



Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 98, Erscheinungstermin: 20. April 2004

Vertikalprofile von aktiviertem ClO und der Ozonverlust im arktischen Winter 1999/2000

In der Stratosphäre spielt Chlormonoxid (ClO) eine Schlüsselrolle bei polaren Ozonverlustmechanismen, denn das antarktische "Ozonloch" wird durch katalytische Abbauzyklen unter Beteiligung von Chlor- und Bromradikalen verursacht. Auch über der Arktis konnte ein analoger halogeninduzierter Ozonverlust nachgewiesen werden, jedoch unterschätzen Modellsimulationen bisher die stratosphärischen Ozonabbauraten im Frühwinter erheblich. Zur Aufklärung dieser Unstimmigkeiten fand im arktischen Winter 1999/2000 das dritte europäische stratosphärische Ozonexperiment THESEO 2000 in Kooperation mit der amerikanischen Kampagne SOLVE statt, (die bisher größte internationale Messkampagne zur Untersuchung des arktischen Ozonverlustes). Die Aktivitäten im Rahmen von THESEO 2000 wurde durch die EU und das BMBF finanziert. Der Winter 1999/2000 war durch sehr niedrige stratosphärische Temperaturen und eine stabile stratosphärische Zirkulation gekennzeichnet. Dies führte zum Auftreten von polaren Stratosphärenwolken (PSCs), mit deren Hilfe inaktive Chlorsubstanzen in aktive Chlorradikale überführt werden, die bei der Rückkehr des Sonnenlichts im Frühjahr sehr effizient Ozon zerstören.

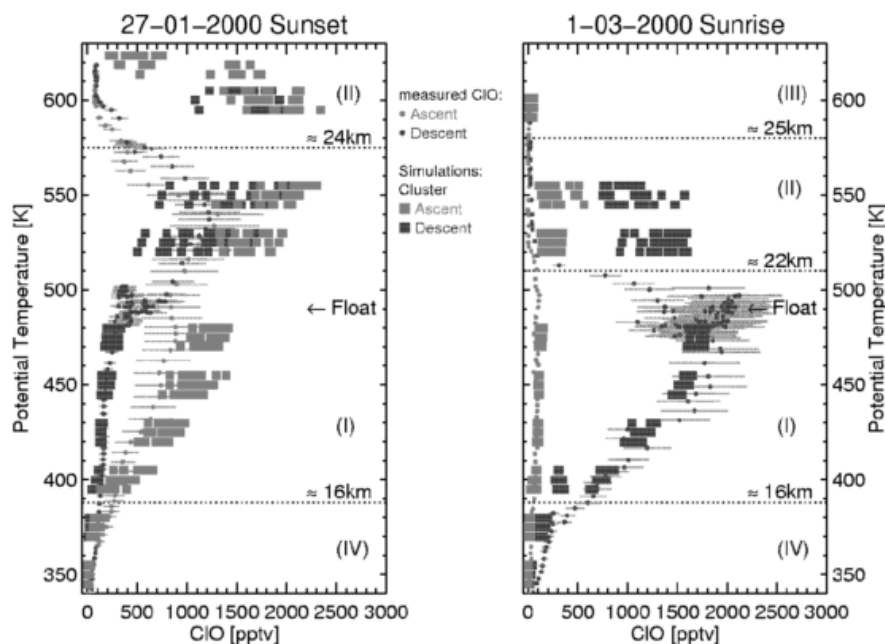


Abb. 1: Gemessenes ClO im Vergleich zu simuliertem ClO. Die Simulationen sind für einen Cluster von Rückwärtstrajektorien gezeigt mit Startkoordinaten von $\pm 2^\circ$ in der Breite, $\pm 5^\circ$ in der Länge und $\pm 5K$ in der pot. Temp., gruppiert um den jeweiligen Messort als Maß für die Unsicherheiten der Trajektorien. Höhenbereich 13 – 25 km.

Vergleich der ClO- und Ozonmessungen mit Simulationen gibt Aufschluss über das derzeitige Verständnis der polaren Ozonchemie. Für die Simulationen wurde das Chemische Lagrangesche Modell der Stratosphäre (CLaMS) verwendet, das die zeitliche Entwicklung der chemischen Zusammensetzung einer abgeschlossenen homogenen Luftmasse entlang einer vorgegebenen Trajektorie beschreibt. Für beide Flüge wurden Simulationen für Trajektorien zwischen 13 und 25 km Höhe ($\approx 350 - 620$ K pot. Temp.) durchgeführt und mit Frühwinterbedingungen (Ballonmessungen vom Dez. 1999) initialisiert, um die zeitliche Entwicklung der Chloraktivierung und des Ozonverlustes über den Winter (Dez. bis Jan. / Dez. bis März) zu analysieren. Anhand der Ballonflüge konnten verschiedene Höhenbereiche I – IV identifiziert werden (Abb. 1), die sich

Das Forschungszentrum Jülich führte im Rahmen von THESEO 2000 zwei Ballonmessflüge im Januar und März 2000 durch. Dabei wurden unter anderem die ozonzerstörenden Radikale ClO und BrO zusammen mit Ozon und Methan gemessen. Die Ballonflüge wurden während des Sonnenuntergangs (Jan.) bzw. Sonnenaufgangs (März) durchgeführt, so dass im jeweiligen Ballonauf- bzw. Abstieg ein ClO Tageslicht- (hohes ClO) und ClO Nachtprofil (niedriges ClO) gewonnen wurde (Abb. 1). Ein

