

# Transportprozesse polarer BrO-Events

M. Begoin, A. Richter und J. P. Burrows  
 Institut für Umweltphysik, Universität Bremen  
 FB 1, Postfach 330440, D-28334 Bremen, Deutschland  
 Email: begoin@iup.physik.uni-bremen.de



## Einführung

Im polaren Frühjahr kommt es in Arktis und Antarktis in einigen Regionen der unteren Troposphäre zu einer extremen Abnahme der Ozonkonzentrationen. Bei diesen so genannten **Ozone Depletion Events** (ODE) spielen Halogene, deren Quelle das Meersalz ist, eine entscheidende Rolle. Besonders das Halogenoxid BrO ist hier von besonderer Bedeutung, da es auch für die Oxidation und Ablagerung von Quecksilber in dem empfindlichen polaren Ökosystem verantwortlich ist.

Neben anderen Spurengasen kann auch Bromoxid mittels Differentieller Optischer Absorptionsspektroskopie (DOAS) von Satellitenmessgeräten, wie etwa GOME, SCIAMACHY, GOME 2 und OMI nachgewiesen werden.

Der genaue Mechanismus, der für die Freisetzung des Broms verantwortlich ist und welche Rolle Transportprozesse bei dessen Verteilung spielen ist noch nicht vollständig geklärt.

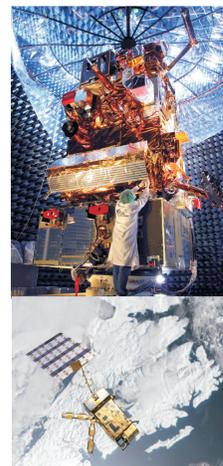
In dieser Studie werden BrO-Messungen von SCIAMACHY und GOME 2 mit Trajektorienrechnungen verglichen, um Aufschluss über typische Entstehungsgebiete des Bromoxids und seine Transportwege zu gewinnen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf einzelnen, gut zu verfolgenden Ereignissen.

## SCIAMACHY



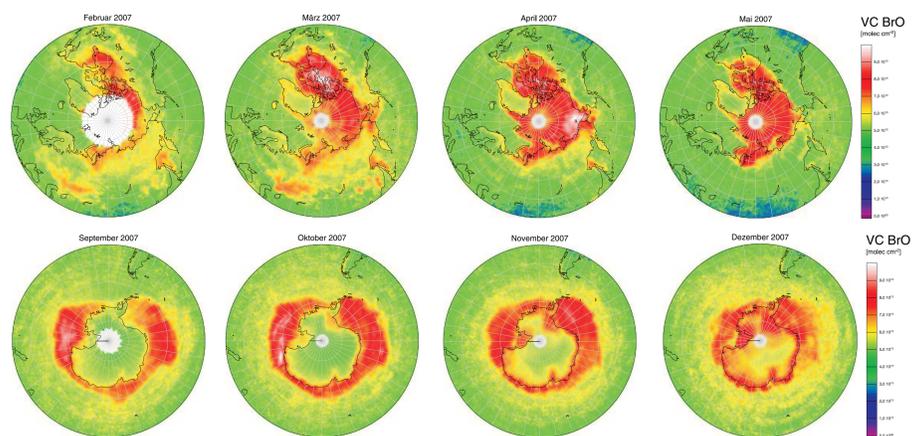
SCIAMACHY (**SC**anning **I**maging **A**bsorption **S**pectro**M**eter for **A**tmospheric **CH**artography) ist ein 8-Kanal-Gitterspektrometer, welches in drei verschiedenen Beobachtungsgeometrien betrieben werden kann: Nadir-, Limb- und Mond- bzw. Sonnen-Okkultations-Beobachtung. SCIAMACHY deckt einen Wellenlängenbereich von 220 bis 2400 nm ab und besitzt eine spektrale Auflösung von 0,25 nm im UV, 0,4 nm im Sichtbaren und eine geringere Auflösung im NIR. Die räumliche Auflösung eines Bodenpixels in Nadir-Beobachtung ist abhängig von der Wellenlänge und der Sonnenhöhe und beträgt maximal 30 x 30 km<sup>2</sup>. SCIAMACHY befindet sich zusammen mit neun weiteren Instrumenten an Bord des Umweltsatelliten ENVISAT und wurde am 1. März 2002 in eine sonnensynchrone Umlaufbahn gebracht. Mit Hilfe der im Wechsel mit den Nadir-Messungen durchgeführten Limb-Messungen lassen sich auch Informationen über die vertikale Zusammensetzung der Atmosphäre gewinnen. Dies geht allerdings zu Lasten der Bedeckung der Nadirmessungen, welche sich aufgrund der Aufteilung der Messzeit halbiert.

## GOME 2



Ebenso wie SCIAMACHY ist auch GOME 2 (Global Ozone Monitoring Experiment 2) ein Mehr-Kanal-Gitterspektrometer. Es deckt mit seinen vier Kanälen einen Wellenlängenbereich von 240 bis 790 nm ab und besitzt eine spektrale Auflösung von 0,2 nm im UV und 0,4 nm im Sichtbaren. Da mit GOME 2 keine Beobachtungen in Limb-Geometrie durchgeführt werden, erhält man eine vollständige Bedeckung bei Nadir-Beobachtungen. Die räumliche Auflösung eines Bodenpixels liegt mit 40 x 80 km<sup>2</sup> in etwa im Bereich der von SCIAMACHY. GOME 2 wurde zusammen mit zehn weiteren Instrumenten auf dem Wettersatelliten MetOp-A ((**M**eteorological **O**perational satellite **A**) am 19. Oktober 2006 in eine sonnensynchrone Umlaufbahn gebracht. Das Vorgängerinstrument GOME, welches sich seit dem 21. April 1995 im Orbit auf dem Satelliten ERS-2 (European Remote Sensing satellite 2) befindet, liefert nach mittlerweile fast 13 Jahren Betrieb noch immer Messdaten. Die Missionsdauer der MetOp-Satelliten ist zunächst auf fünf Jahre ausgelegt. Der Start der Satelliten MetOp-B und MetOp-C ist für 2010 und 2015 geplant.

