

Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 44, Erscheinungstermin: 25. August 1997

Lidar als wichtige Ergänzung zur Messung troposphärischen Ozons

Laser-Radar Geräte (LIDAR) sind mittlerweile aus dem operationellen Meßbetrieb zum Nachweis atmosphärischer Spurenstoffe nicht mehr wegzudenken. Auf der Basis eines leistungsfähigen Lasers messen sie über die Laufzeit des Lichtes höhenaufgelöste Profile verschiedener Gase, H₂O und Aerosole. Die Messung von Ozon in der Stratosphäre bis annähernd 50 km ist technisch verhältnismäßig einfach und wird zum Beispiel am Hohenpeißenberg seit 1987 regelmäßig durchgeführt (s. Ozonbulletin Nr. 2). Schwieriger ist es, *troposphärische* Ozonprofile mit hinreichender Genauigkeit zu messen, da eine außerordentliche Signaldynamik und allgegenwärtige Aerosole einen wesentlich höheren apparativen Aufwand erfordern. Dieser Aufwand ist dennoch lohnend, da gerade in der Troposphäre weltweit ein außerordentlicher Mangel an verlässlichen Ozondaten besteht. Von einigen Bergstationen abgesehen, konnte bisher die freie Troposphäre nur von ballongetragenen Sonden erfaßt werden. Satelliten leisten diese Messungen bis heute noch nicht.

Am Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IFU) in Garmisch wird seit 1991 ein Ozonlidar für troposphärische Untersuchungen eingesetzt. Dieses Lidar besitzt einen Meßbereich, welcher praktisch die gesamte Troposphäre überdeckt und erlaubt seit zwei Jahren auch Messungen bis in die untere Stratosphäre (max. 18 km). Verbesserungen in der Signalverarbeitung haben Meßgenauigkeiten des Lidars von $\pm 5\%$ ermöglicht, wobei die Meßzeit bei unter einer Minute liegt und die Höhenauflösung dynamisch an das Signal-zu-Rausch-Verhältnis angepaßt wird und zwischen 50 m in Bodennähe und 0.5 km in der unteren Stratosphäre liegt. Das System kann bei wolkenfreien Bedingungen vollautomatisch betrieben werden. Automatisch durchgeführte Meßserien wurden auf bis zu vier Tage ausgedehnt.

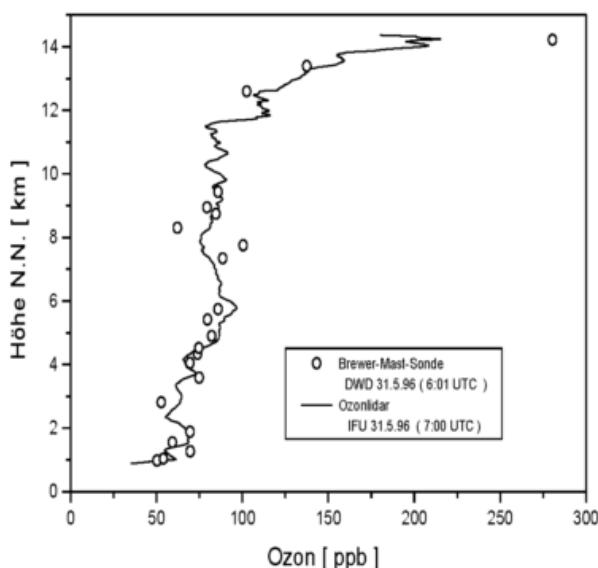
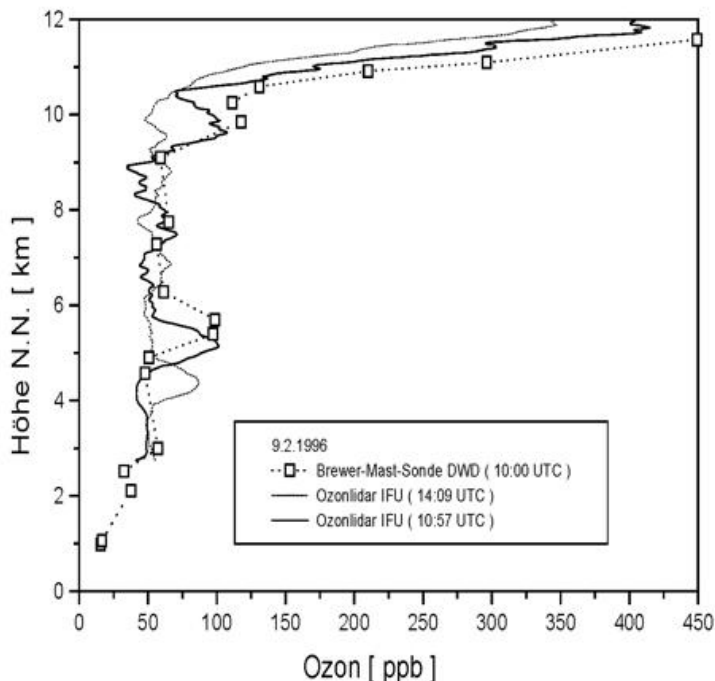


