Satellite Observations of Atmospheric Halogen Oxides

Dissertation
von
Thomas Wagner

Heidelberg, Juli 1999

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
der Naturwissenschaftlich - Mathematischen
Gesamtfakultät
der
Ruprecht - Karls - Universität
Heidelberg

vorgelegt von
Dipl.-Phys. Thomas Wagner
aus Mörlenbach

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Juli 1999

Satellite Observations of Atmospheric Halogen Oxides

Gutachter: Prof. Dr. Ulrich Platt
Prof. Dr. Konrad Mauersberger

Dissertation
submitted to the
Combined Faculties for the Natural Sciences and for Mathematics
of the Ruperta Calrola University of
Heidelberg, Germany
for the degree of
Doctor of Natural Sciences

Satellite Observations of Atmospheric Halogen Oxides

presented by

Diplom-Physicist: Thomas Wagner
born in: Mörlenbach

Heidelberg, 6. July 1999

Referees: Prof. Dr. Ulrich Platt
Prof. Dr. Konrad Mauersberger

Zusammenfassung

Die große Bedeutung von Halogenverbindungen bezüglich der Zerstörung atmosphärischen Ozons wurde schlagartig offenbar, als Mitte der Achtziger Jahre ein dramatischer Ozonverlust über der Antarktis beobachtet wurde, seither bekannt als Ozonloch. Während der folgenden Jahre konnten reaktive Halogenverbindungen auch in der Troposphäre nachgewiesen werden. Seit der Entdeckung des Ozonlochs erweiterte sich das Wissen der atmosphärischen Halogenchemie deutlich; hierzu trugen unter anderem auch absorptionsspektroskopische Messungen von BrO und OClO bei, die beide im ultravioletten Spektralbereich charakteristische Absorptionsstrukturen aufweisen. Diese Messungen wurden entweder vom Boden, Flugzeug oder Ballon aus durchgeführt und konnten damit noch kein umfassendes Bild der Atmosphäre erbringen. In dieser Arbeit wurden Algorithmen für die Auswertung atmosphärischen BrOs und OClOs aus den Daten des GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) Instruments an Bord des europäischen Forschungssatelliten ERS-2 entwickelt. Dadurch war es möglich, die zeitliche und räumliche Entwicklung des atmosphärischen BrOs und OClOs global zu bestimmen. Insbesondere gelang es zum ersten Mal, erhöhte BrO-Konzentrationen in der planetaren Grenzschicht vom Satelliten aus zu messen. Außerdem konnten starke Indizien für die Existenz von BrO selbst in der freien Troposphäre gefunden werden. Die OClO-Messungen des GOME Instrumentes erlaubten es, die Chlor-Aktivierung beider Polargebiete bezüglich der zeitlichen Entwicklung sowie ihrer Stärke zu untersuchen.

Abstract

The important role of halogen compounds in atmospheric ozone destruction became obvious after dramatic ozone loss was observed over Antarctica in the mid 1980s, usually referred to as ‘ozone hole’. In the following years reactive halogen species were also discovered in the troposphere. Since the discovery of the ozone hole the understanding of the atmospheric halogen chemistry was largely extended, in particular by spectroscopic measurements of BrO and OClO which both show characteristic absorption features in the UV spectral range. These measurements were performed from ground based and air borne instruments and thus could only provide ‘snapshots’ of the atmospheric conditions. In this PhD thesis algorithms for the analysis of atmospheric BrO and OClO from the GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) instrument aboard the European research satellite ERS-2 were developed. It was possible to monitor the spatial and temporal evolution of atmospheric BrO and OClO on a global scale. In particular, enhanced BrO concentrations in the boundary layer were first detected from satellite. In addition, strong evidence for the presence of BrO in the free troposphere was found. From the GOME OClO measurements it was possible to study stratospheric chlorine activation in both hemispheres with respect to their temporal evolution and strength.

Table of Contents