

Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 93, Erscheinungstermin: 25. Juni 2003

Der Einfluss der Dynamik auf den Ozontransport und die Ozonchemie in hohen Breiten

Das *Global Ozone Monitoring Experiment* (GOME) liefert seit Sommer 1995 kontinuierliche Messungen von Säulenkonzentrationen verschiedener Spurengase, u.a. Ozon und Chlordioxid. Diese Moleküle spielen eine wichtige Rolle in der Stratosphärenchemie, insbesondere im Polarwirbel (s. Bulletin 73). Chlordioxid (OCIO) entsteht durch die Reaktion von Chlormonoxid (ClO) und Brommonoxid (BrO). Es ist photochemisch aktiv und nennenswerte Konzentrationen werden daher nur in der Dämmerung (90° Sonnenzenitwinkel) von GOME gemessen. Die gemessenen OCIO-Säulen sind ein Mass für die Chloraktivierung, die eine wichtige Voraussetzung für den schnellen katalytischen Ozonabbau im arktischen und antarktischen Winter/Frühjahr ist.

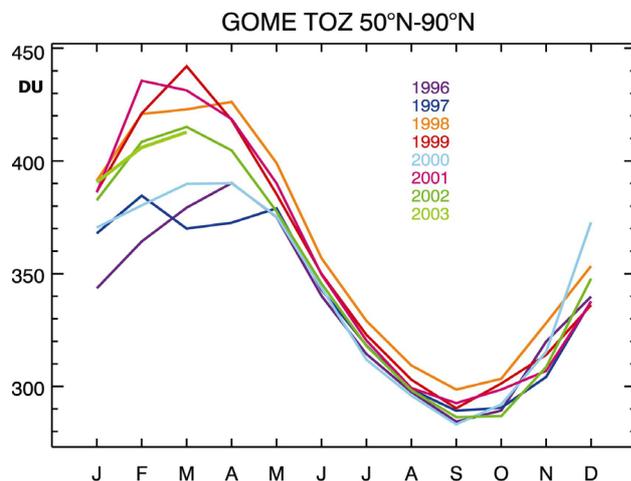


Abb. 1. Jahresgang des GOME Gesamtozon (TOZ) in der Nordhemisphäre.

In den Wintermonaten wird die Ozonzunahme durch die Meridionalzirkulation bestimmt, die Ozon von der photochemischen Produktionsregion in der oberen tropischen Stratosphäre in mittlere bis hohe Breiten und in die untere Stratosphäre transportiert. Diese Zirkulation wird im wesentlichen durch planetare und orographische Wellen in den mittleren Breiten angetrieben. Diese Wellen bremsen die zonalen Winde und erzeugen unter Erhalt des geostrophischen Gleichgewichts einen langsamen Drift der Luftmassen in Richtung Pol.

Die stratosphärische Zirkulation unterliegt insbesondere in der Nordhemisphäre Schwankungen, die die Unterschiede im Ozontransport (s. Abb. 1) erklären. In den positiven Indexphasen der arktischen Oszillation (AO, s. Bulletin 69, 92) ist die Meridionalzirkulation schwach, die zonalen Winde sind stark, der stratosphärische Polarwirbel entsprechend stabil und die polaren stratosphärischen Temperaturen niedrig genug für die Bildung von polaren stratosphärischen Wolken (PSC, *polar stratospheric clouds*), eine wichtige Voraussetzung für den schnellen katalytischen Ozonabbau im polaren Winter/Frühjahr (s. Bulletin 28, 74, und 91). Die arktischen Winter 1995/96, 1996/97, und 1999/2000 zeigen geringe hemisphärische Ozonwerte als Folge des verminderten Transports und der starken chemischen Ozonverluste (Abb. 1). Die letzten beiden Winter 2001/02 und 2002/03 liegen im Vergleich zu den vorherigen Wintern, die von GOME beobachtet wurden, eher im Mittelfeld, mit niedrigeren Ozonwerten als in den sogenannten warmen arktischen Wintern (1997/98, 1998/99, und 2000/01), wo die chemischen Verluste gering und der meridionale Transport umso stärker war.

Der bisher acht Jahre umfassende Datensatz flächendeckender Messungen von Ozon und anderen wichtigen Spurengasen liefert die Grundlage für wichtige Untersuchungen zum Prozessverständnis und über die Wechselwirkung von Ozon, Klima und Chemie. Abbildung 1 zeigt den jahreszeitlichen Verlauf des Gesamtozons gemittelt über den Monat und die Breitengrade polwärts von 50°N. Während sich die Monatswerte im Sommer in den verschiedenen Jahren nicht sehr voneinander unterscheiden, beobachten wir in den Wintermonaten bis einschliesslich April recht grosse Unterschiede.

