



Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes



Ausgabe Nr. 114, Erscheinungstermin: 06. Dezember 2006

Was hat die NAO mit Ozon zu tun?

Über Faktoren, die die Dicke der Ozonschicht beeinflussen, wurde in den Ozonbulletins des DWD schon öfter berichtet. Wesentlich sind chemische Luftbeimengungen, insbesondere menschengemachtes Chlor und Brom als ozonzerstörende Substanzen. Hinzu kommen der Aerosolgehalt der unteren Stratosphäre, der vorwiegend aus starken Vulkanausbrüchen stammt, der solare Zyklus und, nicht zuletzt, meteorologische Einflüsse. Wichtig ist, auf welchen Zeitskalen und wie stark diese Einflüsse ihre Wirkung entfalten. Bewirken sie nur kürzerfristige Schwankungen oder tragen sie auch zum längerfristigen Trend bei?

Meteorologische Einflüsse wirken vor allem kurzfristig auf die Ozonschicht. Sie können aber auch langfristig zu Ozontrends beitragen, wenn sie selbst langfristige Trends aufweisen. Ein Beispiel hierfür ist die nordatlantische Oszillation (NAO). Die NAO lässt sich z.B. durch den Druckunterschied zwischen Island (Islandtief) und Spanien/Portugal (Azorenhoch) definieren. Besonders die Winterwerte (Dezember bis März) kennzeichnen recht gut die Zirkulation der nördlichen mittleren Breiten mit Schwerpunkt im europäisch-atlantischen Raum (Appenzeller et al., 2000). Werte für diesen NAO Index reichen zurück bis 1823 (z.B.: http://www.cru.uea.ac.uk/~timo/projpages/nao_update.htm). Was hat dies nun mit Ozon zu tun, wie kann davon die Dicke der Ozonschicht beeinflusst werden?

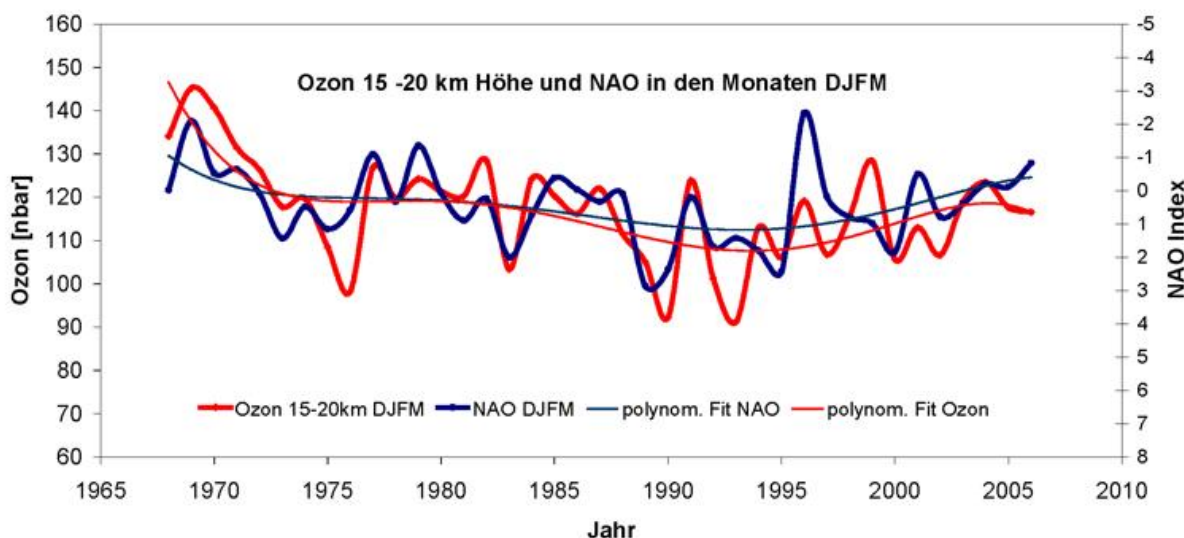


Abb. 1. Wintermittel des Ozonpartialdrucks zwischen 15 und 20 km Höhe und des Index der nordatlantischen Oszillation NAO, über die Monate Dezember bis März. Die NAO ist invertiert dargestellt.

