

# Laser für LIDAR-Anwendungen

## Laser for LIDAR Applications

Um Umweltgifte, Luftschadstoffe, Spurengase und Aerosole über große Distanzen messen und erkennen zu können, ist die Ferndetektion mittels LIDAR (Light Detection and Ranging) ein effektives Werkzeug. LIDAR-Systeme stellen besonders hohe Anforderungen an die verwendeten Laserquellen. Sie müssen für den Feldeinsatz geeignet sein und die hohen spektralen Anforderungen, die durch die optischen Eigenschaften des zu detektierenden Stoffes gegeben werden, erfüllen.

*For the remote sensing of environmental and atmospheric pollutants, trace gases and aerosols LIDAR (Light Detection and Ranging) proves to be an effective tool. LIDAR systems have particularly high demands on the laser sources. This includes an adequate ruggedness for field campaigns and in particular the high spectral requirements, which are given by the characteristics of the target materials.*

*The differential absorption LIDAR (DIAL) uses light pulses of several wavelengths, in order to avoid the influence of light scattering aerosols on the gas concentration measurement. Light pulses on the absorption wavelength of the target gas and, as a reference, radiation, which is not absorbed by the gas, are emitted, respectively. A time resolved measurement of the back scattered light allows for the location and separation of scattering aerosols and the absorbing gas.*

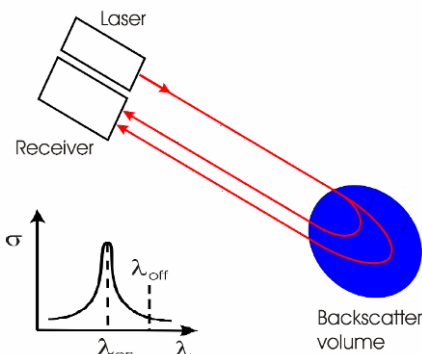
*In close co-operation between the two DLR institutes, Institute for Atmospheric Physics and Institute of Technical Physics, an airborne water vapour LIDAR system (WALES: Water Vapour LIDAR Experiment in Space) has been developed according to the technical requirements of a satellite system (ESA FR-1279(3)). The system is planned as payload for the future German airplane for atmospheric research (HALO) as measuring system for data acquisition in climatology.*

*The flight-worthy laser and frequency converter system should match the following specifications in a compact and robust setup:*

- divergence:*  
*<0.5 mrad with a  
beam diameter < 40 mm*
- conversion efficiency:*  
*>20% from 532 to 935 nm*

Prinzipskizze des Differentiellen Absorptionslidars (DIAL)

Differential Absorption LIDAR principle (DIAL)



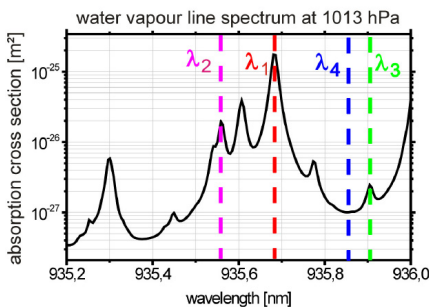
Beim differentiellen Absorptions-LIDAR (DIAL) werden Lichtimpulse mehrerer Wellenlängen eingesetzt, um den Einfluss von lichtstreuenden Aerosolen auf die Gaskonzentrationsmessung zu vermeiden. Dabei werden Lichtimpulse auf der Absorptionswellenlänge des nachzuweisenden Gases und, als Referenz, ebenfalls Strahlung, die von dem nachzuweisenden Gas nicht absorbiert wird, ausgesandt. Vom Empfänger wird dann das vom Aerosol zurück gestreute Licht zeit aufgelöst gemessen, um das streuende Aerosol und das absorbierende Gas orten und trennen zu können.

In Zusammenarbeit der beiden DLR Institute, Institut für Physik der Atmosphäre und Institut für Technische Physik, wurde ein flugzeuggetragenes Wasserdampf-LIDAR System (WALES: Water Vapour LIDAR Experiment in Space) entwickelt, das sich an die technischen Anforderungen eines Satellitensystems (ESA SP-1279(3)) anlehnt. Das System soll in Zukunft auf dem deutschen Flugzeug für Atmosphärenforschung (HALO) als Messsystem für Einsätze in der Klimafor-schung zur Verfügung stehen.