In den Wintermonaten wird die Ozonzunahme durch die Meridionalzirkulation bestimmt, die Ozon von der photochemischen Produktions-

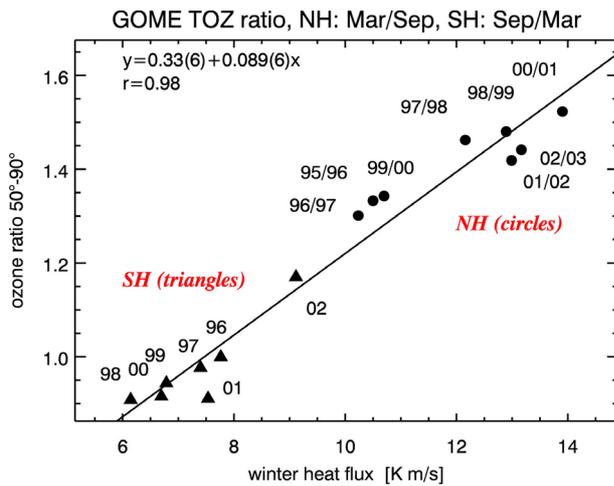


Abb. 2. Frühling-Herbstverhältnis im hemisphärischen Ozon als Funktion des mittleren Wärmeflusses durch die 100 hPa Fläche.

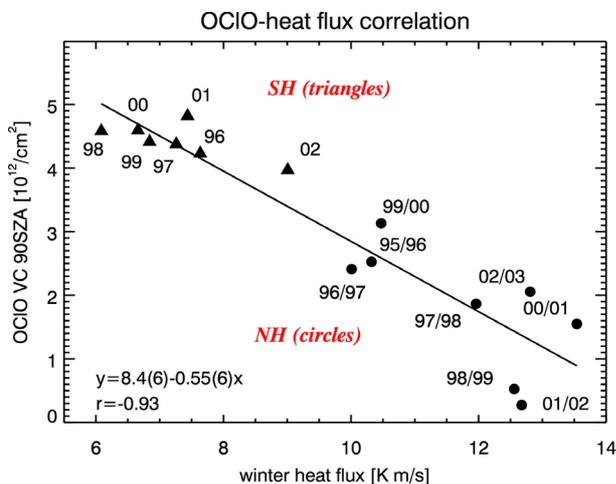


Abb. 3. Beziehung zwischen dem 100hPa Wärmefluss und der maximalen OCIO Säule gemittelt über den Winter.

Das Zusammenwirken von Transport und Chemie wird noch einmal verdeutlicht, wenn die Beziehung zwischen dem über den Winter gemittelten turbulenten Wärmefluss (*eddy heat flux*) durch die 100hPa Druckfläche und dem Ozonverhältnis zwischen Frühling und Herbst betrachtet wird (Abb. 2, siehe auch Weber et al., *Geophys. Res. Lett.* 30, 1583, 2003). Der Wärmefluss ist ein Mass für die Wellenaktivität. Je stärker die Wellenaktivität, umso grösser ist das Ozonverhältnis wegen der stärkeren Meridionalzirkulation. In der Südhemisphäre ist die Wellenaktivität geringer und der chemische Ozonabbau überwiegt in der Regel sogar die Zunahme durch Wintertransport. Eine Ausnahme stellt der antarktische Winter 2002 dar (s. Bulletin 89), mit einem Ozonverhältnis, das zwischen den Werten der kalten arktischen Winter in der NH und den typischen Werten in der SH liegt. Nicht unerwartet ist die Antikorrelation zwischen dem über den Winter integrierten maximalen OCIO Säulen und der Wellenaktivität (Abb. 3). Eine geringere Wellenaktivität führt zu geringeren Abweichungen von der Strahlungsgleichgewichtstemperatur in den südlichen polaren Breiten und somit zu niedrigeren Temperaturen, die die Chloraktivierung über lange Zeit im Winter aufrecht erhalten. Abbildungen 2 und 3 zeigen die enge Kopplung zwischen Transport und Chemie auf Zeitskalen von Monaten.

Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Klimaänderung und stratosphärischem Ozon in Vergangenheit und Zukunft.

In einem verbesserten Verständnis der langfristigen Änderungen in der atmosphärischen Dynamik, die über die natürliche Variabilität hinaus gehen, liegt möglicherweise der Schlüssel für weitere wichtige

Mark Weber, Sandip Dhomse, Folkard Wittrock, Andreas Richter,

Björn-Martin Sinnhuber und John Burrows, Institut für Umweltphysik, Universität Bremen

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR MÄRZ/APRIL 2003

Während der März mit Defiziten zwischen -3.6% (Uccle) und -7.6% (Potsdam) durchwegs eine zu dünne Ozonschicht aufwies, war der April bis auf Arosa (-4,8%) eher ein durchschnittlicher Monat.

Station	Mittel 03/04.2003	langjährige Mittel	Max.	Jahre	Min.	Jahre	Sigma
Hohenpeißenberg	348/372	364/375	415/451	87/73	322/332	94/93	±25,7/23,9
Potsdam	351/390	380/387	438/429	70/70	331/335	93/93	±26,1/21,1
Arosa (CH)	344/355	367/373	423/426	62/40	322/323	93/93	±24,0/20,4
Hradec Kralove (CZ)	352/383	377/381	431/418	62/70	336/335	90/93	±25,2/18,2
Uccle (B)	346/367	359/373	408/417	82/73	323/327	93/97	±22,4/22,0

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