

# Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



**Ausgabe Nr. 69, Erscheinungstermin: 29. September 1999**

## *Zusammenhang zwischen Ozon, Wetter und Klimaänderung*

In mittleren nördlichen Breiten hat die Ozonschichtdicke in den letzten 30 Jahren um etwa 10% im Jahresmittel abgenommen, am stärksten im Spätwinter/Frühjahr. Hauptursache dieses Trends ist chemischer Ozonabbau durch anthropogene Chlor- und Bromverbindungen. Bei Betrachtung langer Ozonmeßreihen fallen aber auch starke natürliche Schwankungen auf, von Monat zu Monat oder von Jahr zu Jahr, besonders im Spätwinter. Abbildung 1 zeigt dies für die am Hohenpeißenberg gemessenen Februar Monatsmittel. Besonders auffällig sind die großen Fluktuationen in den 90er Jahren, z.B. der deutliche Anstieg von Februar 1998 auf Februar 1999 (vgl. Bulletin 64).

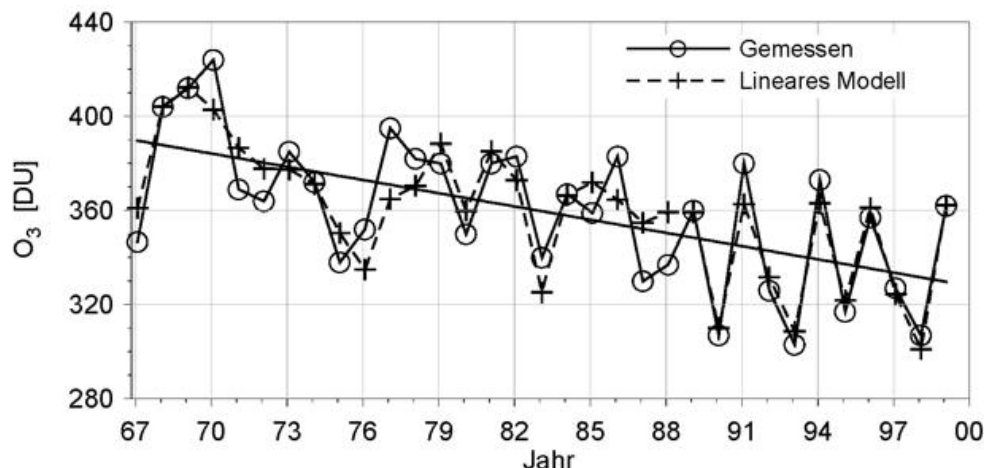


Abb. 1: Februar-Monatsmittel der Hohenpeißenberger Gesamtozonmessungen und Rekonstruktion der Messungen durch das unten beschriebene Regressionsmodell.

Die Untersuchung dieser Ozonschwankungen ist Ziel eines Forschungsprojekts am Observatorium Hohenpeißenberg, das noch bis Jahresende vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird. Zur Beschreibung der Schwankungen wurde für das Gesamtozon  $O_3(J)$  eines jeden Monats des Jahres  $J$  als Summe bekannter Einflußgrößen  $T_i$  dargestellt:  $O_3(J) = \sum c_i T_i$ . Die Einflußstärken  $c_i$  wurden durch lineare Regression ermittelt. Dies ist die übliche Vorgehensweise zur Berechnung von Ozontrends, wobei normalerweise ein anthropogener linearer Trend und natürliche Einflußgrößen, wie die quasi-zweijährige Oszillation des Windes am Äquator (vgl. Bulletin 60), und Indizes für die stratosphärische Aerosolbelastung und für den 11-jährigen Sonnenzyklus verwendet werden. Um die meteorologischen (dynamischen) Einflüsse auf die Ozonschicht (vgl. Bulletins 53, 64) ebenfalls zu erfassen, wurde der Ansatz um meteorologische Terme  $T_i(J)$  erweitert. Verwendet wurden dazu Indexzeitreihen, welche, ähnlich den Großwetterlagen, die unterschiedlich starke Ausprägung wichtiger langanhaltender Druck- und Zirkulationsmuster auf der Nordhalbkugel beschreiben. Ausgehend vom Geopotentialfeld der 700 hPa Druckfläche berechnet das Climate Prediction Center des amerikanischen National Center for Environmental Prediction solche Indizes (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.html>).

