



## Entwarnung bei der Ozonschicht?

Nach einer Phase anhaltenden Ozonschwundes in der Stratosphäre hat die Dicke der Ozonschicht über Mitteleuropa in den letzten 14 Jahren unter Schwankungen langsam wieder zugenommen. Zuletzt war die Ozonschicht sogar dicker als in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Sie hat aber noch nicht wieder ihre volle Schutzfunktion als UV-Filter erlangt, wie vor den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts. Besonders geschädigt zeigte sich die Ozonschicht jeweils 1-2 Jahre nach einem starken Vulkanausbruch, als große Mengen vulkanisches Material bis in die untere Stratosphäre gelangten, und dort den Ozonabbau weiter forcierten (Abbildung 1). Innerhalb der letzten 10 – 15 Jahre hat es aber eine grundlegende Richtungsänderung beim Ozontrend gegeben, auch dann, wenn man die zwei ungewöhnlichen Jahre nach dem Pinatuboausbruch 1991 nicht berücksichtigt. Hat damit das Montrealer Protokoll zur Verminderung ozonschädigender Substanzen nun doch viel schneller als erwartet seine positive Wirkung entfaltet?

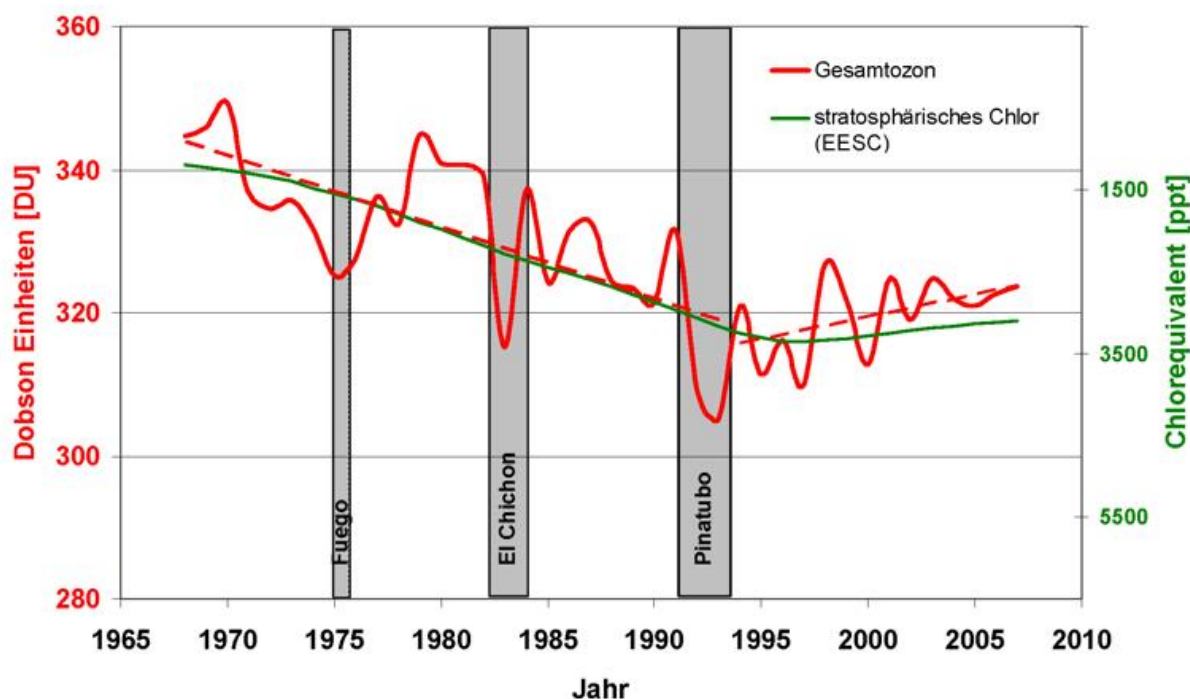


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der Jahresmittelwerte des Gesamtozons am Hohenpeißenberg seit 1967 mit Teilregressionen (gestrichelt). Invertiert dargestellt ist der Verlauf des stratosphärischen Chloräquivalents.

Wie wir heute wissen, war ja die Ozonabnahme in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts nicht nur durch ansteigendes Chlor und Brom getrieben. Gerade in der unteren Stratosphäre haben auch andere Faktoren, wie Tropopausenhöhe, Zirkulationsmuster (z.B. die Nord-Atlantik-Oszillation, NAO), oder auch die solare Aktivität stets eine wichtige Rolle gespielt. Damit ließ sich mindestens ein Drittel der Ozonabnahme und der Großteil der Schwankungen erklären (vgl. Bulletin Nr. 53). Auch jetzt ist klar, dass diese Faktoren einen großen Anteil an der Ozonzunahme der letzten Jahre haben. Wie in Abb. 1 erkennbar, kann der beginnende Chlorrückgang bisher erst wenig zur Ozonzunahme beitragen (vgl. Bulletin Nr. 114).

