

Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 60, Erscheinungstermin: 23. Dezember 1998

QBO, die quasi-zweijährige Oszillation der Erdatmosphäre

In der Erdatmosphäre kommen viele Arten von Schwingungen vor, die sich mit recht unterschiedlichen Geschwindigkeiten und über teilweise sehr große Entfernungen als Wellen ausbreiten. Beispiele hierfür sind Schallwellen, Schwerewellen oder planetare ("Rossby"-) Wellen. Die quasi-zweijährige (biennale) Qszillation (QBO) ist eine Schwingung, bei der die Windrichtung in der Höhe am Äquator in einem 24-30 monatigen Rhythmus von Ost auf West wechselt (Abb. 1). Dabei bildet sich das jeweils neue Windregime zuerst in der mittleren Stratosphäre aus und wandert langsam mit einer Geschwindigkeit von etwa einem Kilometer pro Monat nach unten, wobei das alte Windregime verdrängt wird.

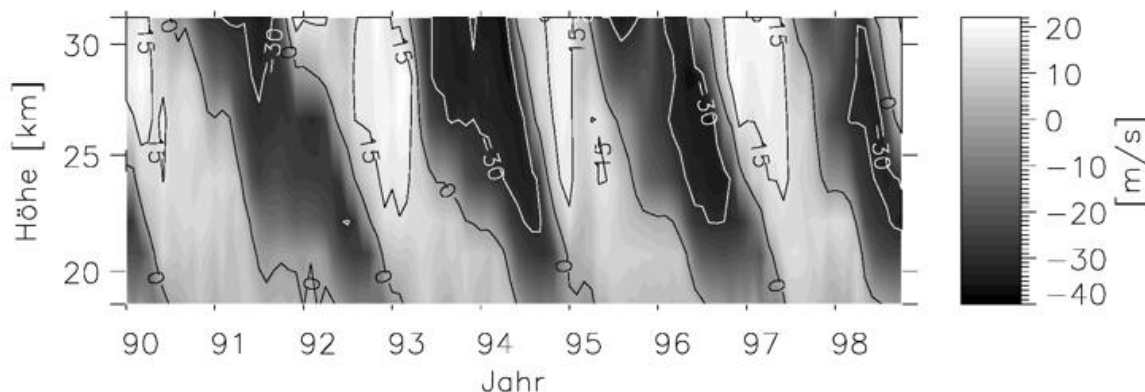


Abb. 1: Zonaler Wind am Äquator. Westwinde sind hell dargestellt, Ostwinde dunkel. Die Daten wurden freundlicherweise von B. Naujokat (FU-Berlin) zur Verfügung gestellt.

Die QBO zeigt Auswirkungen auf die gesamte Atmosphäre. Zum Beispiel scheint sie im Zusammenspiel mit dem 11-jährigen Zyklus der Sonnenaktivität das Auftreten polarer winterlicher Stratosphärenenerwärmungen zu beeinflussen. Auch auf das Ozon wirkt sich die QBO aus, nicht nur im Bereich des Äquators, sondern auch in mittleren und sogar polaren Breiten. Nimmt der Ostwind mit der Höhe zu (z.B. Anfang 1994), findet man im Äquatorbereich etwas niedrigere Gesamtozonwerte, in den Subtropen dagegen etwas höhere. Bei mit der Höhe zunehmendem Westwind (Anfang 1995) ist es umgekehrt. Der Unterschied zwischen Minima und Maxima beträgt hierdurch in etwa 10 bis 20 Dobson Einheiten (DU), entsprechend 4-8 % des Gesamtozons.

Für Mitteleuropa (Hohenpeißenberg) zeigt Abbildung 2 einen Zeit-Höhen-Schnitt der Abweichung des Ozons vom Normalzustand. Die Daten wurden dabei mit einem Bandpaßfilter gefiltert, welches nur Frequenzen im Bereich der QBO ($T_0 \approx 28$ Monate) und ihrer Modulationen durch den Jahresgang ($T = (1/12 \pm 1/T_0)^{-1}$, ≈ 8.4 und 20 Monate) passieren läßt. Diese "Brille" hebt mit der QBO korrelierte Fluktuationen besonders hervor. Sie kann aber keinen Beweis dafür liefern, daß die Fluktuation auch auf die QBO zurückzuführen ist. So würde das Filter auch bei QBO-freien Daten QBO-ähnliche Fluktuationen liefern, allerdings nur sehr schwache (≈ 1 %), mit zufällig verteilter, von Höhe zu Höhe unterschiedlicher, Phasenlage.