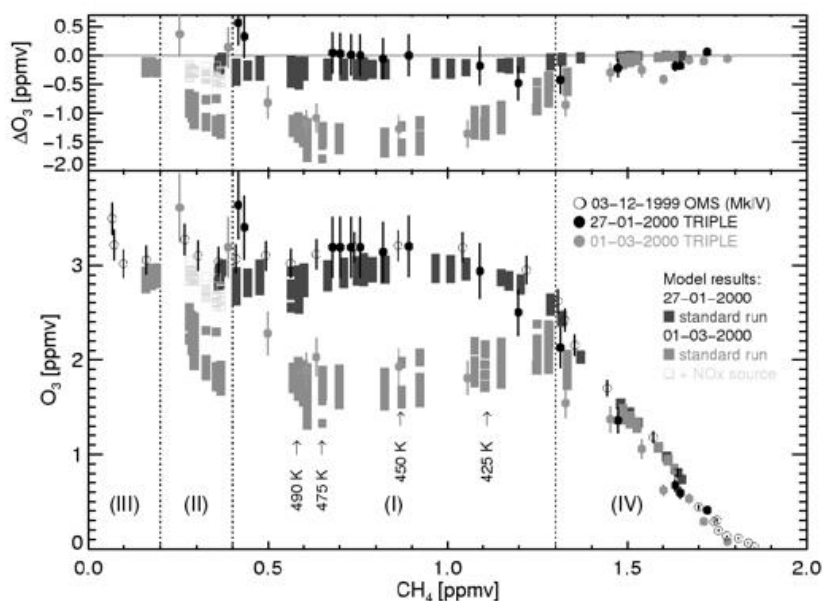


Abb. 2: Unten: Ozon-Methan-Korrelationen gewonnen aus Ballonmessungen für den 3.12.99, den 27.01.00 und den 1.03.00 und aus CLaMS Simulationen für Jan. und März 2000. Oben: Aus Messungen und Simulationen abgeleiteter Ozonverlust von Dez. bis Jan. bzw. von Dez. bis März als Funktion von Methan für einen Cluster von Trajektorien (vgl. Abb. 1).

und Messung übereinstimmend keine Chloraktivierung und in Schicht IV wurde Chlor nur in geringem Umfang am stratosphärischen Hintergrundaerosol aktiviert.

Zur Diagnose des chemischen Ozonabbaus im Polarwinter gibt Methan als langlebiges Spurengas (Tracer) wichtige Informationen zum Transport der Luftmassen. Da reine Transportvorgänge, insbesondere das Absinken der stratosphärischen Luftmassen im Polarwirbel während der Polarnacht, die Ozon-Methan-Korrelation nicht ändern, ändert sich die Ozon-Methan-Korrelation im Laufe des Winters nur, wenn chemische Ozonzerstörung stattgefunden hat. Messungen und Modell zeigen, dass bis zum 27. Januar kein substantieller Ozonabbau stattfand (Abb. 2). Bis zum 1. März wird wie zu erwarten, der größte Ozonabbau in der chloraktivierten Schicht I ermittelt, während der Ozonabbau in Schicht II analog zu ClO nur unter Berücksichtigung einer zusätzlichen hypothetischen NO_x -Quelle simulierbar ist (Abb. 2). In Schicht III und IV findet aufgrund mangelnder Chloraktivierung kein Ozonabbau statt. Integriert man das vertikale Ozonprofil für Dezember 1999 bis März 2000 über den Höhenbereich von ca. 13 – 22 km, so ergibt sich ein abgeschätzter Ozonverlust von 77 ± 10 DU. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ClO-Messungen und der arktische Ozonverlust im Winter 1999/2000 gut durch Simulationen reproduziert werden, jedoch muss in einer Höhenschicht (> 22 km) eine unbekannte hypothetische NO_x -Quelle angenommen werden.

Bärbel Vogel, Rolf Müller und Fred Stroh

Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre: Stratosphäre (ICG I), Forschungszentrum Jülich

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR JANUAR/FEBRUAR 2004

Januar und Februar zeigen ein uneinheitliches Bild mit je nach Station teils positiven, teils negativen Abweichungen.

Station	Mittel 01/02.2004	langjährige Mittel	Max. Jahre	Min. Jahre	Sigma		
Hohenpeißenberg	319/347	329/357	369/423	79/70	281/302	93/93	$\pm 23,0/30,2$
Lindenberg (Brewer)	347/366	331/363	381/425	86/70	273/298	92/93	$\pm 23,8/27,0$
Arosa (CH)	304/343	336/361	399/422	42/69	278/295	93/93	$\pm 24,4/26,4$
Hradec Kralove (CZ)	340/354	339/368	411/426	68/69	276/299	92/93	$\pm 28,1/27,6$
Uccle (B)	342/350	328/349	366/387	86/77	274/292	92/93	$\pm 23,2/23,2$

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

im wesentlichen durch den Grad der Chloraktivierung unterscheiden: Schicht I weist eine hohe Konzentration an aktiven Chlorradi-kalen ClO auf, verursacht durch starkes Vorkommen polarer Stratosphärenwolken entlang der Trajektorien. In Schicht II muss eine zusätzliche hypothetische NO_x -Quelle (= $\text{NO} + \text{NO}_2$) im Modell angenommen werden, um das gemessene niedrige ClO zu reproduzieren. Abb. 1 zeigt das simulierte ClO ohne Berücksichtigung einer hypothetischen NO_x -Quelle im Modell. In Schicht III zeigen aufgrund hoher Temperaturen Modell