Abbildung 1 zeigt einen Vergleich je einer nahezu zeitgleich durchgeführten Messung am Hohenpeißenberg und am IFU vom 31.5.1996. Die beiden Messungen erfolgten bei besonders hohen Ozonkonzentrationen in der freien Troposphäre, bei denen viel Laserlicht durch O₃ absorbiert wird, und ist somit repräsentativ für den minimalen Meßbereich des Lidarsystems bei einigermaßen klarer Atmosphäre. Derartige Vergleiche wurden seit Herbst 1995 an mehr als 30 Tagen angestellt und ergaben innerhalb der Troposphäre eine zumeist sehr gute Übereinstimmung. Innerhalb der unteren Stratosphäre ist die Variabilität der Ozonkonzentration stärker,



wodurch es gelegentlich zu deutlicheren Abweichungen kommen kann. Diese Abweichungen sind meist gering, wenn die Messungen am Hohenpeißenberg und in Garmisch nahezu zeitgleich stattfinden. Der Schwerpunkt der Lidarmessungen am IFU liegt derzeit auf der Untersuchung des Stratosphären-Troposphären-Austausches, welche im Rahmen der EU-Projekte VOTALP I und II (Vertical Ozone Transport in the Alps) stattfinden. In den ersten eineinhalb Jahren seit Januar 1996 wurden 11 Tropopausenfaltungen untersucht. Abb. 2 zeigt ein Beispiel vom 09.02.1996, an dem eine langsam absinkende Ozonzunge in etwa 4 - 6 km Höhe beobachtet wurde, die am nächsten Tag den Zugspitzgipfel

erreichte und dort zu einer Zunahme von Beryllium 7 (Tracer für stratosphärische Luft) führte. Zum Vergleich ist die Ballonsondierung vom Hohenpeißenberg am Morgen des 9.2.1997 eingetragen. Sonden- und Lidarmessungen zeigen übereinstimmend die gleiche Spitzenkonzentration und räumliche Struktur der Ozonzunge. Der Nachweis und die Verfolgung von Ozonzungen stratosphärischen Ursprungs, die zum Teil nur 300 m dick sein können und bisweilen keine starke Konzentrationsüberhöhung aufweisen, sind eine Stärke des Lidars, erfordern aber eine entsprechend gute Höhengauflösung.

Einbrüche von stratosphärischer Luft beschränken sich nicht nur auf Tropopausenfaltungen. Die Lidarmessungen haben gezeigt, daß gelegentlich mehrere Tage lang im Anschluß an die eigentliche Faltung Konzentrationsmaxima in der oberen Troposphäre beobachtet werden können. In zwei Fällen waren diese Maxima in absinkenden, wellenähnlichen Strukturen angeordnet. Es liegt nahe, aus diesem Absinken irreversiblen Transport in die Troposphäre zu folgern. Dieser Ozoneintrag ist signifikant und kann durchaus denjenigen in einer einzelnen Tropopausenfaltung übertreffen. Eine Quantifizierung dieses Beitrags ist daher im Hinblick auf die Bestimmung des Gesamtflusses wichtig und muß über detaillierte Analysen unter Zuhilfenahme von Modellrechnungen gewonnen werden.

*Holger Eisele, Thomas Trickl, Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IFU)
Hans Claude, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg*

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR JULI 1997

Erstmals seit längerer Zeit wurden an allen Stationen normale, den langjährigen Mitteln entsprechende Gesamt-ozonwerte gemessen.

Station	Mittel 7/1997	langjähriges Mittel	Max.	Jahr	Min.	Jahr	Sigma
Hohenpeißenberg	331	330	349	1980	313	1992	±9,2
Potsdam	342	341	365	1980	313	1995	±13,8
Arosa (CH)	326	326	345	1958	288	1930	±10,5
Hradec Kralove (CZ)	334	337	367	1980	316	1995	±10,1
Uccle (B)	331	329	340	1973	318	1976	±6,9

Die Angaben sind in Dobson Einheiten [D.U.]; 300 D.U. entsprechen 3 mm Ozonschichtdicke (reduziert).