Das flugtaugliche Laser- und Frequenz-konvertersystem sollte folgende optische Eigenschaften besitzen und dabei kompakt und unempfindlich sein:

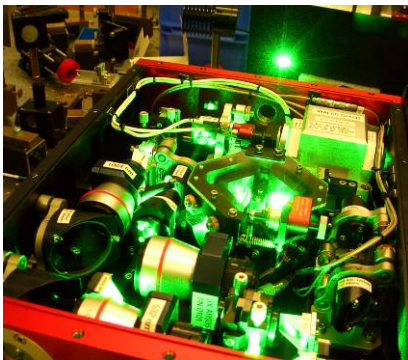
Differentielle Absorptionsquerschnitte von Wasserdampf. Drei Wellenlängenkombinationen werden benutzt um ein zusammengesetztes Wasserdampfprofil vom Boden bis zur oberen Troposphäre zu messen.

*Differential absorption cross section of water vapour. Three combinations of signals using three wavelength pairs, respectively, result in a composite water vapour profile from ground to the upper troposphere.*



Integrierter flugtauglicher Aufbau des Frequenzkonverters

*Setup of the flight-worthy frequency converter*



Bildquellen: ESA (WALES – Water Vapour LIDAR Experiment in Space);  
DLR – Institut für Technische Physik

Divergenz:  
<0,5 mrad bei einem Strahldurchmesser <40 mm  
Konversionseffizienz:  
>20% von 532 nm nach 935 nm  
Wellenlängenbereich:  
920-940 nm; 0,5 nm Sprünge  
mit 50 Hz schaltbar  
Seitenmodenunterdrückung:  
besser als 99%

Das verwendete LIDAR-Messverfahren nutzt Lichtpulse mehrerer unterschiedlicher Wellenlängen. Die Verwendung mehrerer Laserpulse unterschiedlicher Wellenlängen, die auf verschiedenen starken Absorptionslinien liegen, erlaubt eine gute Konzentrationsauflösung des atmosphärischen Wasserdampfes, geographisch von den Tropen bis zur Arktis und von der unteren bis zur oberen Atmosphäre.

In einer eineinhalb jährigen Konzeptionsphase wurde ein Breadboard-Aufbau realisiert. Die Konstruktionsabteilung des DLR Instituts für Optische Systeme hat im Anschluss daran, während eines weiteren Jahres, einen flugzugelassenen Prototypen konstruiert. Das endgültige Lasersystem erreichte folgende Leistungsdaten:

Energie:  
400 mJ bei 1064 nm  
200 mJ bei 532 nm  
60 mJ bei 935 nm  
Pulsdauer:  
7 ns  
Repetitionsrate:  
100 Hz  
Seitenmodenunterdrückung:  
1:2000

Eine erste Flugkampagne wurde Anfang 2008 erfolgreich durchgeführt.

wavelength range:  
920-940 nm; 0.5 nm steps  
switchable at 50 Hz  
side mode suppression ratio:  
better than 99%

*The measurement principle LIDAR uses light pulses of several different wavelengths. By using several laser pulses of different wavelengths, which are on different strong absorption lines, a good resolution of the measured concentration of the atmospheric water vapour, from the tropics up to the arctic and from the lower to the upper atmosphere, is possible.*

*In one and a half year the conception phase was carried out and a breadboard setup was realized. Afterwards a flight-certified prototype was developed, thanks to the support of the construction department of the DLR Institute for Optical Systems. The final laser transmitter system achieved the following performance data:*

Energy:  
400 mJ at 1064 nm  
200 mJ at 532 nm  
60 mJ at 935 nm  
Pulsewidth:  
7 ns  
Repetition rate:  
100 Hz  
Side mode suppression:  
1:2000

*A first flight campaign has been performed successfully at the beginning of 2008.*



DLR

Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Technische Physik  
Pfaffenwaldring 38-40  
70569 Stuttgart  
Telefon: +49 (0)711 6862 -773  
Telefax: +49 (0)711 6862 -788

www.DLR.de/tp