Interessant ist die Höhenverteilung der „alten“ Abnahme und der „neuen“ Zunahme. Wird die mitt-

lerweile 42 Jahre umfassende Sondierungsreihe des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg in die zwei Zeiträume 1967 – 1991 und 1994 – 2007 aufgeteilt, also unter Weglassung der zwei Jahre nach dem Pinatuboausbruch, ergibt sich folgendes Bild (Abb. 2):

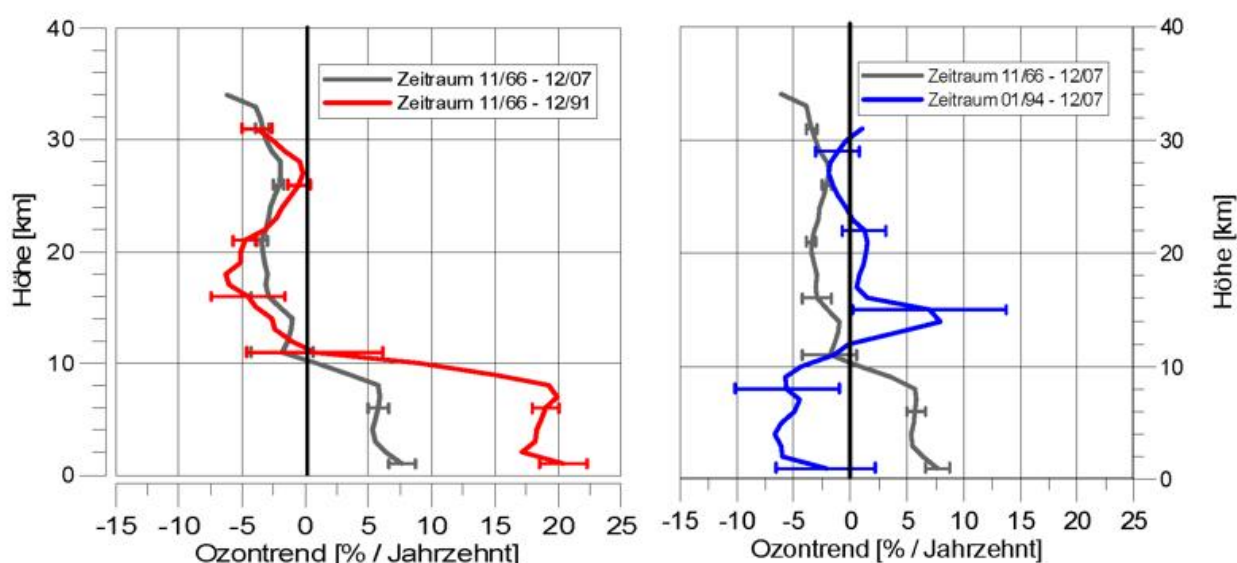


Abb. 2: Höhenverteilung der Ozontrends aus den Ballonsondierungen am Hohenpeißenberg. Links: Zeitraum 11/1966 – 12/1991, rechts: Zeitraum 01/1994 – 12/2007, jeweils unterlegt mit dem Trend für den Gesamtzeitraum. Die Fehlerbalken markieren die Unsicherheit ( $2\sigma$ ).

Zuerst einmal fällt auf, dass sich der positive Trend in der gesamten Troposphäre ebenfalls umgekehrt hat. Die Troposphäre war in den siebziger und achtziger Jahren von einer starken Ozon-Zunahme geprägt, was mit Sorge um und Maßnahmen gegen den photochemischen Smog einher ging. In der freien Troposphäre sind die Werte jetzt eher rückläufig, was aber nicht von den Messungen an den Bergstationen bestätigt wird (s. Ozonbulletin Nr. 116). Das troposphärische Ozon trägt jedoch nur etwa 10 % zum Trend des Gesamt Ozons (Dicke der Ozonschicht) bei.

Entscheidend für das Gesamt ozon ist vielmehr der Höhenbereich 15 – 25 km, also die untere Stratosphäre. Hier trat die stärkste Abnahme im Zeitraum 1967- 91 bei 18 km Höhe auf. Seit 1994 hat sich zwischen 12 und 22 km Höhe die frühere Abnahme in ein Zunahme umgekehrt, mit einem ausgeprägten Maximum bei 14 km (+7%/Jahrzehnt, allerdings mit großen Fehlerbalken). Die geringe Höhe dieser starken Zunahme spricht auch eher für einen dynamischen als für einen chemischen Einfluss. Bestärkt wird dies durch die hohe Korrelation der Ozonsäule mit dem Index für die nordatlantische Oszillation NAO, die ebenfalls seit Anfang der neunziger Jahre, eine Trendumkehr im Langzeitverlauf zeigt (vgl. Bulletin Nr. 114). Wenn sich der Trend bei der NAO nicht wieder nachhaltig umkehrt, dann sollte das weiterhin abnehmende Chlor die derzeit beobachtete Erholung der Ozonschicht weiter verstärken.

### Monatsstatistik Gesamt-Ozon für November/Dezember/Januar 2007/08

Station	Gesamt ozonmittel in D.U. und Abweichung vom langjährigen Mittel in %					
	November		Dezember		Januar	
Hohenpeißenberg	275	-2.48	297	-0.67	298	-8.59
Lindenberg	284	-1.39	297	-2.62	316	-4.53
Arosa (CH)	271	-5.90	302	-1.63	288	-14.03
Hradec Kralove (CZ)	284	-2.41	299	-2.61	311	-7.72
Uccle (B)	280	-2.44	308	+1.99	312	-4.00

Generell unterdurchschnittliche Werte im November und Dezember 2007 gipfelten in extrem niedrigen Werten im sehr milden Januar 2008. So wiesen am Hohenpeißenberg nur die Pinatubo-beeinflussten Januare 1992 und 1993 niedrigere Ozonwerte auf.