



Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



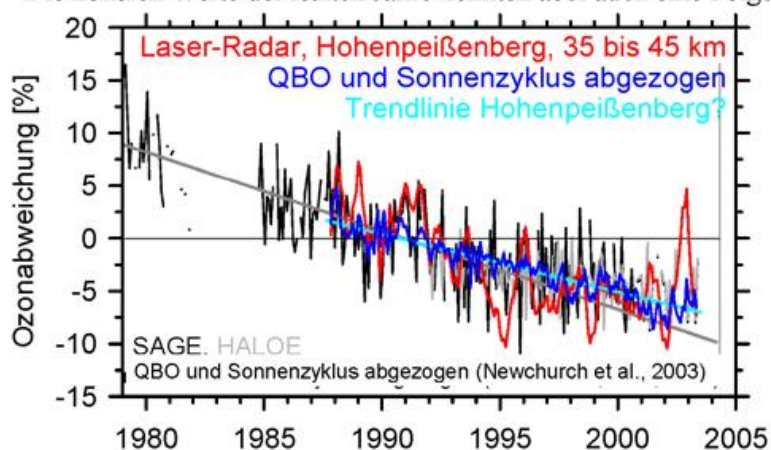
Ausgabe Nr. 94, Erscheinungstermin: 15. August 2003

Erholung der Ozonschicht: Erste Anzeichen oder vorübergehende Schwankung?

Sieht man vom antarktischen Ozonloch der unteren Stratosphäre ab, so zeigt sich die stärkste Ozonabnahme durch Chlor aus menschengemachten Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen in der oberen Stratosphäre in rund 40 km Höhe. Vorhergesagt wurde dies bereits 1974 von Molina, Rowland und Crutzen (Nobelpreis 1995). Beobachtet wird die Abnahme seit Anfang der 90er Jahre (Bulletins Nr. 5, 48). Dank Montrealer Protokoll (1987) zeigen die Chlor-Konzentrationen seit kurzem Anzeichen für einen Rückgang in der unteren Stratosphäre (Bulletin Nr. 70). Bis vor wenigen Wochen war sich die Fachwelt aber einig, daß es noch Jahre dauern sollte, bis das Chlor auch in der oberen Stratosphäre zurückgehen könnte, um dort eine Erholung der Ozonschicht einzuleiten. Prof. Newchurch von der University of Alabama hat mit einer kürzlich in den Medien zitierten und bei JGR erscheinenden Arbeit diese Auffassung gehörig erschüttert (http://vortex.nsstc.uah.edu/atmchem/recent_events/upperstrat03_recovery.html). Seine Analyse zeigt zwar bis 1998 den bekannten starken Rückgang in der oberen Stratosphäre um etwa 7% pro Jahrzehnt. Dieser Rückgang scheint sich aber zuletzt nicht mehr fortgesetzt zu haben.

Auch der Deutsche Wetterdienst misst seit 1987 auf dem Hohenpeißenberg mit einem Laser-Radar (LIDAR) hochgenaue Ozonprofile bis in Höhen von 50 km. Diese Daten scheinen Newchurch's Ergebnisse zu bestätigen (Abb. 1). Auch über dem Hohenpeißenberg haben die Ozonwerte seit 1987 um rund 7% pro Jahrzehnt abgenommen. In den letzten Jahren liegen die Daten von HALOE (grau) oder dem Hohenpeißenberger Lidar (rot, blau) aber in der Regel oberhalb der grauen Trend-Geraden. Dies wird von Newchurch als erstes Anzeichen einer Erholung der Ozonschicht gewertet.

Die höheren Werte der letzten Jahre könnten aber auch eine Folge des gerade vergangenen Maximums der



Sonnenaktivität (2000 bis 2003) sein. Newchurch hat zwar versucht, Beiträge des Sonnenzyklus und der quasi-zweijährigen Oszillation (QBO, Bulletin Nr. 60) von der Ozonzeitreihe abzuziehen. Die eingehendere Untersuchung der Hohenpeißenberger Reihe zeigt aber, daß hier deutliche Unsicherheiten bestehen: Während die rote Kurve seit 1997 in etwa konstante und Anfang 2003 besonders hohe Werte zeigt, erkennt man bei der blauen Kurve, wo die Beiträge von QBO und Sonnenzyklus aus den Lidardaten eliminiert wurden, eine stetige, fast lineare Abnahme von 1987 bis 2003. Eine „Trendwende“ ist bei der blauen Kurve kaum mehr erkennbar.

Abb. 1: Ozongehalt zwischen 35 und 45 km Höhe aus Hohenpeißenberger Lidarmessungen nach Abzug des mittleren Jahresgangs (rot), sowie nach Abzug der Auswirkungen von QBO und 11-jährigem Sonnenzyklus (blau). Die Kurven wurden über 5 Monate gleitend gemittelt. Bei den hinterlegten Ergebnissen von Newchurch et al., (JGR, 2003) sind mittlerer Jahresgang, QBO und Sonnenzyklus ebenfalls abgezogen.

