengase feststellen. Die gewonnen Erkenntnisse dienen unter anderem der Erforschung des Wetters und des Klimas. Weitere Anwendungsbereiche sind vorstellbar: So könnte Lidar-Technologie im Fall eines nuklearen Unglücks aufschlussreiche Informationen über die Lage und Konzentration von radioaktiven Wolken sammeln.

Auch in anderen Bereichen werden die vom DLR entwickelten Lidar-Systeme künftig mehr Sicherheit im Luftverkehr bringen. Luftfahrt-Experten sagen ihnen für die nächsten Jahre große Bedeutung voraus, da sich mit ihnen Kapazitätsengpässe am Himmel vermeiden lassen, ohne die hohen Sicherheitsstandards zu verletzen. So wurden im EU-Projekt I-Wake die Grundlagen gelegt für einen Warnsensor zur Erkennung von Wirbelschleppen, wie sie von großen Flugzeugen erzeugt werden.

Mit Lidar WALES (water vapour lidar experiment in space) lässt sich die Konzentration von Wasserdampf, Ozon, Kohlendioxid und Methan messen sowie die Eigenschaften von Aerosolen und Eiswolken feststellen. So kommt zur Überwachung von Erdgasleitungen bereits heute das Hubschrauber- Lidar CHARM (CH₄ airborne remote monitoring) zum Einsatz, mit denen selbst kleine Methan-Leckagen in Pipelines detektiert werden können.



Schema des Lidars.

Bild: ESA.

Erdbeobachtung vom Weltraum aus

Seit kurzem werden Lidar-Instrumente auf Satelliten zur Erdbeobachtung eingesetzt. So befinden sich seit wenigen Jahren die satellitengestützte Lidarinstrumente ICESAT und CALIPSO zur Bestimmung von Polareis- und Aerosol-Höhenprofilen in der Erdumlaufbahn. Das Satellitensystem zur Messung von Horizontalwind-Profilen ADM-Aeolus wird von der Europäischen Weltraumbehörde (ESA) voraussichtlich Ende 2013 in die niedrige Erdumlaufbahn gebracht werden.

Der Einsatz von Lidarsystemen im Weltraum stellt extrem hohe Anforderungen an die verwendeten Hochenergie-Laser, etwa hinsichtlich Betriebssicherheit und -dauer, Pulsenergie und Strahlqualität. Hier besteht nach wie vor ein dringender Bedarf zur Weiterentwicklung dieser im Betrieb extrem hoch belasteten Systeme. Das DLR unterstützt daher gezielt die Entwicklung weltraumspezifischer gepulster Hochleistungslaser sowie anderer für den weltraumgestützten Lidareinsatz wichtiger Technologien.

Das Prinzip des Lidars

Der Transmitter (Sender) besteht aus einem Laser-System, das Lichtpulse aussendet. Diese werden in der Atmosphäre teilweise zurückgestreut. Ein Teil des Lichts gelangt zum Receiver (Empfänger mit Teleskop und Detektor). Aus dem Messsignal als Funktion der Laufzeit werden die Entfernung des Streuers vom Laser und einige seiner Eigenschaften bestimmt.

Kontakte

Dr.rer.nat. Gerhard Ehret

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Physik der Atmosphäre, Lidar

Tel.: +49 8153 28-2509

Fax: +49 8153 28-1841

gerhard.ehret@dlr.de

Prof. Dr. Markus Rapp

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Physik der Atmosphäre, Direktor

Tel.: +49 8153 28-2521

Fax: +49 8153 28-1841

markus.rapp@dlr.de

Kontakt Daten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.