Schwankungen der Ozonsäule werden größtenteils durch den Ozongehalt in der unteren Stratosphäre bestimmt, also den Höhenbereich von ca. 12-25km. Insbesondere die kurzfristigen Schwankungen hängen sehr stark von den jeweiligen meteorologischen Gegebenheiten ab. Die Lage von Hoch- und Tiefdruckgebieten und der damit gekoppelte Luftmassentransport, d.h. die atmosphärische Zirkulation, tragen ganz entscheidend zur Ozonverteilung bei. Dies führt zu den bekannten Korrelationen zwischen Ozon und meteorologischen Parametern, z.B. der Tropopausenhöhe. Gerade im Winter sind troposphärische und stratosphärische Zirkulation eng gekoppelt. So kann ein Index, der aus dem Druckfeld der unteren Troposphäre abgeleitet ist, auch Ozonänderungen in der unteren Stratosphäre brauchbar repräsentieren. Wie Abbildung 1 eindrucksvoll zeigt, folgt das Ozon in der unteren Stratosphäre der NAO außerordentlich gut, auch auf der längerfristigen Zeitskala, dargestellt durch die polynomischen Fitkurven. Die Ozonschicht war Anfang der neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts am dünnsten, seither steigen die Werte tendenziell an. Gerade Anfang der neunziger Jahre kamen aber mehrere ozonrelevante Faktoren zusammen oder

änderten ihren Trend (Abb. 2): • Wie nach dem Ausbruch des El Chichon 1982, bewirkten um 1992 auch die Pinatubo-aerosole eine starke zusätzliche Ozonerstörung. • Die solare Aktivität wechselte vom Minimum um 1995 ins Maximum um 2000. • Die Chlorbelastung war Mitte der 90er Jahre maximal, erst seit etwa 1998-2000 nimmt das stratosphärische Chlor messbar ab. • Die NAO befand sich in der positiven Phase und entwickelt sich seit etwa 1989 tendenziell wieder in die andere Richtung. Mit Hilfe eines Regressionsmodells lassen sich diese Auswirkungen auf die Ozonsäulendichte (Jahresmittel der Ozonschichtdicke) quantifizieren. Diese Abschätzung zeigt nicht nur, dass die hier berücksichtigten Einflussgrößen den größten Teil der Ozonänderungen erklären, sondern auch, dass nur ein verhältnismäßig