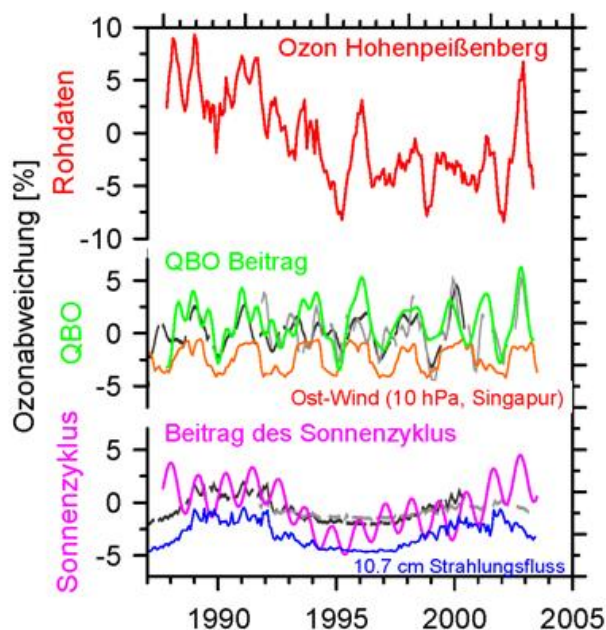


Abb. 2: Oben: Ozongehalt wie in Abb. 1. Mitte: Beitrag der QBO (grün); Zonalwind in 10 hPa über dem Äquator (rot, Ostwind = positiv, Daten von B. Naujokat, FU Berlin). Unten: Beitrag des 11-jährigen Sonnenzyklus (magenta); Solarer Strahlungsfluss bei 10.7 cm (blau). Newchurch's Abschätzungen für SAGE und HALOE sind hinterlegt (schwarz und grau).

Es kommt demnach stark auf die Beiträge von QBO und Sonnenzyklus an. Unsere Abschätzung des QBO Beitrags (Abb. 2, grün) stimmt sehr gut mit der von Newchurch (grau, schwarz) überein. Sie ergibt sich, wie bei Newchurch, als Summe harmonischer Schwingungen mit Perioden bei 28, 21 und 8.4 Monaten (QBO Grundfrequenz, sowie Differenz und Summen-Frequenz mit der Jahresperiode). Mit einer einfachen Kurve, wie dem Wind in 10 hPa (rot), ist dagegen der variable QBO Beitrag nur schlecht darstellbar.

Auch der Beitrag des Sonnenzyklus wurde als Summe harmonischer Schwingungen mit Perioden bei 11 und 5.5 Jahren und bei 13.2 Monaten (Grundfrequenz, 1. Harmonische und Differenz-Frequenz mit Jahresperiode) dargestellt (magenta).

Hier unterscheiden wir uns von Newchurch, der den solaren Strahlungsfluss bei 10.7 cm (blau) für die Abschätzung des Sonnenzyklus-Beitrags verwendet (grau, schwarz). Unsere Abschätzung hat eine größere Amplitude und einen deutlichen Jahresgang. Vor allem könnte sie die hohen Werte der letzten Jahre erklären. Zeitpunkt und Größe der Ozon-Maxima und Minima wird bei uns nicht exakt durch den 10.7 cm-Fluss vorgegeben. Ein Jahresgang ist vorhanden. Das ist auch realistisch, denn

der 10.7 cm Fluss ist nur eine beschreibende Größe. Die Atmosphäre könnte durchaus unterschiedlich stark, sowie früher oder später, auf den einen oder anderen Sonnenzyklus reagieren.

Insgesamt bestätigen die Hohenpeißenberger Lidarmessungen die SAGE und HALOE Satellitendaten. Newchurch's „Trendwende“ hängt aber stark davon ab, wie die Ozonschicht auf das gerade zu Ende gehende Maximum des 11-jährigen Sonnenzyklus reagiert. Klarheit können wir erst in etwa 5 Jahren erwarten, zum Ende des jetzt beginnenden Minimums. In keinem Fall bedeutet eine „Trendwende“ in 40 km Höhe, wo sich nur sehr wenig Ozon befindet, auch ein Ende der Ozonprobleme in der unteren Stratosphäre, wo das meiste Ozon ist. Dort können Klimaänderung und weiter zunehmende Brom-Konzentrationen der Ozonschicht auch in Zukunft zusetzen.

W. Steinbrecht und H. Claude, Met. Obs. Hohenpeißenberg, Deutscher Wetterdienst

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR MAI/JUNI 2003

Unternormale Ozonschichtdicken an nahezu allen Stationen spiegeln insbesondere im Juni (-8% in Arosa und Uccle) die extrem sommerliche Witterung in Mitteleuropa in diesen beiden Monaten wider.

Station	Mittel 05/06.2003	langjährige Mittel	Max.	Jahre	Min.	Jahre	Sigma
Hohenpeißenberg	349/328	359/346	395/370	80/69	327/317	97/00	±17,0/13,4
Arosa (CH)	339/317	361/344	411/382	41/40	319/312-	97/00	±15,2/11,3
Hradec Kralove (CZ)	349/335	366/352	396/374	80/84	334/325	02/00	±15,7/14,2
Uccle (B)	368/323	362/348	398/375	80/91	341/323	95/93	±16,0/12,8

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