Oberhalb von 30 km sind die QBO-Fluktuationen am deutlichsten ausgeprägt. Dort treten hohe Ozonwerte zu Zeiten maximalen äquatorialen Ostwinds (in 32 km = 10 hPa) auf, niedrige Werte bei maximalem Westwind. Ozonmaximum und Minimum unterscheiden sich um 5 bis 10%. Ähnlich wie bei der QBO selbst,

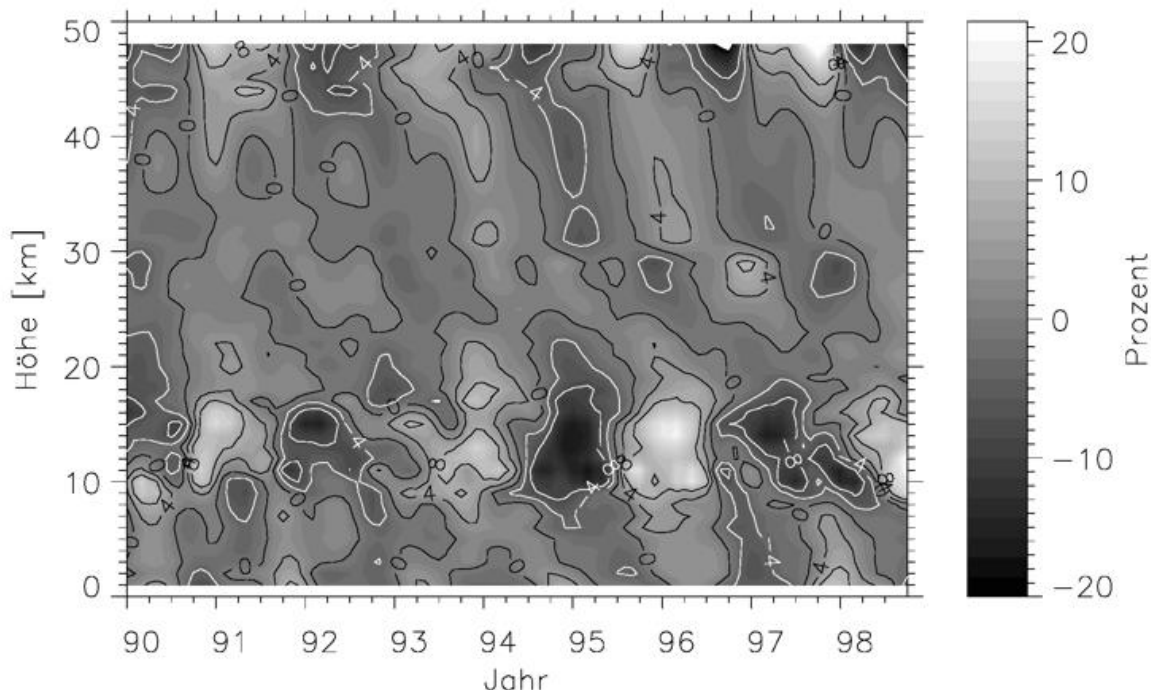


Abb. 2: Ozonanomalie am Hohenpeißenberg, gefiltert mit einem QBO-Bandpass (siehe Text). Unterhalb von 30 km stammen die Daten aus Ballonsondierungen, darüber aus Lidarmessungen.

wandert auch hier das Regime mit der Zeit nach unten. Zwischen 25 und 30 km sind Strukturen aus größerer Höhe noch erkennbar. Maxima und Minima unterscheiden sich ebenfalls um 5 bis 8%. Unterhalb von 25 km Höhe verschieben sich die Extrema zu den Winter- und Frühjahrsmonaten. QBO-Effekte sind hier deutlich an den Jahrgang gekoppelt. Mit 20 bis 30% Änderung von Minimum zu Maximum treten die stärksten relativen Änderungen in 15 km Höhe auf. Minima fallen in etwa mit dem Wechsel des äquatorialen Windes von Ost auf West in 50 hPa (20 km) zusammen. Berechnet man für Abbildung 2 die Anomalie der Ozonsäule zwischen 1 und 50 km, so ergibt sich eine Fluktuation von 15 bis 30 DU (5 bis 10%). Dies liegt über den 10 bis 20 DU anderer Untersuchungen, die zumeist auf TOMS Daten zwischen 1979 und 1992 beruhen. Allerdings waren am Hohenpeißenberg die QBO-Fluktuationen seit 1990 besonders ausgeprägt. Zuletzt wurden so starke Fluktuationen zwischen 1974 und 1982 beobachtet. In einem folgenden Bulletin werden wir auf die Prozesse eingehen, welche zur QBO und ihren Auswirkungen auf das Ozon führen.

Wolfgang Steinbrecht & Hans Claude, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

MONATSSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR NOVEMBER 1998

Die aktuelle Monatsstatistik zeigt ein deutliches Ost-West-Gefälle: witterungsbedingt lagen die Werte in Westeuropa im normalen Bereich, während die Ozonschicht nach Osten zu dicker als normal war.

Station	Mittel 11/1998	langjähriges Mittel	Max.	Jahr	Min.	Jahr	Sigma
Hohenpeißenberg	293	282	306	1969	260	1992	±11,4
Potsdam	299	285	309	1965	254	1964	±13,6
Arosa (CH)	294	289	322	1966	250	1992	±12,2
Hradec Kralove (CZ)	308	289	332	1965	267	1964	±12,8
Uccle (B)	285	285	311	1974	264	1983	±12,1

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