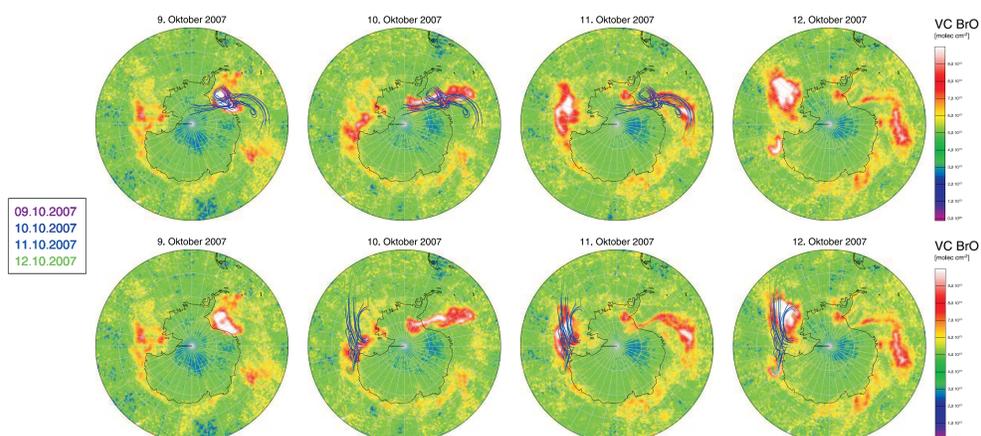
## Bromoxid im polaren Frühjahr



Die obigen Darstellungen zeigen die stark erhöhten monatlichen vertikalen Säulen von Bromoxid im polaren Frühjahr in der Arktis von Februar bis Mai und in der Antarktis von September bis Dezember des Jahres 2007. Das Bromoxid ist dabei das Produkt, welches bei der Reaktion von zuvor photolytisch aktiviertem Brom mit Ozon entsteht und ist somit ein Indikator für den Ozonabbau in der polaren Grenzschicht.

Die Daten wurden mittels Differentieller Optischer Absorptionsspektroskopie (DOAS) aus Daten des SCIAMACHY-Spektrometers gewonnen.

## Spezielle BrO-Events



Hier wurden zwei auffällige antarktische BrO-Events im Oktober 2007 genauer betrachtet. Mit Hilfe des HYSPLIT-Modells (**HY**brid **S**ingle-**P**article **L**agrangian **I**ntegrated **T**rajectory) wurden Trajektorienrechnungen durchgeführt, um den Einfluss von Transportprozessen auf die Verteilung des Bromoxids beurteilen zu können. Dabei wurden von verschiedenen Punkten 72-Stunden-Vorwärtstrajektorien vom Boden gestartet. Die Startzeit war dabei der jeweilige Zeitpunkt der Satelliten-Messung (Oben: 12 Uhr UTC / Unten: 21 Uhr UTC). Die Daten stammen hier wegen der im Vergleich zu SCIAMACHY höheren Nadir-Abdeckung vom Instrument GOME 2.

## Ergebnisse

- Die Trajektorienrechnungen zeigen gute Übereinstimmungen mit der beobachteten Bromoxid-Verteilung. Es fallen jedoch auch einige Abweichungen auf.
- Auffällig ist, dass trotz der kurzen Lebensdauer von BrO ein Transport über mehrere Tage beobachtet werden kann, sogar bis weit auf den Antarktischen Kontinent.
- Diese Transportprozesse sind ein Hinweis auf effiziente Recyclingprozesse auf Aerosolen in den transportierten Luftmassen oder eine Deposition und Re-Emission von Bromverbindungen auf Eis und Schnee.
- Derartig weitreichende Transportprozesse sind auch relevant für die Interpretation von Eiskernen aus dem Inneren der Antarktis.

## Danksagung

- Die SCIAMACHY-Daten wurden von ESA / ESRIN zur Verfügung gestellt
- Die GOME 2-Daten wurden von EUMETSAT zur Verfügung gestellt
- Das Projekt (SALT) wird finanziert aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG
- Das HYSPLIT-Modell wurde vom NOAA Air Resources Laboratory (ARL) bereitgestellt

## Literatur

- A. Richter, F. Wittrock, M. Eisinger, J. Burrows, GOME Observations of Tropospheric BrO in Northern Hemispheric Spring and Summer 1997, *Geophys. Res. Lett.*, **25** (14), 2683-2686, 1998.
- R. Glasow, R. von Kuhlmann, M. G. Lawrence, U. Platt, P. J. Crutzen, Impact of reactive bromine chemistry in the troposphere, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, **4**, 4877-4913, 2004.
- W. R. Simpson, R. Glasow, K. Riedel, P. Anderson, P. Ariya, J. Bottenheim, J. Burrows, L. J. Carpenter, U. Frieß, M. E. Goodsite, D. Heart, M. Hutterli, H.-W. Jacobi, L. Kaleschke, B. Neff, J. Plane, U. Platt, A. Richter, H. Roscoe, R. Sander, P. Shepson, J. Sodeau, A. Steffen, T. Wagner, E. Wolff, Halogens and their role in polar boundary-layer ozone depletion, *Atmos. Chem. Phys.*, **7**, 4375-4418, 2007.