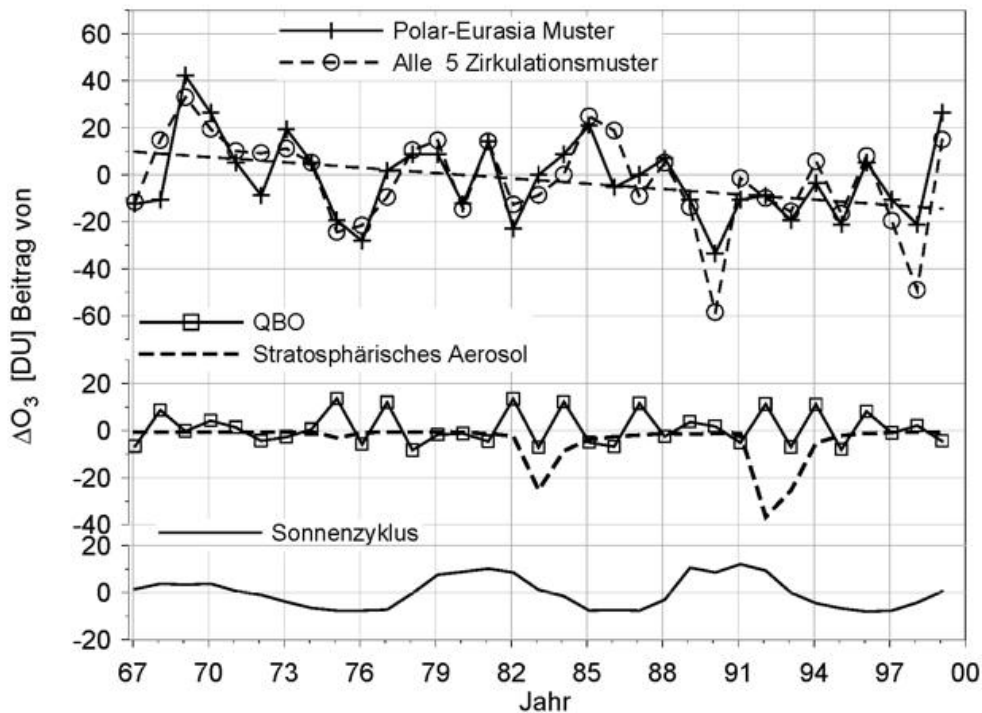


Abb. 2: Beitrag verschiedener Einflußfaktoren zum Februar-Monatsmittel des Gesamtozons am Hohenpeißenberg, wie er sich aus dem Regressionsmodell ergibt.

Das Gesamtergebnis dieses Regressionsmodells war bereits in Abbildung 1 zu sehen. Abbildung 2 zeigt die Beiträge der einzelnen Einflußfaktoren. Im Februar kann das Modell 80% der beobachteten Varianz beschreiben und reproduziert vor allem in den 90er Jahren die Hohenpeißenberger Meßwerte sehr gut (Abb. 1). Ein ganz erheblicher Teil der beobachteten Schwankungen hängt mit der großräumigen meteorologischen Luftzirkulation zusammen. Das Polar-Eurasia Muster beschreibt Anomalien der Zirkulation über Europa und der Arktis und spielt im Spätwinter die wichtigste Rolle. Der Trend im Auftreten dieses Musters (Abb. 2 oben) scheint mit der langfristigen Ozonabnahme (Abb. 1) einherzugehen. Das Polar-Eurasia Muster als "natürliche Eigenschwingung" der Atmosphäre tritt auch bei der Klimaveränderung im nordhemisphärischen Winter auf: Die geographische Verteilung der Temperaturentrends auf der Nordhemisphäre entspricht nämlich genau diesem Muster (Graf et. al., Beitr. Phys. Atmos., 1995). Zunehmende Treibhausgase und Einflüsse der Stratosphäre auf die Troposphäre spielen eine wesentliche Rolle beim veränderten Auftreten des Musters (Shindell et al., Nature, 1999). Abbildung 2 weist auf deutliche Einflüsse der Zirkulation auf die langfristige Entwicklung der Ozonschicht hin. Andererseits zeigen die Ergebnisse von Shindell eine Rückkopplung vom in der Stratosphäre ganz wesentlichen Ozon auf die troposphärische Zirkulation. Insgesamt deutet sich damit eine viel engere Verflechtung zwischen Klimaänderung und Ozonänderung an, als in der Vergangenheit gedacht.

Wolfgang Steinbrecht & Hans Claude, Met.Obs. Hohenpeißenberg

### MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR AUGUST 1999

Alle Stationen bewegten sich mit -3% (Arosa) bis +2% (Uccle) nahe bei ihrem langjährigen Mittel.

Station	Mittel 8/1999	Langjähriges Mittel	Max. Jahr	Min. Jahr	Sigma
Hohenpeißenberg	311	316	336, 1969	293, 1992	± 9,4
Potsdam	325	323	340, 1987	295, 1992	±11,6
Arosa (CH)	305	313	332, 1941	284, 1992	± 9,9
Hradec Kralove (CZ)	314	320	337, 1969	295, 1992	± 9,5
Uccle (B)	319	313	330, 1982	298, 1992	± 7,7

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