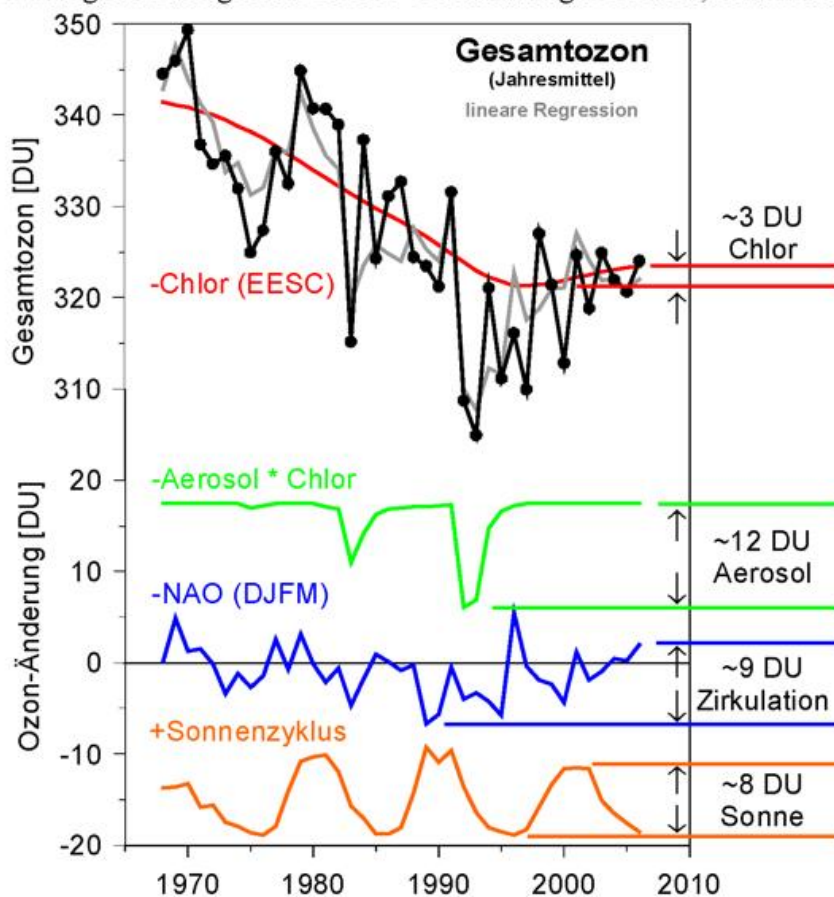


Abb. 2: Jahresmittel der Ozonsäule über Hohenpeißenberg (schwarze Kurve). Die Kombination (graue Kurve) von nur 4 Einflussfaktoren, invertiert dargestellter Gesamtchlorgehalt der Stratosphäre (EESC), chlor-modulierter Aerosolgehalt, NAO in den Wintermonaten und Sonnenzyklus, kann den gemessenen Verlauf (schwarz) weitestgehend nachbilden. Alle Faktoren tragen seit Anfang/Mitte der 1990er Jahre zur beobachteten Ozonzunahme bei. Der Anteil vom beginnenden Chlorrückgang ist dabei gegenüber dem Aerosolrückgang nach 1992 und gegenüber dem Umschlagen des NAO Indexes um 1989 klein einzuschätzen.

geringer Teil des Ozonanstiegs seit Anfang der neunziger Jahre auf die Chlorabnahme zurückgeführt werden kann. Die Wiener Konvention zum Schutz der Ozonschicht mit ihren Nachfolgeprotokollen wird sicher zu einem weiteren Rückgang ozonschädigender Substanzen führen. Die Ozonschicht sollte sich innerhalb der nächsten Jahrzehnte erholen. Durch eine ungünstige Überlagerung der anderen Faktoren kann es aber jederzeit wieder zu deutlich niedrigeren Ozonwerten kommen als derzeit.

Hans Claude, Wolfgang Steinbrecht, Ulf Köhler, Meteorologisches Observatorium Hohenpeißenberg

MONATSTATISTIK GESAMT-OZON FÜR SEPTEMBER/OKTOBER 2006

Witterungsgeprägt blieben alle Stationen in beiden Monaten teilweise deutlich unter den langjährigen Mittelwerten. In Lindenberg wurde im Oktober mit 264 DU (entspricht -9%) sogar ein neues Rekordminimum gemessen.

| Station | Mittel 09/10.2006 | langjährige Mittel | Max. | Jahre | Min. | Jahre | Sigma |
|---------------------|----------------------|-----------------------|---------|-------|---------|-------|-------------|
| Hohenpeißenberg | 286/268 | 297/282 | 318/327 | 72/74 | 278/262 | 97/71 | ±10,2/11,7 |
| Lindenberg (Brewer) | 282/264 | 301/290 | 334/329 | 78/74 | 281/264 | 92/06 | ±12,0/--,-- |
| Arosa (CH) | 277/260 | 295/283 | 333/327 | 31/74 | 273/248 | 92/88 | ±10,9/12,5 |
| Hradec Kralove (CZ) | 282/266 | 299/286 | 323/331 | 72/74 | 279/261 | 92/62 | ±10,9/13,5 |
| Uccle (B) | 282/272 | 293/284 | 321/322 | 01/74 | 270/262 | 97/95 | ±10,0/12,2 |

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