

Kombinierte Sondierung von Wasserdampf mit DIAL und Raman-Lidar an der NDACC-Station Zugspitze

Lisa Klanner, Thomas Trickl, und Hannes Vogelmann

Karlsruher Institut für Technologie, IMK-IFU, Kreuzeckbahnstr. 19, 82467 Garmisch-Partenkirchen, Germany (thomas.trickl@kit.edu, hannes.vogelmann@kit.edu)

Das primäre Treibhausgas Wasserdampf stellt einen neuen Schwerpunkt der Lidarsondierung innerhalb des globalen "Network for the Detection of Atmospheric Composition Change" (NDACC) dar. Die Voraussetzung für diese Lidarsysteme ist ein Meßbereich bis in die Nähe der Tropopause, mit Fernziel von Messungen auch in der unteren Stratosphäre. Als ersten Schritt wurde seit 2003 am Schneefernerhaus ein leistungsstarkes differentielles Absorptions-Lidarsystem (DIAL) entwickelt [1]. Durch seine Höhenlage am Rande oder außerhalb der feuchten bodennahen Luftschichten erlaubt dieses Lidarsystem die Bestimmung von Wasserdampfprofilen in der gesamten freien Troposphäre ab 3 km Höhe mit hoher vertikaler und zeitlicher Auflösung sowie einer Meßgenauigkeit von etwa 5 % bis 8 km ohne beobachtbaren systematischen Fehler. Besonders hervorzuheben ist, daß dieser große Meßbereich infolge der hohen Empfindlichkeit des DIAL-Verfahrens auch tagsüber erreicht wird.

Auch der stratosphärische Wasserdampf kann einen erkennbaren Anteil an der Temperaturverteilung liefern, wobei ein Einfluß des Konzentrationsrückgangs in den vergangenen zehn Jahren auf die Verlangsamung des bodennahen Temperaturanstiegs postuliert wird [2]. Derzeit gibt es keine ausreichend genauen, vertikal aufgelösten und zeitlich dichten Routinemessungen von Wasserdampf im Bereich der unteren Stratosphäre. Lidarmessungen könnten hier einen Beitrag liefern, stellen aber aufgrund des sehr geringen Wasserdampf-Mischungsverhältnisses von ca. 5 ppm in diesen Höhenbereich eine Herausforderung dar. Unsere Lösung ist ein besonders großes Raman-Lidarsystem, welches derzeit am Schneefernerhaus aufgebaut wird. Durch Verwendung eines 350-W-Xenonchlorid-Lasersystems und eines Empfangsteleskops mit 1.5 m Spiegeldurchmesser soll die Zahl der am stratosphärischen Wasserdampf Raman-gestreuten Photonen gegenüber existierenden Systemen [3] um zwei Größenordnungen erhöht werden. Wir erwarten, mit diesem System die derzeitige meßtechnische Lücke oberhalb von etwa 10 km füllen zu können. Gleichzeitig erhöht sich auch die Meßgenauigkeit im Tropopausenbereich.

Die Kalibrierung von Raman-Lidarsystemen ist derzeit Gegenstand intensiver Diskussionen. Eine Besonderheit am Schneefernerhaus ist die Möglichkeit, das Raman-Lidar mit dem DIAL kalibrieren zu können. Hiervon erwarten wir eine besonders gute Genauigkeit und Langzeit-Stabilität.

Das erste, sehr anspruchsvolle Ziel der Systementwicklung ist das Erreichen eines schmalbandigen Betriebs des leistungsstarken Exzimerlasers, der normalerweise für die industrielle Produktion eingesetzt wird. Hierzu sollen erste Ergebnisse präsentiert werden. Die Schmalbandigkeit stellt gleichzeitig auch eine Grundvoraussetzung für die ebenfalls geplanten Temperaturmessungen dar, welche im Bereich der Troposphäre über Rotations-Raman-Streuung ermöglicht werden sollen. Die Temperaturmessungen in der Stratosphäre und Mesosphäre erfolgen über eine Invertierung des Rayleigh-Signals.

Zitate:

[1] H. Vogelmann, T. Trickl, Wide-range sounding of free-tropospheric water vapor with a differential-absorption lidar (DIAL) at a high-altitude station, *Appl. Opt.* **47** (2008), 2116-2132

[2] S. Solomon et al., Contributions of Stratospheric Water Vapor to Decadal Changes in the Rate of Global Warming, www.scienceexpress.org/ 28 January 2010/ Page 1 /10.1126/science.1182488

[3] D. N. Whiteman, et al., Airborne and Ground-Based Measurements of Water Vapor and Aerosols Using a High-Performance Raman Lidar, pp. 87-90 in: Reviewed and Revised Papers Presented at the 24th International Laser Radar Conference, M. Hardesty, S. Mayor, Eds., NOAA (Boulder, U.S.A., 2008), ISBN 978-0-615-21489-4